

Temes d'examen
per a l'obtenció del
Diploma d'Operador
d'estacions de radioaficionat

Temari ajustat al
HAREC
(Harmonized Amateur Radio Examination Certificate)
Certificat Harmonitzat de l'Examen de Radioaficionat

desenvolupat pels membres
del Ràdio Club La Salle
coordinats per
Luis A. del Molino EA3OG

Distribuït i publicat en PDF el març de 2011 pel Ràdio Club La Salle
sota una llicència *Creative Commons*



Alguns drets reservats:

No es permet ni l'ús comercial de l'obra ni la generació d'obres derivades
ni la utilització parcial del text

Agraïments:

**Les il·lustracions que porten el símbol (*) han estat cedides per
l'Editorial Marcombo (www.marcombo.com), procedents dels
seu llibre: *Radioafición y CB: Enciclopedia Práctica en 60
lecciones***

Hem d'agrair especialment la col·laboració de la
Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació.

També la col·laboració de Victor Ballesteros en la redacció del text i en la
recerca i realització de les il·lustracions més adients, tasca en la qual ha
col·laborat també Roger Galobardes.

Revisió lingüística realitzada per Remolino Servicios Editoriales

Per tal de millorar el text i el contingut, us agraïrem molt que qualsevol
suggeriment de millora o les errades que hi trobeu ens les comuniquem a

l'adreça:

<radioclub@salle.url.edu>

Sumari

1.1 Conductivitat	14
1.1.1 Estructura de la matèria	14
1.1.1.1 L'àtom	14
1.1.1.2 La molècula	16
1.1.1.3 La valència	16
1.1.1.4 El ió.....	16
1.1.1.5 Conductivitat	18
1.1.1.6 Conductors, semiconductors i aïllants	18
1.1.2 Tensió contínua	19
1.1.3 Corrent continu	21
1.1.4 L'ampere i el coulomb	22
1.1.5 Resistència elèctrica.....	23
1.1.6 Llei d'Ohm	23
1.1.6.1 Agrupació de resistències en sèrie	24
1.1.6.2 Agrupació de resistències en paral·lel.....	26
1.1.7 Lleis de Kirchhoff	28
1.1.8 Potència elèctrica.....	29
1.1.8.1 Potència dissipada	30
1.1.8.2 Potència emprada o energia consumida	30
1.1.9 Piles i bateries.....	31
1.1.9.1 Les piles.....	31
1.1.9.2 Les bateries.....	32
1.1.9.3 Resistència interna de la font	32
1.1.9.4 Connexió de bateries sèrie/paral·lel.....	32
1.2 Fonts de l'electricitat	34
1.3 Camp elèctric	35
1.3.1 Concepte bàsic de camp elèctric i magnètic	35
1.3.2 Camp elèctric.....	35
1.3.3 Intensitat de camp elèctric. Unitat de camp elèctric	36
1.3.4 Apantallament de camps elèctrics	37
1.4 Camp magnètic	37
1.4.1 Magnetisme terrestre, imants i pols.....	39
1.4.2 Solenoides i electroimants.....	42
1.4.3 Forces d'atracció magnètiques.....	43
1.4.4 Apantallament magnètic	44
1.5 Camp electromagnètic	44
1.5.1 Les ones de ràdio com a ones electromagnètiques.....	44
1.5.2 Velocitat de propagació i la seva relació amb la freqüència i la longitud d'ona	45
1.5.3 Polarització	48
1.6 Senyals sinusoidals	48
1.6.1 Representació gràfica en el temps	48
1.6.2 Període, freqüència i l'hertz	49
1.6.3 Valors instantani, màxim i eficaç d'un senyal sinusoidal.....	50
1.6.4 Diferència de fase	50
1.7 Senyals no sinusoidals	51
1.7.1 Senyals d'àudio	51
1.7.2 Ones periòdiques triangulars, quadrades i no sinusoidals i la seva representació gràfica	51
1.7.3 Component continu, el senyal fonamental i els seus harmònics	52

1.7.4 Soroll	53
1.8 Senyals modulats.....	54
1.8.1 Ona contínua (CW)	54
1.8.2 Modulació d'amplitud (AM)	55
1.8.3 Modulació de freqüència (FM)	56
1.8.4 Modulació de fase (PM).....	57
1.8.5 Modulacions de banda lateral (DBL, BLU)	58
1.8.6 Modulacions digitals	59
1.8.6.1 FSK	59
1.8.6.2 2-PSK i 4-PSK	60
1.8.6.3 QAM	60
1.8.7 Taxa de bit, taxa de símbol (baud) i ample de banda	61
1.8.8 Detecció i correcció d'errors (CRC i FEC)	62
1.9 Potència i energia	62
1.9.1 Potència dels senyals sinusoidals alterns	62
1.9.2 El bel i el decibel (dB).....	63
1.9.3 Adaptació d'impedàncies i màxima transferència de potència	66
1.9.4 Potència de pic	68
1.10 Processat digital de senyal (DSP)	68
1.10.1 Mostreig i quantificació	69
1.10.2 Freqüència mínima de mostreig (freqüència de Nyquist)	70
1.10.3 Filtrat <i>antialiàsing</i> i de reconstrucció	70
1.10.4 Conversió analògica digital (A/D) i digital analògica (D/A). Error de quantificació	70
TEMA 2: COMPONENTS.....	72
2.1 Resistències.....	72
2.1.1 Codi de colors de les resistències	72
2.1.2 Tipus de resistències	73
2.1.3 Dissipació de potència en les resistències	74
2.1.4 Coeficients negatius i positius de temperatura (NTC i PTC)	75
2.2 Condensadors	75
2.2.1 Capacitat i el Farad	76
2.2.2 Relació entre capacitat, dimensions i dielèctric	77
2.2.3 Reactància capacitiva	77
2.2.4 Diferència de fase entre tensió i corrent	78
2.2.5 Característiques dels condensadors fixos i variables: aire, mica, plàstic, ceràmics i electrolítics.....	79
2.2.6 Associació de condensadors	79
2.2.7 Coeficient de temperatura.....	80
2.2.8 Corrent de fuga	80
2.3 Bobines.....	80
2.3.1 Inductància d'una bobina. El henry.....	81
2.3.2 Efecte del nombre d'espines, diàmetre, longitud i material del nucli	82
2.3.3 Reactància inductiva	82
2.3.4 Relació de fase entre corrent i tensió	83
2.3.5 Factor Q de qualitat	84
2.3.6 Efecte pel·licular i pèrdues al material conductor	84
2.4 Transformadors	85
2.4.1 Transformador ideal	85
2.4.2 Relació entre nombre d'espines i tensió	86
2.4.3 Relació entre nombre d'espines i impedància	86

2.4.4 Transformadors reals	87
2.5 Díodes semiconductors	87
2.5.1 Díode rectificador	90
2.5.2 Díode Zener	91
2.5.3 Díode LED.....	92
2.5.4 Díode Varicap.....	92
2.5.5 Tensió inversa i fugues de corrent	93
2.6 Transistors.....	93
2.6.1 Transistors d'unió PNP i NPN.....	93
2.6.2 Factor d'amplificació.....	94
2.6.3 Transistors d'efecte de camp	95
2.6.4 Transistors MOS-FET i IG-FET	96
2.6.5 Circuits amb transistors bipolars	97
2.6.5.1 Muntatge en emissor comú	97
2.6.5.2 Muntatge en base comuna	97
2.6.5.3 Muntatge en col·lector comú	98
2.6.6 Polarització de transistors bipolars	99
2.6.6.1 Polarització per resistència a la base	99
2.6.6.2 Polarització per resistència entre col·lector i base	99
2.6.6.3 Polarització per divisor de tensió a la base	100
2.7 La vàlvula electrònica	100
2.7.1 La vàlvula com a amplificador.....	101
TEMA 3: CIRCUITS	102
3.1 Combinació de components	102
3.1.1 Circuits en sèrie i en paral·lel de resistències, bobines, condensadors, transformadors i díodes	102
3.1.1.1 Circuit amb bobina i resistència en sèrie	102
3.1.1.2 Circuit amb condensador i resistència en sèrie	103
3.1.1.3 Circuit amb condensador, bobina i resistència en sèrie	103
3.1.1.4 Circuit amb bobina i resistència en paral·lel	105
3.1.1.5 Circuit amb condensador i resistència en paral·lel.....	105
3.1.1.6 Circuit amb condensador, bobina i resistència en paral·lel	106
3.1.2 Comportament de resistències, condensadors i bobines reals en altes freqüències.....	106
3.2 Filtres	107
3.2.1 Circuit ressonant en sèrie i en paral·lel. Impedància. Característica en freqüència. Freqüència ressonant. Factor de qualitat d'un circuit sintonitzat	107
3.2.2 Ample de banda	109
3.2.3 Filtre passabanda.....	110
3.2.4 Filtre passabaix	111
3.2.5 Filtre passaalt	111
3.2.6 Filtre de rebuig de banda	112
3.2.7 Filtres en PI i en T.....	113
3.2.8 Filtre de cristall de quars.....	113
3.2.9 Filtres digitals.....	114
3.3 Fonts d'alimentació.....	115
3.3.1 Circuits de rectificació.....	116
3.3.1.1 Rectificador de mitja ona	116
3.3.1.2 Rectificador d'ona completa	116
3.3.1.3 Rectificador en pont de díodes.....	117
3.3.2 Circuits de filtratge	118

3.3.3	Circuits estabilitzadors de tensió en les fonts de baix voltatge .	118
3.3.4	Fonts d'alimentació commutades, aïllament i compatibilitat electromagnètica	119
3.4	Amplificadors.....	120
3.4.1	Amplificadors de baixa freqüència (BF) i radiofreqüència (RF) .	122
3.4.2	Guany	123
3.4.3	Característiques d'amplitud/freqüència i ample de banda.....	124
3.4.4	Polarització d'amplificadors classes A, B, AB i C.....	124
3.4.4.1	Amplificador classe A	125
3.4.4.2	Amplificador classe B	125
3.4.4.3	Amplificador classe AB	125
3.4.4.4	Amplificador classe C	126
3.4.5	Harmònics i distorsió per intermodulació, sobrecàrrega d'etapes amplificadores	126
3.5	Detectors i desmoduladors	127
3.5.1	Detectors d'AM. El díode com a detector, el detector d'envoltant	127
3.5.2	Detectors de producte i oscil·ladors de batut.....	128
3.5.3	Detectors de FM: Discriminador i PLL.....	128
3.6	Oscil·ladors.....	130
3.6.1	Realimentació, oscil·lació intencionada i no intencionada	130
3.6.2	Oscil·lador LC.....	131
3.6.3	Oscil·ladors controlats de cristall i oscil·ladors de sobretò	131
3.6.4	Oscil·ladors controlats per tensió (VCO)	132
3.6.5	Soroll de fase	133
3.7	Circuits sintetitzadors de freqüència (PLL). Llaç de control de comparació de fase. Sintetitzador amb divisor programable	133
3.8	Circuits amb processadors de senyal digital (DSP)	134
3.8.1	Filtres digitals.....	134
3.8.2	Topologies de filtres FIR i IIR.....	135
3.8.3	Transformació de Fourier (DFT, FFT).....	136
3.8.4	Oscil·ladors per síntesi digital directa de senyal (DDS)	136
TEMA 4: RECEPTORS		138
4.1	Tipus de receptors	138
4.1.1	Receptors de conversió directa	139
4.1.2	Receptor superheterodí de conversió simple i doble	140
4.1.3	Receptors SDR (Software Designed Radio) dissenyats per software	141
4.1.3.1	SDR de conversió directa	141
4.1.3.2	SDR de digitalització directa.....	142
4.2	Diagrames de blocs de receptors analògics	142
4.2.1	Receptor de CW.....	142
4.2.2	Receptor d'AM.....	142
4.2.3	Receptor de SSB.....	143
4.2.4	Receptor de FM	143
4.3	Operació i funció de les següents etapes	144
4.3.1	Amplificador de RF (ARF)	144
4.3.2	Oscil·lador local	145
4.3.3	Mescladors.....	145
4.3.4	Amplificador de freqüència intermèdia	146
4.3.5	Limitador o supressor de soroll	147
4.3.6	Detector o desmodulador	147

4.3.7	Amplificador d'àudio.....	148
4.3.8	Control automàtic de guany CAG.....	148
4.3.9	Mesurador S	149
4.3.10	Silenciador de soroll de fons (<i>squelch</i>)	150
4.3.11	Altaveu reproductor de la veu	150
4.4	Característiques d'un receptor.....	151
4.4.1	Rebuig del canal adjacent	151
4.4.2	Selectivitat	151
4.4.3	Sensibilitat, soroll del receptor, xifra de soroll	151
4.4.4	Estabilitat	152
4.4.5	Freqüència imatge	152
4.4.6	Dessensibilització/bloqueig.....	153
4.4.7	Intermodulació: modulació creuada	154
4.4.8	Barrejat recíproc (soroll de fase).....	154
4.5	Interferències pertorbadores en un receptor: manera de reduir-les.....	154
	TEMA 5: EMISSORS	156
5.1	Tipus d'emissors.....	156
5.1.1	Transmissors amb i sense canvi de freqüència	156
5.2	Diagrames de blocs de transmissors.....	156
5.2.1	Transmissor de CW	157
5.2.2	Transmissor d'AM	157
5.2.3	Transmissor de SSB	158
5.2.4	Transmissor de FM.....	158
5.3	Operació i funcionament de les etapes	158
5.3.1	Oscil·lador	158
5.3.2	Mesclador	159
5.3.3	Excitador	159
5.3.4	Multiplicador de freqüència.....	160
5.3.5	Amplificador de potència i adaptació d'impedàncies	160
5.3.6	Filtres de sortida.....	162
5.3.7	Modulador de freqüència.....	163
5.3.8	Moduladors de SSB	164
5.3.8.1	Mètode del doble modulador balancejat i desfasat de 90 graus	165
5.3.8.2	Mètode del mesclador balancejat únic i filtre d'una banda lateral.....	165
5.3.9	Modulador de fase	166
5.3.10	Filtre de cristall.....	166
5.3.11	Micròfons	166
5.4	Característiques d'un transmissor	168
5.4.1	Estabilitat de freqüència	168
5.4.2	Ample de banda de RF.....	168
5.4.3	Bandes laterals.....	168
5.4.4	Resposta d'àudio	168
5.4.5	No linealitat (distorsió harmònica i intermodulació).....	169
5.4.6	Impedància de sortida	169
5.4.7	Potència de sortida	170
5.4.8	Rendiment	170
5.4.9	Desviació de freqüència	170
5.4.10	Índex de modulació en AM i de desviació en FM.....	170
5.4.11	Clics i xerrics de la manipulació telegràfica	172

5.4.12	Sobremodulació en SSB	172
5.4.13	Radiacions espúries	172
5.4.14	Radiacions a través dels blindatges.....	172
5.4.15	Soroll de fase	172
5.4.16	Interferències produïdes pel transmissor sobre si mateix	172
TEMA 6: ANTENES I LÍNIES DE TRANSMISSIÓ		174
6.1 Tipus d'antenes		175
6.1.1	Antena de mitja ona alimentada pel centre.....	175
6.1.2	Antena de mitja ona alimentada per un extrem.....	176
6.1.3	Dipol plegat	176
6.1.4	Antena vertical de quart d'ona amb pla de terra natural i artificial	177
6.1.4.1	Antena vertical amb pla de terra elevat (Ground Plane)....	178
6.1.5	Antena directiva amb elements paràsits (Yagi).....	179
6.1.6	Antenes d'obertura (reflector parabòlic, botzina)	181
6.1.7	Dipol multibanda amb trampes	182
6.1.8	Altres antenes	183
6.1.8.1	Antenes de fil llarg i Beverage	183
6.1.8.2	Antenes col·lineals horitzontals	184
6.1.8.3	Antenes col·lineals verticals	185
6.1.8.4	Antenes ròmbiques	185
6.1.8.5	Antenes quadrangulars o cúbiques	186
6.1.8.6	Antenes de cercol	186
6.1.8.7	Dipol en V invertit.....	187
6.2 Característiques de les antenes		188
6.2.1	Distribució de tensió i corrent	188
6.2.2	Impedància al punt d'alimentació	189
6.2.3	Polarització	189
6.2.4	Directivitat, rendiment i guany d'una antena.....	190
6.2.5	Àrea de captura.....	191
6.2.6	Potència efectiva radiada (PER, PIRE)	192
6.2.7	Relació endavant-endarrere	192
6.2.8	Diagrames de radiació horitzontals i verticals.....	192
6.3 Línies de transmissió		195
6.3.1	Línia de conductors paral·lels.....	195
6.3.2	Cable coaxial.....	196
6.3.3	Guia d'ona	197
6.3.4	Impedància característica (Z_0)	197
6.3.5	Factor de velocitat	198
6.3.6	Relació d'ones estacionàries (ROE).....	198
6.3.7	Pèrdues.....	199
6.3.8	Balun	200
6.3.9	Unitats d'acoblament i sintonització d'antenes (configuracions T i PI).....	200
TEMA 7: PROPAGACIÓ		203
7.1 Atenuació del senyal.....		203
7.1.1	Relació senyal/soroll.....	203
7.2 Propagació per línia de visió directa (propagació a l'espai lliure, llei del quadrat invers)		204
7.3 Capes ionosfèriques.....		205
	Capa D	206
	Capa E.....	206

Capa F (F1 i F2)	206
7.3.1 Variacions regulars i no previsibles de la ionosfera.....	207
7.4 Freqüència crítica	208
7.5 Influència del Sol a la ionosfera.....	209
7.6 Freqüència màxima utilitzable (MUF) i freqüència òptima de treball (FOT).....	210
7.7 Ones terrestres i ones ionosfèriques, angle de radiació i distància de salt.....	210
7.8 Esvaïment o fàding	212
7.9 Troposfera (dispersió)	212
7.10 Influència de l'altura de les antenes en la distància que pot ser coberta (horitzó de ràdio)	213
7.11 Inversió de la temperatura a la troposfera	214
7.12 Reflexió per esporàdica E.....	214
7.13 Dispersió auroral	215
7.14 Dispersió meteòrica	215
7.15 Rebot lunar	216
7.16 Soroll atmosfèric (tempestes distants).....	216
7.17 Soroll galàctic	216
7.18 Soroll de fons (tèrmic).....	217
7.19 Fonaments de la predicció de la propagació	217
TEMA 8: MESURES	219
8.1 Presa de mesures	219
8.1.1 Mesura de corrents i voltatges	219
8.1.2 Errors de mesura: Influència de la freqüència. Influència de la forma d'ona. Influència de la resistència interna dels mesuradors	220
8.1.3 Mesura de la resistència.....	221
8.1.4 Mesura de la potència del corrent continu i de la radiofreqüència: Potència mitja. Potència de cresta de l'envoltant	222
8.1.5 Mesura de la relació d'ones estacionàries (ROE)	223
8.1.6 Mesura de la forma d'ona de l'envoltant d'un senyal de RF.....	223
8.1.7 Mesura de la freqüència	224
8.1.8 Mesura de la freqüència de ressonància	224
8.2 Instruments de mesura	225
8.2.1 Mesures amb un polímetre	225
8.2.2 Mesura de potència de RF	225
8.2.3 Utilització d'un reflectòmetre (mesurador de ROE).....	226
8.2.4 Mesures amb un freqüencímetre	226
8.2.5 Realització de mesures amb un oscil·loscopi	226
8.2.6 Realització de mesures amb un analitzador d'espectre	227
8.2.7 Realització de mesures amb un ondàmetre.....	227
8.3 Generadors de senyals.....	228
8.3.1 Els generadors de senyals de baixa freqüència	228
8.3.2 Els generadors de senyals de R.F.	228
8.3.3 Els ponts d'impedància i de soroll.....	228
TEMA 9: INTERFERÈNCIES I IMMUNITAT	230
9.1 Interferències a equips electrònics: La compatibilitat electromagnètica	230
9.1.1 Bloqueig en recepció	230
9.1.2 Interferències als senyals desitjats	230
9.1.3 Intermodulació	231
9.1.4 Detecció en circuits d'àudio	231

9.2 Causes de les interferències en equips electrònics	232
9.2.1 Intensitat de camp del transmissor.....	232
9.2.2 Radiacions espúries del transmissor	233
9.2.3 Influències no desitjables sobre l'equip	233
9.3 Mesures contra les interferències. Filtrat. Desacoblament.	
Blindatge i apantallament. Xocs de ferrita	233
TEMA 10: SEGURETAT	236
10.1 Efectes del corrent elèctric al cos humà. Tensions i corrents	
perillosos.....	236
Corrents perillosos.....	236
Tensions perilloses	237
10.2 Precaucions davant de tempestes elèctriques: els llamps....	237
10.3 Locals aptes per a estacions de radioaficionats	238
10.4 Generalitats sobre instal·lació i protecció d'una estació de	
radioaficionat. Subministrament d'electricitat	238
10.5 Precaucions i proteccions en l'ús de les instal·lacions	240
10.6 Primers auxilis en cas d'accident	241
SEGONA PART	243
REGLES I PROCEDIMENTS D'OPERACIÓ NACIONALS I	
INTERNACIONALS.....	243
TEMA 11: ALFABET FONÈTIC INTERNACIONAL.....	243
LLETRES	243
NÚMEROS	243
TEMA 12: EL CODI Q.....	244
TEMA 13: ABREVIATURES	246
13.1 Abreviatures més habituals utilitzades en les comunicacions	
dels radioaficionats, principalment en la telegrafia o CW.	246
13.2 Abreviatures de procediment en CW.....	247
TEMA 14: SENYALS INTERNACIONALS DE PERILL, TRÀFIC	
D'EMERGÈNCIA I COMUNICACIONS EN CAS DE DESASTRES	
NATURALS.....	248
14.1 Senyals radiotelegràfics i radiotelefònics de socors, urgència,	
alarma i seguretat	248
14.2 Ús internacional de les radiocomunicacions a les bandes de	
freqüències del servei d'aficionats en cas de catàstrofes naturals	
(Res. 640 R.R.)	249
14.3. Freqüències d'emergència recomanades al servei d'aficionats	
.....	250
TEMA 15: DISTINTIUS DE TRUCADA.....	251
TEMA 16: PLANS DE BANDA DE LA IARU	252
ANNEX:.....	263
SISTEMA DE DENOMINACIÓ DE CANALS DE FM DE BANDA	
ESTRETA.....	263
Significat de les sigles	264
TEMA 17: Procediments operatius i responsabilitat social del	
radioaficionat.....	266
17.1 Introducció als procediments operatius.....	266
17.1.1 Un conflicte que sempre es planteja.....	266
17.1.2 Un únic camp de joc per a tots.....	266
17.1.3 Les normes es basen en el propi autocontrol de la radioafició	266

17.2 Les regles generals de comportament a les bandes	267
17.2.1 L'escolta prèvia és l'acció fonamental	267
17.2.2 El llenguatge hauria de ser molt normal	267
17.2.3 Els temes dels que poden i han de parlar els radioaficionats ..	268
17.2.4 Els temes que s'han d'evitar sempre	268
17.3 Sempre s'ha d'utilitzar la identificació completa.....	268
17.3.1 El codi Q s'utilitza també en fonía.....	269
17.3.2 Abreviatures de telegrafia (CW) utilitzades en fonía	269
17.3.3 L'alfabet internacional de lletrejar.....	269
17.4 El QSO.....	270
17.4.1 Com es realitza un QSO?.....	270
17.4.2 Quin indicatiu s'ha d'anomenar primer durant el QSO?	270
17.4.3 La crida general CQ.....	270
17.4.4 Trucada a una estació específica	271
17.4.5 L'intercanvi de controls	271
17.4.6 La resta del QSO.....	271
17.4.7 Exemple de QSO típic	272
17.4.8 Exemple de QSO típic en anglès:	272
17.5 L'intercanvi de targetes QSL i els diplomes.....	273
17.6 El DX.....	274
17.6.1 Què és un DX?.....	274
17.6.2 Els segments específics de DX	274
17.6.3 Operació als repetidors de VHF i UHF	274
17.7 Concursos	275
17.8 El QTH LOCATOR i les quadrícules en VHF i UHF	276
17.9 Els Pile-ups o apilaments	277
17.9.1 Pile-up en simplex (en la mateixa freqüència)	277
17.9.2 Pile-up en split (freqüències separades RX/TX).....	277
17.10 L'operació en QRP.....	278
17.11.1 L'operació en CW i els seus avantatges: un idioma internacional	279
17.11.2 Les abreviatures de procediment en CW	279
17.11.3 Exemple d'un QSO en CW.....	279
17.11.4 L'operació en QRS a velocitat lenta en CW	279
17.12 Operació en modalitats digitals:	280
17.12.1 RTTY	280
17.12.2 Freqüències en les quals es practica el RTTY	280
17.13.1 El PSK31	281
17.13.2 Freqüències en les quals es practica el PSK31	281
17.14 Altres modalitats digitals: el RSID	282
17.15.1 L'intercanvi d'imatges: SSTV.....	282
17.15.2 Freqüències en les quals es practica la SSTV:	282
TERCERA PART: NORMATIVA NACIONAL I INTERNACIONAL	
RELATIVA AL SERVEI D'AFICIONATS I D'AFICIONATS PER	
SATÈL·LIT.....	284
TEMA 18: REGLAMENTACIÓ NACIONAL	284
18.1. Llei d'Antenes	284
18.2 Decret que desenvolupa la Llei d'Antenes.....	286
18.3 Reglament de d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats	
.....	294
18.3.1 Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats ..	298

18.4 Instruccions per al desenvolupament i aplicació del Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats	330
MATÈRIES D'EXAMEN PER A L'OBTENCIÓ DEL DIPLOMA	
D'OPERADOR D'ESTACIONS D'AFICIONAT	340
18.6 Exempció de taxes	346
18.7 Inspecció i règim sancionador	346
TEMA 19: NORMATIVA DE LA CEPT	357
19.1. Recomanació T/R 61-01	357
19.2. Ús temporal d'estacions d'aficionat als països de la CEPT i als països no-CEPT adherits a la Recomanació T/R 61-01	358
19.3. Recomanació T/R 61/02.....	359
TEMA 20: REGLAMENT DE RADIOCOMUNICACIONS DE LA UIT	
.....	360
20.1. Definicions dels Serveis d'Aficionats i d'Aficionats per Satèl·lit	
.....	360
20.2. Definició d'estació radioelèctrica d'aficionat.....	360
20.3. Disposicions del Reglament de Radiocomunicacions que afecten els serveis d'aficionats i d'aficionats per satèl·lit. Condicions d'ús de les estacions d'aficionat i d'aficionat per satèl·lit	360
20.4. Regions i zones UIT	362
20.5 ALTRES DISPOSICIONS I PROCEDIMENTS	363
20.5.1 Conveni de col·laboració entre el Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç i la Generalitat de Catalunya relatiu a l'ús del domini públic radioelèctric per aficionats i de la banda ciutadana CB-27	363
20.5.2 Procediments d'exàmens d'operador/a d'estació d'aficionats..	371
20.5.3 Formularis normalitzats per la Generalitat de Catalunya. .	375

PRÒLEG

Com a director general de Telecomunicacions i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya, em complau adreçar-vos aquestes breus paraules de salutació per a l'edició d'un llibre que suposa no només un merescut reconeixement al col·lectiu dels radioaficionats catalans, del qual d'alguna manera me'n sento partícip, sinó també la consolidació de les funcions transferides al Govern català en matèria de telecomunicacions i, per tant, un pas més en el nostre camí decidit cap a l'autogovern.

No cal dir que la radioafició ha estat, des dels temps del precursor Salvà i Campillo, un dels sectors amb més embranzida a Catalunya, tant per la seva important aportació a l'àmbit de la investigació com per la no menys destacada tasca de normalització de la nostra cultura en diferents àmbits com poden ser la solidaritat i la protecció civil i, molt especialment, per la seva col·laboració en casos d'emergència. Com ja sabeu, fruit d'aquesta col·laboració, el Govern català ha creat el marc de treball que pretén donar resposta a les necessitats d'aquest sector, tot lluitant per l'assumpció de la gestió de la radioafició catalana en virtut del traspàs de competències i la signatura de convenis de col·laboració en matèria de comunicacions electròniques.

Des d'aquí, vull agrair el dinamisme d'aquest sector, i en particular, la tasca duta a terme pel Ràdio-club La Salle, sense el qual aquest projecte que ara us presento no hauria estat possible. Com a ex alumne d'aquest prestigiós centre de formació en enginyeria de telecomunicació, i impregnat de l'esperit del germà Daniel, em satisfà especialment que hagi estat el Ràdio-club La Salle l'artífex del primer llibre d'aquesta matèria redactat íntegrament en català i, per tant, l'impulsor d'una nova contribució a la normalització lingüística en l'àmbit de les telecomunicacions. A més, el llibre que teniu a les mans suposa una modernització i actualització dels temaris per a l'obtenció del diploma d'operador existents fins ara, i es publica i es distribueix en format PDF sota llicència Creative Commons, cosa que li aporta un valor afegit inqüestionable i que demostra, un cop més, l'aposta decidida de la radioafició catalana per la innovació i el coneixement lliure.

Voldria acabar aquesta salutació reiterant-vos el meu agraïment i compromentent-me, des del càrrec que ocupo a la Generalitat de Catalunya, a fer tot el que estigui a les meves mans perquè continueu rebent tot el suport del Govern català en aquest i altres projectes.

Carles Flamerich i Castells
Director general de Telecomunicacions
i Societat de la Informació.

1.1 Conductivitat

1.1.1 Estructura de la matèria

1.1.1.1 L'àtom

Tot aparell elèctric funciona amb electricitat. Sembla obvi, però per començar a entendre l'electricitat i adquirir coneixements d'electrònica, hem de començar pel principi.

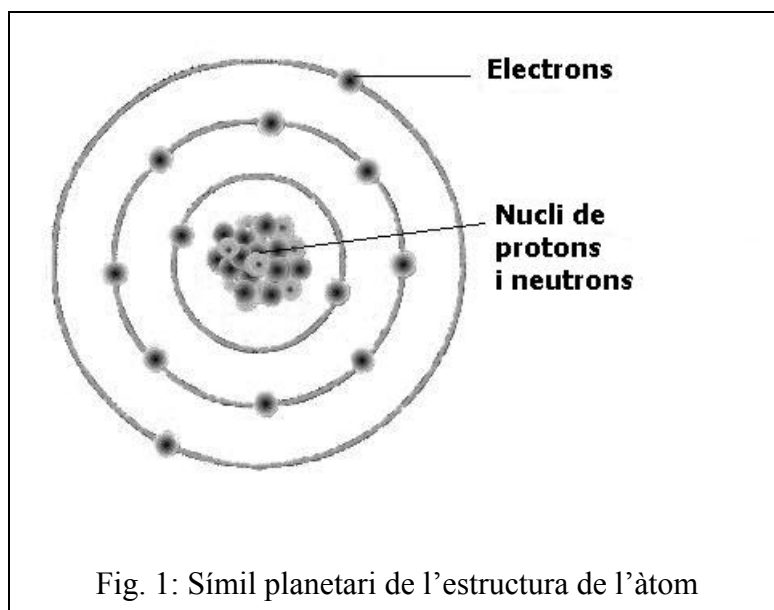
El cor de l'electricitat són els electrons que conté l'àtom. Però, què és realment un àtom? És molt fàcil d'entendre i és de les poques coses intuïtives que hi ha al món atòmic.

Pensem en un tros de ferro. Si som tan forts com per trencar-lo en trossets molt petits, agafar un trosset i tornar a trencar-lo, i continuar repetint aquest procés fins a trobar el tros més petit que continuï comportant-se com el ferro i tingui les mateixes propietats, tindrem davant de nosaltres un àtom de ferro. Molts àtoms de ferro junts formen l'estructura que nosaltres coneixem com a ferro a la vida real.

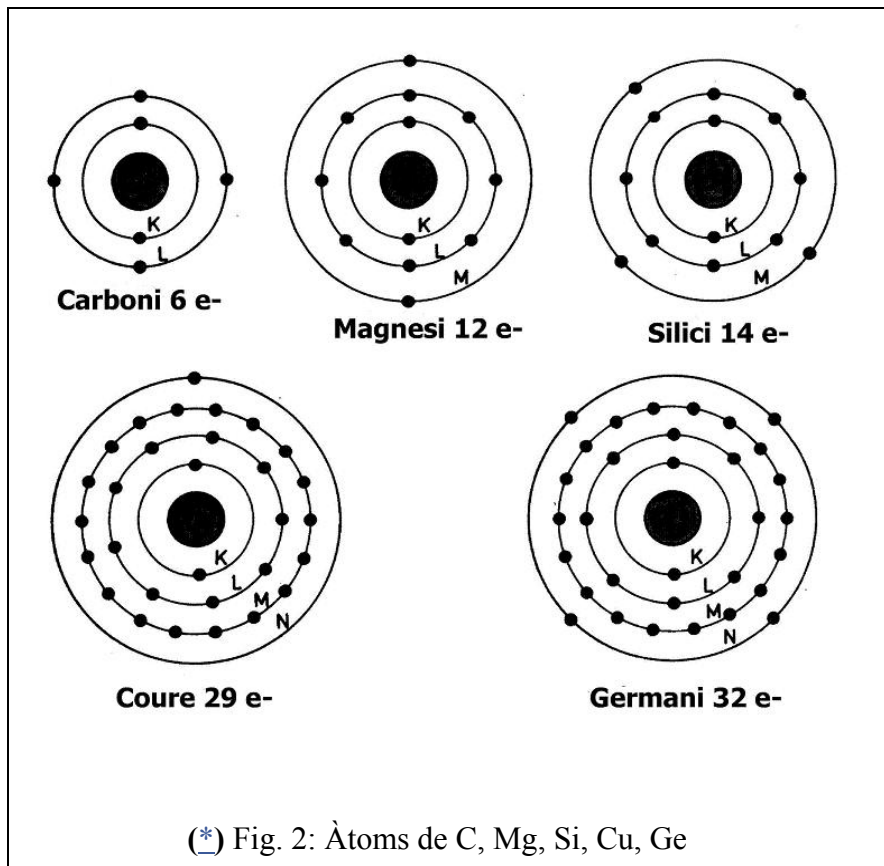
És important entendre que aquesta porció (l'àtom) és possible dividir-la més encara, però llavors destruïm l'àtom de ferro i els trossos resultants ja no tenen les mateixes propietats. En altres paraules:

L'àtom és la unitat més petita d'un element simple que manté la seva identitat i les mateixes propietats. Si es dividís encara més, ja no disposaríem de l'element en qüestió.

Tal i com s'observa a la figura, l'àtom està compost per un nucli i una sèrie d'electrons que giren al seu voltant. Veiem les seves parts. El nucli està compost per protons i neutrons, i al voltant del mateix es troben els electrons.



Tots els elements simples tenen la mateixa estructura d'aquest àtom, només varia la quantitat d'electrons, protons i neutrons que conté cada un. Es podria comparar amb el sistema solar, de manera que el Sol seria el nucli de l'àtom i els planetes els electrons.



Definit l'àtom i la seva estructura, tan sols ens queda comentar la càrrega dels seus elements. Es compon de protons, electrons i neutrons. Els protons tenen càrrega elèctrica positiva, els neutrons no tenen càrrega de cap tipus (són neutres, d'aquí el seu nom), i els electrons tenen càrrega elèctrica negativa.

Així és fàcil deduir que el nucli té una càrrega elèctrica positiva que queda compensada per la càrrega elèctrica negativa dels electrons que orbiten al seu voltant i, en el seu estat normal, la càrrega resultant és nul·la i fa que l'àtom sigui neutre, ja que té el mateix nombre de protons que d'electrons.

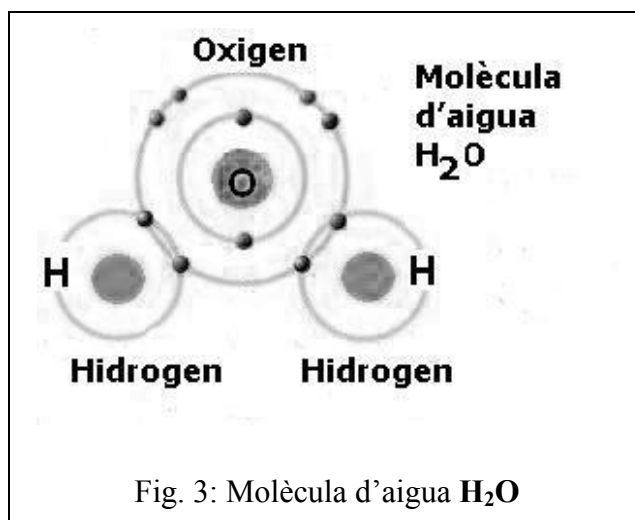
Les càrregues tenen la propietats d'atreure's i repel·lir-se entre elles, com veurem més endavant. Els electrons es repel·leixen entre ells i els protons també, però electrons i protons s'atreuen i aquesta és la causa de l'electricitat.

A la figura podem observar que, així com al nostre sistema solar, existeixen òrbites diferent amb radis desiguals. Això es deu a l'energia dels electrons. Els més enèrgics són més propers al nucli i, els menys enèrgics, més llunyans. Això té la seva importància, perquè els electrons que transporten l'electricitat només són els de l'òrbita més exterior.

1.1.1.2 La molècula

Hi ha matèries compostes per un sol tipus d'àtoms i matèries compostes per diferents tipus d'àtoms. El diamant només està compost per àtoms de carboni i el ferro només per àtoms de ferro, però l'aigua està composta per àtoms d'oxigen i hidrogen, que estan agrupats per un enllaç covalent molt fort. Aquesta agrupació de 2 àtoms d'hidrogen i 1 d'oxigen forma la molècula (en aquest cas d'aigua).

La molècula és la unitat més petita d'una substància o matèria composta que conserva les mateixes propietats. Per exemple, la molècula d'aigua. Es compon de 2 àtoms d'hidrogen i un d'oxigen. La seva fórmula és H_2O . Si es trenca la molècula, ens quedarem amb 2 àtoms d'hidrogen i 1 d'oxigen separats i això ja no serà aigua, sinó dos gasos diferents que ja no tindran les propietats de l'aigua.



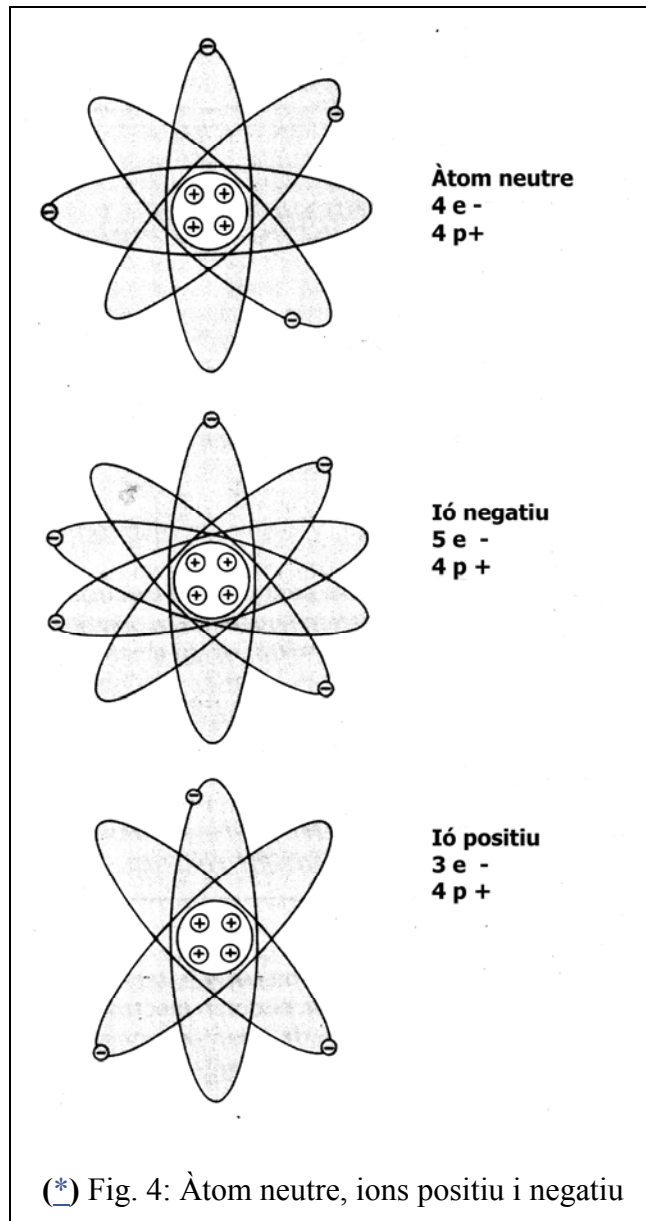
1.1.1.3 La valència

La valència és l'expressió que fa referència a la capacitat que tenen els àtoms per unir-se formant molècules de materials compostos. Indica el nombre d'àtoms d'hidrogen que es poden combinar amb l'àtom que ens interessa. Per exemple el carboni té valència 4 perquè es pot combinar amb fins a 4 àtoms d'hidrogen, formant així la molècula del gas metà CH_4 .

1.1.1.4 El ió

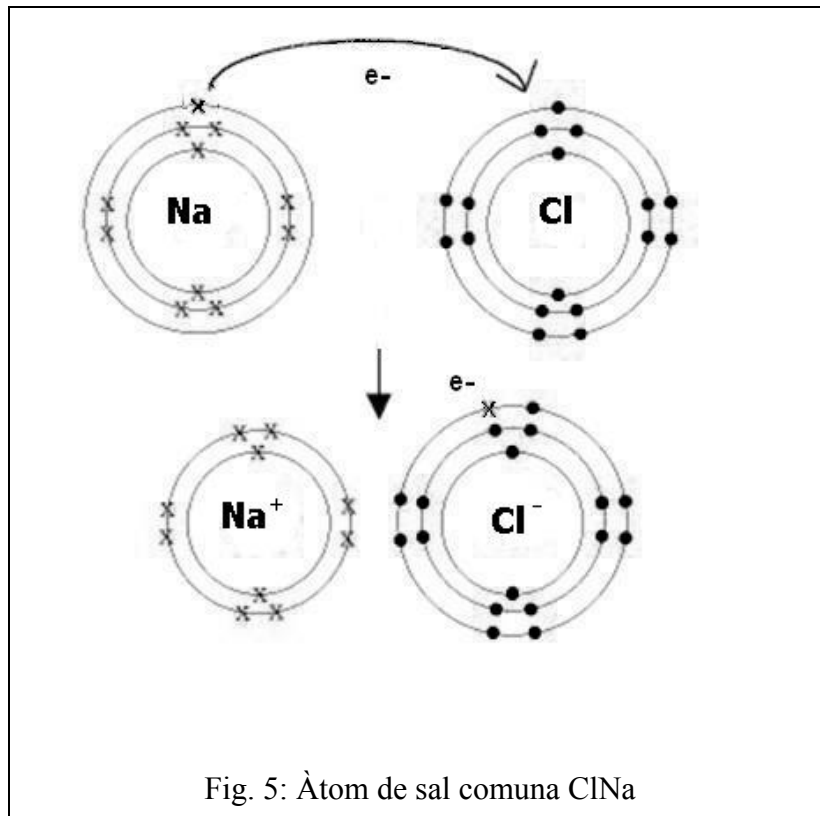
Ara que tenim clar què és un àtom i una molècula, ens podem preguntar què passa si, per alguna raó, un àtom perd o guanya electrons. Com ja hem dit, l'àtom es troba en equilibri elèctric. Per tant, si per algun motiu l'àtom perd o guanya electrons, la seva càrrega total es desequilibra. Llavors ens trobem amb el concepte d'ió.

Un ió és un àtom que ha guanyat o perdut electrons i, per tant, es troba carregat elèctricament, ja sigui de manera positiva o negativa.



Normalment, els ions es produeixen en un líquid, on tenen mobilitat i poden experimentar atracció i repulsió per estar carregats elèctricament. Els ions positius es repel·leixen entre ells i els negatius es repel·leixen també entre si.

Però els ions de diferent signe negatiu i positiu s'atreuen i poden formar cossos sòlids quan s'asseguen. Un exemple és la sal comuna, ClNa, que està formada per la unió d'un ió clor (Cl-) negatiu, que ha rebut un electró, i un ió de sodi (Na+) positiu, perquè n'ha perdut un.



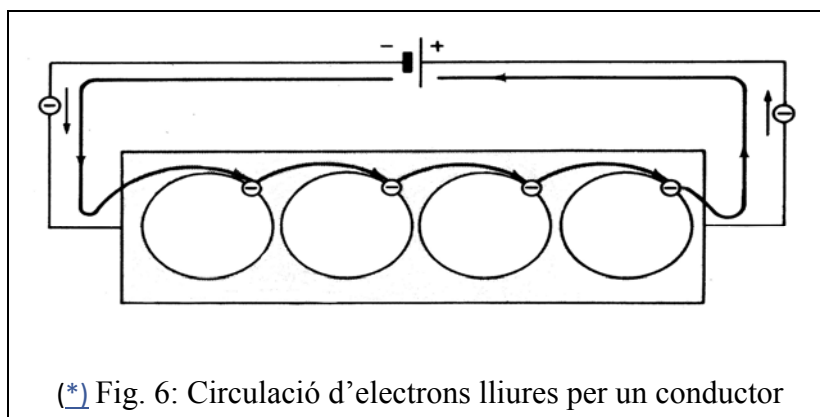
1.1.1.5 Conductivitat

La conductivitat és la propietat que té un material de transmetre a tots els seus punts l'electricitat o la temperatura. Quan es fa referència exclusivament a l'electricitat, aquest tipus de conductivitat s'anomena conductància elèctrica.

1.1.1.6 Conductors, semiconductors i aïllants

Encara que la majoria d'electrons es troben ben lligats als àtoms, alguns electrons de l'última òrbita d'alguns àtoms (normalment els metalls) poden desplaçar-se de forma independent per tots els àtoms veïns i s'anomenen electrons lliures.

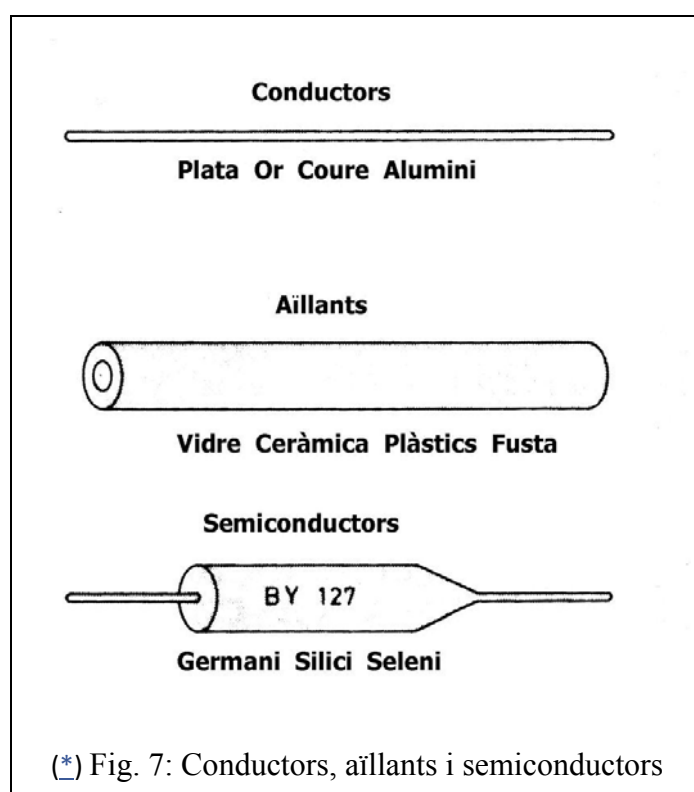
Un material conductor és el que té una gran quantitat d'electrons lliures, que permeten el pas de l'electricitat a través del material. És així de senzill.



Als materials que, posats en contacte amb un cos carregat d'electricitat, transporten la càrrega (els electrons) a tots els punts de la seva superfície se'ls anomena conductors elèctrics.

Els millors conductors elèctrics són els metalls i els seus aliatges. Existeixen uns quants materials no metàl·lics que també posseeixen la propietat de conduir l'electricitat, com són el grafit, les solucions salines (per exemple l'aigua de mar), i qualsevol material en estat de plasma.

Els materials o substàncies aïllants (també anomenats dielèctrics) estan formats per molècules, els àtoms de les quals estan units compartint els electrons de les seves últimes òrbites, de manera que no els deixen circular lliurement i estan sempre estretament lligats a l'àtom. Aquests electrons no poden circular lliurement per aquests materials i, per tant, aquestes substàncies són aïllants elèctrics. No condueixen l'electricitat.



Finalment, els materials semiconductors són aquells que normalment no són bons conductors, però sota unes condicions determinades condueixen o impedeixen el pas del corrent elèctric. Aquestes circumstàncies especials poden ser la contaminació amb altres substàncies, una temperatura elevada o altres de diferents. Més endavant aprofundirem en aquests tipus de materials.

1.1.2 Tensió contínua

Tensió, una paraula que haurem sentit milers de vegades al llarg de la nostra vida. Però, què és exactament?

Sense entrar en complicades definicions, ara que no hi ha cap físic per aquí, simplement anomenarem tensió al fet que en una zona determinada d'un

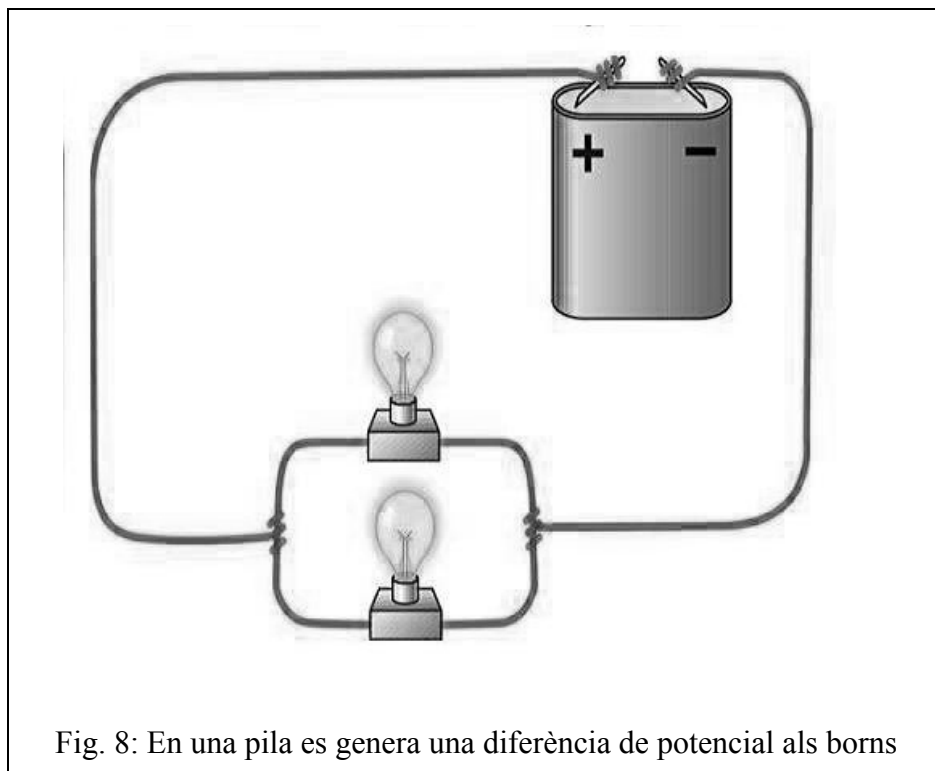
material els seus àtoms estan carregats de manera positiva o negativa en els seus extrems. Aquesta acumulació d'electrons o la seva manca produeix una repulsió entre els mateixos electrons (càrrega negativa) i un cert buit en l'extrem oposat (càrrega positiva) i, per tant, els electrons, en repel·lir-se entre ells, estan sotmesos a una pressió que anomenem tensió elèctrica i que es mesura en **volts (V)**. Un exemple senzill són les piles.

A continuació, tractarem un tipus de tensió que anomenem tensió contínua. Aquesta tensió té la propietat que la seva magnitud no varia amb el pas del temps i té sempre la mateixa polaritat.

Ara bé, si ara agafem un material conductor, com per exemple un fil de coure, i en un extrem li apliquem 12 volts i a l'altre extrem 0 volts, arribarem al concepte de diferència de potencial o tensió elèctrica.

Al voltatge entre borns (els contactes d'un component elèctric qualsevol) d'una pila o de qualsevol dispositiu que generi una diferència de tensió entre els seus extrems, se l'anomena també diferència de potencial i és equivalent a la pressió d'un gas quan estremem les seves molècules en un recipient. Aquí estremem els electrons en un conductor.

Així doncs, s'anomena diferència de potencial al fet que entre els extrems d'un material, un element, un circuit, etcètera, hi hagi tensions diferents. I s'obté el valor de la tensió o diferència de potencial amb una resta simple i intuïtiva. En realitat, tensió o diferència de potencial són termes equivalents.



A la **pila** de la figura hi ha una diferència de potencial entre els seus borns, perquè una reacció química envia i acumula els electrons al pol negatiu i els

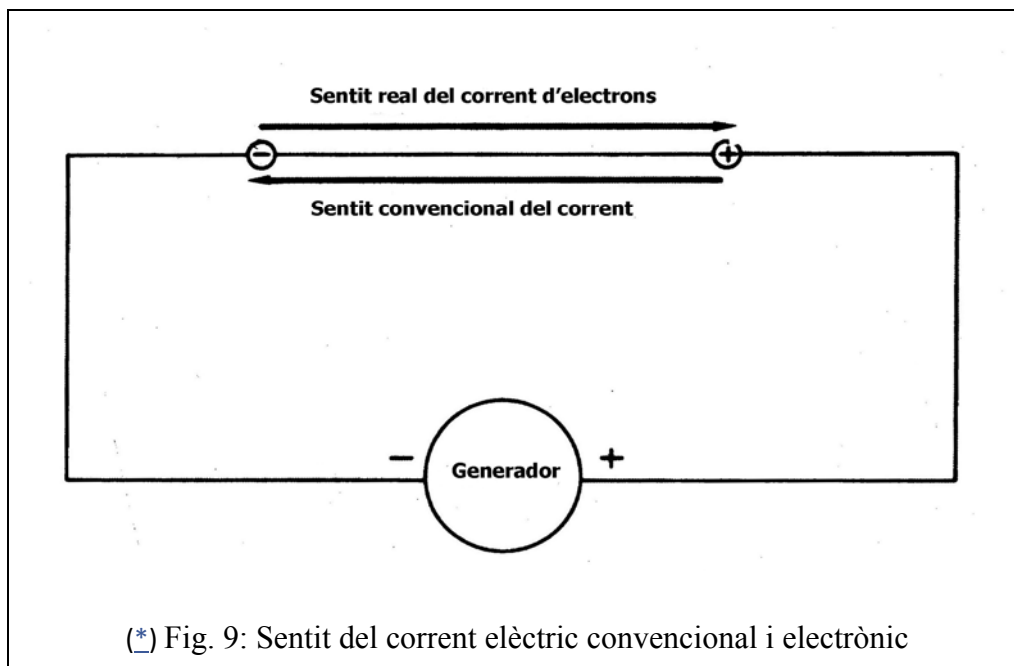
hi roba al pol positiu, de manera que fa aparèixer una gran diferència de potencial entre els dos borns de la pila.

En connectar els borns, mitjançant conductors elèctrics, a les dues bombetes, es proporciona un camí perquè aquesta diferència de potencial arribi fins als borns de les bombetes i els electrons trobin un pas, aconseguint així fer passar un corrent (d'electrons) a través dels seus filaments, corrent que desprèn energia tèrmica i escalfa els filaments fins a la incandescència.

1.1.3 Corrent continu

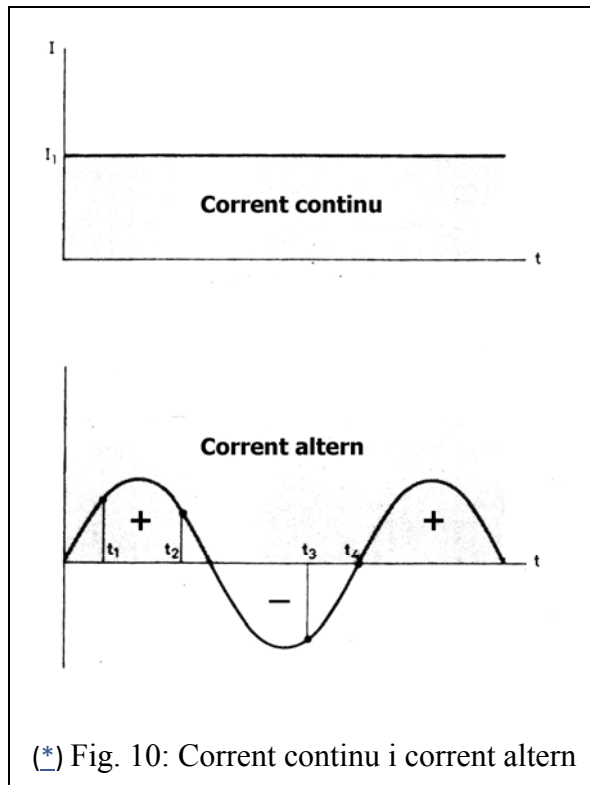
En aplicar aquesta diferència de potencial a un material conductor, un corrent circula a través d'ell. Aquest corrent, com en el cas de la pila i les bombetes, pot anar en un sentit o en un altre. Si el sentit no varia amb el pas del temps, l'anomenem corrent continu.

Per conveni, el corrent es representa amb un signe positiu (per exemple, +1 Ampere) quan el sentit del corrent surt del pol positiu del generador de tensió (una pila) i torna al pol negatiu, encara que realment, a nivell atòmic, el moviment dels electrons és precisament l'invers.



La realitat és exactament tot el contrari. Quan es desconeixia què era realment el corrent elèctric, es va cometre aquest error de creure que el corrent es componia de càrregues positives i negatives. Molt posteriorment es va descobrir que només consistia en un corrent d'electrons negatiu. Però per conveni s'ha mantingut definitivament aquest sentit convencional, amb aquests signes, per no haver de canviar totes les lleis de l'electricitat, ja que no es cometen errors de magnitud, només de signe, i això no és en absolut perjudicial per a l'anàlisi dels circuits, ja que tothom sap que la realitat és justament a l'inrevés.

Així que la polaritat del corrent elèctric és positiva si es desplaça en sentit de pol positiu al negatiu de la nostra font de tensió.



En canvi, un corrent altern, a diferència del corrent continu, el qual sempre circula en el mateix sentit, és un corrent que varia de signe alternativament moltes vegades per segon (50 o 60 vegades, segons el continent), i canvia la direcció del moviment dels electrons en el temps tal com es representa a la figura.

1.1.4 L'ampere i el coulomb

El **coulomb** és la unitat de càrrega o quantitat d'electrons. Un coulomb equival a una quantitat immensa d'electrons, concretament a $6,28 \times 10^{18}$, és a dir, una mica més de 6 seguit de 18 zeros o, el que és el mateix, més de 6 trilions d'electrons.

El corrent elèctric o intensitat, representat per la lletra **I** majúscula, és la quantitat d'electrons que passen per un punt en la unitat de temps. Com la quantitat d'electrons la mesurem en coulombs (una unitat més pràctica), el corrent elèctric el mesurarem amb el nombre de coulombs que passen en un segon, que anomenem ampères.

L'ampere (A) és la unitat amb què mesurem el corrent elèctric.

Un ampere representa el pas d'un coulomb en un segon a través d'un punt determinat, és a dir, la circulació de $6,26 \times 10^{18}$ electrons per segon.

$$\mathbf{I = Q/t = Coulombs / segons}$$

I és la intensitat i es mesura en ampères (A). La **Q** és la quantitat de coulombs. **t** és el temps expressat en segons en qual han passat tots aquests coulombs.

NOTA: La tensió i el corrent s'assemblen a una presa hidràulica. L'altura de l'aigua continguda en una presa dóna lloc a una gran pressió i això seria l'equivalent de la tensió i , en obrir aquesta presa i en circular un caudal d'aigua, seria com el pas d'un corrent elèctric. A més pressió d'aigua (tensió o diferència de potencial) deguda a la diferència d'altura de l'aigua que hi ha entre la part alta de la presa i el tub de sortida, més caudal passarà (més corrent o intensitat) per l'obertura de la presa. A més obertura (menys resistència elèctrica), més aigua passarà (més intensitat o més corrent).

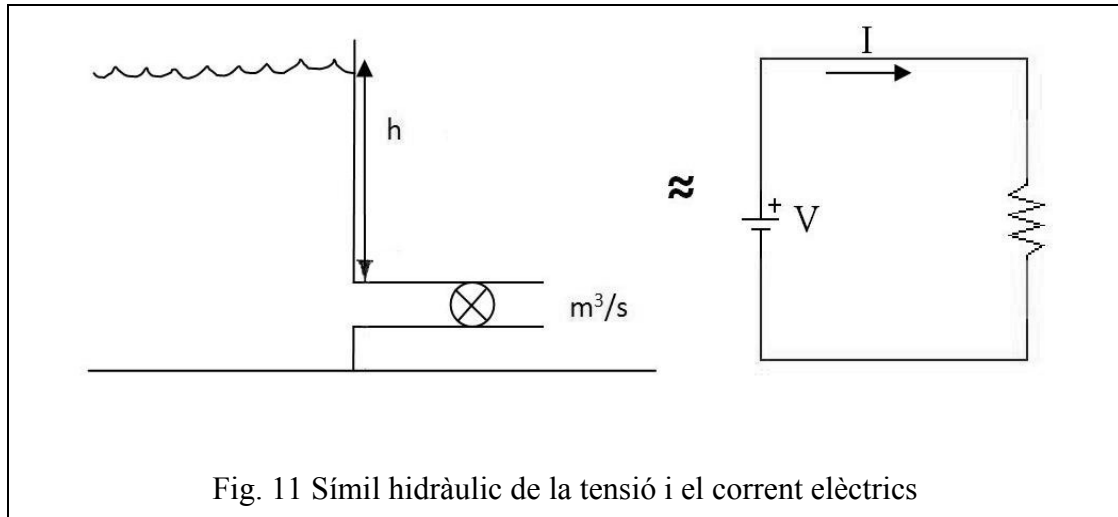


Fig. 11 Símil hidràulic de la tensió i el corrent elèctrics

1.1.5 Resistència elèctrica

Tot conductor, per molt bon conductor que sigui, presenta determinada resistència al moviment dels electrons, que no deixen de ser atrets pels nuclis dels diferents àtoms pels quals passen en el seu moviment i també són repel·lits pels electrons veïns. Això implica una certa dificultat al seu pas i una pèrdua d'energia en forma de calor, per petita que sigui, i això és el que anomenem resistència elèctrica.

Es denomina resistència elèctrica, simbolitzada habitualment com a R , a la dificultat o oposició que presenta un cos al pas d'un corrent elèctric per a circular a través d'ell. En el Sistema Internacional d'Unitats, el seu valor s'expressa en ohms, que es designa amb la lletra grega omega: Ω .

La resistència d'un fil conductor és directament proporcional a la seva longitud l (com més llarg, més resistència) i inversament proporcional a la seva secció S (com menys secció i més estret sigui, més resistència). També depèn del tipus de material, de manera que hem de multiplicar per un factor anomenat resistivitat ρ que és característic de cada material:

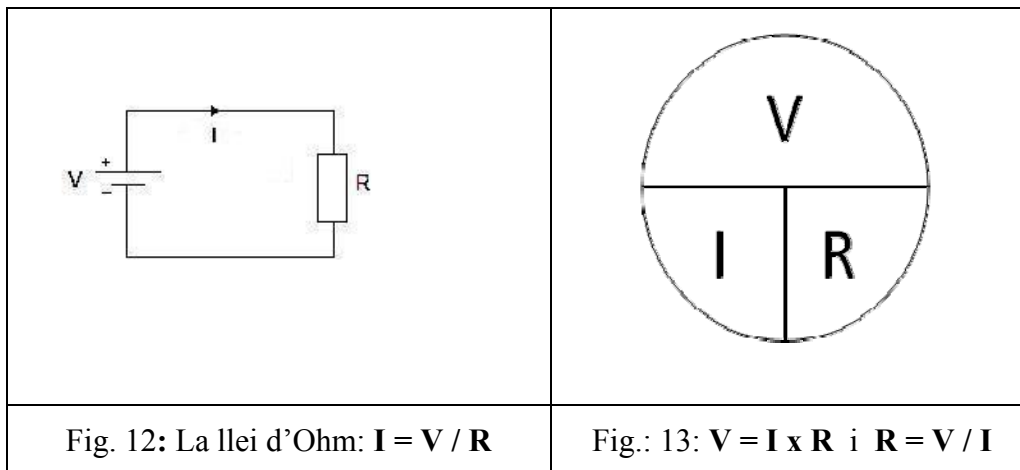
$$R = \rho l / S = \text{resistivitat} \times \text{longitud} / \text{secció}$$

1.1.6 Llei d'Ohm

La llei d'Ohm estableix que la intensitat (I) que circula a través d'un circuit és directament proporcional a la diferència de tensió (V) que existeix entre

els seus borns i inversament proporcional a la seva resistència elèctrica (R). Dit d'una manera més comprensible: **$I = V / R$** .

O també podem escriure **$V = I \times R$** o bé **$R = V / I$** on **V** = voltatge (V); **I** = intensitat (A); **R** = resistència (Ω).



Com veiem a la figura, tenim diversos símbols i lletres. Analitzem aquest circuit. El símbol d'una pila acompanyat de la lletra V i els símbols + i - representa una font de tensió contínua. Això és una pila per exemple. Un dispositiu que genera una tensió o diferència de potencial (V) entre els seus borns. L'esmentada font de tensió s'ha connectat a una resistència, que és el símbol rectangular acompanyat d'una R. Com a conseqüència d'aquest muntatge, circularà una intensitat I d'una determinada quantitat d'amperes.

Aquest és l'esquema d'un circuit elèctric simple. Si la resistència fos d'1 Ω , i la intensitat de 10 amperes, aplicant la llei d'Ohm, esbrinem que la diferència de potencial que s'ha d'aplicar és:

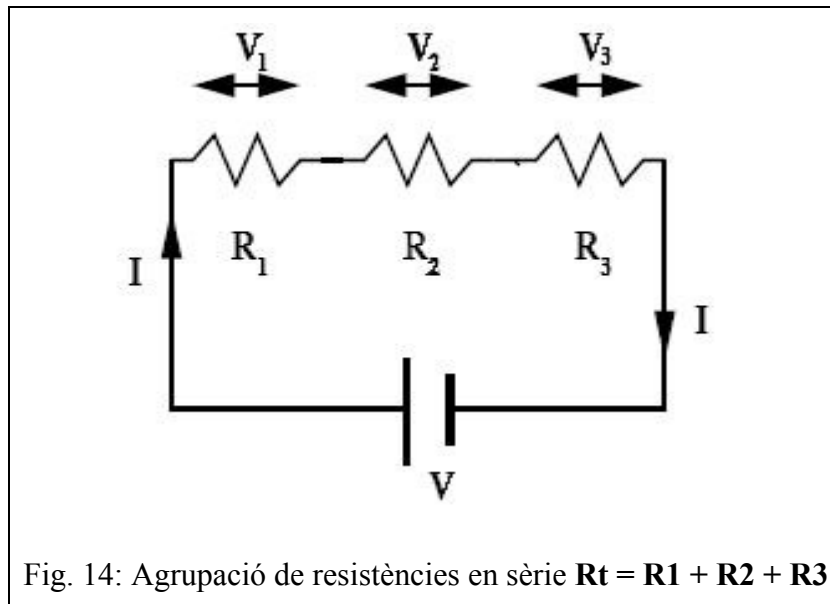
$$V = R \times I = 1 \Omega \times 10 A = 10 \text{ volts}$$

1.1.6.1 Agrupació de resistències en sèrie

Al dispositiu que està dissenyat per exercir una certa dificultat al pas de corrent, se l'anomena resistència (en anglès *resistor*). I és la resistivitat del material o la seva oposició a la circulació dels electrons lliures la que li dóna aquesta propietat.

Les resistències elèctriques es poden agrupar en sèrie quan es posen connectades una a continuació de l'altra:

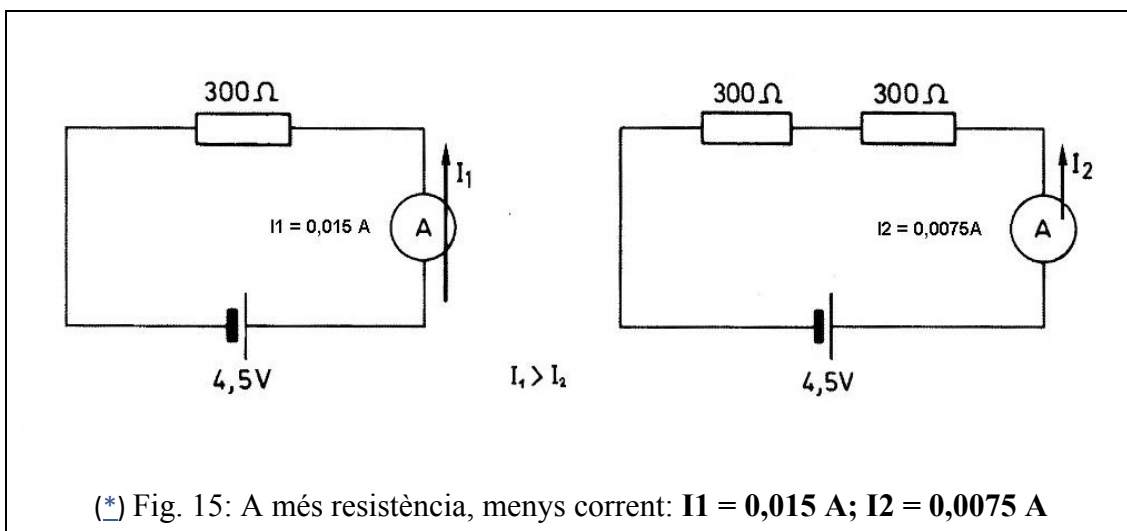
També podem dir que dos o més resistències es troben connectades en sèrie quan, en aplicar al conjunt una diferència de potencial, totes elles són recorregudes pel mateix corrent.



Com veiem en aquest circuit, les tres resistències en sèrie estan connectades una a l'altra, de manera que provoca que la intensitat que les recorre sigui forçosament la mateixa per a cada una d'elles, sigui quin sigui el valor de la resistència de cada una individualment. Ara bé, la diferència de potencial que hi ha en borns de cada una d'elles, no té perquè ser la mateixa. Dependrà del seu valor òhmic. Si apliquem la Llei d'Ohm, ho esbrinem fàcilment:

$$V_1 = I \times R_1; V_2 = I \times R_2; V_3 = I \times R_3.$$

Per calcular el corrent que circula pel circuit, només cal sumar el valor de les 3 resistències i tractar-les com si fossin una única resistència. De manera que $R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3$. Podem dir que es compleix la Llei d'Ohm i, per tant, $I = V / R_{tot}$.



En associar resistències en sèrie, per elles circula la mateixa intensitat elèctrica, però no comparteixen la mateixa diferència de potencial.

Divisor de tensió:

D'aquí podem deduir que, escollint bé el valor de les resistències, podem crear un divisor de tensió, ja que podem emprar la Llei d'Ohm per calcular quina tensió volem a cada nus. (Un nus és el punt on connectem dos o més elements; en aquest cas, cada nus és on es connecten dues resistències entre si, o on es connecta un extrem de la resistència amb la font de tensió).

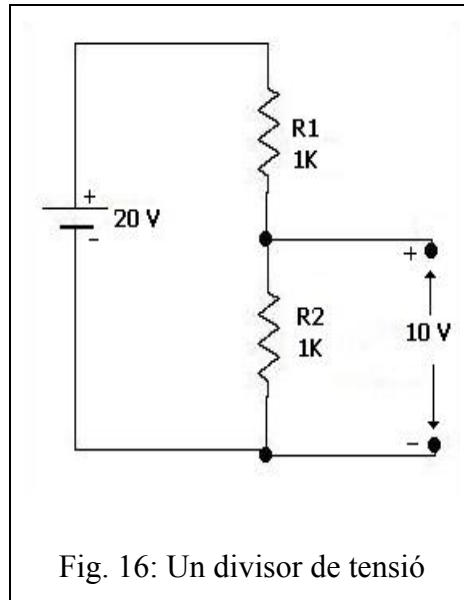


Fig. 16: Un divisor de tensió

La diferència de potencial que hi ha entre els extrems de la resistència **R2** és directament proporcional a la fracció de la resistència R2 en relació amb la total $R_{tot} = (R2 + R1)$.

$V_2/V_{tot} = R_2/R_{tot}$ i es pot calcular amb aquesta fórmula:

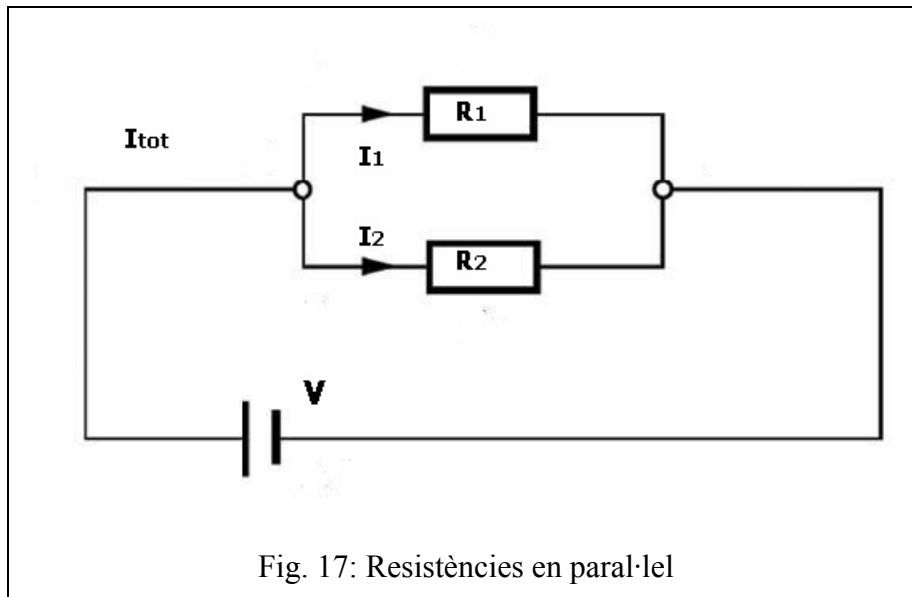
$$V_2 = V_{tot} \times (R_2/R_{tot}) = 20 \text{ V} \times (1000/2000) = 10 \text{ V}$$

La tensió V_2 als extrems de la resistència R_2 és igual a la tensió que aporta la font V_{tot} , multiplicat pel valor de la resistència R_2 en la qual volem saber la diferència de potencial, dividit per la resistència total del circuit R_{tot} (en aquest cas és la suma d'ambdues resistències, ja que estan connectades en sèrie).

Nota: Observem que, en aquest esquema, la font de tensió s'ha dibuixat com dues plaques paral·leles, una més llarga que l'altra. La placa més llarga representa el born positiu de la font, i la curta el born negatiu.

1.1.6.2 Agrupació de resistències en paral·lel

Dos o més resistències es troben en paral·lel quan tenen els seus terminals units dos a dos, de manera que, en aplicar al conjunt una diferència de potencial, totes les resistències tenen la mateixa caiguda de tensió en borns o diferència de potencial.



Ara a cada resistència li hem connectat la mateixa font de tensió; per tant, és evident que ambdues resistències comparteixen la mateixa diferència de potencial o tensió en borns. Però aplicant la Llei d'Ohm comprovem que, en aquest cas, la intensitat és diferent per a cada una d'elles. Tan sols hem de calcular $I_T = V/R_T$ on la V és la mateixa però R_T depèn del valor òhmic de cada una d'elles.

En aquest cas, el valor de la resistència total R_{Tot} no és la suma de les dues. És el que s'anomena la connexió en paral·lel. I ja que $I_T = I_1 + I_2$, es compleix que $V/R_{Tot} = V/R_1 + V/R_2$ i la resistència equivalent es calcula així:

$$1/R_{Tot} = 1/R_1 + 1/R_2 \text{ o bé en aquest cas aclarint } R_T = R_1 \times R_2 / (R_1 + R_2)$$

La resistència equivalent és la inversa de la suma de totes les inverses. És a dir, el resultat és la inversa del valor de la suma de les inverses. De manera que, finalment, el resultat obtingut al sumar inverses ha de ser invertit. Un exemple:

Si $R_1 = 1000 \Omega$ i $R_2 = 3000 \Omega$

$$1/R_{Tot} = 1/1000 + 1/3000 = 3/3000 + 1/3000, \text{ és a dir, } 1/R_{Tot} = 4/3000$$

Per tant, invertint el resultat: $R_{Tot} = 3000/4 = 750 \Omega$

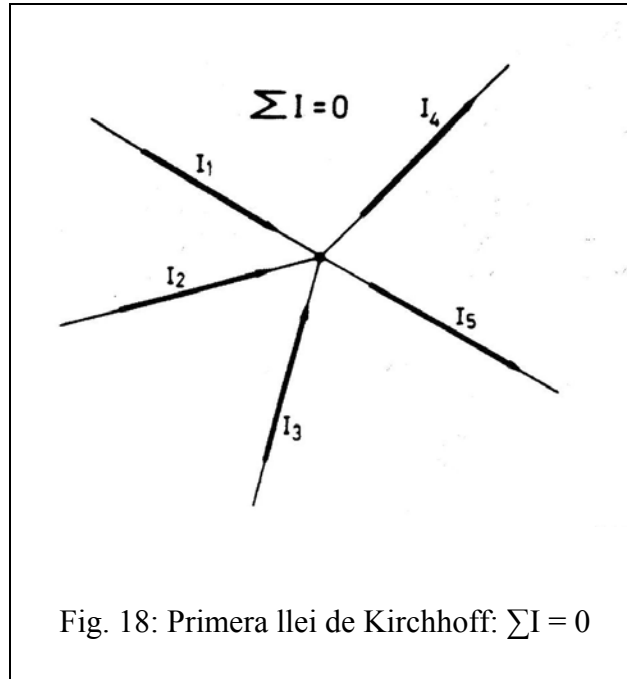
Veiem que el resultat de la resistència total és un valor menor que qualsevol de les resistències del circuit. Reflexionem sobre això.

És tremendament lògic, ja que si posem qualsevol resistència en un circuit, hi passa una determinada intensitat, però si a més n'afegim en paral·lel una altra, estem permetent que passi més intensitat en donar-li una via alternativa. I sigui quin sigui el valor, el que es pot assegurar és que de ben segur que passarà més intensitat, el que és equivalent a haver baixat el valor òhmic de la primera resistència que hi havia en el circuit.

De manera que, el valor de R_{Tot} , resultant del paral·lel de 2 o més resistències, sempre serà més petit que qualsevol de les dues resistències del circuit.

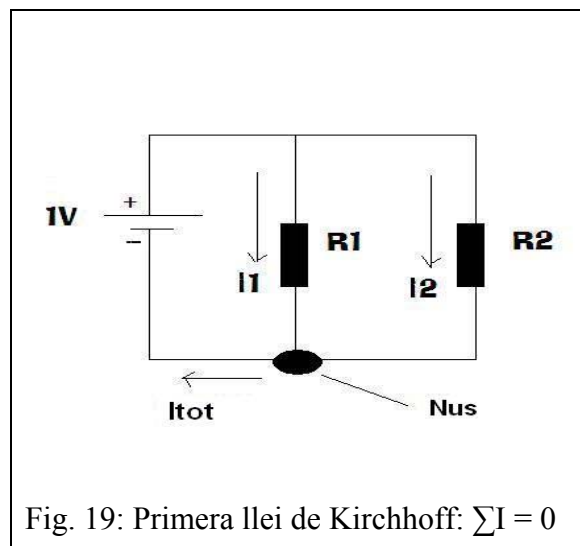
1.1.7 Lleis de Kirchhoff

Primera llei: La suma de les intensitats que arriben a un nus* d'un circuit és igual a la suma de les intensitats que surten d'ell.



(* Un nus és un punt del circuit on hi ha 2 o més elements connectats.)

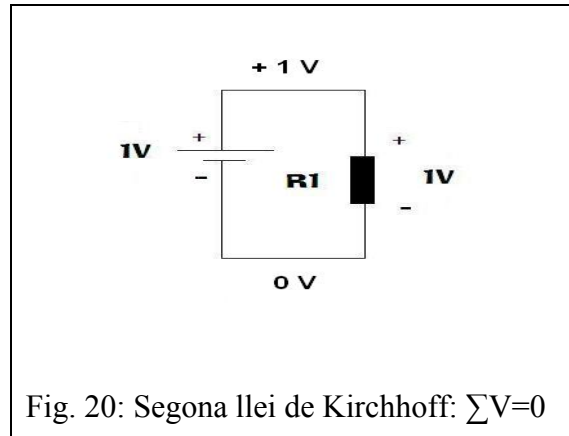
Aquí tenim un exemple molt senzill:



$$I_1 + I_2 = I_{tot} \text{ o també } I_1 + I_2 - I_{tot} = 0 \text{ o sigui } \sum I = 0$$

Segona llei: La suma de tensions al llarg d'un circuit és igual a 0.

Si un circuit es compon, per exemple, d'una sola pila i d'una sola resistència, tota la tensió que aporta la pila recaurà sobre la resistència, és a dir, la suma de la tensió de la pila i la que recau en la resistència ha de ser zero. Si comencem a seguir el circuit des del born inferior de la pila i l'anomenem 0 volts, pujarem un volt per la pila i després baixarem un volt de tensió per la resistència i tornarem a 0 V, al punt de partida.

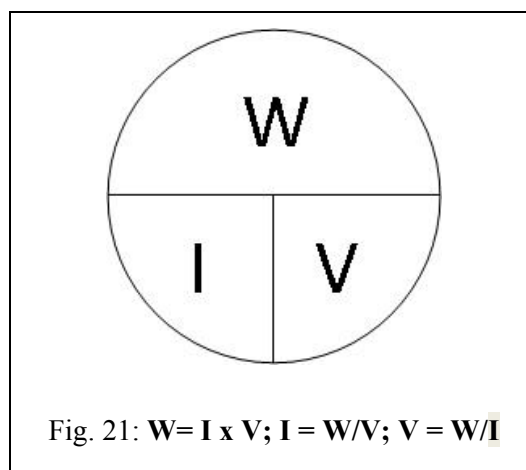


La segona llei de Kirchhoff diu que la suma de tensions en el recorregut d'un circuit tancat és nul·la. $\sum V = 0$. Efectivament, començant pel negatiu de la pila, pugem 1 volt i després baixem 1 volt, tornant a 0 en arribar al punt de sortida ($+1V -1V = 0$).

1.1.8 Potència elèctrica

Factors de la potència elèctrica: Igual que amb l'aigua d'una central hidràulica, la potència que podem obtenir de l'electricitat es deu a dos factors que ens permeten fer alguna cosa amb els electrons: la tensió o pressió amb què movem els electrons i la intensitat del corrent o quantitat d'electrons que aconseguim que circulin per segon.

La potència es calcula, per tant, segons la següent fórmula: $W = V \times I$



La unitat de potència és el **vat (W)** que és la potència que aconseguim quan a un circuit se li aplica una tensió d'**1 volt** i circula el corrent d'**1 ampere**.

1 vat = 1 volt x 1 ampere

També s'utilitzen els múltiples: el **quilowatt** (kW) que equival a 1000 W i el **Megavat** (MW) que equival a un milió de vats.

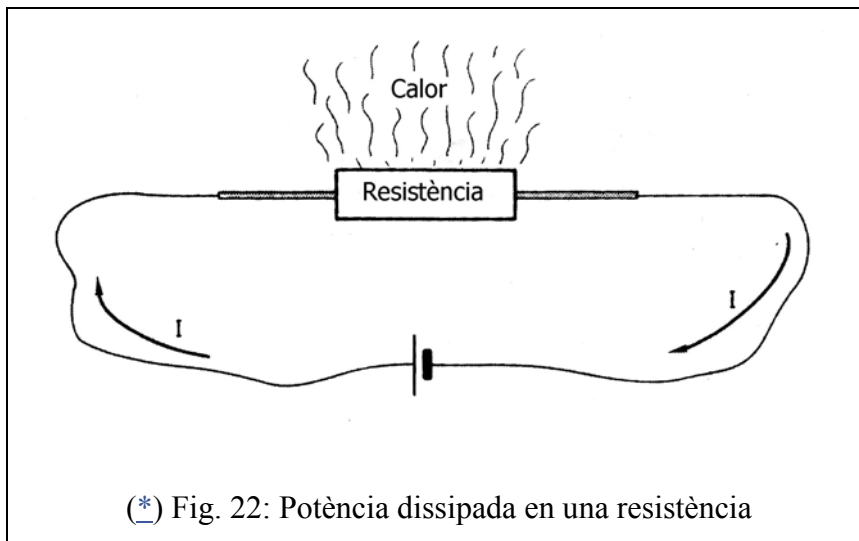
També podem escriure la fórmula de la potència d'altres maneres. Si utilitzem la llei d'Ohm, sabem que la $V = I \times R$ i també que la $I = V / R$. De manera que, substituint qualsevol d'aquestes dues unitats en la fórmula de la potència, obtenim dues expressions equivalents.

$$W = V \times I = (R \times I) \times I = R \times I^2 \text{ o bé } W = V \times (V/R) = V^2/R$$

1.1.8.1 Potència dissipada

La potència dissipada és la potència que consumeix cada dispositiu del circuit. Res millor que un exemple per entendre aquest concepte. Si ens acostem a un equip de ràdio funcionant, en apropar la mà, notem **QUE ESTÀ CALENT!** Això passa perquè alguns dels seus dispositius converteixen gran part de l'energia que reben en calor. Per exemple, les resistències. Com es calcula? Fàcil, sabent el valor de la resistència en concret i coneixent la potència ($W = V \times I$) aplicada als seus borns, obtenim de forma immediata la potència dissipada en forma de calor, tenint en compte el temps **t** en segons que la deixem connectada.

$$Q \text{ (cal)} = 0,24 \times W \times t$$



Agafem un voltímetre, que ens indica la tensió entre dos punts del circuit, i mesurem entre born i born d'una resistència i trobem 1 volt. El valor de la resistència és de 1.000 Ω , és a dir, 1 K Ω .

La potència que dissipa és llavors $W = V^2/R = 1^2/1000 = 0,001$ vats, és a dir, 1mW (m = mil·lèsima part d'un vat, és a dir, 0,001 vats).

1.1.8.2 Potència emprada o energia consumida

La potència o energia consumida es mesura en vats-hora o quilovats-hora i la seva fórmula associada és:

$$W-h = W \times T \text{ (en hores)} = V \times I \times T \text{ (en hores)}$$

T és el temps en hores que ha estat funcionant. Aquesta és l'energia que ens cobra la companyia elèctrica, que depèn de la potència de l'aparell (W), multiplicada pel temps (T) en hores que ha estat connectat.

La companyia elèctrica ens cobra sempre l'energia consumida en quilovats-hora (kW-h), que equivalen cada un a 1000 w-h, i és la potència emprada per nosaltres en els diferents aparells utilitzats a casa nostra multiplicada pel temps que els hem tingut en marxa i això és el que mesura el nostre comptador donant voltes i voltes.

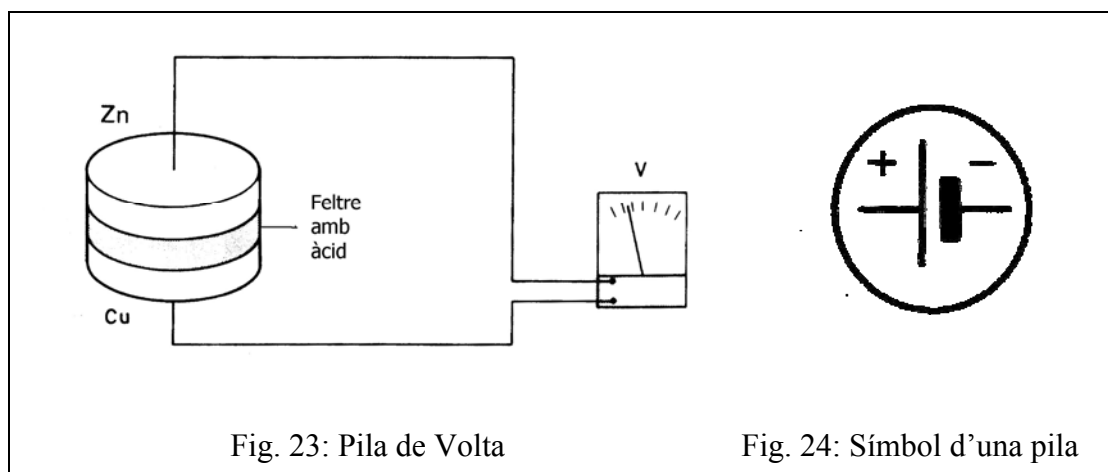
La companyia elèctrica també ens cobra per la potència instal·lada, és a dir, per la potència contractada màxima (el terme de potència) que li podem sol·licitar en un moment donat i que ve donada pel producte de la tensió 220 V i el corrent màxim que ens permeten els limitadors (15 o 30 o 40 A) de corrent, de forma que tenim disponibles 3,3 kW o 6,6 kW o 8,8 kW respectivament com a potències màximes contractades més habituals.

1.1.9 Piles i bateries

La diferència és ben senzilla. Les piles es gasten i quan s'esgoten es llencen; en canvi, les bateries es poden recarregar. Aquesta distinció només s'efectua en espanyol, perquè en anglès sempre s'utilitza la paraula *battery* per designar els dos tipus de bateries.

1.1.9.1 Les piles

Les piles són fonts de tensió que, per mitjà de reaccions químiques, generen diferència de potencial entre els seus dos borns. Aquesta reacció química és finita, és a dir, s'acaba esgotant. Les piles proporcionen una sèrie d'A-H (amperes-hora). Això vol dir que ens proporcionen un número determinat d'amperes durant una hora. I després s'esgotaran.



Com sempre, amb un exemple acabarem d'assimilar-ho. Vegem la típica pila d'un comandament a distància d'1,5 V i 1.500 mA-h. Quina informació ens estan oferint? Primer, que la diferència de potencial entre els seus borns és d'1,5 volts i que, si el circuit que alimenta l'esmentada pila consumeix 150 mil·liamperes, aquesta durarà 10 hores. És fàcil calcular,

amb una regla de tres inversa, que si el nostre circuit consumeix 3 amperes, és a dir, 3.000 mil·liamperes, la pila durarà només 0,5 hores.

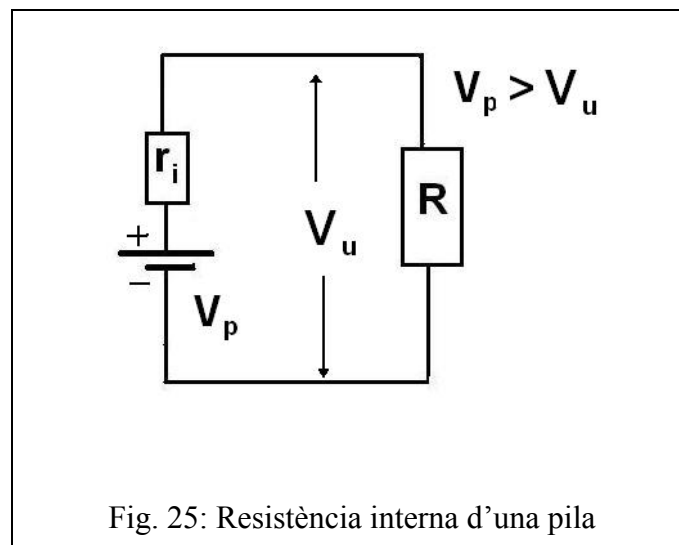
1.1.9.2 Les bateries

Les bateries són similars a les piles, llevat que normalment poden ser recarregades, aplicant una tensió de recàrrega, perquè la reacció química interna és reversible. Aplicant-les una diferència de potencial determinada (feina dels "carregadors de bateries"), s'inverteix el procés químic que s'ha produït durant la descàrrega. Després de recarregar-la, tindrem una altra vegada la bateria preparada per alimentar qualsevol circuit. La capacitat de les bateries també es mesura en amperes-hora i, sens dubte, és molt important també la tensió que proporcionen, és a dir, els volts.

Atenció: És molt perillós recarregar piles que no són recarregables perquè la reacció interna no és reversible i les piles, en intentar recarregar-les, podrien desprendre gasos nocius en el seu interior que fins i tot podrien arribar a fer explotar la pila.

1.1.9.3 Resistència interna de la font

Per construcció, totes les fonts de tensió tenen una petita resistència interna (r_i) que causa una petita caiguda de la tensió en borns. A causa d'això, tant aviat com passa un corrent, la tensió disponible real en borns és sempre una mica inferior a la indicada pel fabricant i disminueix quanta més corrent proporciona la pila, la bateria o la font.



1.1.9.4 Connexió de bateries sèrie/paral·lel

Dues fonts de tensió es poden connectar en sèrie sempre que es desitgi. El comportament del conjunt serà com el d'una única font, la tensió total de la qual serà la suma d'ambdues per separat. L'única precaució que s'ha de prendre és connectar el pol o born positiu d'una font amb el negatiu de l'altra, mai els dos pols del mateix signe junts, perquè llavors el que faríem seria restar una de l'altra.

A la figura següent veiem un exemple:

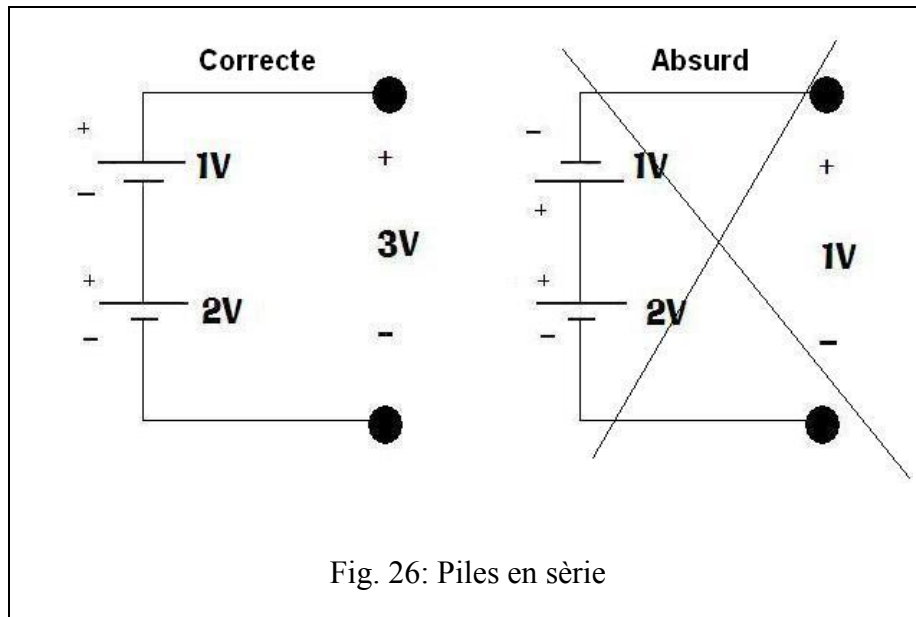


Fig. 26: Piles en sèrie

Dues fonts de tensió només podran ser connectades en sèrie si tenen la mateixa diferència de potencial als seus borns. La tensió total serà la mateixa que la d'una font sola, però els corrents que proporcionarà cada una poden ser diferents.

Exemple:

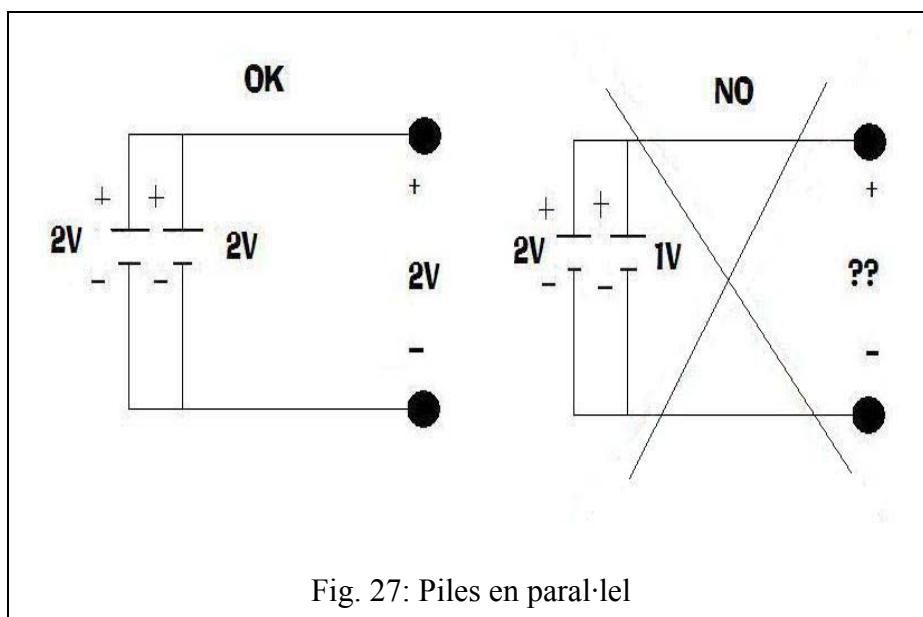


Fig. 27: Piles en paral·lel

1.2 Fonts de l'electricitat

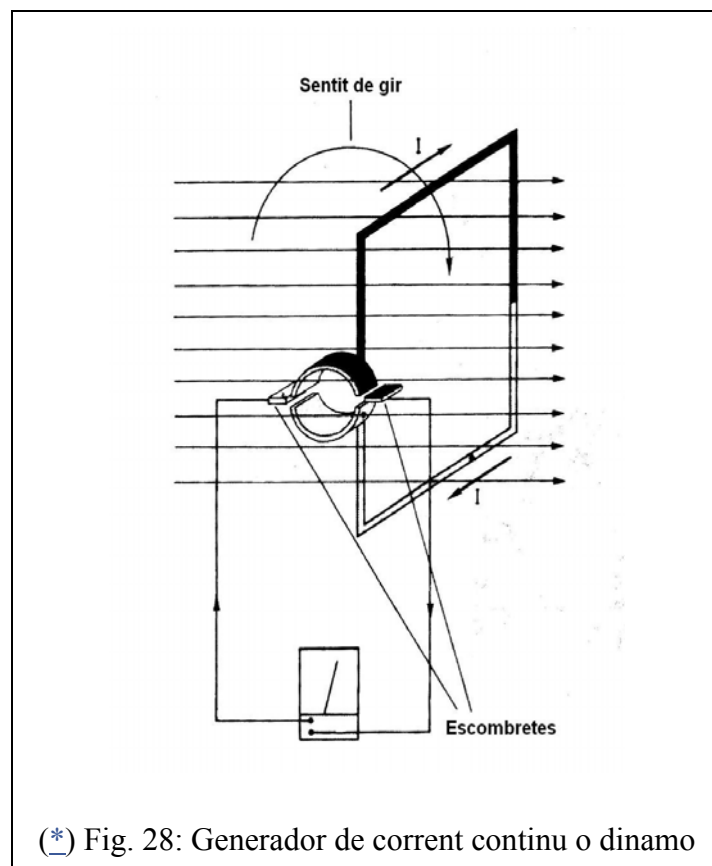
A part de les reaccions químiques de les piles i les bateries, existeixen unes altres 5 formes d'obtenir electricitat. Només les anomenarem, però no entrarem en detall, ja que no és el nostre objectiu.

- Per reaccions químiques (les piles)
- Per fregament de materials aïllants (estàtica)
- Per pressió intermitent (piezoelectricitat)
- Per efecte fotoelèctric (plafons solars)
- Per escalfament de la unió de dos metalls diferents (termoparell)
- Per magnetisme o inducció magnètica (generadors elèctrics rotatius)

De totes aquestes fonts d'electricitat, la més important actualment és l'electricitat generada per magnetisme i rotació, gràcies als anomenats generadors elèctrics de dos tipus: dinamos (continu) i alternadors (altern).

El moviment de rotació dels eixos dels alternadors es pot obtenir de moltes fonts d'energia mecànica:

- Gir de turbines hidràuliques per l'aigua que cau de les preses o embassaments.
- Gir de turbines per vapor d'aigua generat a les centrals tèrmiques (gas, carbó, petroli, nuclear, termosolar).
- Gir per l'aire que mou generadors eòlics en els molins de vent.
- Moviments de corrents marins al mar.



(* Fig. 28: Generador de corrent continu o dinamo

1.3 Camp elèctric

1.3.1 Concepte bàsic de camp elèctric i magnètic

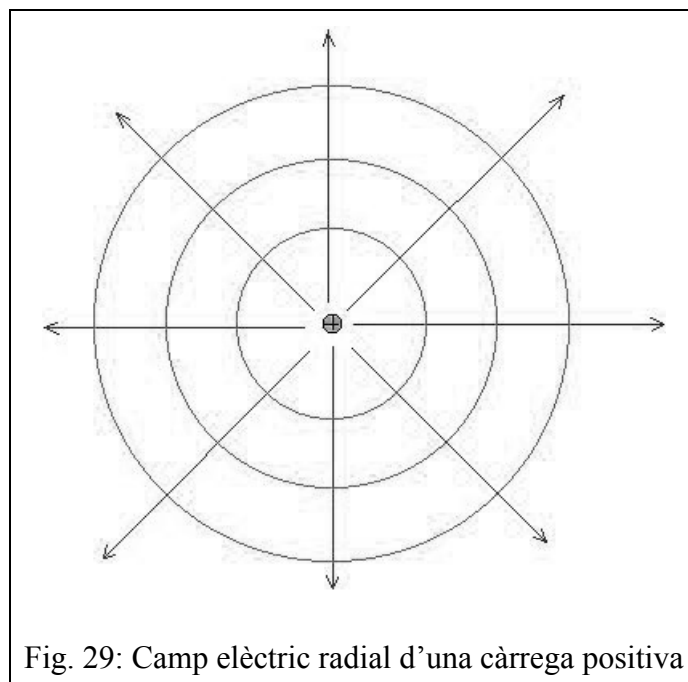
Aquest és un tema molt important. Es podrien escriure vint llibres que parlessin només d'aquests dos camps de força, però el nostre objectiu és aprovar l'examen de radioaficionat i n'hi ha prou amb entendre el concepte de camp elèctric i magnètic. Intentarem donar una explicació el més intel·ligible possible, però cal molta concentració per part del lector perquè sense ser conceptes difícils sí són una mica abstractes.

1.3.2 Camp elèctric

Ens trobem en el buit, al mig de l'espai (amb vestit d'astronauta, sens dubte!) i allà al mig situem una càrrega elèctrica que, com ja hem explicat, pot ser tant un electró (e^-) com un protó (e^+).

Aquesta càrrega elèctrica es troba quieta. No es mou gens. Pel fet de ser una partícula amb càrrega produeix un camp elèctric radial al seu voltant. Aquest camp elèctric radial que produeix la partícula amb càrrega (electró o protó) té la seva màxima intensitat a la vora de la partícula i, a mesura que ens allunyem d'ella, el camp elèctric es fa més i més petit. Si aquesta partícula estigués en moviment, continuaria generant camp elèctric, però a més generaria un camp magnètic, tal com veurem més endavant. Fins aquí el concepte bàsic de camp elèctric estàtic. Només afegir finalment que aquest camp elèctric que la partícula ha generat és estàtic perquè no varia amb el temps i sempre té a qualsevol punt la mateixa intensitat. És a dir, no varia amb el temps ni la seva magnitud ni el seu signe. (El camp elèctric pot ser positiu o negatiu).

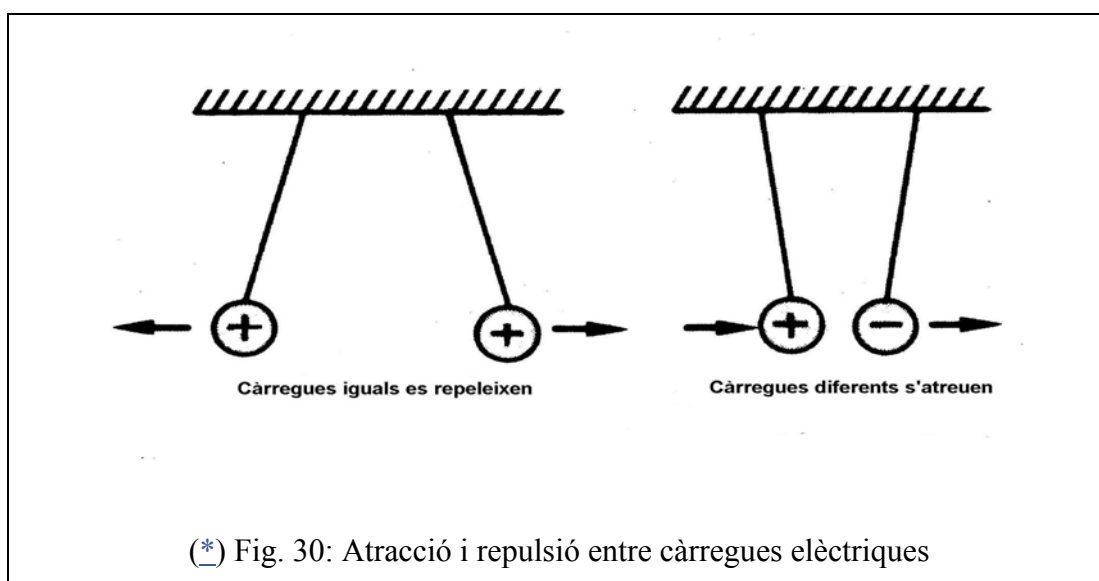
A continuació, trobem el camp elèctric radial representat per fletxes que genera una partícula, representada aquí per una boleta.



1.3.3 Intensitat de camp elèctric. Unitat de camp elèctric

Ara que sabem què és un camp elèctric i com es produeix, podem experimentar una miqueta. Què passa si tenim dues càrregues prou properes perquè estiguin mútuament influïdes pels seus camps elèctrics?

Bona pregunta! Aquí apareix una força. Com ja deu sospitar el lector, se'ns ve a sobre una nova fórmula per calcular l'esmentada força, però abans expliquem el concepte.



Una partícula amb càrrega genera un camp elèctric radial al seu voltant. Si dins de la influència d'aquest camp elèctric tenim una altra partícula amb càrrega elèctrica, aquesta última experimentarà una força d'atracció o de repulsió. Si les càrregues elèctriques són del mateix signe, es repel·liran entre si i, si són de signe contrari, s'atrauran. Recordem que les càrregues poden ser positives o negatives si són protons o electrons respectivament, ja que són les que generen el camp elèctric.

I ja no podem retardar més el moment de conèixer la nostra nova fórmula.

$$F = k \times (q1 \times q2) / d^2$$

Aquesta fórmula es coneix com la llei de Coulomb i calcula la força F que existeix entre una càrrega $q1$ i una segona càrrega $q2$ que estan separades entre si per una distància d .

K és una constant que depèn del medi material on s'exerceixi aquest camp elèctric.

La força resultant es mesura en unitats de força o newtons [Nw].

A la figura següent es mostren les línies de camp elèctric que es generen quan dues càrregues són del mateix signe o de signe contrari respectivament.

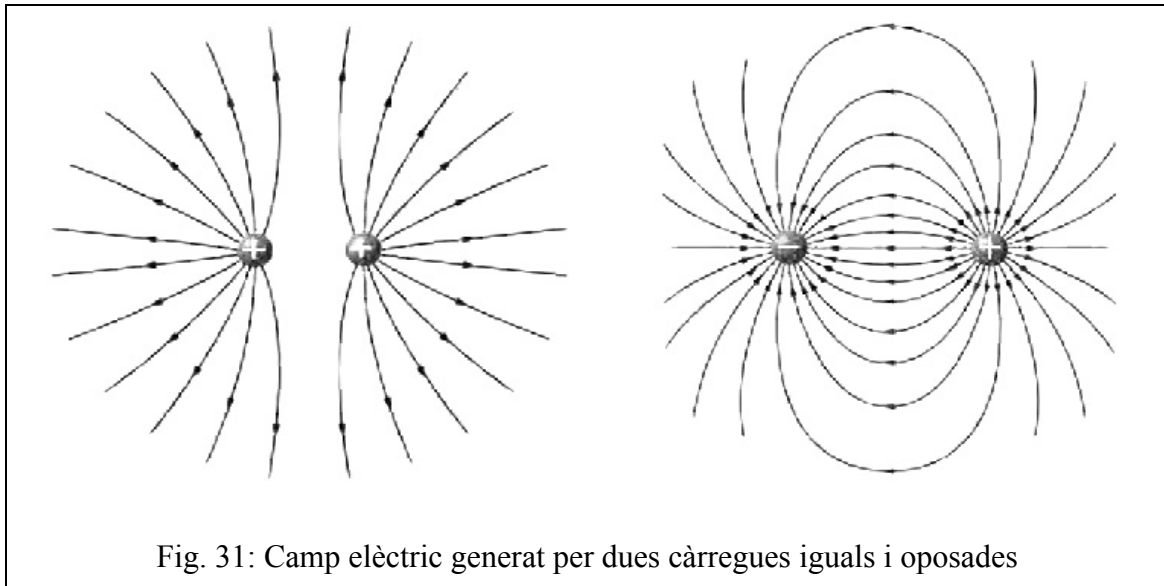


Fig. 31: Camp elèctric generat per dues càrregues iguals i oposades

La intensitat de camp elèctric que hi ha en una distància **d** de l'origen on és creat es defineix com a:

$$\mathbf{E} = \mathbf{k} \times \mathbf{q1}/\mathbf{d}^2$$

Aquesta és la intensitat que crea una partícula de càrrega **q1** a una distància **d** de l'origen, on **k** és la mateixa constant que a la fórmula de la força. De fet és la mateixa fórmula que la força, però eliminant la segona càrrega **q2**, que en aquest cas no ens interessa.

La intensitat de camp elèctric té com a unitat el volt per metre [V/M].

1.3.4 Apantallament de camps elèctrics

Qualsevol material metàl·lic posseeix la propietat de bloquejar el camp elèctric impedit el seu efecte a través d'ell.

El material metàl·lic conductor de l'electricitat interposat fa que pràcticament s'anul·li el camp elèctric a l'altre costat d'una pantalla metàl·lica, ja que en ser conductor s'igualava la tensió en tots els seus punts i cancel·la qualsevol diferència de camp elèctric.

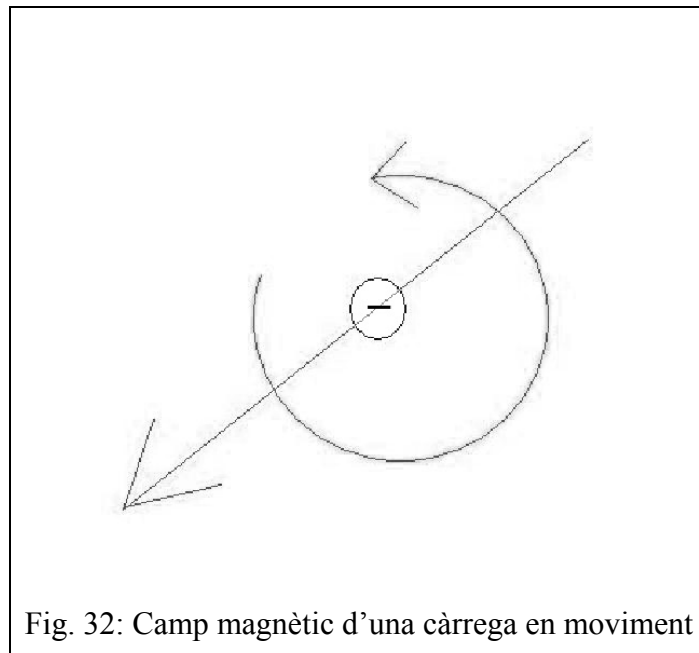
Per això, la majoria d'aparells elèctrics i electrònics tenen una carcassa metàl·lica o de plàstic recoberta de pintura conductora.

1.4 Camp magnètic

Si a la càrrega que hem deixat totalment immòbil al mig de l'espai li donem una empenteta, què passarà? Exacte! Es mourà. En moure's aquesta partícula en qualsevol direcció, generarà un camp magnètic al seu voltant. La diferència és que aquest camp magnètic només es genera si la partícula

està en moviment i, a més, aquest camp magnètic no es crea des de la partícula i s'allunya d'ella, com és el cas del camp elèctric, sinó que el camp magnètic envolta a la partícula carregada i és perpendicular a la direcció del moviment d'ella.

És important entendre bé el concepte "d'envoltar". Així com el camp elèctric genera unes línies de camp que neixen al centre i es dissipen cap a tots costats, el camp magnètic és auto contingut. Això significa que les línies de camp magnètic surten d'un punt, es corben i finalment tornen al punt inicial de partida. En prendre aquesta trajectòria tancada, es diu que les línies de camp magnètic envolten la partícula.

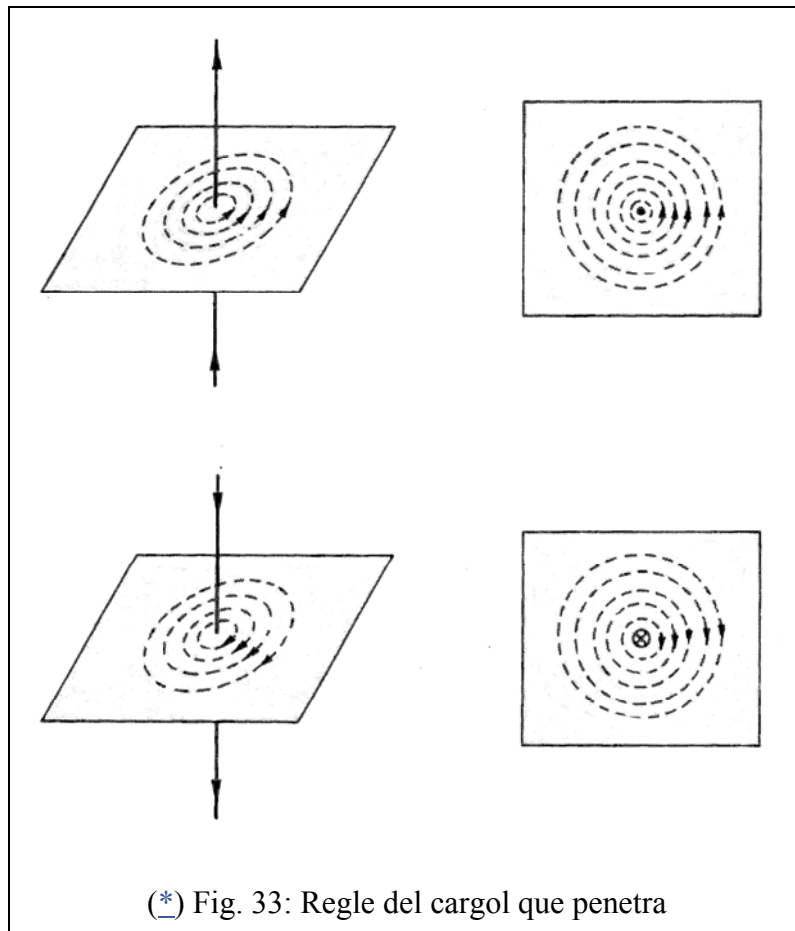


La intensitat del camp magnètic és proporcional a la velocitat de la partícula que l'està generant. A més velocitat, més camp magnètic. Fins aquí el concepte bàsic de camp magnètic.

A la imatge es pot veure la representació d'un camp magnètic com una línia circular quan és generat per una partícula carregada, representada per una boleta que es desplaça a determinada velocitat a través de la trajectòria marcada per la fletxa rectilínia.

Si una partícula amb càrrega es troba quieta, genera només camp elèctric. Si es troba en moviment, genera camp elèctric i magnètic.

Només ens queda un punt més. Tal com es pot observar a la figura, el camp magnètic pot girar en sentit horari o antihorari. Existeix una regla anomenada regla del cargol que indica el sentit d'aquest gir.



És molt fàcil esbrinar el sentit si imaginem un tornavís. Quan girem un tornavís en sentit horari, estem cargolant el cargol. Si mirem el cargol per darrere, és a dir, pel seu cap, i ens disposem a cargolar-lo, el cargol s'allunya de nosaltres penetrant a la paret i gira en sentit horari. Si volem treure el cargol de la paret, girem en sentit antihorari. El camp magnètic generat per l'electró en moviment és idèntic. Si l'electró s'allunya de nosaltres, el seu camp magnètic té un gir en sentit horari. Si l'electró ve cap a nosaltres de front veuríem que el camp magnètic té un gir en sentit antihorari.

1.4.1 Magnetisme terrestre, imants i pols

A la introducció al camp magnètic hem vist una de les fonts de camp magnètic. Aquesta rep el nom de magnetisme induït per un corrent elèctric. En altres paraules, el moviment de càrregues elèctriques genera un camp magnètic.

Hi ha altres fonts de camp magnètic que hem de recordar, com són els imants naturals, que són materials metàl·lics que contenen òxid de ferro (magnetita).

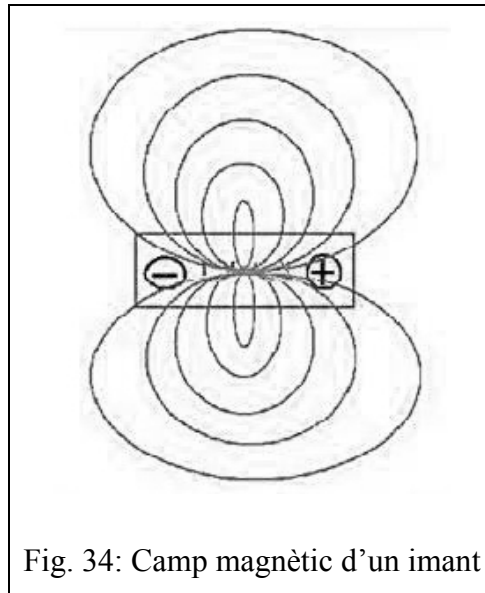
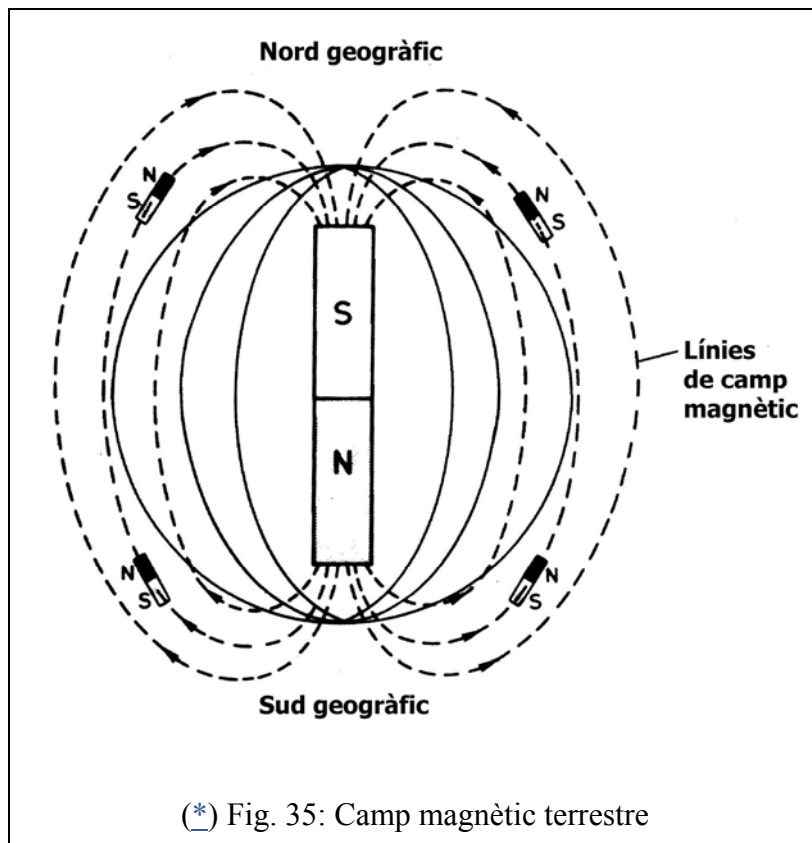


Fig. 34: Camp magnètic d'un imant

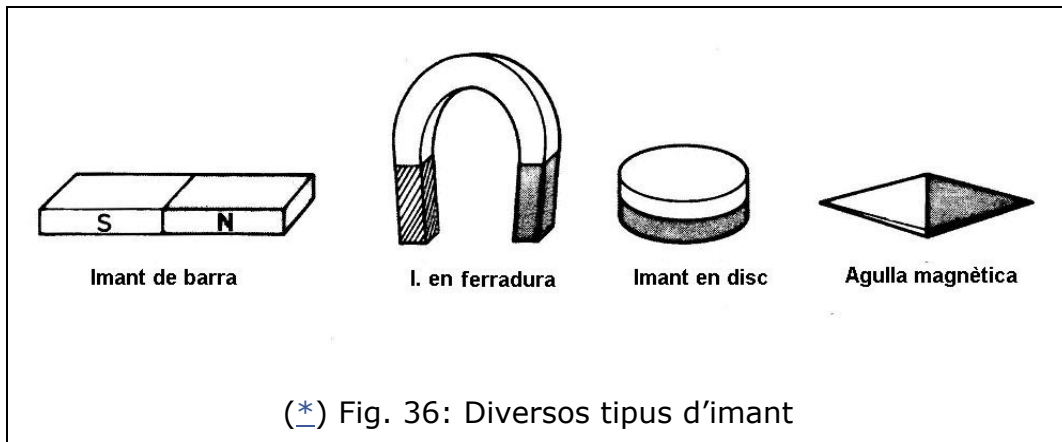
El magnetisme terrestre és un fenomen natural originat pel moviment giratori de metalls líquids en el nucli del planeta i és present a la Terra i en altres cossos celestes com el Sol.



(*) Fig. 35: Camp magnètic terrestre

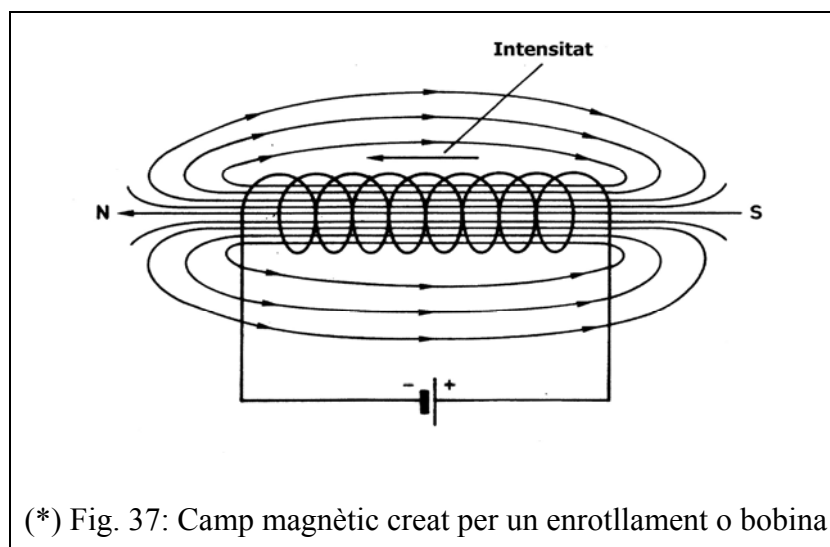
Els imants són cossos que presenten la capacitat de generar un camp magnètic i, de la mateixa manera que els camps magnètics poden ser generats de forma natural per la magnetita o el planeta Terra, o creats de forma artificial pel moviment de les càrregues elèctriques, els imants poden ser naturals permanents i artificials temporals.

Els imants naturals permanents, com els formats per l'acer i la magnetita, són els imants comuns que tots alguna vegada en la vida hem tingut entre les mans.



Els imants artificials temporals, creats pel moviment de càrregues elèctriques, reben el nom d'electroimants.

Els electroimants estan formats per un cable conductor que s'enrotlla formant espiras sobre un cos ferromagnètic. En passar corrent a través del cable conductor, a cada espira es genera un camp magnètic que es suma al de l'espira anterior i es concentra al llarg del cos ferromagnètic, de manera que aquest camp és reforçat pel propi magnetisme induït del material ferromagnètic, que multiplica la seva intensitat per un factor anomenat permeabilitat magnètica μ .



Quan s'enrotlla un fil conductor en forma d'espires, com a la figura anterior, se l'anomena bobina.

Qualsevol imant sigui del tipus que sigui té dos pols. Un anomenat pol nord i un altre anomenat pol sud. Del pol nord surten les línies de camp magnètic i tornen pel pol sud.

A la figura s'aprecien els pols de l'electroimant i la trajectòria que segueixen les línies de força del camp magnètic.

Les línies de força del camp magnètic surten de l'electroimant pel pol nord i tornen per l'exterior cap al pol sud.

1.4.2 Solenoides i electroimants

En circular corrent a través d'un conductor es crea un camp magnètic, com ja hem vist. Si el conductor l'enrotllem en forma d'espines, creem una bobina concentrant així el camp magnètic en l'eix d'aquesta. Si la bobina té una longitud més gran que el seu diàmetre, rep el nom de solenoides.

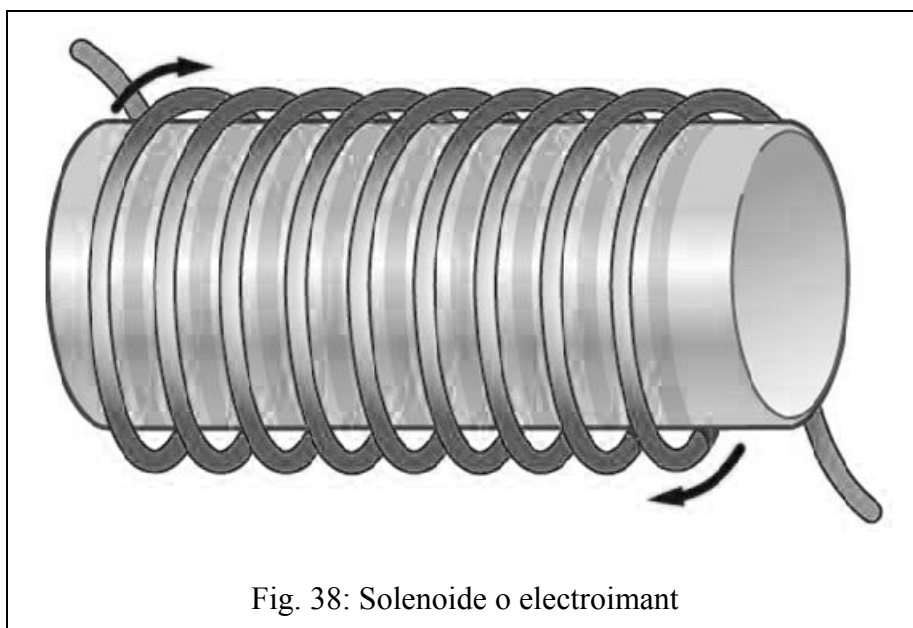
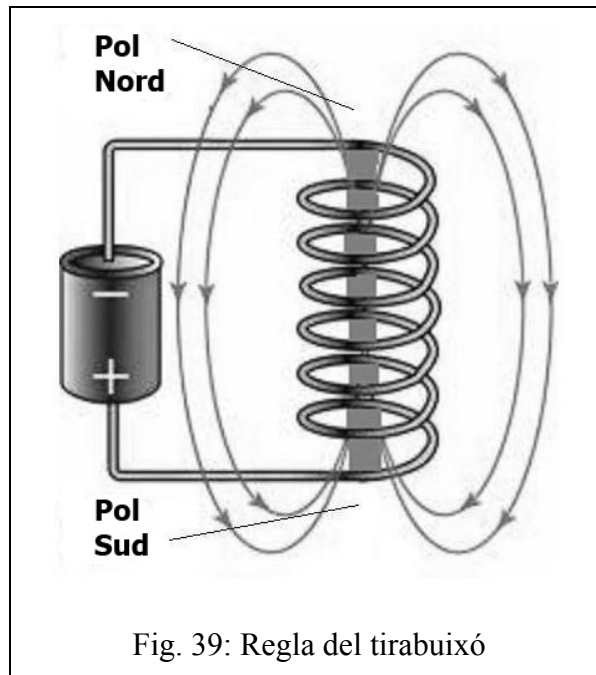


Fig. 38: Solenoide o electroimant

Una vegada més, si a aquest solenoide li apliquem un corrent elèctric, es genera al seu interior un camp magnètic més gran que si fos un fil recte. I si a l'interior d'aquest solenoide col·loquem un material ferromagnètic, aquest últim multiplicarà el flux del camp magnètic generat al seu interior, de manera que es crea un gran imant artificial. I tot aquest conjunt rep el nom d'electroimant. A la figura següent veiem un electroimant format per la bobina solenoide per la qual circula un corrent i el material ferromagnètic del seu nucli.

El pol nord d'un electroimant i el d'una bobina és aquell que es troba en la mateixa direcció que un tirabujó que avança girant en el mateix sentit que el corrent per les espines. És a dir, si el corrent avança circulant per les espines en el sentit horari, avança cap al pol nord. A la figura següent, el pol nord quedaria a dalt i el pol sud a baix.



1.4.3 Forces d'atracció magnètiques

La força d'atracció o repulsió que existeix entre dos imants es pot calcular amb la següent fórmula:

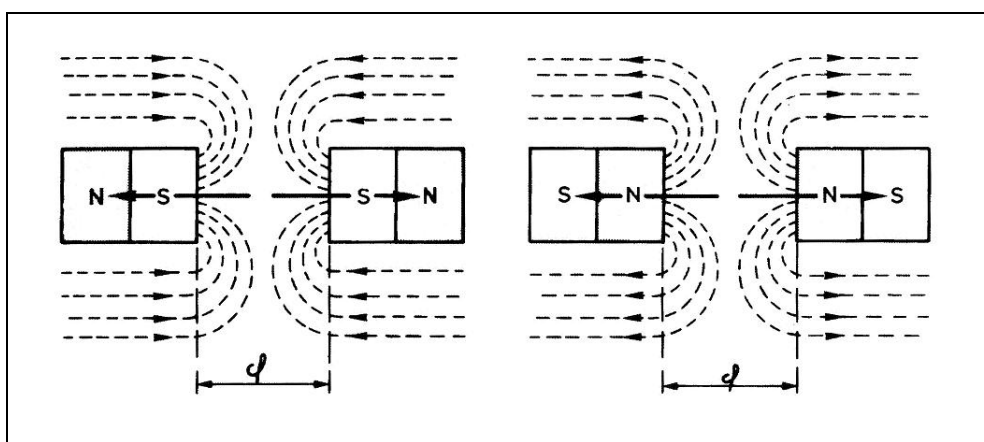
$$F = k m_1 m_2 / d^2$$

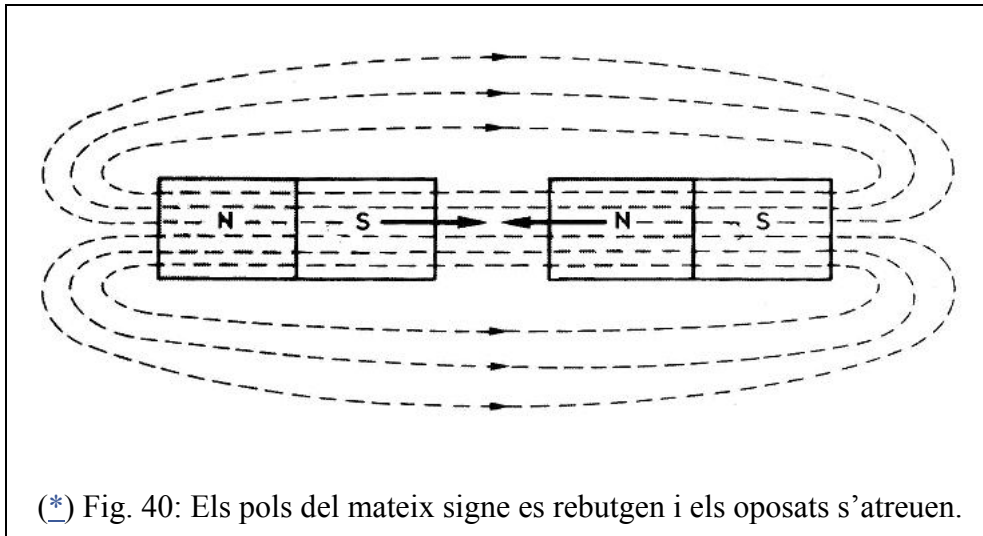
k depèn del material dels imants.

m₁ i **m₂** són les masses magnètiques dels dos imants.

d és la distància que els separa.

La força serà d'atracció o de repulsió en funció dels pols enfrontats. Si són oposats, la força serà d'atracció i, si són iguals, apareixerà una força de repulsió.





1.4.4 Apantallament magnètic

L'apantallament magnètic és més difícil de realitzar que l'apantallament elèctric, així que la tècnica que s'utilitza és el confinament magnètic.

Qualsevol material metàl·lic conductor, capaç d'apantallar els camps elèctrics no representa un obstacle a les línies de força del camp magnètic que el traspassaran. Ha d'utilitzar-se un material ferromagnètic, però això no representa un blindatge total.

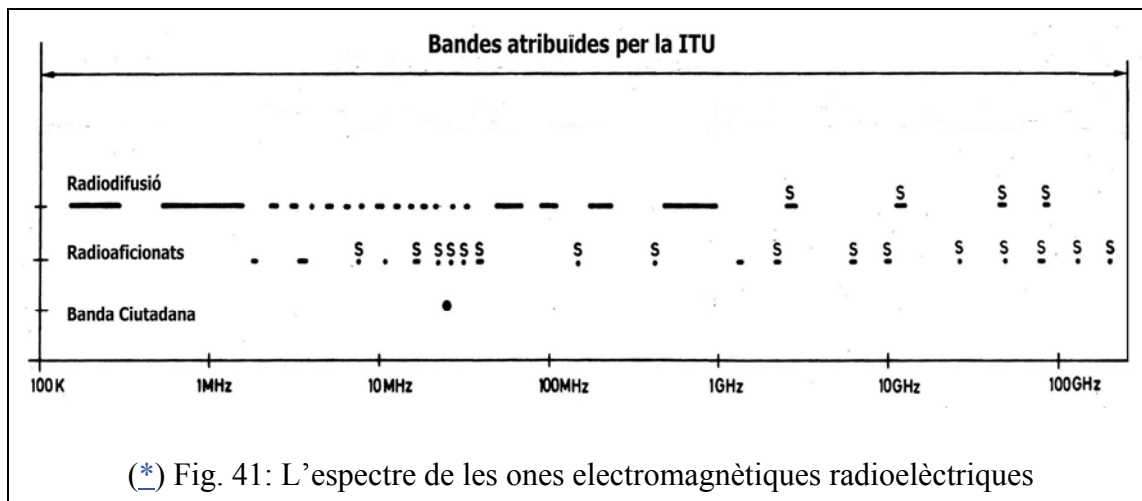
L'única possibilitat d'apantallament magnètic és el confinament del flux magnètic per mantenir-lo al màxim a l'interior d'un material ferromagnètic, de manera que la majoria de les línies de força circulin principalment per l'interior del material ferromagnètic i s'estenguin mínimament per l'espai circumdant.

1.5 Camp electromagnètic

1.5.1 Les ones de ràdio com a ones electromagnètiques

Com el títol d'aquest apartat anuncia, les ones de ràdio són ones electromagnètiques. I què són les ones electromagnètiques?

Que fàcil seria explicar una ona electromagnètica si es pogués veure directament amb els ulls, veritat? Sorpresa! Sí que es poden veure. La llum es veu. La llum visible és una ona electromagnètica de la mateixa naturalesa que una ona de ràdio.



Però, per què es pot veure la llum i no una ona de ràdio? Això és a causa de la freqüència de les ones electromagnètiques. Els nostres ulls només són sensibles a una gamma de freqüències molt estreta que anomenem llum visible. En el següent tema (senyals sinusoidals) explicarem què és la freqüència.

1.5.2 Velocitat de propagació i la seva relació amb la freqüència i la longitud d'ona

Les ones electromagnètiques no necessiten d'un medi material per propagar-se, és a dir, es poden propagar pel buit.

Les ones electromagnètiques es propaguen per l'espai a una velocitat determinada que depèn del medi per on viatgen. Tal com hem dit, si la llum és una ona electromagnètica i aquesta es propaga a una velocitat de 300.000 km/s, de la mateixa manera tota ona electromagnètica es propaga a aquesta velocitat. I així és sempre que aquest medi sigui el buit, de la mateixa manera que la llum només viatja a 300.000 km/s en el buit. En d'altres medis es propaga a velocitats que poden ser molt similars o arribar a ser bastant diferents, encara que mai superiors. Per tant, 300.000 km/s és la velocitat màxima de qualsevol ona electromagnètica.

Les ones electromagnètiques es componen d'ones periòdiques, la qual cosa significa que els seus camps elèctrics i magnètics varien sinusoidalment i es repeteixen una vegada i una altra en el temps, generalment moltes vegades en un segon, el que constitueix la seva propietat més important i que s'anomena freqüència.

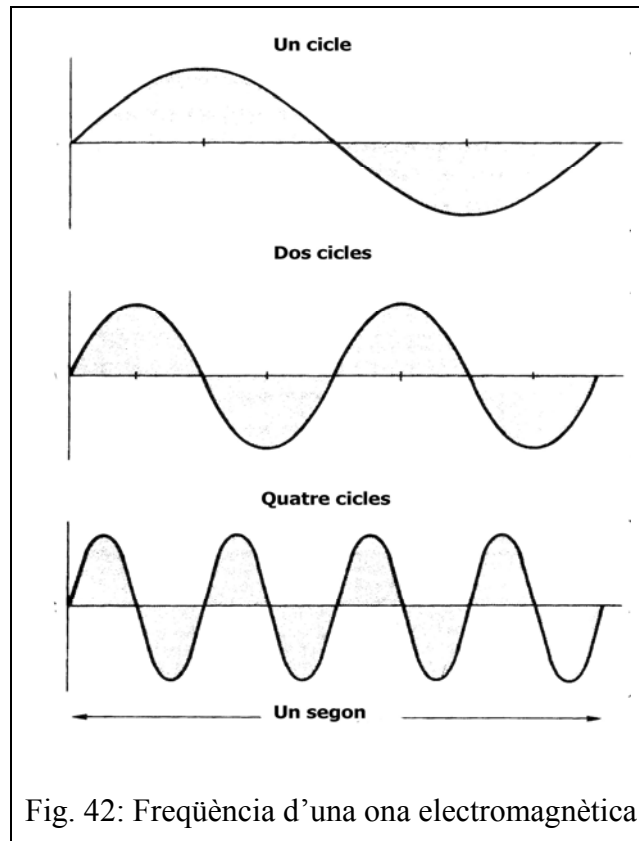
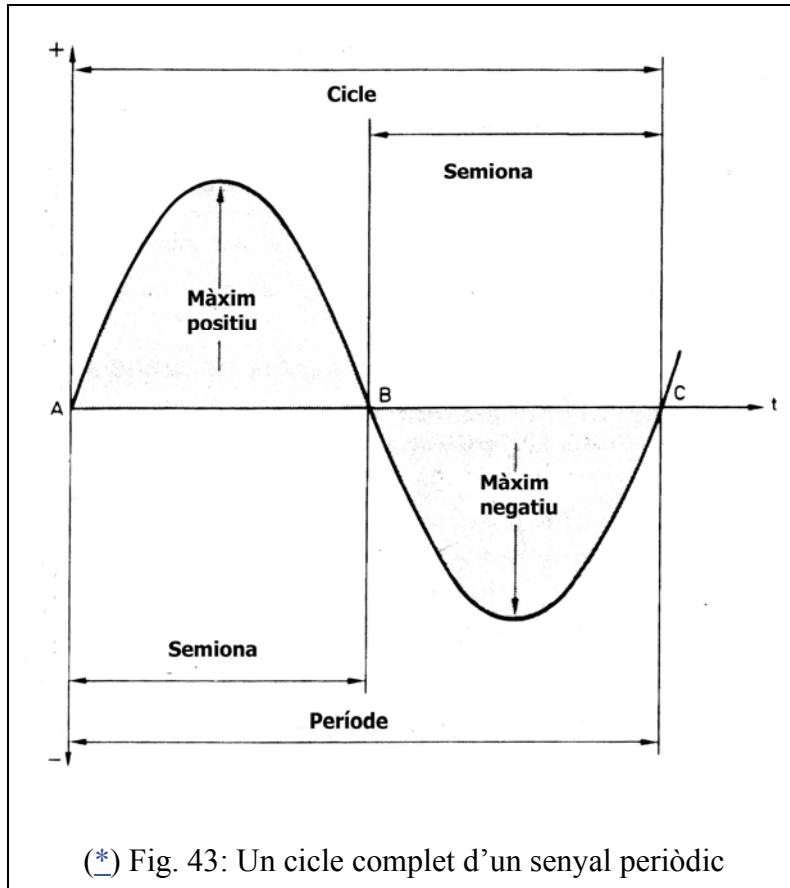


Fig. 42: Freqüència d'una ona electromagnètica

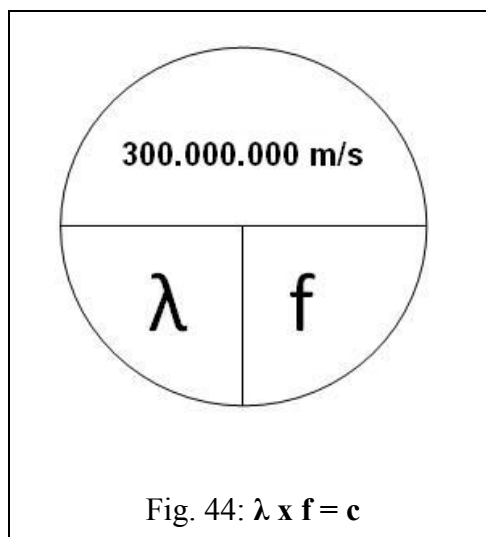
La freqüència, per tant, és també la propietat que determina el tipus d'ona electromagnètica que tenim. És el factor que distingeix les ones unes de les altres i exactament és el nombre de vegades que es repeteix el cicle complet d'una ona en un segon. De tota manera, moltes vegades s'utilitza un altre factor per distingir unes ones electromagnètiques de les altres, i aquest factor és la longitud d'ona representat per la lletra grega lambda (λ).



La longitud d'ona és la distància que avança l'ona en un cicle complet i depèn de la seva velocitat de propagació. Com en un segon una ona electromagnètica avança 300.000 km (300.000.000 de metres) i efectua un nombre de cicles complets que anomenem freqüència, la longitud d'ona en metres és l'espai que correspon a cada cicle complet i es calcula de la següent manera:

$$\lambda = c/f = 300.000.000 / (\text{freqüència}).$$

La longitud d'ona es mesura en metres.



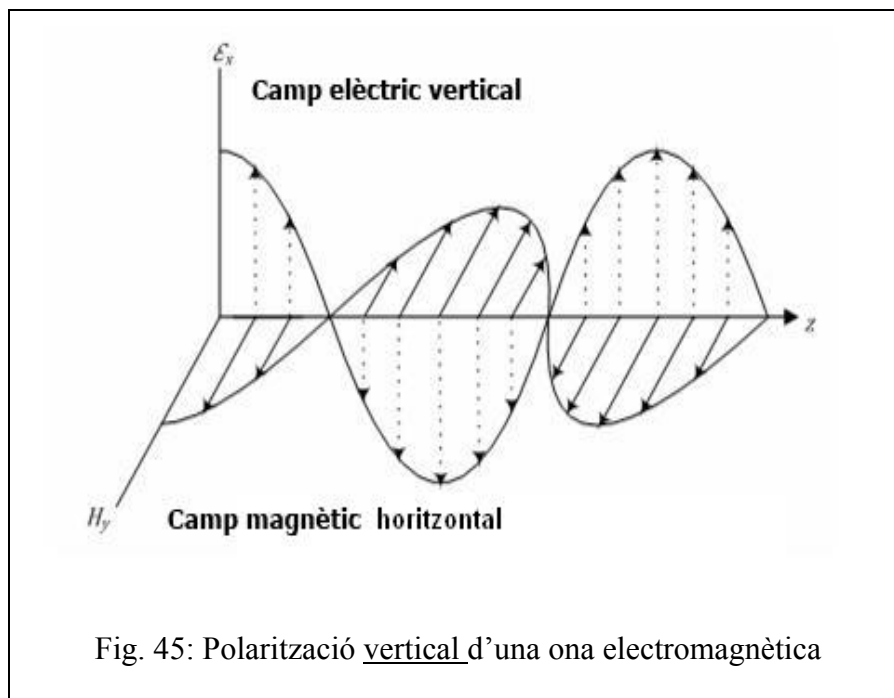
Exemple:

La longitud d'una ona amb una freqüència de 3,75 MHz, és a dir, $3,75 \times 10^6$ Hz, que es propaga per l'aire a una velocitat de 300.000 Km/segon, és a dir, 3×10^8 metres/segon, és:

$$\lambda = 3 \times 10^8 / 3,75 \times 10^6 = 80 \text{ metres}$$

1.5.3 Polarització

Com el nom "ona electromagnètica" indica, una ona es compon de dos camps entrelaçats variables, un d'elèctric i un altre de magnètic, les magnituds del qual es repeteixen al llarg del temps, encara que sempre disminueixen amb la distància.



La forma amb la qual varia el camp elèctric dicta la seva polarització:

Una ona pot tenir polarització lineal, circular o el·líptica. La polarització lineal és quan el camp elèctric de la ona sempre varia en el mateix pla, que pot ser horitzontal, vertical o una combinació d'ambdós, és a dir, un pla "inclinat". A la figura es mostra una ona de polarització vertical.

La polarització circular i el·líptica són polaritzacions el pla de les quals és giratori i pot girar tant en sentit horari com antihorari, segons la direcció en la qual girin.

1.6 Senyals sinusoidals

1.6.1 Representació gràfica en el temps

Un senyal sinusoidal és aquell en el qual la magnitud i sentit varien cíclicament seguint una funció sinusoidal: $a = \text{sen}(\omega t)$. En representar

aquesta variació de magnitud en un eix temporal es descriu una forma sinusoidal.

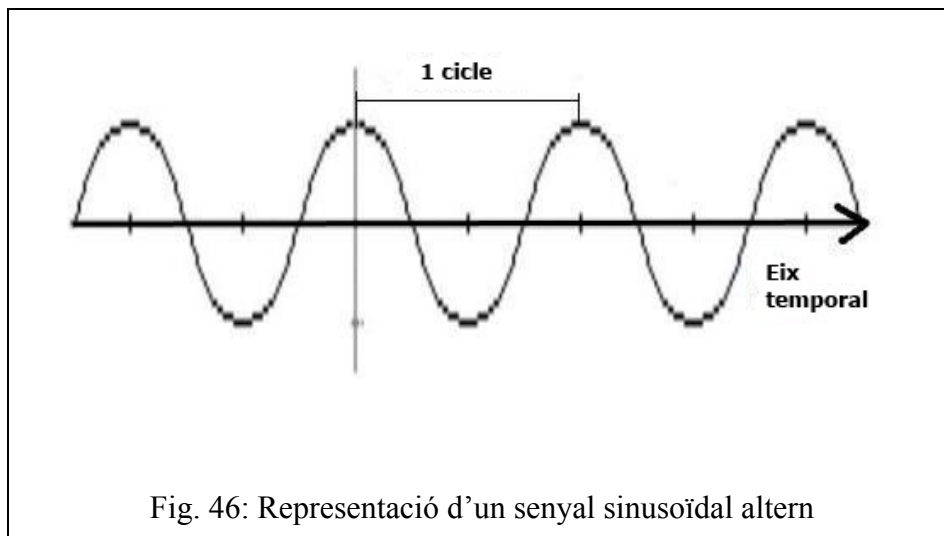


Fig. 46: Representació d'un senyal sinusoidal altern

Les ones sinusoidals s'anomenen així perquè el seu valor variable en el temps es pot representar pel catet PA (paral·lel a l'eix de les Y) del triangle rectangle que forma el radi que uneix el punt P del cercle, que gira al voltant del centre O en sentit antihorari, partint de B cap a C. Cada volta del punt P al cercle és un cicle complet de l'ona sinusoidal.

$$E = PA = PO \sin \alpha = E_{\max} \sin \omega t$$

En la qual ω és la velocitat angular de gir de PO en radiants per segon.

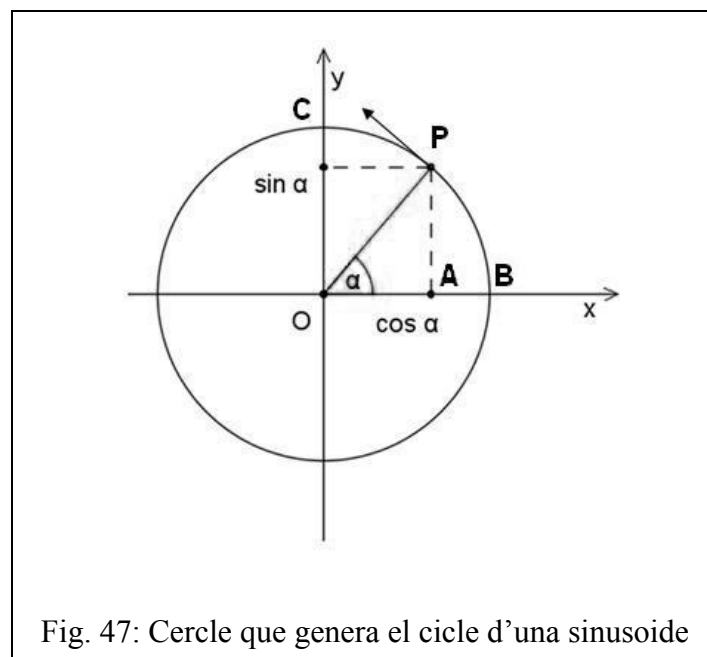


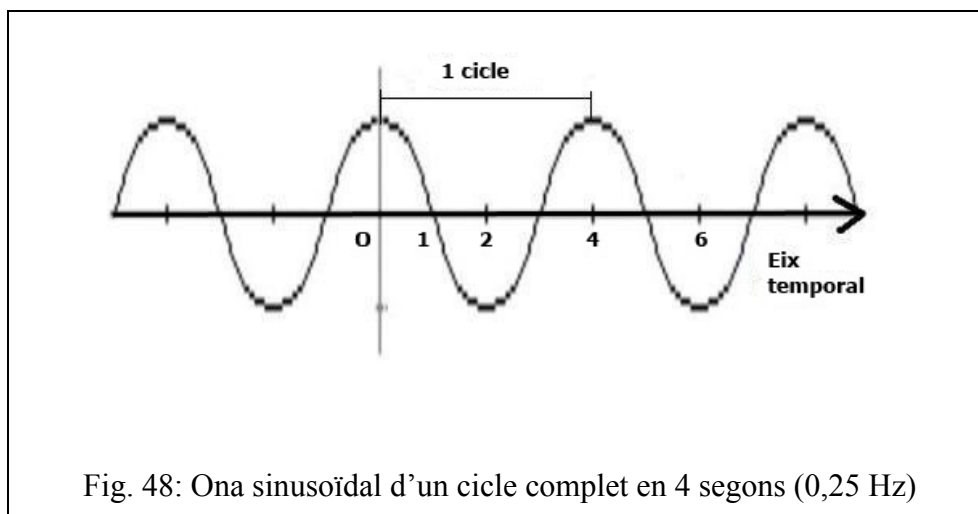
Fig. 47: Cercle que genera el cicle d'una sinusoide

1.6.2 Període, freqüència i l'hertz

A la figura següent, podem observar una funció $V = V_{\max} \times \sin(\alpha)$, és a dir, una ona sinusoidal i, com a tal, l'ona es va repetint al llarg del temps.

Un cicle és el recorregut complet al voltant d'un cercle d'un punt des que parteix de l'eix de les X fins que torna a assolir l'esmentat punt inicial.

Lògicament trigarà un temps a completar aquest cicle o volta completa a un cercle. A aquest temps se li diu període i, a la inversa del període ($1/T$), se l'anomena freqüència, que es mesura en cicles per segon o hertzs (Hz). Vegem un exemple:



A l'exemple de la imatge de dalt veiem que es completa un cicle cada 4 segons. És a dir, el període (T) és igual a 4 segons ($T = 4 \text{ seg.}$) i la freqüència serà llavors:

$$f = 1/T = 1/4 = 0,25 \text{ Hz}$$

Comprovem ara que com més ràpid es repeteixi el cicle, més curt serà el període i, per tant, més gran serà la freqüència.

1.6.3 Valors instantani, màxim i eficaç d'un senyal sinusoidal

Un senyal sinusoidal va prenent diferents valors d'amplitud al llarg del temps. El valor instantani és qualsevol d'aquests valors en un instant determinat. Depenent del moment en què mesurem el valor, aquest serà positiu o negatiu.

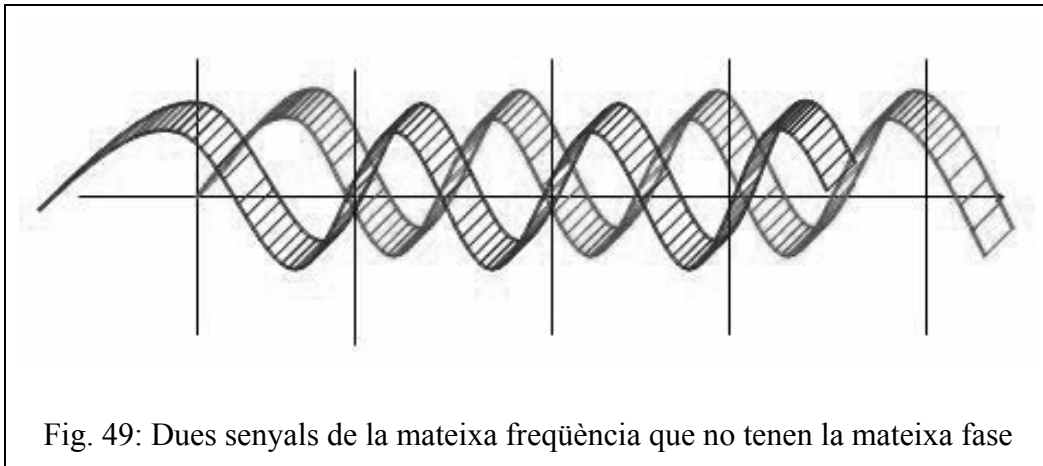
El valor màxim o valor de pic és tal com indica el nom, la màxima magnitud que prendrà el senyal sinusoidal al llarg del temps.

El valor eficaç o RMS és el valor màxim o de pic dividit per $\sqrt{2}$. És a dir:

$$V_{\text{ef}} = V_{\text{max}} / \sqrt{2} = V_{\text{max}} \times 0,7$$

1.6.4 Diferència de fase

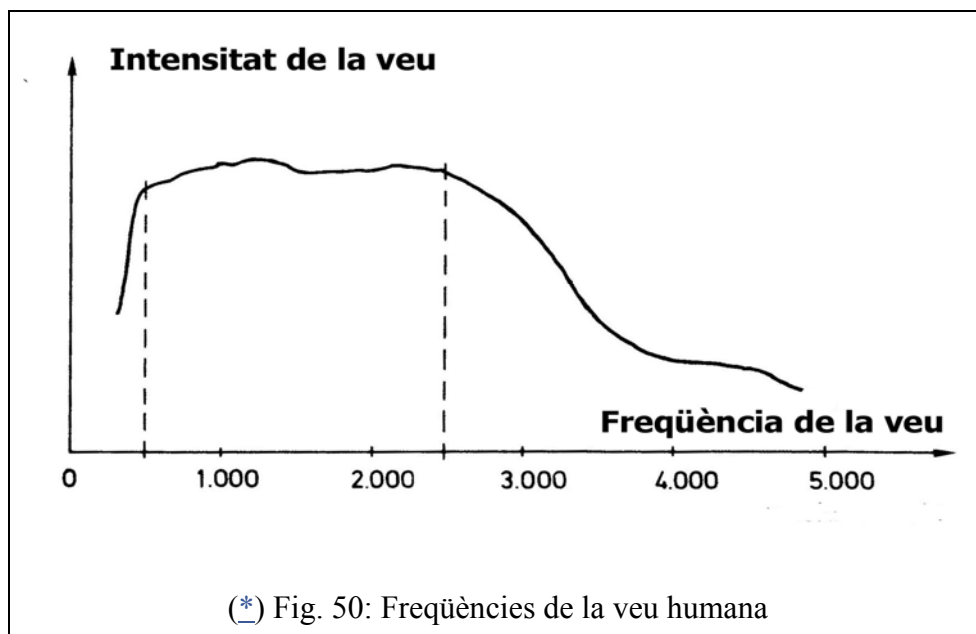
Si dos senyals sinusoidals de la mateixa freqüència tenen els seus valors màxims en el mateix instant de temps es diu que estan en fase; altrament existeix un desfasament entre ells, de manera que el desfasament és com a màxim tan gran com la duració d'un cicle. En la següent imatge es pot apreciar el desfasament que existeix entre ambdós senyals de la mateixa freqüència, però que no polsen al mateix temps o amb la mateixa fase.



1.7 Senyals no sinusoidals

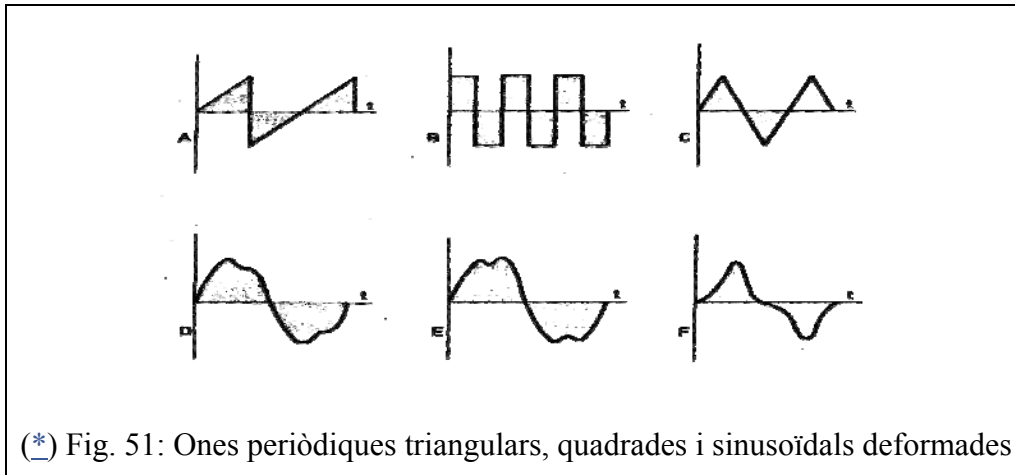
1.7.1 Senyals d'àudio

Els éssers humans podem sentir sons, que no són més que vibracions de l'aire. Aquestes vibracions només es senten en determinades freqüències. Els éssers humans només podem sentir els sons que es troben dins el marge de freqüències dels 20 Hz fins als 20.000 Hz. Per obtenir un senyal elèctric d'àudio, és necessari un micròfon que converteixi les vibracions de l'aire en oscil·lacions elèctriques.



1.7.2 Ones periòdiques triangulars, quadrades i no sinusoidals i la seva representació gràfica

Un senyal quadrat és un senyal periòdic que canvia també el seu estat cíclicament, però el seu valor canvia de determinat valor positiu a un altre negatiu bruscament.



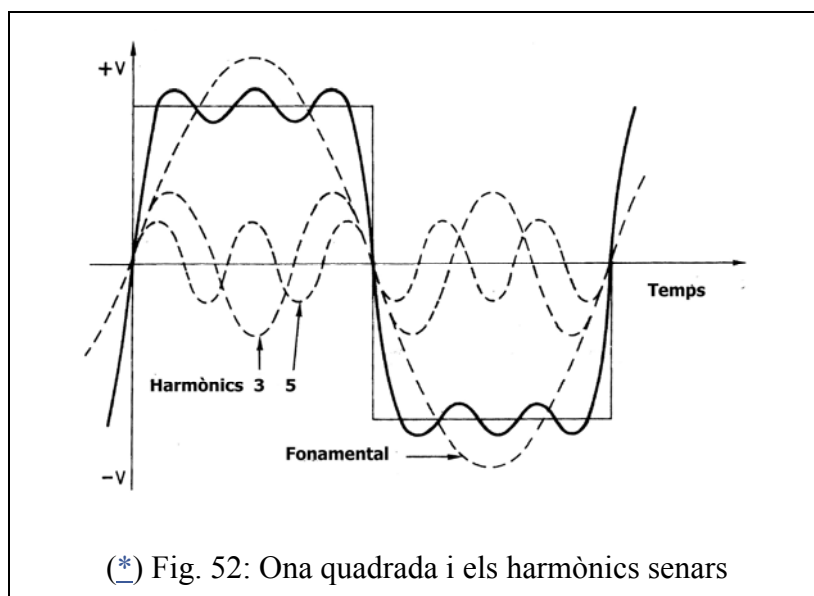
1.7.3 Component continu, el senyal fonamental i els seus harmònics

Qualsevol senyal periòdic que no sigui sinusoidal (que no tingui forma sinusoidal) pot ser descompost en una sèrie o addició de senyals sinusoidals de diferents freqüències harmòniques i amplituds variables.

Per exemple, una ona quadrada periòdica, és a dir, que es va repetint en el temps constantment, és en realitat la superposició d'una ona sinusoidal de la mateixa freqüència de l'ona quadrada i d'altres ones sinusoidals múltiples senars d'aquesta ona fonamental.

Posem nom a les coses: a l'ona sinusoidal de la mateixa freqüència de la quadrada se la coneix amb el nom de senyal fonamental i als múltiples d'aquesta freqüència se'ls anomena harmònics.

A més, el senyal pot tenir un component continu que no seria més que un altre component a sumar amb una freqüència nul·la. Aquest component continu farà que el senyal periòdic quadrat estigui desplaçat per sobre de l'eix central de referència.



A la imatge superior veiem una ona sinusoidal de major amplitud i menor freqüència que anomenem senyal fonamental i, a més, veiem també una altre ona sinusoidal de freqüència triple (tercer harmònic) i una tercera de freqüència quíntuple, ambdues de menor amplitud. Per comoditat visual no s'han representat la resta d'harmònics senars (7f, 9f, etc.). Si suméssim punt a punt per a cada instant del temps l'amplitud de cada harmònic que anem trobant, acabaríem dibuixant un senyal quadrat periòdic.

1.7.4 Soroll

El soroll és un senyal no desitjat sobre el qual no tenim cap tipus de control una vegada ha aparegut i que afecta als nostres equips de telecomunicacions.

El soroll pot ser natural o artificial.

El soroll artificial el generen els aparells elèctrics. Aquest tipus de soroll disminueix a mida que augmenta la freqüència. Només un soroll polsant, és a dir, un impuls de durada molt curta i de molta amplitud, afecta per igual gairebé a totes les freqüències.

Les fonts de soroll natural poden provenir de fonts internes o de fonts externes al nostre equip.

Les fonts externes es deuen a la radiació produïda per elements naturals com els llamps, la radiació solar, els raigs còsmics, etc.

Les fonts internes es troben en el nostre propi equip. El soroll tèrmic existeix als conductors i és produït per causa de l'agitació dels àtoms i per la seva atracció cap als electrons. Normalment augmenta amb la temperatura, ja que a més temperatura, més energia tenen els àtoms i això significa més xocs i més soroll tèrmic.

També unes parts del circuit poden interferir en d'altres. Això es soluciona amb un bon disseny.

El soroll blanc és aquell que presenta la mateixa potència a qualsevol freqüència.

En el nostre equip receptor, com més ample de banda tingui en recepció, més soroll tindrem, ja que captarem un espectre més ampli de soroll.

Amb la següent fórmula es pot calcular la tensió del soroll en el nostre equip.

$$V_s = \sqrt{4 k T B R}$$

On V_s és la tensió de soroll generada per una resistència R

k és la constant de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}$ J/° K)

T és la temperatura en graus Kelvin

B és l'ample de banda del nostre equip en Hz.

1.8 Senyals modulats

Abans d'explicar en què consisteix la modulació d'un senyal, començarem per justificar la necessitat de modular una ona electromagnètica. Com a aspirants a radioaficionats, volem transmetre la nostra veu o unes dades d'un equip de ràdio a un altre.

En principi, per passar d'un senyal elèctric a una ona electromagnètica, n'hi ha prou amb una simple antena, és a dir, un tros de metall. Però aquest tros de metall, anomenat antena, ha de tenir unes característiques determinades i una d'aquestes característiques és la seva longitud. Les antenes han de tenir una longitud proporcional a la longitud d'ona que es vol transmetre.

Com hem estudiat abans, la longitud d'ona és inversament proporcional a la freqüència. A menys freqüència, més longitud d'ona i a més longitud d'ona, necessitem antenes de més longitud.

I aquí ens trobem amb un problema molt seriós: si volguéssim transmetre la nostra veu directament, les freqüències de la qual estan al voltant de 2.000 Hz, ens trobaríem que tenen una longitud d'ona d'uns quants quilòmetres i necessitaríem antenes quilomètriques. Això no sembla del tot viable.

$$\lambda = c / f = 300.000 \text{ km} / 2.000 \text{ Hz} = 150 \text{ km}$$

És per aquest motiu que es van inventar les tècniques de modulació.

Bàsicament, la modulació consisteix a canviar determinades característiques del senyal que volem que transporti la informació que necessitem enviar, però, sobretot, volem aplicar-la a una ona de freqüència més elevada amb longitud d'ona més curta per poder utilitzar antenes de mides més reduïdes.

Abans d'explicar les diferents tècniques de modulació, cal conèixer aquests termes:

Senyal RF o portadora: un senyal de RF (Ràdio Freqüència) és un senyal la freqüència del qual és prou alta com per ser radiada per una antena raonablement petita.

Modulació: És el senyal generat amb la informació i que es disposa a ser manipulat i transmès.

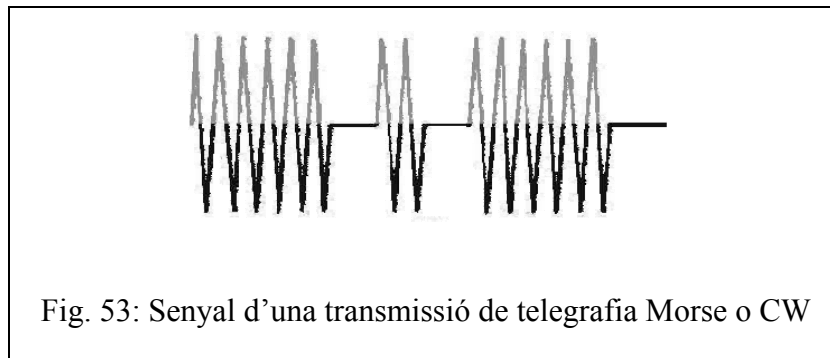
Ample de banda: És l'espai que ocupa qualsevol senyal a l'espectre de freqüències (a l'eix de les freqüències).

1.8.1 Ona contínua (CW)

Ona contínua o CW (*Continuous Wave* en anglès) és la primera modulació que es va inventar i també la més simple.

Es tracta senzillament de transmetre un senyal de RF a intervals. Per exemple, si es transmet durant dos segons, això podria considerar-se una

ratlla i, si es transmet durant només un segon, es consideraria un punt. Això s'utilitza en radiotelegrafia per a transmetre el codi Morse. Encara que els temps són més breus.

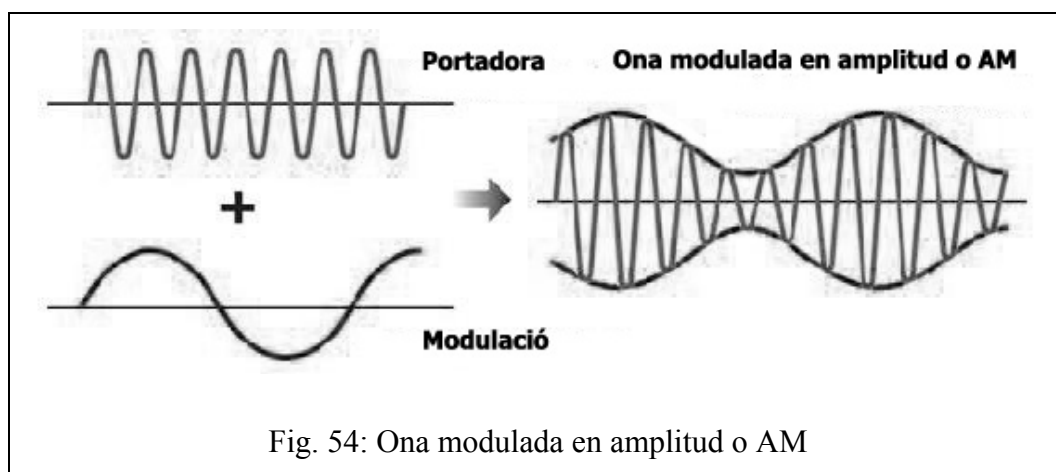


En resum, depenent de la durada del senyal es considera un punt o una ratlla i així, amb l'alfabet codificat amb el codi Morse, es poden transmetre lletres i números.

1.8.2 Modulació d'amplitud (AM)

La modulació d'amplitud consisteix a variar l'amplitud d'una portadora de RF al ritme que marca el senyal modulador, per exemple, la nostra veu. Quanta més amplitud tingui el senyal modulador (la veu), més amplitud tindrà el senyal de RF i a la inversa.

D'aquesta manera transmetrem un senyal de RF apte per ser emès per l'antena en qüestió, però amb unes variacions causades per un senyal modulador que transporta la nostra veu i podem captar-lo molt lluny en un equip receptor i així recuperar el senyal modulador (desmodular la veu en aquest cas).

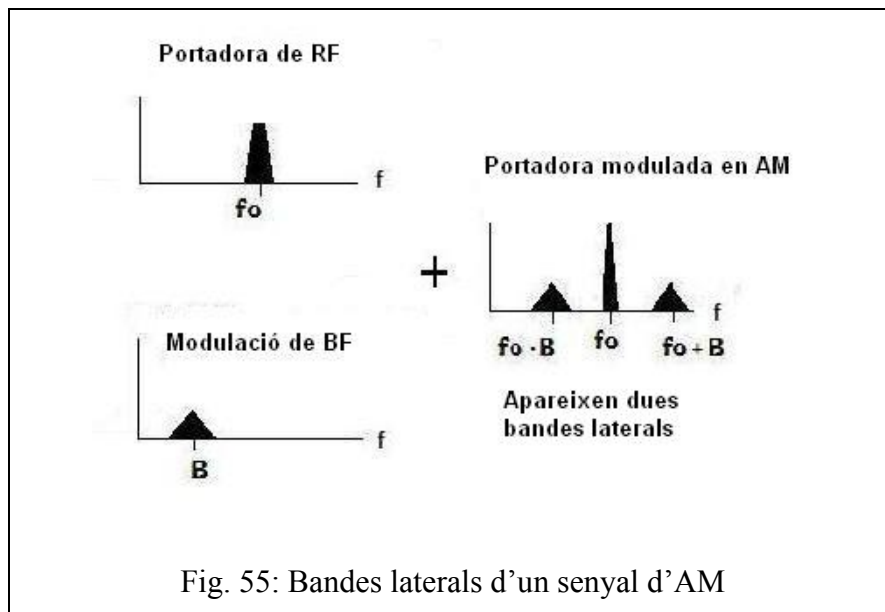


L'índex de modulació d'AM es calcula com la relació entre l'amplitud del senyal modulador (**Am**) i l'amplitud del senyal de RF modulada (**A0**).

$$m = Am/A0$$

A la figura anterior es representa temporalment el senyal modulat en AM. L'ample de banda d'un senyal de RF modulat en AM és 2 vegades la freqüència màxima del senyal modulador.

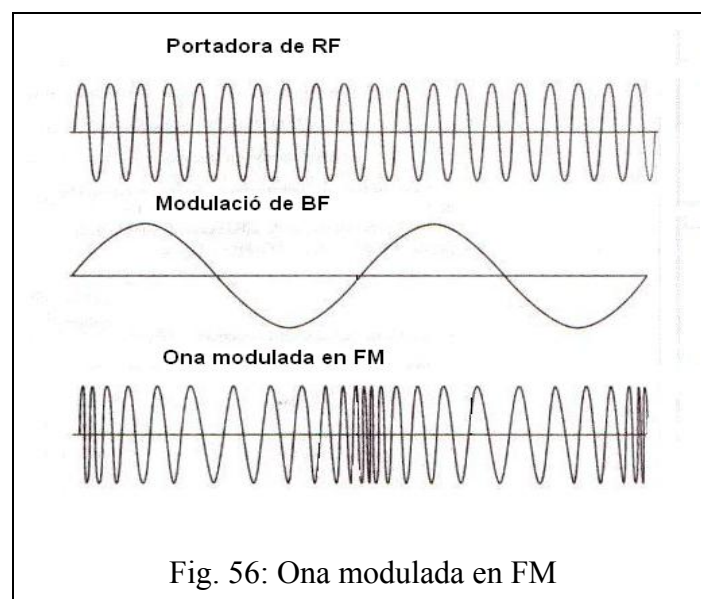
A continuació, veiem la representació del senyal AM en freqüència.



Com es pot observar, tenim un senyal de RF o portadora centrada en la seva freqüència fonamental f_0 i un senyal modulador en banda base d'àudio que ocupa un ample de banda de 0 fins a B . En modular en AM, el senyal modulad ocupava 2 vegades l'ample de B . Això és perquè, tal com s'intueix visualment, l'espectre del senyal modulador que ocupa B es desplaça en ambdós costats del senyal portador, ocupant un ample de banda total de $(f_0 + B) - (f_0 - B) = 2B$.

1.8.3 Modulació de freqüència (FM)

Amb aquest sistema de modulació, en lloc de variar l'amplitud, el que es fa és variar la freqüència d'un senyal de RF al ritme que marquin les variacions d'amplitud del nostre senyal modulador.



El senyal de RF està centrat en una freqüència f_0 i aquesta freqüència es desvia un cert increment positiu i negatiu de valor Δf_0 . Aquest increment i

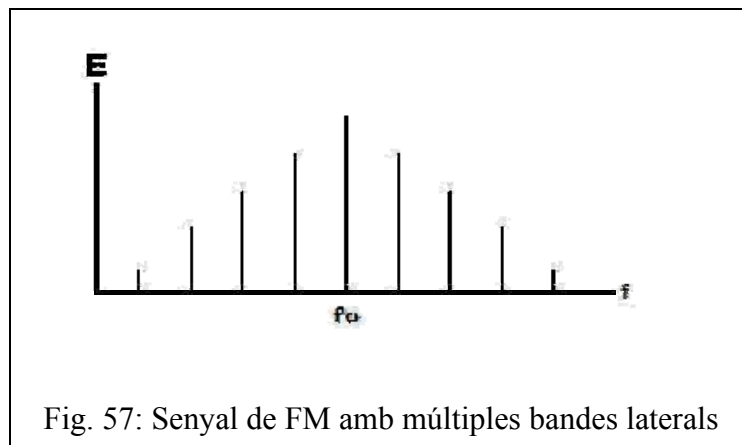
disminució de freqüència rep el nom de desviació màxima de freqüència. I se l'anomena així perquè serà la màxima desviació que sofrirà el nostre senyal RF quan l'amplitud del senyal modulador sigui màxima.

Es coneix com índex de desviació al quocient entre la desviació de la freqüència portadora i la freqüència del senyal modulador: $m = \Delta f_o / f_m$

En la FM de banda estreta utilitzada en la radioafició, l'índex de desviació màxim ha de ser de 2-2,1, de manera que, per a una freqüència d'àudio màxima de 3 kHz, la màxima desviació de freqüència seria de 6 kHz. Això donaria lloc a un ample de banda total màxim de 12 kHz, perfecte pels canals actuals separats per 12,5 kHz.

L'ample de banda d'un senyal modulat en FM és bastant més gran que l'ample de banda del senyal modulador en amplitud, però s'aconsegueix una millor relació senyal/soroll a la recepció i pateix menys les perturbacions paràsites, ja que per sobre d'un determinat nivell de qualitat és insensible a les variacions d'amplitud.

Vegem el seu espectre, és a dir, la seva representació a l'eix de les freqüències:



El nombre de bandes laterals que apareixen en una modulació FM depèn de l'índex de desviació. Així com en AM només hi havia dues bandes laterals, en FM hi ha múltiples bandes laterals, que per tant ocupen un ample de banda més gran. Per simplicitat visual, hem representat les bandes laterals i la portadora amb simples barretes.

1.8.4 Modulació de fase (PM)

Aquesta modulació és molt semblant a la modulació de freqüència. Consisteix en variar la fase del senyal RF en funció del senyal modulador. En variar la fase, el que realment passa és que es varia també la freqüència de la portadora de RF, per la qual cosa ambdues modulacions són pràcticament equivalents quan s'utilitzen en fonía, encara que no és així quan parlem de senyals moduladors digitals.

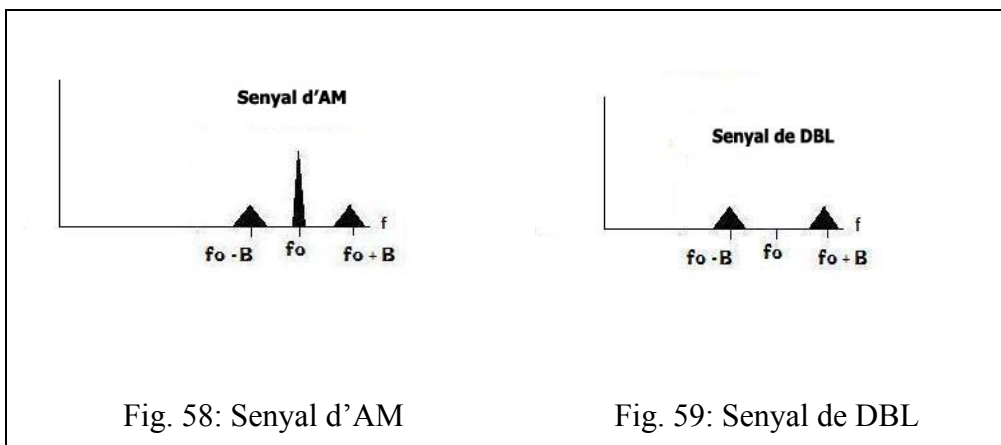
1.8.5 Modulacions de banda lateral (DBL, BLU)

Tant les modulacions en DBL (doble banda lateral) com la BLU (Banda Lateral Única o SSB de l'anglès *Single Side Band*) són modulacions d'amplitud.

La BLU o SSB pot ser de dues classes, depenent de si s'utilitza la banda lateral superior (BLS o USB d'*Upper Side Band* en anglès) o la banda lateral inferior (BLI o LSB de *Lower Side Band* en anglès).

Mitjançant tècniques de filtrat es pot convertir una modulació d'AM en DBL, BLS, BLI.

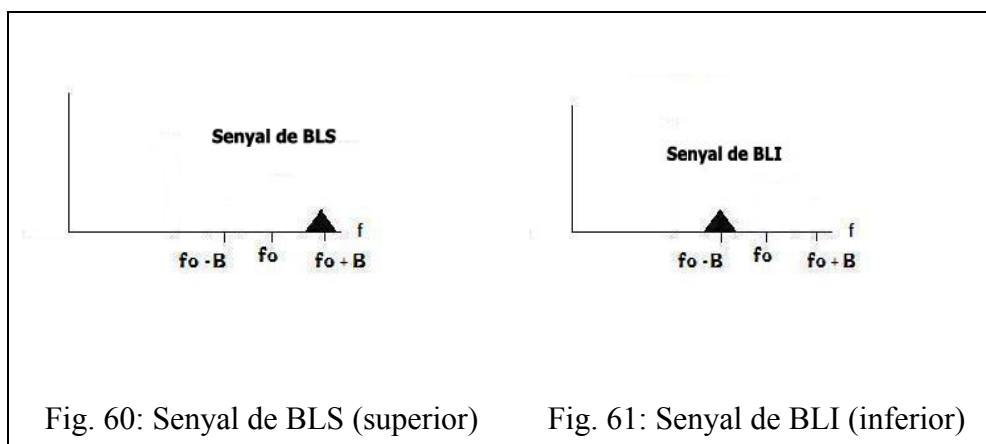
L'espectre d'una modulació AM tenia aquesta forma:



Si s'elimina amb un filtre la portadora, és a dir, f_0 , aconseguim una DBL, ja que només ens queden les dues bandes laterals sense la portadora.

Amb aquesta modulació, ocupem el mateix ample de banda, però fem servir menys potència ja que no emetem la portadora. La informació és repetida de forma simètrica a les dues bandes laterals.

Si suprimim una de les dues, tenim una BLU (banda lateral única o SSB de *Single Side Band*) que s'anomenarà BLS o banda lateral superior (USB d'*Upper Side Band*) o BLI (LSB de *Lower Side Band*), si la banda que emetem és la superior o inferior respectivament. I l'espectre associat és el següent:



Amb una modulació BLI o BLS ocupem la meitat de l'espectre que amb una DBL o una AM, però això fa que el transmissor i el receptor siguin més complexos.

1.8.6 Modulacions digitals

En aquest apartat comentarem breument les característiques de les modulacions digitals més comunes: FSK, 2-PSK, 4-PSK i QAM.

Recordem que els senyals digitals són aquells que contenen la informació digitalitzada, de manera que la informació s'envia normalment en forma d'uns i ceros, és a dir, en el format que anomenem codi binari, en el qual cada element o unitat enviada (sigui un 1 o un 0) es diu que conté un bit d'informació.

1.8.6.1 FSK

La modulació per desviació de freqüència o FSK (de l'anglès *Frequency Shift Keying*) és l'equivalent digital d'una modulació FM.

El senyal modulador és ara una sèrie de bits, que tenen només dos valors possibles l'1 i el 0.

A grans trets, la modulació FSK funciona així: quan el valor és un 1, s'emet una freqüència f_1 i, quan és un 0, s'emet una freqüència f_2 .

En emetre una freqüència diferent per a cada bit, estem modulant la RF en FSK, on només usem 2 freqüències diferents. Tanmateix, podríem enviar agrupaments de bits, els quals reben el nom de símbols, i usar una freqüència diferent per a cada símbol, de tal manera que guanyaríem velocitat de transmissió. I per a entendre-ho, res millor que un senzill exemple:

Transmetem un bit per segon o el que en aquest cas és el mateix, només un símbol per segon, on un símbol per segon és el nombre de bits per segon. En aquest cas coincideixen: 1 símbol/segon = 1 bit/segon.

De manera que només tenim dos símbols diferents, un per al bit 1 i un altre per al bit 0. I en tenir dos símbols tindrem dos freqüències associades a ells, f_1 i f_0 .

En 10 segons haurem transmès 10 símbols, és a dir, 10 bits.

Si ara per a cada símbol utilitzem 2 bits, tindrem 4 combinacions possibles que són: 00, 01, 10, 11. Amb 2 bits podem transmetre 4 símbols diferents. Estem transmetent el doble d'informació amb els mateixos 2 bits. Ara cada símbol serà un parell de bits i si transmetem un símbol per segon, estem transmetent 2 bits per segon. De manera que en 10 segons haurem transmès 20 bits. Hem guanyat velocitat de transmissió de bits, però ara necessitem 4 freqüències per transmetre'ls.

El parell de bits 00 serà el símbol 1 associat a la freqüència f_1
El parell de bits 01 serà el símbol 2 associat a la freqüència f_2
El parell de bits 10 serà el símbol 3 associat a la freqüència f_3

El parell de bits 11 serà el símbol 4 associat a la freqüència f_4

Analitzem les definicions que podem extreure d'aquest exemple:

Velocitat de bit: La velocitat de bit ha augmentat en el segon cas. D'1 bit per segon passa a 2 bits per segon. La velocitat de bit és el nombre de bits que es transmeten en un segon.

Velocitat de símbol: La velocitat de símbol és la mateixa en ambdós casos: un 1 símbol per segon en els dos casos, però en el segon cas s'ha doblat la velocitat de bits. La velocitat de símbol és el nombre de símbols que es transmeten en un segon.

1.8.6.2 2-PSK i 4-PSK

La modulació per desplaçament de fase o PSK (en anglès *Phase Shift Keying*) és la modulació digital equivalent a la modulació de fase o PM analògica.

En la 2-PSK es fa variar la fase d'una portadora entre dos valors. Si s'emet un 1, s'avança 180° la fase i, si s'emet un 0, el senyal portador es deixa tal qual. De manera que la diferència entre un 1 i un 0 és que s'emet el senyal portador o s'emet la seva versió desfasada 180° . I així com passa amb les modulacions analògiques, on la modulació de fase i de freqüència eren equivalents, en digital també ho són. Una modulació PSK té el mateix comportament que una modulació FSK. El fet de canviar la fase és com canviar la freqüència. En la 2-PSK només es poden transmetre 2 símbols i, per tant, 1 bit per símbol.

La 4-PSK és una variant de la modulació 2-PSK on en comptes d'existir 2 valors possibles de fase, existeixen 4 valors possibles, de manera que es transmeten 4 símbols i 2 bits per símbol. S'ha doblat la capacitat de transmetre informació.

1.8.6.3 QAM

La QAM (en anglès *Quadrature Amplitude Modulation*) és una modulació d'amplitud en quadratura en la qual es varia l'amplitud de dos senyals de la mateixa freqüència, però separades 90° entre si.

Els dos senyals, encara que siguin de la mateixa freqüència, no s'interfereixen perquè són ortogonals i això significa que estan desfasats o separats per una diferència de fase de 90° . Com un sinus i un cosinus, que estan desfasats 90° , quan un té un valor màxim, l'altre val 0 i viceversa i, gràcies a això, no s'interfereixen en els instants en què es produeixen els seus respectius màxims. Això pot sonar confús de manera que anem a veure un exemple:

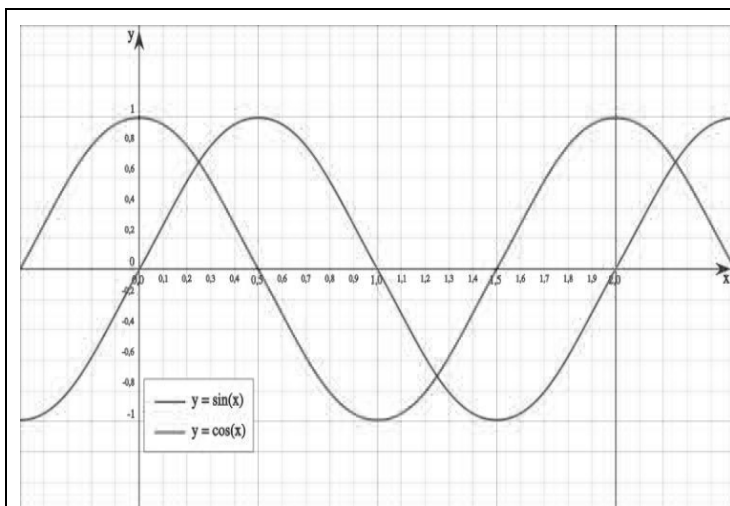


Fig. 62: Senyal QAM

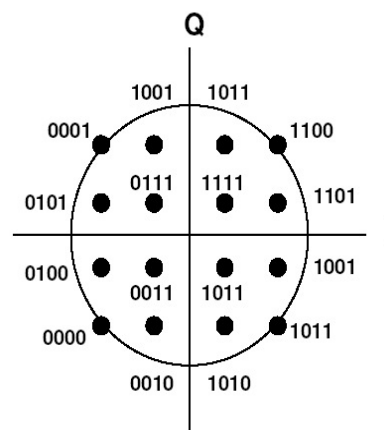


Fig. 63: Senyal QAM

A la imatge de l'esquerra apreciem que, quan un senyal té el seu valor màxim, l'altre té un valor 0 i viceversa. De manera que, encara que tinguin la mateixa freqüència, no s'afecten entre si en els seus valors màxims. Què significa això? Que tenim una restricció a l'hora de "llegir" el valor del sinus i el cosinus. Per exemple, no podem fixar-nos en el valor del sinus fora dels seus respectius màxims, perquè llavors sí que quedaria interferit pel cosinus, ja que en qualsevol altre instant que no sigui un màxim, ambdós senyals tenen un valor determinat. És condició essencial que en el moment en què recuperem el valor del sinus, el cosinus valgui 0 i això, repeteixo, només passa quan el sinus té el seu valor màxim.

1.8.7 Taxa de bit, taxa de símbol (baud) i ample de banda

La taxa de bit (en anglès *Bit Rate*) és la velocitat de bits, és a dir, el nombre de bits que es transmeten per segon.

La taxa de símbol o velocitat en bauds és la velocitat de símbol, és a dir, el nombre de símbols que es transmeten per segon. 1 baud = 1 símbol per segon.

Un símbol pot compondre's d'1 bit fins a N bits, on N pot ser qualsevol nombre enter més gran que 1. En altres paraules, $N = 1, 2, 3, 4, 5... \text{ etc.}$ Quan a un símbol li correspongui $N = 1$, en aquest cas concret 1 baud = 1 símbol per segon = 1 bit per segon.

Si a un símbol li corresponen 2 bits, 1 baud = 1 símbol per segon = 2 bits per segon.

L'ample de banda digital és la quantitat de dades que es poden transmetre en una unitat de temps i es mesura en bits per segon.

1.8.8 Detecció i correcció d'errors (CRC i FEC)

Els codis CRC (del l'anglès *Code Redundancy Checking*) són bits afegits a una sèrie de bits d'informació emesos que compleixen una fórmula especial i serveixen per detectar errors en els bits transmesos de manera que, si a la recepció es detecta un error perquè no es compleix la fórmula, es demana al transmissor que reexpedeixi tot el paquet d'informació una altra vegada.

En canvi, els codis FEC (de l'anglès *Forward Error Correction*) també s'afegeixen als bits d'informació emesos, però no només permeten detectar errors, sinó que a més permeten corregir els bits erronis rebuts, sempre que es compleixin unes determinades condicions, depenent de cada codi, com per exemple que només s'hagi produït un nombre màxim d'errors, etc.

En ambdós sistemes, cal afegir bits de detecció i de correcció als bits d'informació transmesos, de manera que la capacitat del canal, és a dir, l'ample de banda digital, disminueix lleugerament.

1.9 Potència i energia

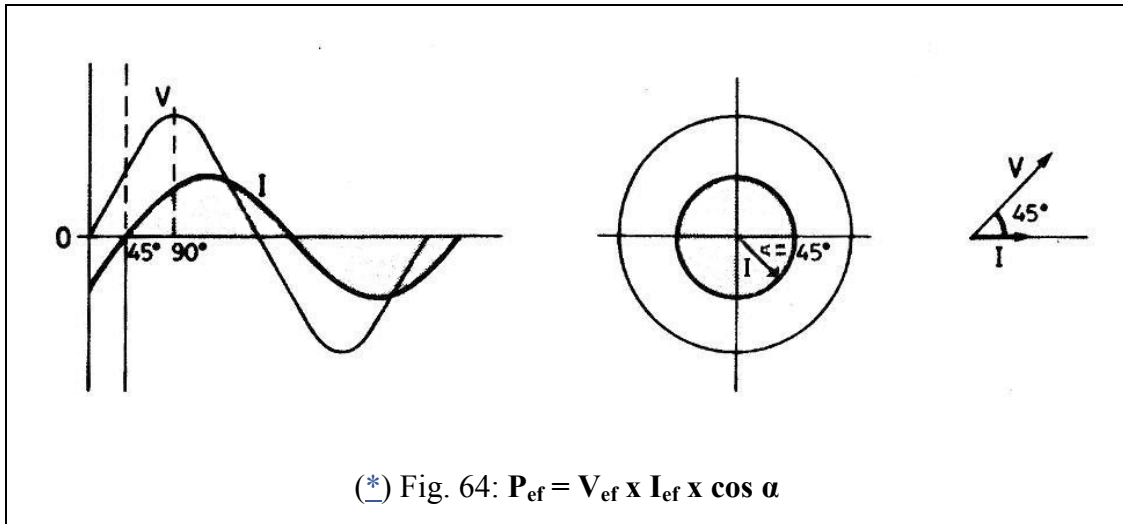
1.9.1 Potència dels senyals sinusoidals alterns

Els senyals sinusoidals, com varien amb el temps i, encara que aconseguen un valor màxim V_{\max} , no tenen un valor constant i no realitzen un treball constant, de manera que hem de definir com a tensió eficaç V_{ef} d'un corrent altern de valor màxim V_{\max} a aquella tensió contínua (inferior a la V_{\max}) equivalent que en la pràctica realitzaria el mateix treball que aquesta tensió alterna d'un valor màxim V_{\max} . En la pràctica, si el senyal és sinusoidal, el valor eficaç $V_{\text{ef}} = (\sqrt{2}/2) \times V_{\max} = 0,707 V_{\max}$.

De la mateixa manera, la intensitat eficaç I_{ef} d'un corrent altern és inferior a la I_{\max} i és l'equivalent a un corrent continu I_{ef} que transportaria el mateix nombre d'electrons per segon que un corrent sinusoidal de valor màxim I_{\max} . De la mateixa manera es compleix que, si el senyal és perfectament sinusoidal, la $I_{\text{ef}} = 0,707 \times I_{\max}$.

La potència eficaç P_{ef} en un circuit de corrent altern, és a dir, la capacitat de realitzar un treball, es calcula com el producte entre la tensió eficaç V_{ef} aplicada i el corrent eficaç I_{ef} que circularà, si les dues estan en fase. Però, en general, quan no estan en fase, per obtenir la potència eficaç, s'han de multiplicar també pel cosinus de l'angle de desfasament que formen entre ambdues.

$$P_{\text{ef}} = V_{\text{ef}} \times I_{\text{ef}} \times \cos(\alpha)$$



Si les dues ones, la de tensió i la d'intensitat, són en fase, l'angle que formen entre elles és 0 i, per tant, com el $\cos(0) = 1$, el producte de $V_{ef} \times I_{ef} \times \cos(0)$ queda reduït a $V_{ef} \times I_{ef}$.

Si les ones de tensió i d'intensitat estan desfasades un cert angle α , l'expressió pren la forma de $P_{ef} = V_{ef} \times I_{ef} \times \cos(\alpha)$, on α és l'angle de desfasament entre tensió i intensitat. I com α és diferent de 0, la potència calculada es denomina també potència real o potència activa, la unitat de la qual és també el vat. En realitat estem multiplicant la tensió màxima pel component de la intensitat que està en fase amb la tensió.

Al mateix temps, quan hi ha aquest desfasament α entre ambdues sinusoides, pel circuit circula també una component del corrent desfasada 90° amb la tensió que dóna lloc a una potència fictícia que no produeix ni calor ni treball efectiu i s'anomena potència reactiva, que es calcula com a $P_x = V_{ef} \times I_{ef} \times \sin(\alpha)$.

En general, les potències en circuits de corrent altern es mesuren en volt-amperes, producte de la tensió i la intensitat eficaç, tenint en compte que la potència eficaç en wats serà sempre menor.

1.9.2 El bel i el decibel (dB)

Al món de la ràdio és molt habitual expressar la potència en unitats logarítmiques: el dB o decibel. És molt més còmode expressar els guanys com a unitats que es poden sumar, en lloc de números que calgui multiplicar. El bel i el decibel són els operadors matemàtics logarítmics que ens permeten realitzar aquest artífici amb gran comoditat.

Així doncs, si el guany d'un amplificador és $G = V_2/V_1$, el guany en bels d'aquest mateix amplificador serà:

$$GB = \log(V_2/V_1)$$

El decibel és una desena part del bel (B). El decibel (dB), com el bel, és una unitat logarítmica. I, per tant, el guany en decibels serà 10 vegades més gran:

$$\mathbf{GdB = 10 \times GB = 10 \times \log (V2/V1)}$$

En realitat, el Bel i el dB (decibel) no són cap unitat ni de potència, ni d'energia ni de res; senzillament expressen una comparació, és a dir, el valor relatiu entre dues magnituds de la mateixa naturalesa. Per obtenir el guany en dB, només hem de multiplicar els bels per deu.

Pot semblar una cosa molt confusa, però quan vegem quines aplicacions té, tot cobrarà sentit.

Per exemple, si disposem d'un amplificador el qual en injectar-li una potència d'entrada ens lliura una determinada potència de sortida, per saber quanta potència hem guanyat, què faríem? Dividir la potència de sortida entre la potència d'entrada.

De manera que si en el nostre exemple introduïm 1 vat i l'amplificador ens lliura 2 vats a la sortida, per saber com ha amplificat, dividirem la potència de sortida entre la d'entrada:

$$\mathbf{Guany = 2 W / 1 W = 2}$$

Com veiem el resultat és 2, és a dir, l'amplificador ha multiplicat la potència d'entrada per un factor 2. Aquest 2 òbviament no té unitats.

Així doncs un dB tampoc no té unitats. El guany d'aquest amplificador es pot expressar en dB i per calcular-lo només s'ha d'aplicar la següent fórmula:

$$\mathbf{Guany en dB = 10 \times \logaritme (2) = 3 dB}$$

Seguint amb el nostre exemple, si ara que sabem el guany del nostre amplificador, volem saber quina potencia de sortida obtindrem si injectem 2 vats a l'entrada, veiem que hem de multiplicar 2 W pel guany, és a dir:

$$\mathbf{Potència de sortida = 2 W \times 2 = 4 W}$$

Ara veiem com multiplicant la potència pel guany obtenim la potència en vats de sortida, com és lògic.

Tots aquests càlculs també es poden fer sumant i restant dB. Tan sols hem d'expressar la potència d'entrada en decibels referits a 1 vat i sumar-li el guany en decibels. Veiem que les multiplicacions de guany en una operació "de les de sempre", quan treballem en decibels es simplifiquen en una simple suma. I si haguéssim de dividir en una operació convencional (dita lineal) en dB seria una simple resta.

$$\mathbf{Potència d'entrada en dB = 10 \times \log (1 W d'entrada /referit a 1 Vat) = 0 dBW}$$

Explicarem aquesta fórmula. Com veiem, al món dels decibels també es poden expressar unitats de potència afegint la lletra W al dB. De manera que un dB, que és una relació logarítmica sense unitats, passa a ser unitats de potència en escriure dBW.

Hem expressat la potència en dBW fent el logaritme de la potència que volíem convertir referida a la unitat de potència que volíem. Què significa això últim? Si un vat ho volem expressar com un decibel referit a un vat (dBW), hem de fer el logaritme de la potència referida a un vat. D'aquí ve la divisió realitzada dins del logaritme; $10 \times \log(1 \text{ vat} / 1 \text{ vat}) = \log(1/1)$. Com el logaritme d'1 és 0, la potència en decibels és 0 dBW.

Per acabar d'entendre tot això, així com podem expressar 1 vat com 1000 mil·livats, també es pot fer aquesta operació al món dels dB.

És tan fàcil com referir la potència d'entrada d'1 W a 1 mW. Com es fa? Senzill, així:

Potència expressada en dBm (és a dir, en decibels referits a un mil·livat) $= 10 \times \log(1 \text{ W} / 1 \text{ mW}) = 10 \times \log(1000/1) = 10 \times 3 = 30 \text{ dBm}$

Ja està! Ha estat fàcil, veritat?

El resultat d'aquesta operació és que un vat equival a 30 dBm, doncs així queda referida la potència a 1 mil·livat.

Resum:

1 vat = 0 dBW = 30 dBm

Sumar dB equival a multiplicar, restar dB equival a dividir.

Per tant, ara que ja sabem com funcionen els decibels, fem unes quantes operacions.

Si en un amplificador introduïm 1 dBW i ens lliura 5 dBW, quin serà el guany d'aquest amplificador?

Guany en dB = 5 dBW - 1 dBW = 4 dB

Mira! Hem restat dBW i dBW i en el resultat han desaparegut les unitats (recordem que dB a seques no és una unitat, només ens informa d'una relació de nivells que està expressada en decibels).

És això lògic? Doncs clar! Què haguéssim fet en una operació de "les de tota la vida"? Hauríem dividit potència de sortida entre potència d'entrada i aquesta operació ens hauria lliurat la relació entre potències, òbviament sense unitats, ja que en dividir vats per vats les unitats desapareixen. Llavors en restar dBW i dBW passa el mateix, ja que restar decibels és com dividir en una operació lineal i ens proporciona una relació o magnitud adimensional.

Una altra forma de calcular el guany d'un amplificador, si es coneixen les potències d'entrada i sortida de l'amplificador lineal, és la següent:

Potència d'entrada = 2 W, potencia de sortida = 4 W

Guany en dB = $10 \times \log(4 \text{ W} / 2 \text{ W}) = 10 \times \log(2) = 3 \text{ dB}$

Lògicament dins del logaritme podem introduir la divisió de les dues potències com el guany de l'amplificador, ja que és la mateixa:

Potència sortida/Potència entrada = guany

Una taula resumeix la conversió entre els dB i el guany en amplificació:

0 dB equival a una relació de potències d'1

3 dB equival a una relació de potències de 2

6 dB equival a una relació de potències de 4

10 dB equival a una relació de potències de 10

20 dB equival a una relació de potències de 100

Finalment, si un circuit qualsevol lliurés a la sortida una potència inferior a la d'entrada, en calcular el guany de l'esmentat circuit obtindríem un resultat inferior a la unitat. En decibels, això seria un valor negatiu.

Exemple:

Potència d'entrada= 4 vats; potencia de sortida = 2 vats

Guany = 2 vats/4 vats = 0,5 (que clarament suposa una pèrdua de potència)

Al món del decibel això seria així:

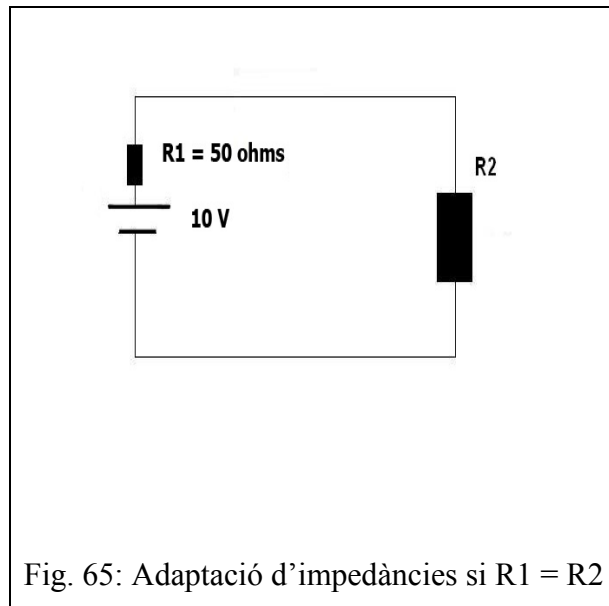
Guany en dB = 10 x logaritme (2 vats / 4 vats) = 10 x logaritme (0,5) = -3 dB (el resultat és negatiu, la qual cosa indica pèrdues)

1.9.3 Adaptació d'impedàncies i màxima transferència de potència

Tal com s'explicarà amb més detall en el tema 3, s'obtindrà màxima transferència de potència entre dos circuits quan aquests presentin la mateixa impedància, és a dir, que la impedància de sortida d'un amplificador és igual a la impedància d'entrada del següent. Més concretament, quan les resistències de sortida i d'entrada siguin iguals i les reactàncies respectives siguin nul·les o conjugades i es cancel·lin entre elles.

Ara veurem un simple exemple que servirà per entendre per on van els trets:

Si tenim el circuit de la figura, en la qual R1 és la resistència interna de la font i R2 és la càrrega a la qual volem subministrar l'energia de la pila:



Quan $R2$ tingui el mateix valor que $R1$, la potència lliurada a $R2$ serà la màxima, encara que no se li apliqui el voltatge o intensitat màxim.

Abans de demostrar-ho amb càlculs, vegem determinats detalls que ens poden portar a engany. Quin és el nostre objectiu? Lliurar la màxima potència des de la font de tensió a $R2$.

Disposem d'una pila que lliura 10 V de tensió, però té una resistència interna de 50 ohms.

Amb el que sabem fins ara d'electrònica, podem pensar que si $R2$ fos molt gran, cauria sobre ella tota la tensió de la font. Si s'aplica la fórmula del divisor de tensió, veiem que si $R2$ és molt més gran que $R1$, gairebé tota la tensió caurà sobre $R2$. Però llavors no s'ha d'oblidar que la intensitat que circularia pel circuit seria molt petita i, com la potència és $V \times I$, aquest producte quedaria molt petit. Si, per exemple, fem la resistència de càrrega **$R2 = 100 \Omega$** , el corrent $I_{100} = 10 \text{ V} / (R1 + R2) = 10/150 = 0,066 \text{ A}$

$$P_{100} = R I^2 = 100 \times (0,066)^2 = 100 \times 0,0044 = \mathbf{0,44 \text{ W}}$$

El mateix passa si optem per escollir una $R2$ molt petita, perquè així circuli més intensitat. De la mateixa manera, la tensió que cauria sobre $R2$ seria molt petita i novament la potència lliurada a $R2$ seria petita. Suposem que **$R2 = 20 \Omega$** , el corrent $I_{20} = 10 \text{ V} / (R1 + R2) = 10/70 = 0,142 \text{ A}$

$$P_{20} = R I^2 = 20 \times (0,142)^2 = 20 \times 0,0204 = \mathbf{0,41 \text{ W}}$$

Però què passa quan adaptem impedàncies entre la font i la càrrega, és a dir, que $R2$ sigui igual a $R1$? La resistència de càrrega $R2$ té també 50 .

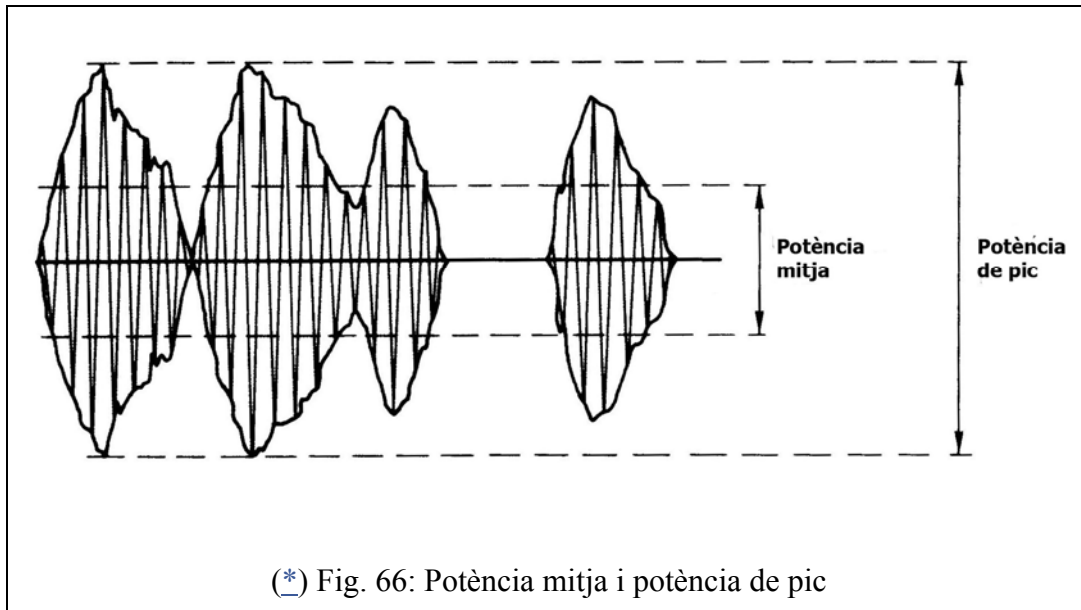
En la resistència de càrrega circula un corrent $I_{50} = 10 / 100 = 0,1 \text{ A}$ i en **$R2 = 50$** apareix una potència:

$$P_{50} = R I^2 = 50 \times (0,1)^2 = 50 \times 0,01 = \mathbf{0,50 \text{ W}}$$

Per tant, sense tenir la màxima tensió que aconseguiríem amb una R2 molt gran, ni la màxima intensitat que s'aconseguiria amb una R2 molt petita, quan les dues resistències són iguals, obtenim un "equilibri" o adaptació d'impedàncies que ens aporta la màxima potència a R2.

1.9.4 Potència de pic

Com hem vist anteriorment, la potència d'un senyal altern té total dependència del temps. Per simplificar els càlculs, s'ha establert la definició de potència de pic, que és senzillament la multiplicació del valor màxim de l'ona de tensió i el valor màxim de l'ona d'intensitat.



El valor màxim d'aquestes ones és aquell valor més gran que assoliran al llarg del temps, és a dir, el valor de pic de cada una d'elles i el seu producte ens donarà la màxima potència de pic.

1.10 Processat digital de senyal (DSP)

I per a què necessitem fer un processador digital de senyal? En digitalitzar un senyal analògic aconseguim uns quants avantatges molt interessants.

És més fàcil processar un senyal digital que un senyal analògic i és molt més fàcil i còmode emmagatzemar un senyal digital que un analògic.

Un DSP és un processador digital de senyal que rep un senyal digital i torna un altre senyal digital en funció de quin sigui el seu programa de processat.

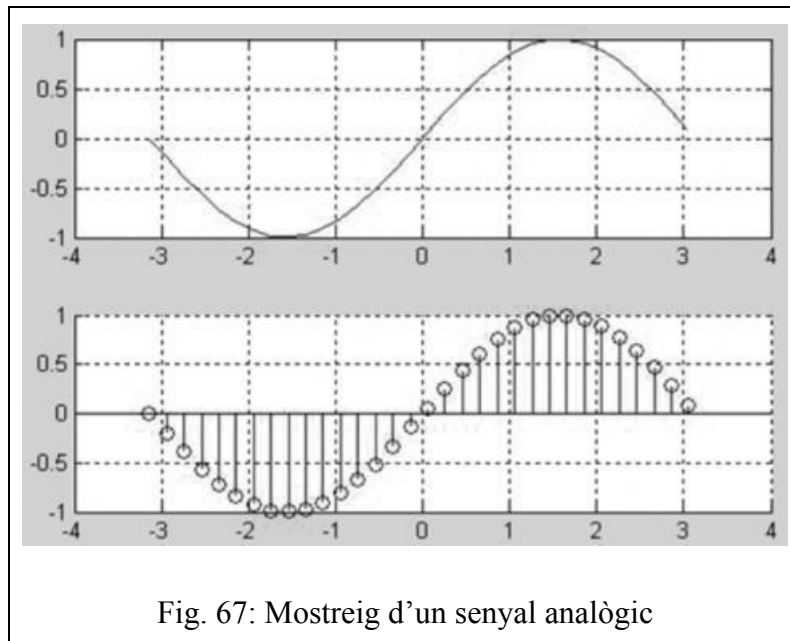
Mitjançant el processador digital o DSP és possible realitzar accions complexes sobre els senyals que serien impossibles al món analògic. Per exemple, fer un filtrat molt selectiu de certes freqüències o una compressió de l'amplitud del senyal segons sigui la seva freqüència.

1.10.1 Mostreig i quantificació

El primer procés que requereix tot procés de DSP és convertir el senyal analògic a digital.

Això es fa mostrejant el senyal analògic (continu en el temps), que no és cap altra cosa que prendre valors del senyal analògic cada cert temps (T_m).

Exemple de mostreig:



A la imatge superior veiem el senyal analògic que és continu en el temps i a sota veiem el senyal mostrejat, on cada puntet és una mostra. Tal com es pot veure a la imatge, s'han agafat 5 mostres per segon, així que 5 és la freqüència de mostreig ($f_m = 5$ mostres/segon). El període de mostreig T_m és la inversa, és a dir, 0,2 segons.

La quantificació és una cosa tan simple com donar un valor concret a cada mostra. Depèn del nombre de bits de què disposem per donar valor a l'amplitud del senyal a cada punt. Existeixen diversos criteris per quantificar, però són de l'estil següent:

Si, per exemple, una mostra es troba entre 0,40 i 0,49 volts, el valor que li podem assignar pot ser de només 0,4 V de manera que totes les mostres compreses d'aquest mateix marge tindran el mateix valor de 0,4 V.

És molt intuïtiu veure que aquest procés porta inclòs un error de quantificació, perquè es perd certa informació en cada mostra, ja que si ara pretenem fer el procés invers, cada mostra quantificada que tingui un valor de 0,4 V no sabem quin valor tenia exactament, sinó només que era entre 0,40 i 0,49 i podem donar-li el valor de 0,45 V. Així que depenent de la qualitat de la quantificació (del nombre de bits utilitzats), aquest error serà més o menys important.

1.10.2 Freqüència mínima de mostreig (freqüència de Nyquist)

Segons el teorema de mostreig de Nyquist-Shannon, per poder reproduir un senyal mostrejat amb exactitud, és necessari que la freqüència de mostreig sigui com a mínim el doble de la freqüència del senyal original analògic.

Aquest criteri indica només la freqüència mínima de mostreig, però no la màxima, ja que com més gran sigui aquesta freqüència, millor serà la reconstrucció. Com a inconvenient, com més gran sigui la freqüència de mostreig, més mostres obtindrem i això es converteix en més informació a emmagatzemar i processar. Per tant, trigarem molt més en el processament.

1.10.3 Filtrat *antialiàsing* i de reconstrucció

Si s'utilitza una freqüència menor de mostreig de la que estableix el teorema de Nyquist, es produeix l'anomenat efecte "*aliasing*" o de solapament. I viceversa, si intentem mostrejar un senyal analògic de freqüència més gran de la que estableix el teorema, ens passarà el mateix, així que hem d'impedir que arribin al digitalitzador senyals amb una freqüència superior a la meitat de la freqüència de mostreig.

Per evitar aquest efecte que impediria recuperar correctament el senyal original, s'utilitza un filtre analògic, anomenat "filtre *antialiàsing*", el qual elimina totes les freqüències que superin la meitat de la freqüència de mostreig utilitzada, abans d'intentar mostrejar-la o digitalitzar-la.

1.10.4 Conversió analògica digital (A/D) i digital analògica (D/A). Error de quantificació

Com ja hem vist, la conversió d'analògic a digital consisteix a mostrejar i quantificar el senyal analògic, i a més, quan ja es tenen les mostres amb valors d'amplitud determinats, el convertidor A/D mesura el senyal i representa el seu valor d'amplitud amb un número digital. Sempre es perd alguna part de la informació en la conversió, ja que nosaltres donarem valors digitals sencers, segons el nombre de bits de què disposem, la qual cosa ens porta a que sempre es produeix un cert error de quantificació en la conversió.

Per exemple, una mostra que al principi tenia un valor de 4,3 V, en quantificar-la li podem donar un valor de 4 o de 5 V. Si escollim el valor superior, com a últim pas de la conversió li donarem, per exemple, el valor digital $5 = "101"$. Així de la mateixa manera, una altra mostra de valor 2,2 V es quantificaria, per exemple, amb el valor superior de 3 V i llavors li donaríem un valor digital d'"011". Hem introduït un error en la quantificació.

Quan es fa una conversió d'A/D s'estableixen les taules o criteris de quantificació i digitalització. Normalment en el procés de quantificació s'inclou el procés de digitalització, de manera que es tracta d'un únic pas.

En resum, en tot procés de conversió A/D és necessari establir dos paràmetres: la freqüència de mostreig que determina la freqüència màxima

digitalizable i la taula de quantificació (i digitalització) que determina els valors que podem donar a l'amplitud del senyal i que ve donada pel nombre de bits de què disposem.

El convertidor D/A és exactament el contrari a l'A/D. Partint d'un senyal digitalitzat, segueix els passos inversos fins a generar el senyal analògic corresponent.

És obvi que si es vol fer el procés A/D -> D/A i recuperar el mateix senyal original, ambdós convertidors han de tenir els mateixos paràmetres establerts.

TEMA 2: COMPONENTS

2.1 Resistències

Una resistència (en anglès anomenada *resistor*) és aquell component que exerceix una certa oposició al pas de corrent. L'impediment que exerceix una resistència al pas del corrent elèctric es mesura en ohms. Cada resistència té un valor òhmic determinat i altres propietats que exposarem a continuació.

2.1.1 Codi de colors de les resistències

I parlant del valor òhmic de les resistències, quan tenim una d'elles a les nostres mans, com sabem quin és el seu valor?

Existeix un codi de colors que es llegeix d'esquerra a dreta i ens indica la quantitat d'ohms que té una resistència en concret.

Color	1era i 2na banda	3era. Banda	4a banda	
	1era i 2na xifra	Multiplicador	Tolerància	%
plata		0,01		"±10%"
or		0,1		"±5%"
	0	x 1	Sense color	"±20%"
marró	1	x 10	Platejat	"±1%"
vermell	2	x 100	Daurat	"±2%"
taronja	3	x 1.000		"±3%"
groc	4	x 10.000		"±4%"
verd	5	x 100.000		
blau	6	x 1.000.000		
violat	7			
gris	8	x 0,1		
blanc	9	x 0,01		

A la resistència de la imatge llegim les franges d'esquerra a dreta.



VERMELL - TARONJA - GROC - PLATA

El primer color i el segon ens indiquen les xifres, i el tercer color el nombre de zeros que hem d'afegir darrere. La quarta xifra ens indica la precisió o tolerància del seu valor. Per tant, segons aquest codi, el valor d'aquesta resistència és el següent:

Vermell = 2 (primera xifra significativa)

Taronja = 3 (segona xifra significativa)

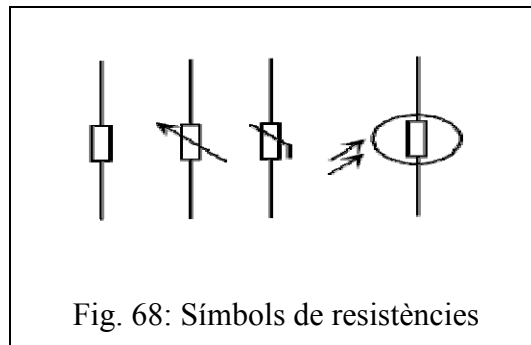
Groc = 4 (multiplicador de zeros)

És a dir, 230.000 (dos cents trenta mil ohms) o també escrit 230k. El quart color indica la tolerància i, en aquest cas, indica una precisió del +/- 10% i el color plata significa que el valor real de la resistència pot variar un 10% en més o en menys del nominal. Dit d'una altra manera, el fabricant ens garanteix que l'esmentada resistència és troba entre 207.000 i 232.300 ohms.

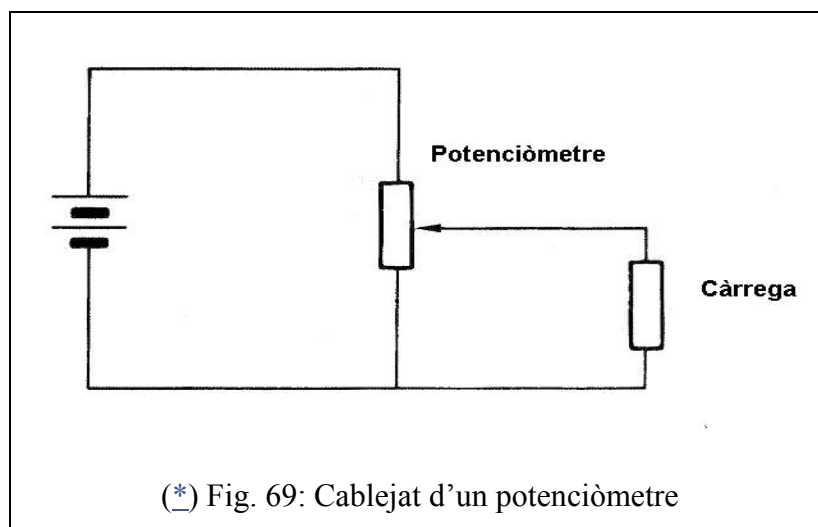
Finalment, parlem una mica de com es poden escriure els valors de resistència més elevats, per mitjà dels mateixos prefixos que en el sistema mètric: si 1 Km = 1.000 m, també 1k = 1.000 . També es pot escriure 1.200 de les següents maneres: 1,2kΩ o 1k2Ω, on la lletra k = 1.000 i la lletra M = 1.000.000.

2.1.2 Tipus de resistències

Per la seva composició, es poden dividir en resistències fixes i en variables. Les fixes també poden ser aglomerades (ja en desús), de pel·lícula de carbó, de pel·lícula metàl·lica i bobinades. Cada una té unes determinades característiques que les fa interessants per a unes aplicacions o unes altres.



Les resistències variables poden ser bobinades i de pel·lícula. Aquestes resistències solen tenir un petit cargol que podem girar i així regular el seu valor òhmic segons convingui, dins dels límits de l'esmentada resistència.



Els anomenats potenciòmetres són resistències variables que disposen de tres patilles, dos connectades als extrems i una altra connectada al cursor desplaçable. Els potenciòmetres poden ser circulars o rectilinis, i poden ser lineals, en els quals la resistència és proporcional a l'angle de gir o al desplaçament, o logarítmics en els quals la resistència augmenta seguint una corba exponencial, més adequada per als controls de volum.

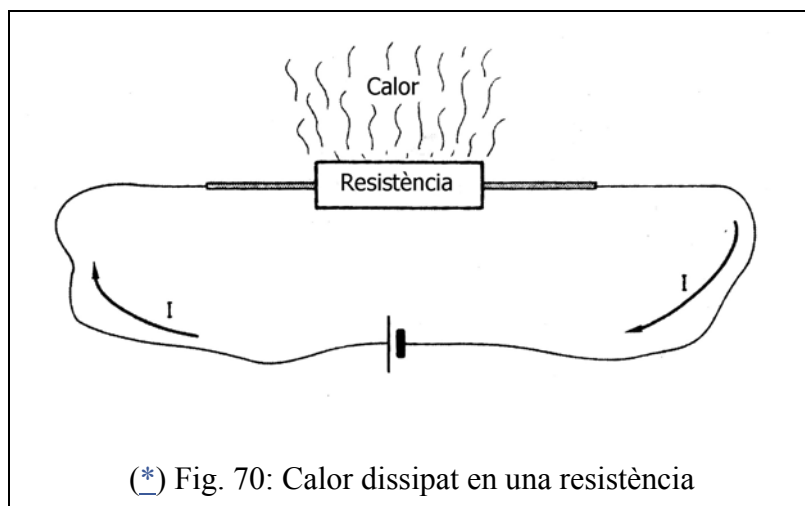
Pel seu funcionament, les resistències poden ser dependents o variables: LDR, VDR, PTC, NTC. Aquestes resistències estan dissenyades de manera que el seu valor òhmic variï dins d'uns límits en funció de la temperatura, de la il·luminació, etc.

2.1.3 Dissipació de potència en les resistències

Quan a una resistència se li aplica una diferència de voltatge o diferència de potencial en els seus extrems, gràcies a la Llei d'Ohm sabem que circularà un corrent proporcional a la divisió entre tensió i el seu valor òhmic $I = V/R$. També sabem que la potència aplicada a la resistència mesurada en wats (W) és:

$$\mathbf{W = V \times I} \text{ o també } \mathbf{W = (R \times I) \times I = R \times I^2 = V \times (V/R) = V^2/R}$$

Si a través d'una resistència de valor R està circulant un corrent I, l'esmentada resistència dissiparà una potència W en forma de calor cada segon. Tota resistència pot suportar com a molt una potència màxima sense escalfar-se excessivament i fer-se malbé.



És molt important conèixer exactament la tensió que s'aplicarà i el corrent que circularà per una resistència en un circuit per poder garantir que la potència que dissiparà l'esmentada resistència sigui inferior a la potència màxima que el component pot aguantar.

Els resistors o resistències es fabriquen per poder dissipar diferents potències. Existeixen resistències per dissipar potències màximes d'1/4 W, 1/2 W, 1 W, 2 W, etc.

2.1.4 Coeficients negatius i positius de temperatura (NTC i PTC)

Un termistor NTC (de l'anglès *Negative Temperature Coefficient*) és una resistència el valor òhmic de la qual es va reduint en funció de l'augment de temperatura, per la qual cosa es diu que té un coeficient negatiu davant les variacions de temperatura.

De manera anàloga, un termistor PTC (de l'anglès *Positive Temperature Coefficient*) és una resistència el valor òhmic de la qual augmenta en funció de l'augment de temperatura, per la qual cosa es diu que té un coeficient positiu davant les variacions de temperatura.

La relació entre la variació de la temperatura i l'augment o disminució de la resistència exercida pel resistor no és gairebé mai lineal, sinó normalment exponencial.

Òbviament aquest tipus de resistències té uns límits de temperatura màxims i mínims dels quals ens informarà el fabricant.

2.2 Condensadors

Un condensador està format per dues làmines conductores separades per un dielèctric molt prim (un material aïllant, és a dir, no conductor).

Els condensadors emmagatzemen càrregues de signe positiu o negatiu a les seves plaques a mida que apliquem una tensió a les dues làmines. La connectada al costat negatiu s'omple d'electrons i la connectada al costat positiu es buida d'electrons.

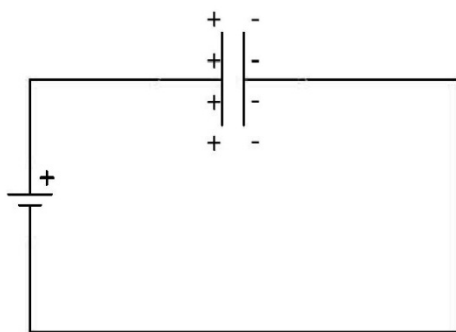


Fig. 71: Condensador amb càrregues

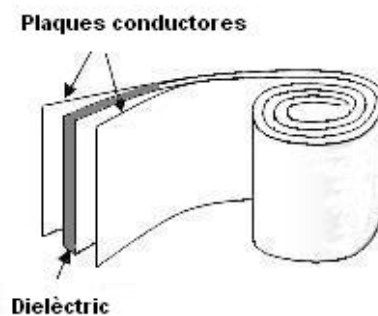


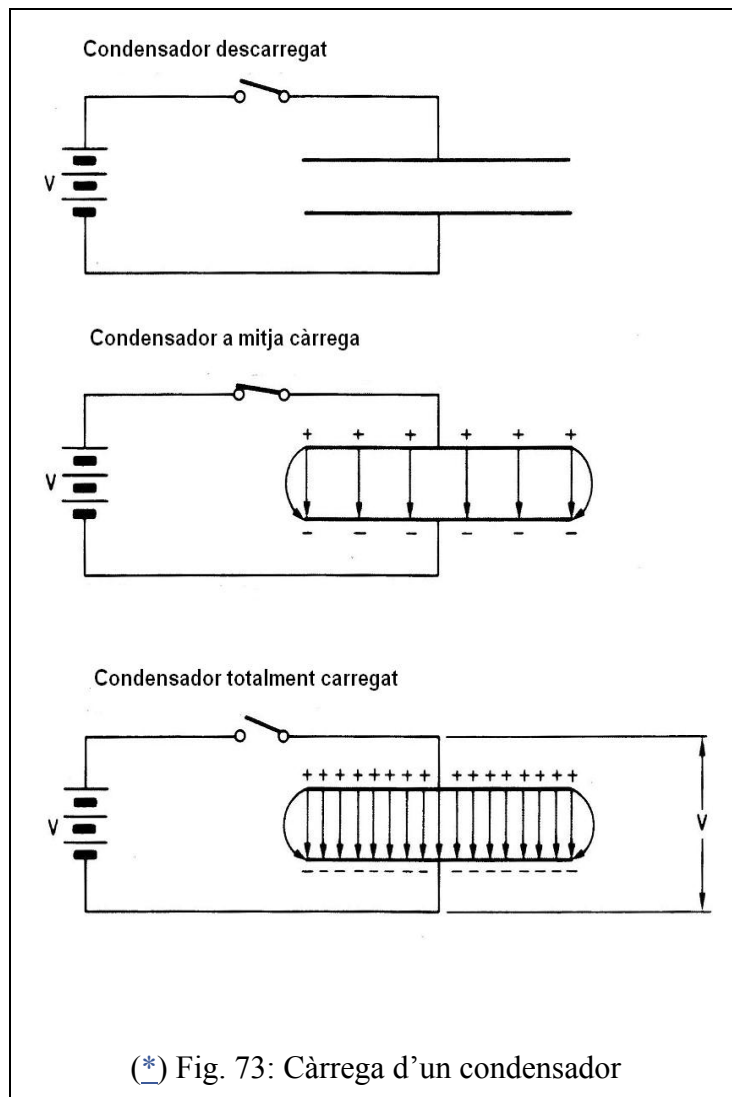
Fig. 72: Construcció d'un condensador

Però, com és possible que circuli electricitat d'una placa conductora a l'altra si estan físicament separades per un dielèctric? A grans trets, quan una càrrega negativa o positiva arriba a una de les plaques, aquesta genera un camp elèctric negatiu o positiu que repel·leix una càrrega del mateix signe a l'altra placa, de manera que no cal un contacte físic entre les plaques perquè circuli corrent, tan sols és necessari aplicar una diferència de voltatge. El condensador es carregarà d'electrons en una placa fins a assolir

en ella una tensió igual al voltatge que s'apliqui als seus borns. En igualar-se la tensió del condensador amb la de la font, deixaran d'entrar més càrregues a les plaques i el corrent de càrrega s'aturarà.

2.2.1 Capacitat i el farad

I la pregunta que ens hem de fer a continuació és: quantes càrregues pot emmagatzemar un condensador? La resposta a aquesta pregunta té nom i cognom: la capacitat es mesura en farads.



La capacitat d'un condensador és un indicador de la seva capacitat d'emmagatzematge de càrregues elèctriques i aquesta capacitat, que es mesura en farads, és la relació entre el nombre de coulombs (electrons) que aconseguim emmagatzemar al condensador i la tensió (o pressió elèctrica) amb què els pressionem al condensador ($C = Q/V$).

Capacitat = Q/V = coulombs / volts

on Q = càrrega elèctrica (en coulombs) i V = voltatge (en volts)

La unitat de mesura de la capacitat és el farad i un farad és la capacitat que té un condensador que emmagatzemi un coulomb aplicant-li una tensió d'un volt.

A la pràctica, aquesta unitat és massa gran i les capacitats dels condensadors més usuals es mesuren en microfarads (μF o milionèsima de farad o 10^{-6} F), nanofarads (nF o mil milionèsima de farad o 10^{-9} F) i picofarads (pF o bilionèsima de farad o 10^{-12} F).

2.2.2 Relació entre capacitat, dimensions i dielèctric

La capacitat d'un condensador depèn de tres magnituds:

$$C = \epsilon S / d$$

Depèn de la naturalesa del dielèctric. Com més gran sigui el coeficient dielèctric ϵ del material aïllant interposat, més capacitat tindrà el condensador.

És directament proporcional a la superfície S enfrontada de les plaques. Com més gran sigui l'àrea enfrontada, més gran serà la capacitat.

És inversament proporcional a la distància d entre les plaques separades pel dielèctric. Com més separades estiguin, menys capacitat tindrà el condensador.

2.2.3 Reactància capacitiva

Els condensadors no deixen passar el corrent continu, ja que el dielèctric és una barrera infranquejable, però quan la tensió aplicada a les seves patilles és alterna, l'entrada i sortida dels electrons del condensador produeix un efecte idèntic a com si circulessin els electrons pel condensador. No circulen realment, però el moviment altern d'entrada i de sortida produeix el mateix efecte que realment ho fessin. Tanmateix, de tota manera el condensador representa una certa dificultat al pas del corrent altern que depèn de la seva capacitat i s'anomena reactància capacitiva.

La reactància capacitiva (X_c) és l'oposició que presenta un condensador al pas del corrent altern.

$$X_c = 1 / (2 \pi f C)$$

On $\pi = 3,1416...$

f = freqüència del corrent altern a Hz

C = capacitat del condensador en farads

Com s'aprecia a la fórmula, la reactància X_c del condensador és inversament proporcional a la freqüència i a la capacitat. Com més gran sigui la capacitat i la freqüència, menor serà la reactància o impedància que presentarà el condensador al pas del corrent.

Aquest és un bon moment per parlar de la impedància. Un conductor té una resistència determinada en ohms que teòricament no varia amb la freqüència. En no variar amb la freqüència, se l'anomena resistència òhmica real. Si li apliquem corrent altern, apareix una dificultat addicional que es coneix com reactància que sí que varia amb la freqüència. La impedància està formada per una part real de resistència i una altra d'imaginària de la reactància. La part real és aquella que no varia amb la freqüència i la part imaginària o reactància és aquella resistència que varia amb la freqüència.

La impedància d'una resistència és purament real; en canvi, la d'un condensador és purament reactància capacitiva. El cas crític de la variació de la impedància del condensador en funció de la freqüència el trobem quan se li aplica un corrent continu. Com la freqüència llavors és 0, la reactància X_c és gairebé infinita. De manera que un condensador presenta una impedància gairebé infinita al pas del corrent continu. Aquesta és una qualitat molt útil, ja que ens permet separar els corrents alterns dels continus en els circuits electrònics.

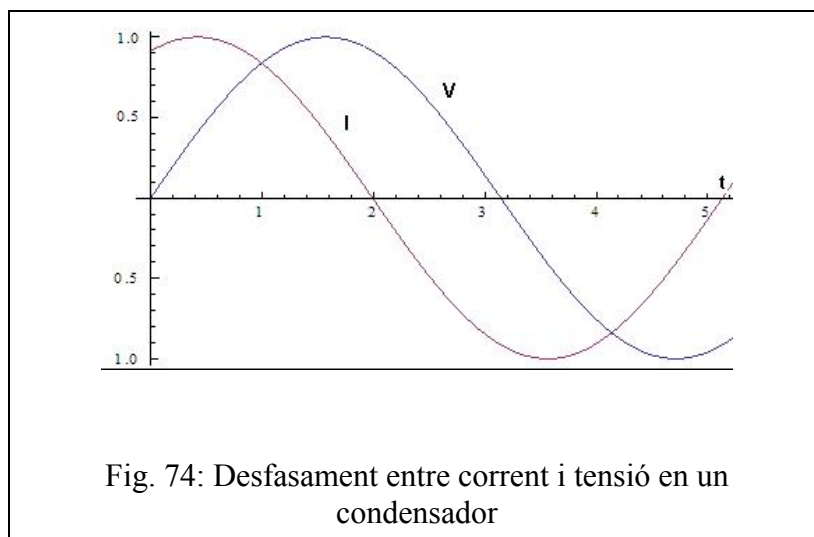
De tota manera, no hi ha res perfecte en aquest món i a qualsevol condensador sempre es podria arribar a mesurar un corrent de fuga microscòpic al més perfecte dielèctric, però a la pràctica el podem menysprear.

2.2.4 Diferència de fase entre tensió i corrent

En aplicar un corrent continu a un condensador, aquest es carrega fins assolir el voltatge aplicat. Trigarà més o menys temps en funció del corrent aplicat. Si entre la font de tensió contínua i el condensador intercalem una resistència en sèrie, el temps de càrrega i descàrrega augmenta i vindrà donat per la fórmula següent en la qual t és el temps que triga el condensador a assolir el 70% de la seva càrrega màxima i s'anomena constant de temps **RC** del circuit:

$$t = R \times C$$

on **R** és el valor en ohms de la resistència i **C** és la capacitat del condensador.

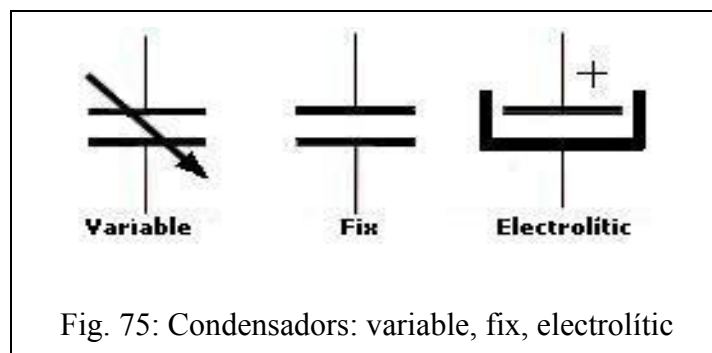


Si al contrari, apliquem un corrent altern a un condensador, circula un corrent desfasat 90° respecte a la tensió. Això passa perquè s'està carregant i descarregant constantment el condensador a causa del corrent altern, però no al mateix ritme, sinó que el corrent avança 90 graus a la tensió.

Perquè la tensió assoleixi el seu valor màxim, abans els electrons (corrent) han d'haver omplert les plaques i després han de buidar-les del tot, per la qual cosa la tensió sempre va amb retard en relació amb el corrent.

2.2.5 Característiques dels condensadors fixos i variables: aire, mica, plàstic, ceràmics i electrolítics

Els condensadors variables són aquells que mitjançant un mecanisme, típicament un eix, poden ser manipulats per variar la superfície enfrontada de les seves plaques i així variar la seva capacitat. Normalment disposen d'unes plaques fixes i d'altres de mòbils intercalades i unides a un eix de rotació que permet treure-les i posar-les entre les fixes. Si el condensador s'ajusta per mitjà d'un cargolet, es tracta d'un condensador ajustable que rep el nom de trimmer o condensador d'ajust.



Alguns condensadors fixos poden tenir polaritat. Per exemple, els condensadors electrolítics tenen polaritat. Això significa que només es poden connectar en la posició correcta en un circuit. Si no es respecta la polaritat, poden arribar a patir danys irreversibles i produir un curtcircuit.

Els condensadors que no tenen polaritat (gairebé tots els altres) poden connectar-se com es vulgui en un circuit.

2.2.6 Associació de condensadors

Els condensadors, igual que les resistències, es poden associar en paral·lel i en sèrie.

El càlcul de la capacitat total és justament el contrari del que realitzem en l'associació de resistències. Això significa que si dos condensadors estan físicament connectats en paral·lel, les capacitats se sumen. I si dos condensadors estan connectats en sèrie ha de calcular-se la capacitat total aplicant la fórmula del "paral·lel" que s'usa en les resistències.

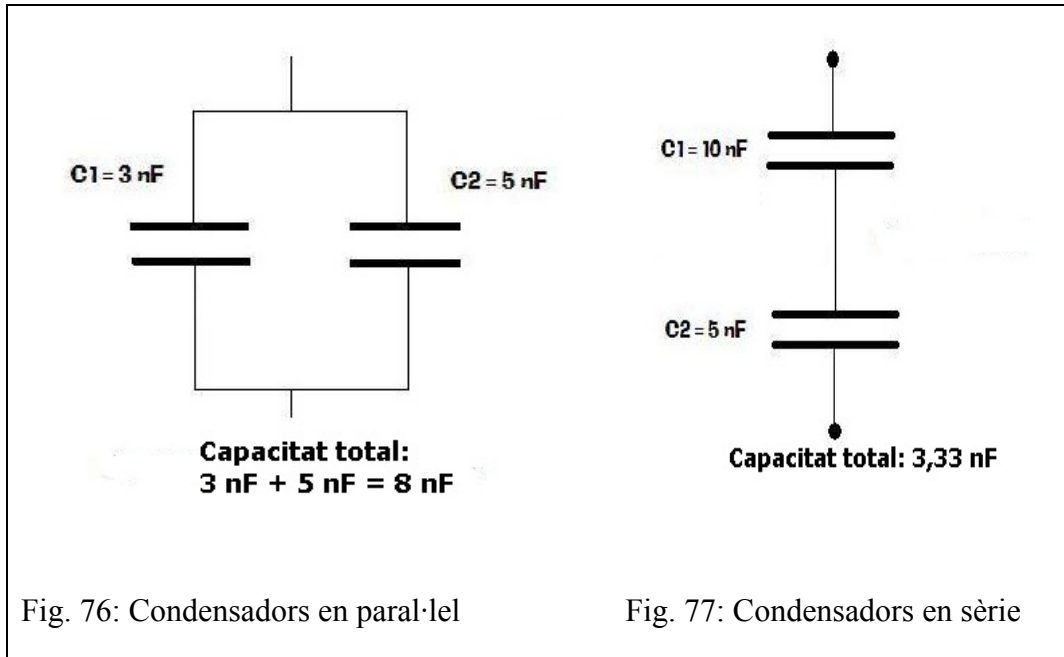
Exemple:

Condensadors en paral·lel

$$C_T = C_1 + C_2$$

Condensadors en sèrie

$$C_T = C_1 \times C_2 / (C_1 + C_2)$$



La fórmula més general en el cas que hi hagi més de dos condensadors en sèrie és la següent:

$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + 1/C_4$$

2.2.7 Coeficient de temperatura

Els condensadors, com molts altres components, varien el seu valor inicial amb la temperatura. Hi ha condensadors que varien augmentant la seva capacitat amb la temperatura en dilatar-se les seves plaques, però n'hi ha d'altres que la disminueixen en funció de la variació de temperatura, normalment els ceràmics. Els que l'augmenten s'anomenen condensadors amb coeficient positiu de temperatura (PPO), però n'hi ha uns als quals s'intenta compensar la seva variació tèrmica combinant materials ceràmics de tendències oposades i que reben el nom de **NPO**.

2.2.8 Corrent de fuga

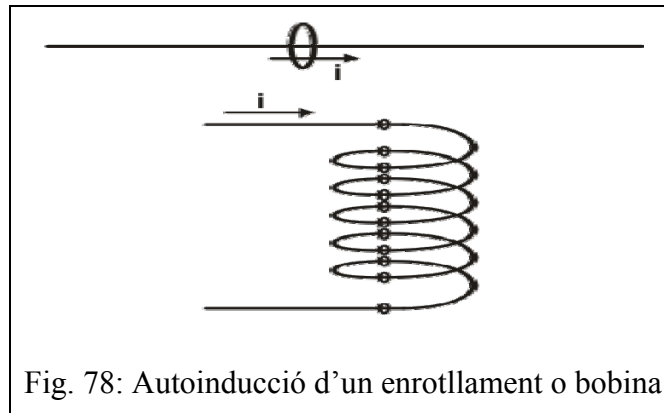
En un condensador, a més del corrent de càrrega que ja coneixem, existeix un altre corrent petitíssim, anomenat corrent de fuga, a causa d'imperficcions al dielèctric, ja que aquest no és mai un aïllant perfecte.

Aquest efecte és totalment menyspreable als condensadors de dielèctric sòlid i pot oblidar-se totalment, però té certa importància significativa als condensadors electrolítics amb dielèctric semilíquid o pastós.

2.3 Bobines

Una bobina és un component passiu que està format per un fil conductor enrotllat sobre un cilindre. L'efecte de donar unes voltes a un fil conductor

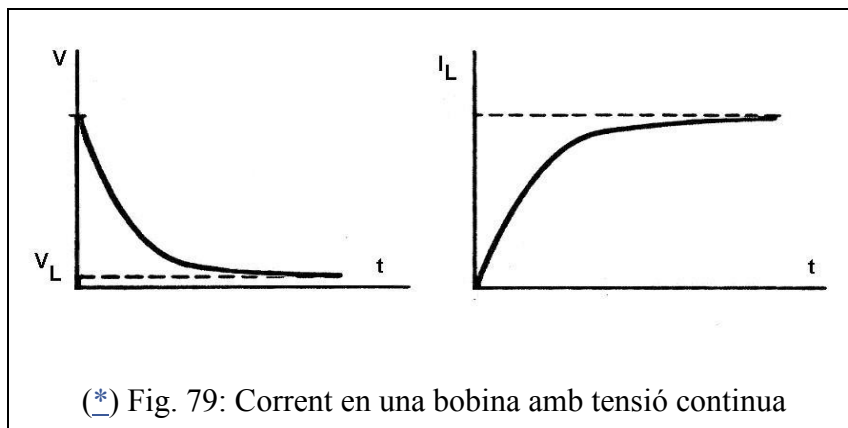
sobre un cilindre provoca, com ja hem vist en el tema 1, la suma dels camps magnètics generats per cada una de les espires, quan per aquest fil circula un corrent. La bobina emmagatzema aquesta energia en forma de camp magnètic.



2.3.1 Inductància d'una bobina. El henry

En un enrotllament o bobina, es denomina inductància **L** a la propietat de l'autoinducció que consisteix a que la bobina s'oposa als canvis del corrent que passa a través d'ella a causa de l'energia acumulada en el camp magnètic creat pel mateix corrent.

El camp magnètic creat es comporta com un acumulador d'energia similar a l'acumulació de càrregues d'un condensador i, de la mateixa manera, el camp magnètic torna aquesta energia quan es retira el corrent inductor.



Es defineix com a inductància d'una bobina a la relació entre el flux magnètic Φ que la travessa i la intensitat del corrent elèctric **I** que el genera.

$$L = \Phi / I$$

Aquesta definició és molt poc pràctica, ja que és difícil mesurar el flux magnètic, per la qual cosa a la pràctica la inductància es mesura per la relació entre la força contra electromotriu **V** generada per l'autoinducció en oposar-se a la variació de corrent **I** a la bobina en un temps Δt .

$$L = V_{fem} / (\Delta I / \Delta t)$$

La seva unitat, el henry, correspon a la inductància que origina una tensió d'un volt amb una variació de corrent que travessa la bobina d'un ampere per segon.

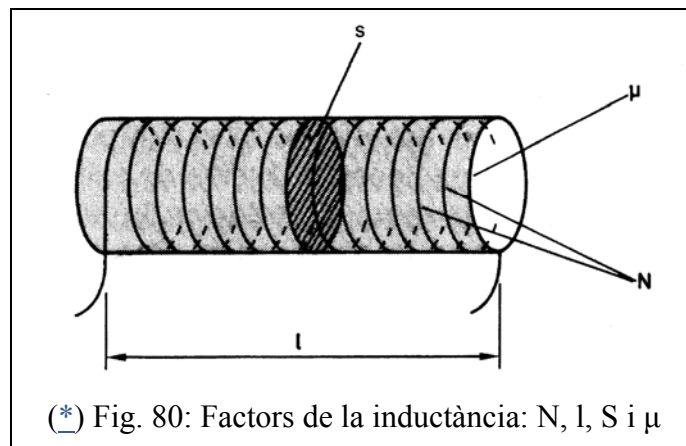
2.3.2 Efecte del nombre d'espines, diàmetre, longitud i material del nucli

Així com fabricar un condensador casolà no és gens senzill, en canvi fabricar una bobina no és res de l'altre món. N'hi ha prou amb agafar un bolígraf, un fil de coure i començar a donar voltes.

La inductància que tindrà la nostra bobina casolana dependrà:

Del nombre d'espines (espines debanades sobre el bolígraf) que hàgim fet. Del diàmetre de les espines. A major diàmetre major inductància. De la distància entre espira i espira, és a dir, de la longitud de la bobina, doncs augmenta si les espines es troben molt juntes i disminueix si les separem molt.

I depèn del material del nucli.



La bobina pot tenir nucli d'aire, que això seria fer la bobina amb un bolígraf per donar-li forma i després retirar-lo, o podem enrotllar la bobina permanentment sobre una ferrita o altres materials ferromagnètics.

Hi ha desenes de fórmules amb què calcular la inductància de la bobina que es vulgui fabricar. Una fórmula simplificada per a una bobina amb nucli d'aire és la següent:

$$L (\text{uH}) = 0.394 \times d^2 \times n^2 / (18 \times d + 40 \times l)$$

d = diàmetre de la bobina en cm

n = nombre d'espines

l = longitud de la bobina en cm.

2.3.3 Reactància inductiva

Per a un corrent continu, la bobina no presenta més resistència que la del fil que la constitueix, doncs es comporta com el que és, simplement un tros de fil conductor; és a dir, presenta una petita resistència òhmica, la que pugui oposar un bon conductor.

Però la cosa és molt diferent si parlem d'un corrent altern. Per a aquest tipus de corrent la bobina presentarà una oposició als canvis del corrent altern, és a dir, una reactància inductiva, en altres paraules, una impedància pura reactiva, que s'oposa al pas d'un corrent altern.

La fórmula que relaciona la freqüència del corrent altern i la reactància que provocarà una bobina de valor L és la següent:

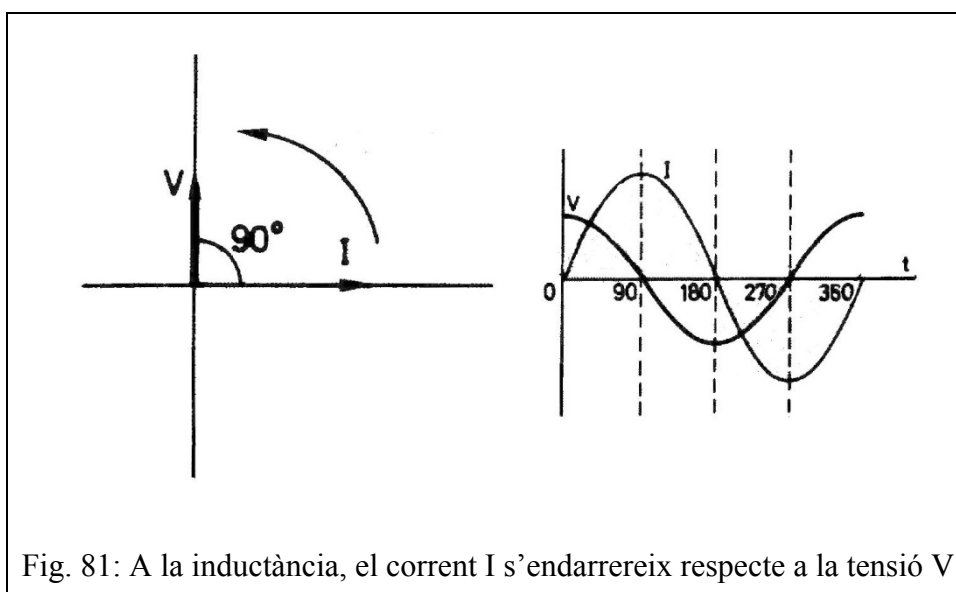
$$X_L = 2 \pi f L$$

Si la freqüència és igual a 0, això significa que el corrent és continu i, com es pot apreciar a la fórmula, la reactància serà nul·la, doncs $X_L = 2 \times \pi \times 0 \times L = 0$, tal com havíem comentat.

S'observa clarament que la reactància augmentarà a la vegada que s'incrementi la freqüència i d'una manera totalment proporcional.

2.3.4 Relació de fase entre corrent i tensió

Quan s'aplica una tensió alterna a una bobina, el corrent triga un temps a travessar tota la bobina i assolir el seu màxim valor, és a dir, existeix un període de temps en el qual no existeix pas de corrent; és el període durant el qual la bobina es carrega o emmagatzema energia. En canvi, en aquell instant inicial apareix una diferència de potencial oposada en borns de la bobina que disminueix a mesura que el corrent assoleix el seu màxim.



Al contrari, en començar a disminuir el corrent, aquest no disminueix instantàniament, sinó que apareix una tensió que s'oposa a la disminució del corrent. A causa d'aquest efecte de la inductància, es posa de manifest una diferència de fase entre el corrent i la tensió quan s'aplica un corrent altern. El corrent es retarda respecte a la tensió. En una bobina passa tot al contrari que al condensador. A la bobina la corba d'intensitat del corrent va retardada respecte a la de la tensió.

2.3.5 Factor Q de qualitat

Aquest factor indica la qualitat de la bobina i consisteix en quantes vegades és superior la reactància de la bobina a la resistència òhmica que presenta el fil de l'enrotllament. Com més gran sigui aquest factor, millor serà la bobina i més aguda serà la corba de resposta a la freqüència de ressonància, sobre la que parlarem més endavant al Tema 3.

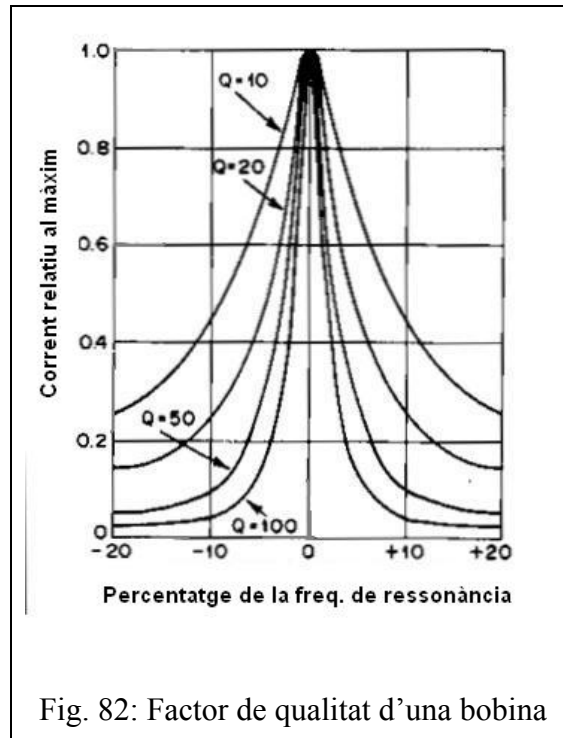


Fig. 82: Factor de qualitat d'una bobina

Es calcula com la relació entre la reactància inductiva i la part real de la resistència òhmica del fil.

$$Q = X_L / R$$

Una bobina ideal no tindria part resistiva real i seria purament reactiva. Llavors el factor Q seria igual a la divisió de la seva reactància X_L per 0. Això donaria un Q infinit. Però per desgràcia la realitat és molt diferent. Els conductors amb els quals es fabriquen les bobines, per molt bons que siguin, sempre presentaran certa resistència i això provocarà un Q que pot arribar a ser molt elevat, però tot i així és difícil ultrapassar valors més grans de 1.000.

2.3.6 Efecte pel·licular i pèrdues al material conductor

El corrent continu quan circula per un conductor ho fa per tota la seva secció, tant per la superfície com pel seu interior. Però quan s'incrementa la freqüència del corrent altern i passem dels 0 hertzs d'una de contínua a freqüències cada vegada més elevades, el corrent ja no circula bé pel centre del conductor sinó que cada vegada tendeix a circular més per la perifèria del conductor, a causa que al centre del conductor hi ha més reactància inductiva que a la perifèria.

Aquest efecte provoca una reducció de la secció útil conductora del fil d'una bobina i, en conseqüència, una resistència més gran al pas del corrent altern, la qual cosa es tradueix en majors pèrdues i dissipació en forma de calor. També redueix molt el factor de qualitat d'una bobina o inductància, ja que, en disminuir la secció conductora útil, augmenta la resistència interna de pèrdues de la bobina.

2.4 Transformadors

2.4.1 Transformador ideal

Un transformador és un element compost per almenys dues bobines acoblades entre si de manera que els seus circuits magnètics són comuns. Una d'elles rep energia d'un generador en forma de corrent altern i la hi transmet a l'altra bobina per mitjà del fenomen de la inducció magnètica (explicat en el tema 1). La bobina que està connectada al generador i subministra l'energia rep el nom de primari i la bobina que capta l'energia del primari rep el nom de secundari.

En un transformador ideal, la potència subministrada pel primari és la mateixa que la recollida pel secundari.

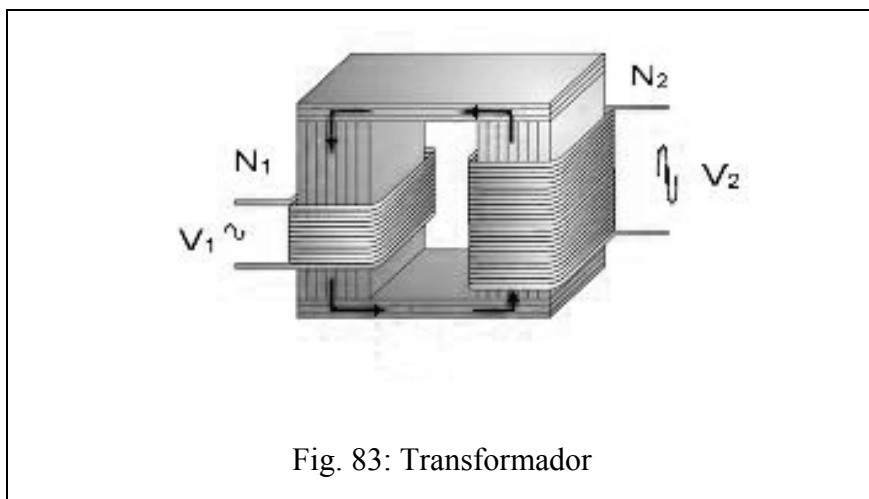
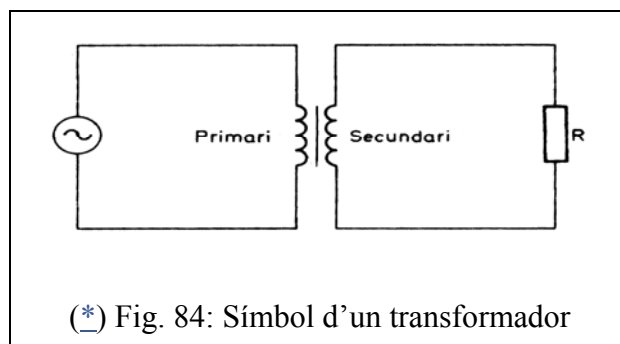


Fig. 83: Transformador

A la imatge veiem un transformador tal com és a la pràctica. Tenim a l'esquerra una bobina formada per un nombre determinat d'espires N_1 i a la dreta una altra bobina amb més espires N_2 . Estan enrotllades sobre un material ferromagnètic pel que circula un flux magnètic comú. Si connectem la bobina de l'esquerra al generador, en aplicar-li a aquesta una tensió generarà un flux magnètic variable que circularà per l'interior de la bobina de la dreta, la qual, en tenir més espires, veurà induïda una tensió més gran als seus borns, però, a canvi, amb una intensitat més reduïda, perquè mai no pot ser més gran la potència al secundari que al primari.

$$W = V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2$$

En resum, un transformador ideal ens permet mantenir constant la potència, de manera que permet modificar la relació entre tensió i intensitat. Si s'augmenta un paràmetre, l'altre disminueix, i així la potència es manté el més constant possible.



2.4.2 Relació entre nombre d'espises i tensió

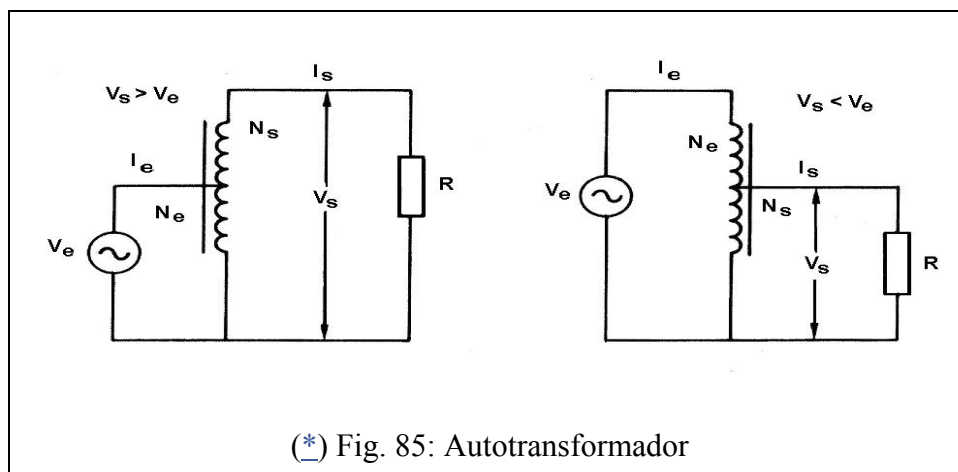
La relació de transformació ve donada pel nombre d'espises que té el primari N_{prim} i el secundari N_{sec} .

Relació de transformació $r = N_{\text{sec}} / N_{\text{prim}}$

Aquesta relació és la mateixa que hi ha entre les tensions del primari i del secundari: $r = V_2 / V_1 = I_1 / I_2$

Observeu que la relació s'inverteix per al corrent, és a dir, hi haurà més tensió on hi hagi més espises, però en canvi la relació de les intensitats és precisament la contrària i, per tant, circularà menys intensitat en el debanament amb més espises.

En la pràctica, s'utilitza també l'autotransformador, que consisteix a que la relació de transformació s'obté d'un sol debanament amb una tensió més gran i un tram comú i del qual surt una presa intermèdia per a la tensió menor. La gran majoria dels convertidors de tensió 220/125 són autotransformadors.



2.4.3 Relació entre nombre d'espises i impedància

Impedància és un terme més ample que implica la resistència al pas d'un corrent altern i que es compon de la resistència òhmica de les bobines, així com de la reactància inductiva o capacitiva. Però donat que les reactàncies inductiva i capacitiva són oposades i es poden restar, utilitzem la paraula impedància per designar l'oposició al pas del corrent altern, quan sigui el

resultant de sumar una resistència, junt amb una reactància capacitiva o inductiva.

També en un transformador la impedància **Z_p** es calcula com la relació entre la tensió i la intensitat que circula pel primari, així com també la impedància **Z_s** del secundari. Si un transformador varia aquesta relació, la impedància canviarà del primari al secundari.

La relació és la següent:

$$Z_{\text{sec}}/Z_{\text{prim}} = (V_2/I_2)/(V_1/I_1) = (V_2/V_1) \times (I_1/I_2) = r \times r = r^2 = (N_{\text{sec}}/N_{\text{prim}})^2$$

2.4.4 Transformadors reals

En un transformador real hi ha pèrdues de potència, encara que normalment són molt petites. Podem determinar el seu rendiment amb la relació següent:

$$\text{Rendiment} = \text{Potència útil} / \text{Potència entrada} = \text{Potència útil} / (\text{Potència útil} + \text{pèrdues})$$

Aquest rendiment és, en general, superior al 90% en la majoria de transformadors ben dissenyats.

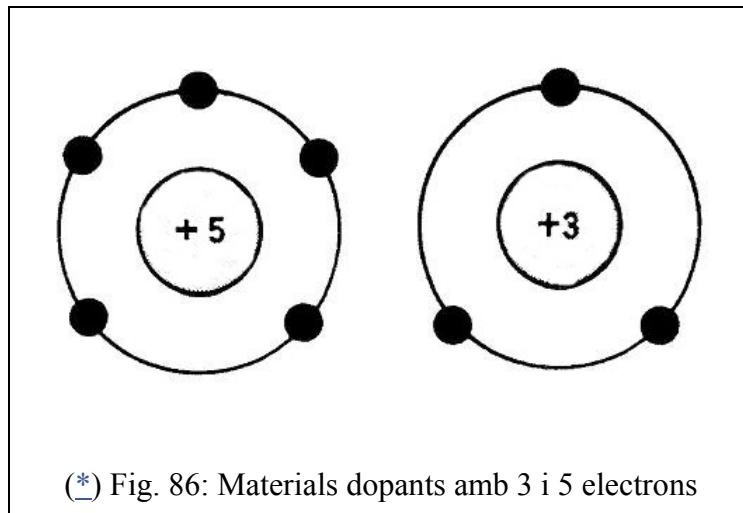
Al món de l'electrònica, els transformadors s'empren sobretot en les fonts d'alimentació per augmentar i disminuir les tensions alternes, però al món de la ràdio s'utilitzen gairebé exclusivament per adaptar impedàncies entre les diferents etapes d'un amplificador.

2.5 Díodes semiconductors

Els díodes semiconductors són uns components formats per dos materials semiconductors que permeten el pas de corrent en un únic sentit.

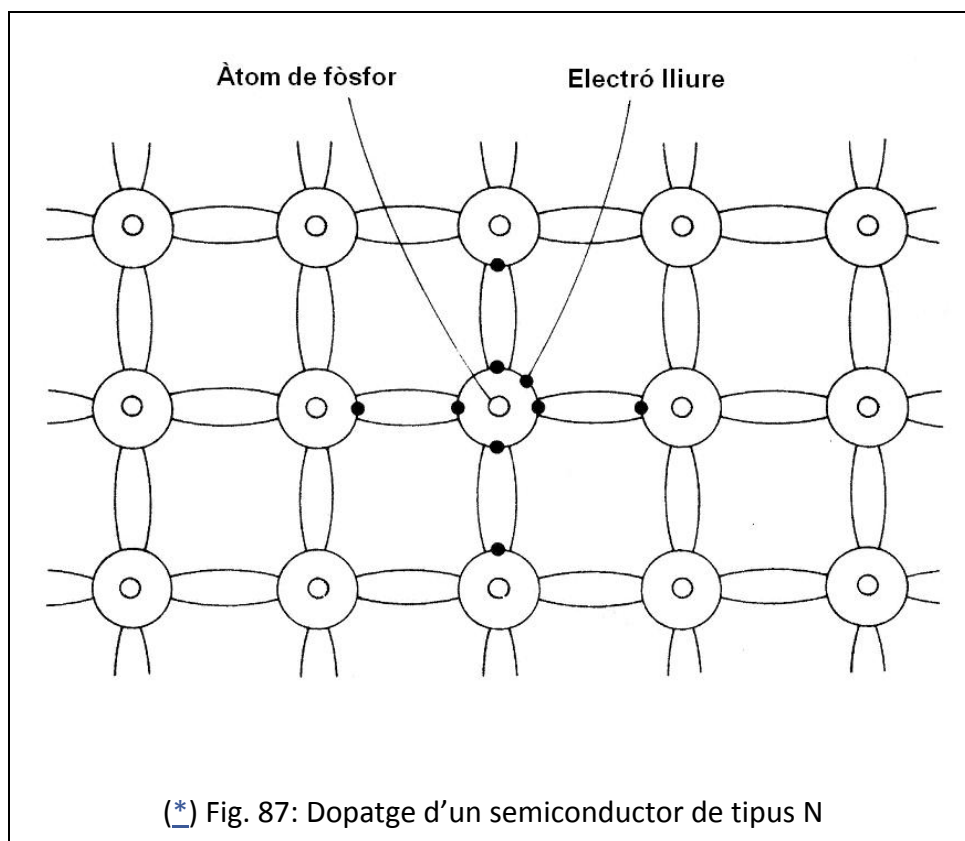
Els materials semiconductors, sense entrar en detalls, són bàsicament materials cristal·litzats com el silici (Si) sense electrons lliures que puguin moure's lliurement pel material, ja que estan fermament subjectes als seus àtoms per formar els cristalls i, per tant, normalment són molt mal conductors de l'electricitat.

Tanmateix, se'ls pot dotar de certa conductivitat barrejant-los amb altres elements que els aportin electrons lliures. D'aquí ve el seu nom de semiconductor. Aquest procés rep el nom de dopatge. A més, la seva conductivitat pot variar bastant per culpa de certs factors com la temperatura o el voltatge aplicat.

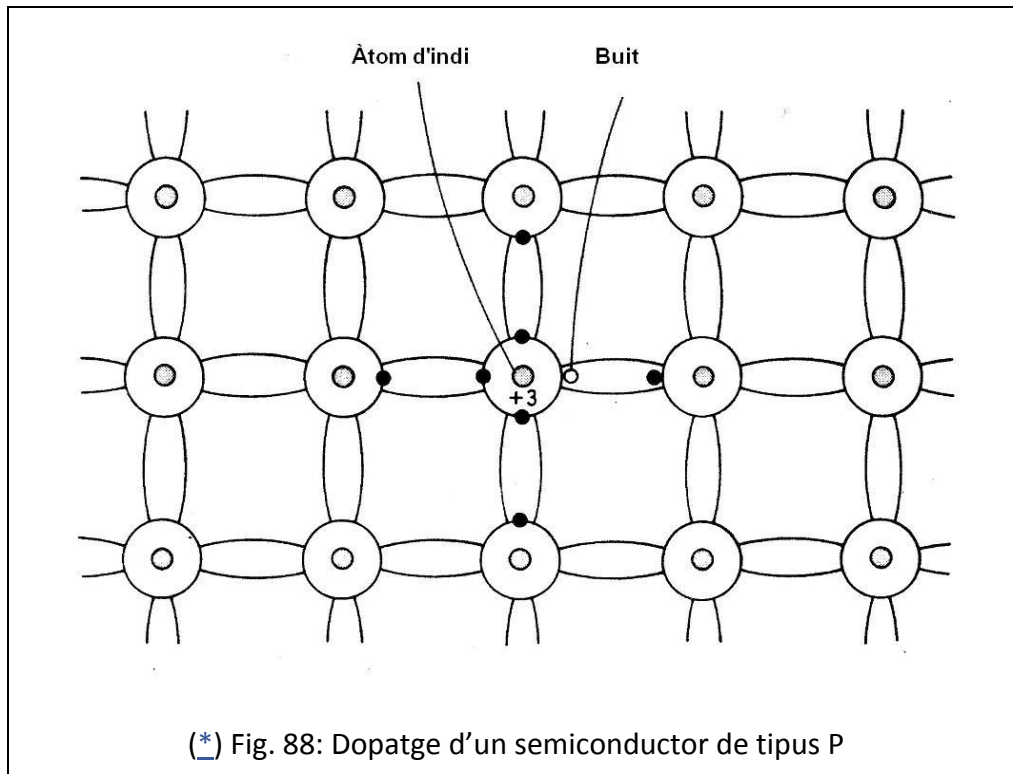


Hi ha dos tipus de semiconductors: els de tipus N i els de tipus P.

Un semiconductor de tipus N s'obté duent a terme un procés de dopatge afegint-li àtoms d'un element amb més electrons a l'última òrbita al semiconductor per poder augmentar el nombre de portadors de càrrega lliures (en aquest cas càrregues negatives o electrons).

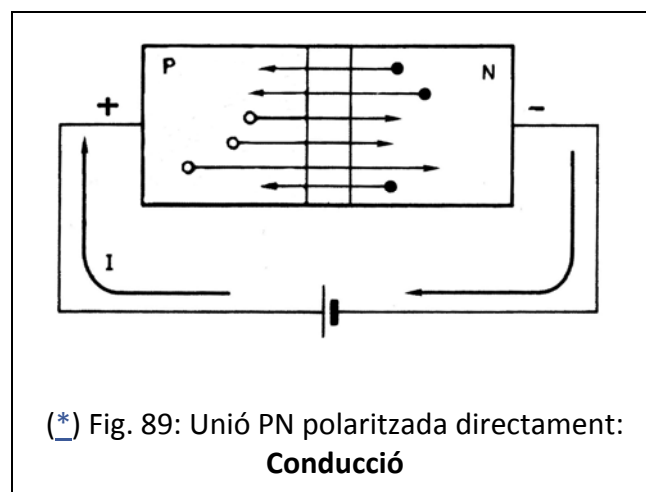


Un semiconductor tipus P s'obté duent a terme un procés de dopatge contrari, afegint al semiconductor àtoms d'un element amb menor nombre d'electrons a l'última òrbita per poder augmentar el nombre de portadors de càrrega lliures (en aquest cas positius o buits).

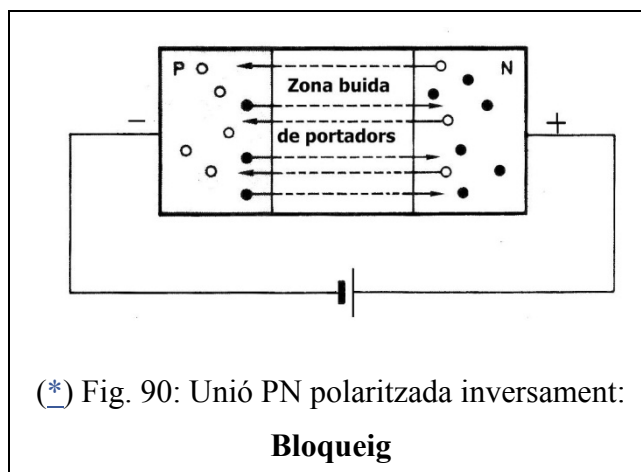


Si s'uneix un cristall semiconductor tipus N amb un tipus P obtenim un díode d'unió.

El díode té dos terminals, l'ànode i el càtode. Si connectem la tensió positiva a l'ànode o semiconductor P i connectem el negatiu al càtode N amb una tensió inferior a la de l'ànode P, llavors estarà polaritzat directament. Els electrons del N tendeixen a recombinar-se amb els buits del P i obtindrem conducció.

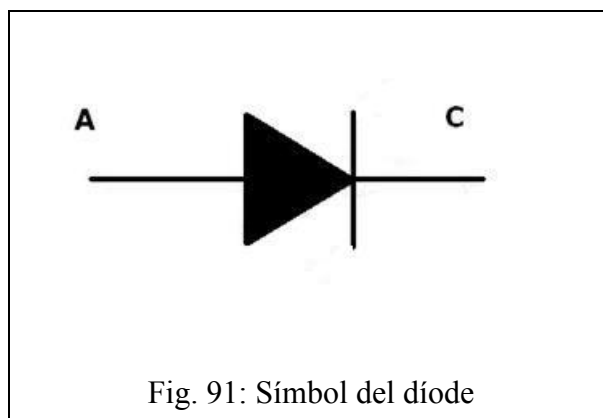


Si, al contrari, apliquem una tensió positiva més gran al càtode N, la regió central quedarà buida d'electrons i buits (els portadors de càrrega) i es comportarà com un aïllant, que quedarà polaritzat a la inversa i sense conducció.



Als díodes de silici, quan estan en conducció directa (P amb + i N amb -) apareix una tensió entre les dues patilles del díode de 0,7 V, mentre que als díodes de germani, la tensió que apareix és de 0,2 V.

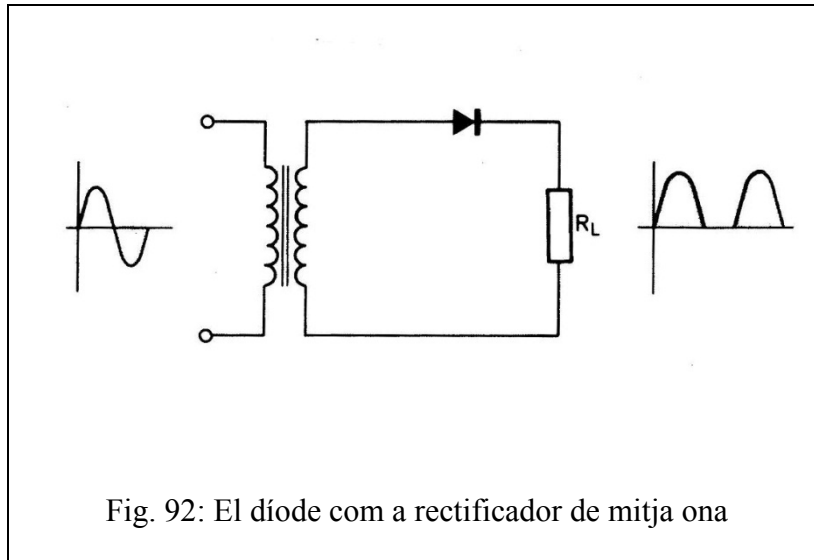
El símbol d'un díode és el següent:



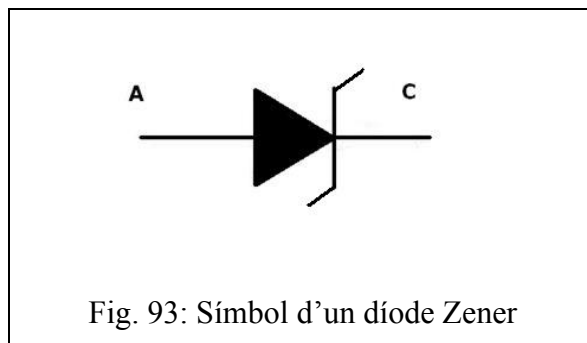
A la imatge veiem marcat l'ànode amb una A i el càtode amb una C i la fletxa negra indica el pas convencional (positiu a negatiu) del corrent.

2.5.1 Díode rectificador

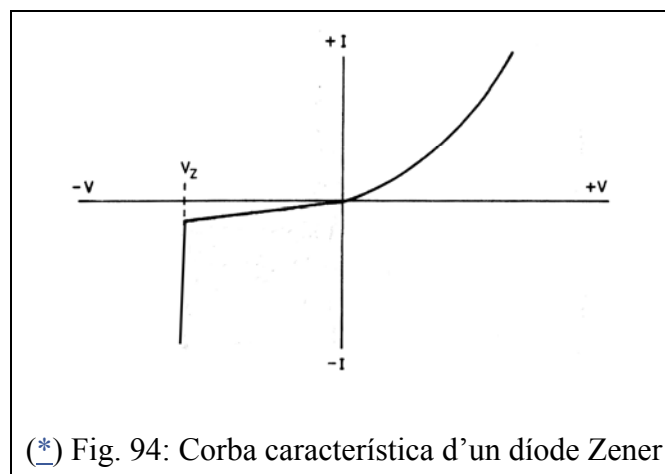
El díode rectificador és un díode que s'utilitza per rectificar i convertir en contínua una ona sinusoidal que circula a través d'ell. Fent gala de la seva propietat intrínseca a la seva naturalesa, que no és cap altra que deixar passar només el corrent en un sentit, impedeix que circuli la part negativa d'un senyal sinusoidal. Només cal introduir el senyal per l'ànode. A aquesta aplicació se l'anomena rectificador de mitja ona.



2.5.2 Díode Zener

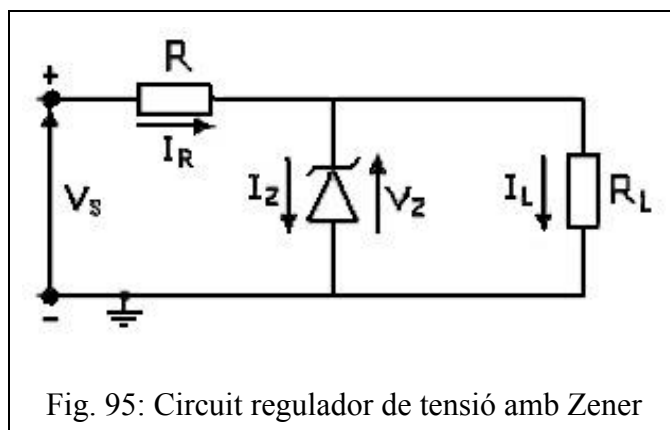


Els díodes normals suporten sense conduir una tensió màxima inversa de bloqueig fins que aquesta tensió supera la barrera aïllant i es destrueixen, però els díodes Zener estan dissenyats per conduir sense destruir-se amb una tensió superior a la de ruptura.



En canvi, en polaritzar-lo inversament, un díode Zener manté sempre una diferència de potencial V_2 fixa als seus borns. Això és molt útil en circuits en què es necessita una tensió molt estable i en què, per qualsevol motiu, tenim grans variacions de tensió, ja que el díode Zener, si està polaritzat inversament, mantindrà a les seves patilles una tensió molt estable. Segons

el tipus de díode Zener que utilitzem, aquest oferirà una tensió o una altra que vindrà indicada a l'exterior.

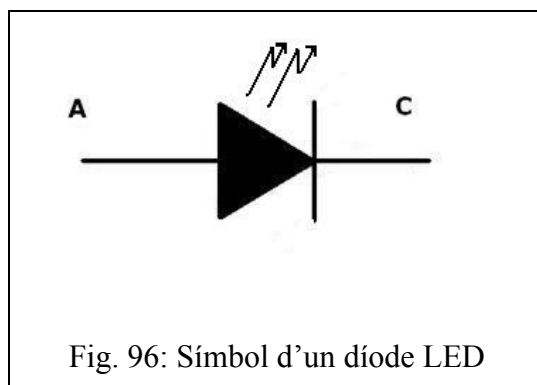


La tensió V_2 a les patilles del díode Zener romandrà molt constant i independent del corrent I_Z que el travessa i de les variacions que es produeixin en la tensió V_s .

2.5.3 Díode LED

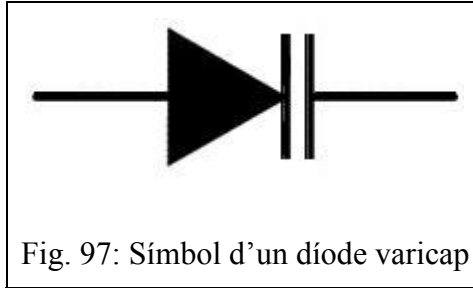
Un díode LED (de l'anglès *Light Emitting Diode*) és un díode que emet llum quan està polaritzat directament. La llum que emet és monocromàtica, és a dir, d'un color pur. Per aquest motiu es pot afirmar que no és possible fabricar un díode que proporcioni tot sol llum blanca, ja que la llum blanca és la suma de tots els colors de l'espectre des del violeta fins al vermell. Tanmateix, es pot fabricar un encapsulat amb tres díodes, un de verd, un altre de blau i un tercer vermell, tres en un, de manera que sembli un sol díode LED que emet llum blanca, però no és realment així. És un tres en un.

La varietat de colors va des de la llum ultraviolada fins a l'infraroig.



2.5.4 Díode varicap

El díode varicap és un díode polaritzat inversament que proporciona una capacitat variable que disminueix en augmentar la tensió. Amb l'augment de la tensió, augmenta la zona de la unió del díode PN sense portadors i això fa que sigui com allunyar les armadures d'un condensador i disminueix la seva capacitat. És, per tant, un condensador controlable per tensió, que s'utilitza molt en paral·lel amb un circuit oscil·lant per variar la freqüència d'un OFV en un transmissor de FM.



2.5.5 Tensió inversa i fugues de corrent

En aplicar una tensió inversa a un díode, idealment no hauria de circular cap corrent des del càtode cap a l'ànode. En la realitat, l'ideal mai es compleix, perquè sempre difereix tot una mica del món teòric. Un díode no ha de ser menys. En aplicar una tensió inversa a un díode real, circula un petitíssim corrent de pèrdues anomenat corrent de fuga. Aquest corrent és de l'ordre d'uns microamperes, però pot augmentar ràpidament amb la temperatura si el díode s'escalfa excessivament.

2.6 Transistors

Un transistor és un dispositiu format per tres capes de semiconductors, dos de tipus N i una de tipus P (NPN) o viceversa (PNP).

Un transistor té tres terminals i la seva principal característica és que es pot regular la intensitat que circula de l'emissor al col·lector, utilitzant el tercer terminal, la base.

El transistor bipolar té un guany de corrent i, gràcies a això, es pot utilitzar com a amplificador. A més, es pot emprar com a oscil·lador, com a interruptor electrònic i en moltes altres aplicacions.

A més, existeixen dues famílies principals de transistors. Els transistors bipolars o d'unió o BJT (de l'anglès *Bi Junction Transistor*) i els transistors d'efecte de camp o FET (de l'anglès *Field Effect Transistor*)

2.6.1 Transistors d'unió PNP i NPN

Un transistor sigui del tipus que sigui té tres terminals anomenats base, col·lector i emissor. Cada terminal està connectat a una capa de semiconductor tipus N o tipus P.

Un transistor PNP és una mena d'entrepà de N, és a dir, està format per dues capes P separades per una N, mentre que un transistor NPN està format per dues capes tipus N separades per una de tipus P.

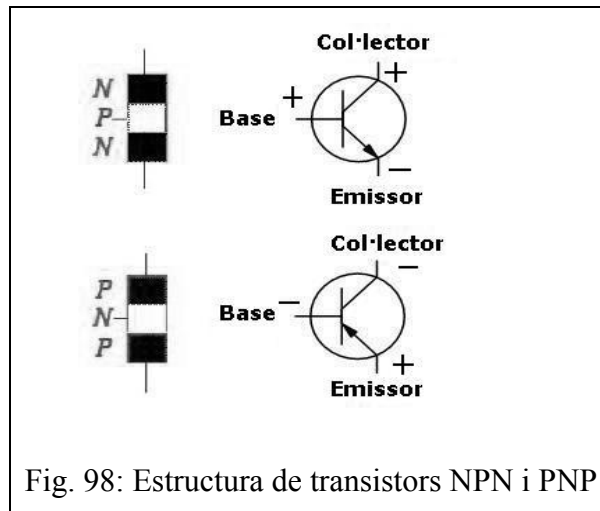


Fig. 98: Estructura de transistors NPN i PNP

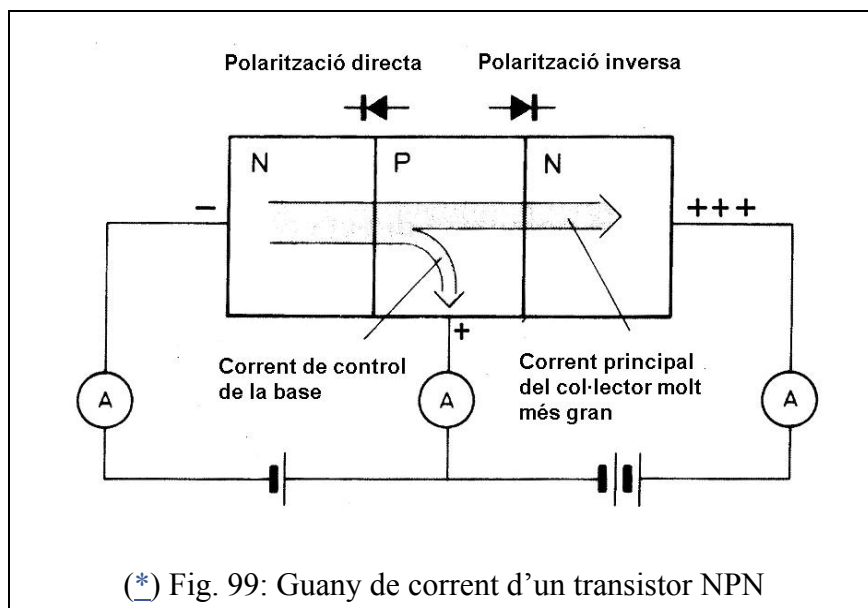
Els transistors NPN funcionen amb tensions positives, tant a la base com al col·lector, i l'emissor connectat al negatiu, mentre que els PNP funcionen amb tensions negatives a la base i al col·lector, i l'emissor es connecta al positiu. Fixem-nos en el fet que la P central del NPN indica que funciona amb tensions positives i la N central del PNP indica tensions negatives.

2.6.2 Factor d'amplificació

El factor d'amplificació és el guany de corrent que hem aconseguit. Es calcula mesurant l'increment de corrent que tenim al col·lector i dividint-lo per l'increment de corrent que hem introduït a la base. Es designa amb la lletra grega Beta (β). Superat un petit corrent inicial, aquest guany és aproximadament molt similar a la relació entre els corrents del col·lector i de la base.

$$\beta = \Delta I_c / \Delta I_b \approx I_c / I_b$$

Aquest factor d'amplificació pot variar entre 10 i 20 per a transistors de potencia i assolir valors inferiors a 200 per a transistors que manegen senyals petits.



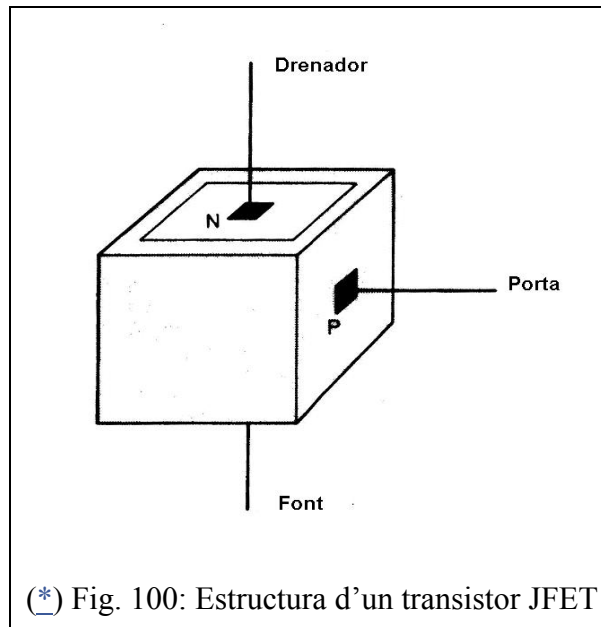
(* Fig. 99: Guany de corrent d'un transistor NPN

2.6.3 Transistors d'efecte de camp

Es coneixen com a transistors d'efecte de camp FET (de l'anglès *Field Effect Transistor*) perquè el control del corrent que passa pel transistor FET es realitza per mitjà del camp elèctric d'un díode polaritzat inversament que es col·loca en el centre d'una barra de semiconductor N o P.

Els transistors FET o d'efecte de camp no amplifiquen realment el corrent com els transistors d'unió, sinó que controlen el corrent que circula entre dos terminals (el drenador o *drain* i la font o *source*) per mitja de la tensió aplicada al díode de control o *gate*. Aquesta és la principal diferència respecte als transistors d'unió BJT o bipolars.

Els seus tres terminals reben el nom de porta (en anglès *gate*) que és el terminal equivalent a la base dels bipolars. I els altres dos terminals són el drenador (en anglès *drain*) i la font (en anglès *source*).



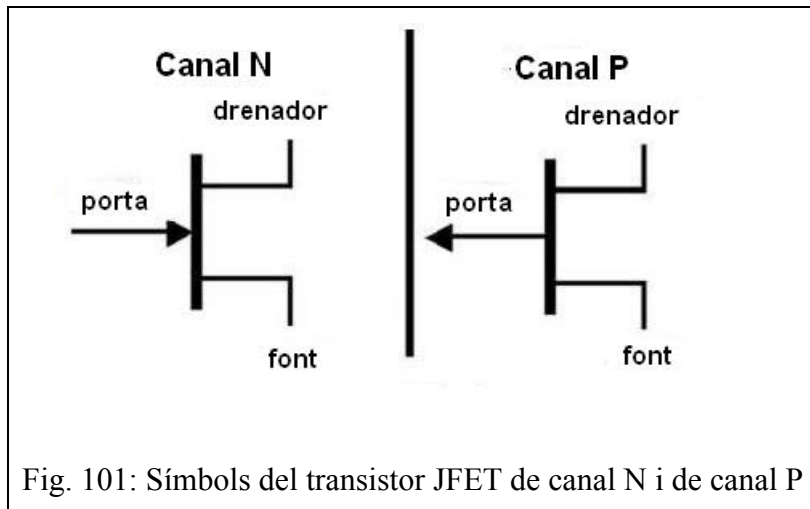
El transistor FET es comporta com un controlador per tensió on el voltatge aplicat a la porta permet que el corrent flueixi o no entre el drenador i la font, que és una barra de semiconductor de tipus oposat al de la porta.

La porta forma un díode PN o NP amb el semiconductor de la barra, els extrems de la qual són la font i el drenador, díode que es polaritza inversament i que es buida més o menys de portadors, augmentant més o menys la tensió inversa del díode. D'aquesta manera, el corrent entre drenador i font varia seguint les variacions de la tensió de comandament del díode de la porta o *gate*.

En resum, la conducció dels FET no ve determinada pel corrent d'entrada com en un transistor bipolar, sinó per la tensió inversa aplicada a l'entrada del díode de la porta.

Com en el transistor bipolar, existeixen dos tipus de transistor FET: el de canal N i el de canal P. El més utilitzat és el del canal P, doncs és més fàcil

d'usar en circuits amb negatiu a massa i polaritzats amb tensions positives tant al drenador com a la porta.



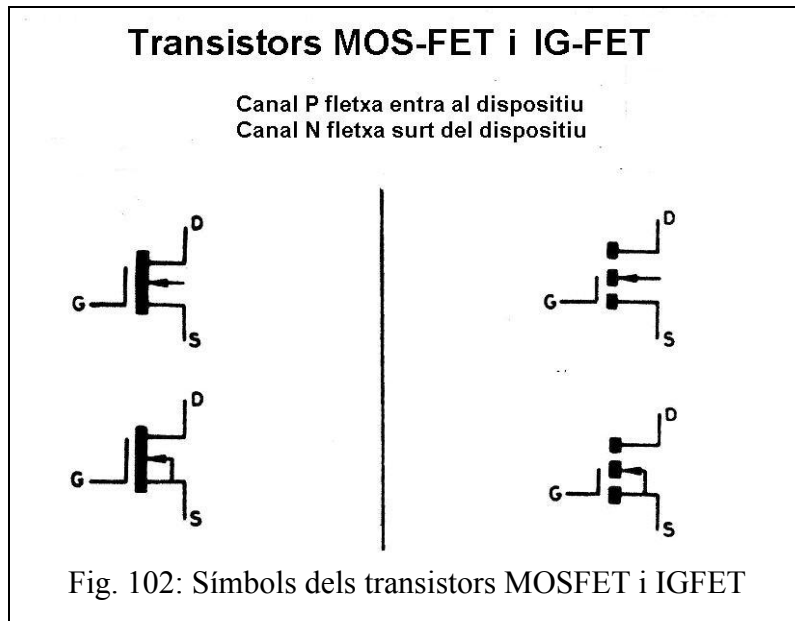
2.6.4 Transistors MOS-FET i IG-FET

Són transistors de funcionament molt similar als JFET anteriorment descrits i es distingeixen estructuralment en el fet que la porta de control (*gate*), en lloc de ser un díode polaritzat inversament, és simplement un condensador, la càrrega del qual augmenta o disminueix la presència de càrregues en el semiconductor i, per tant, la seva conducció.

Tenen el gran avantatge que la seva impedància d'entrada a la porta de control és molt més elevada i, per tant, permeten la realització d'amplificadors de potència amb molt més guany.

El nom MOSFET procedeix de *Metal Oxyde Field Effect Transistor*, donat que la capacitat de la porta es realitza amb una capa d'alumini aïllada del semiconductor per una capa d'òxid del propi alumini que fa de dielèctric.

L'expressió IGFET procedeix d'*Insulated-Gate Field Effect Transistor* i designa aquells transistors MOSFET que utilitzen un dielèctric que no és un òxid metàl·lic per a la porta de control, però el seu funcionament és totalment similar a l'anterior.



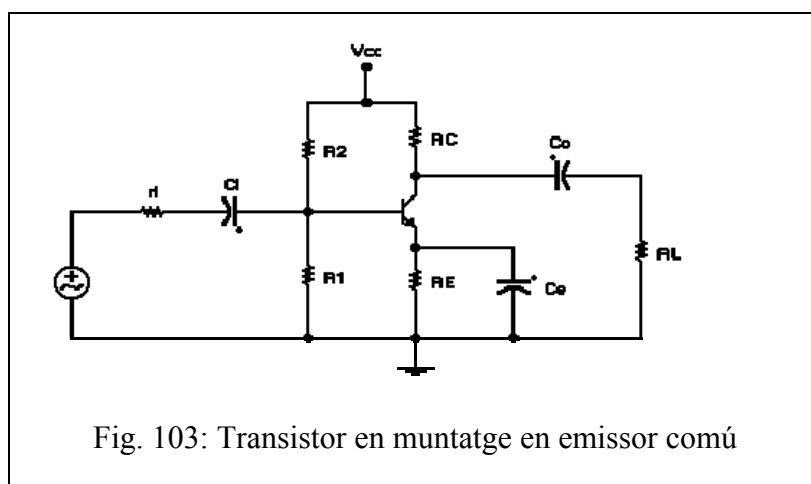
Actualment, els transistors MOSFET són els més utilitzats en l'electrònica moderna i cal dir també que són les unitats bàsiques amb les quals funcionen els circuits integrats que omplen les plaques de circuits impresos de tots els productes electrònics moderns.

2.6.5 Circuits amb transistors bipolars

Existeixen tres configuracions bàsiques per utilitzar un transistor bipolar com a amplificador: emissor comú, base comú i col·lector comú (també anomenat seguidor d'emissor) i els descriurem a continuació.

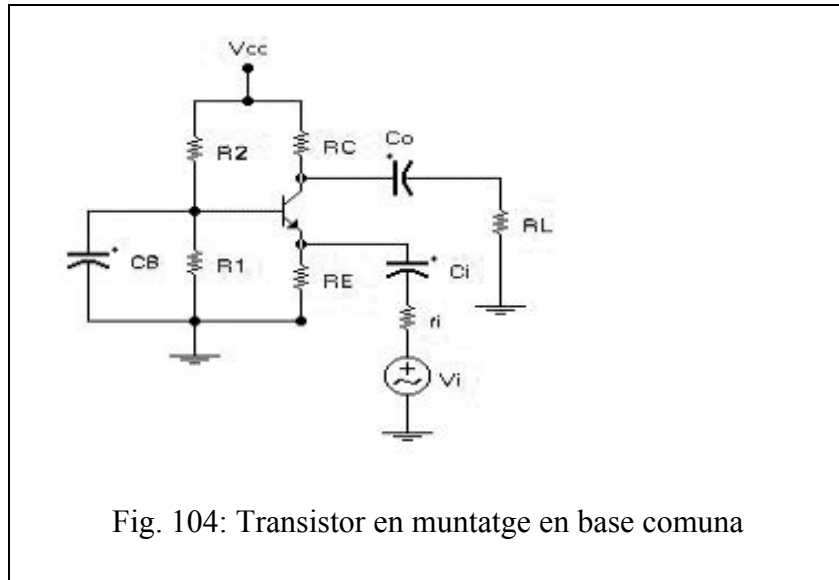
2.6.5.1 Muntatge en emissor comú

Al muntatge en emissor comú, l'entrada s'aplica al díode base-emissor i la sortida es treu entre el col·lector i l'emissor. Té guany de tensió i de corrent i , en conseqüència, té un bon guany de potència. La seva impedància d'entrada és mitjana-alta i la impedància de sortida és alta. És el tipus de muntatge que més s'utilitza com a amplificador de potència.



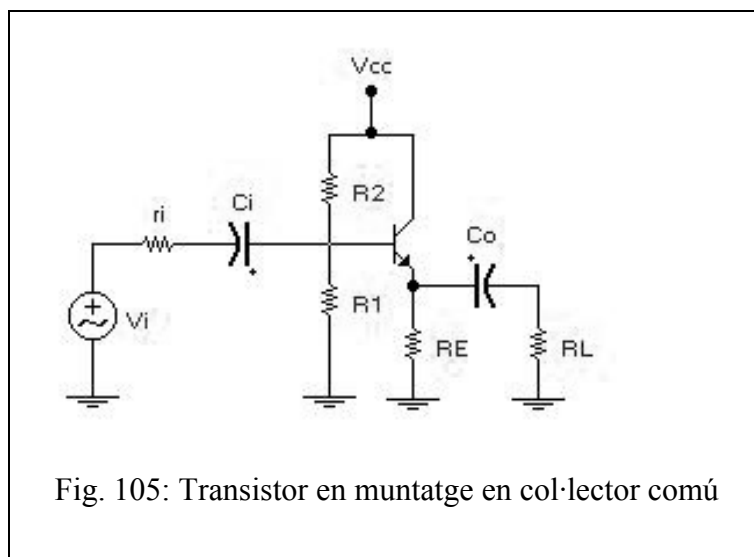
2.6.5.2 Muntatge en base comuna

Al circuit en base comuna, l'entrada és aplicada al díode base-emissor amb la base a massa i la sortida es treu entre el col·lector i la base. Amb aquesta configuració, obtenim guany de tensió, però no de corrent. Aquesta configuració aporta una baixa impedància d'entrada i una alta impedància de sortida i s'utilitza com a adaptador d'impedàncies, quan interessa elevar-la, la qual cosa no és gaire freqüent.



2.6.5.3 Muntatge en col·lector comú

Al muntatge en col·lector comú, l'entrada del senyal s'aplica a la base i la sortida es treu per l'emissor. S'anomena també circuit seguidor per emissor, ja que la tensió de l'emissor segueix exactament la de la base, però controlant un corrent més gran. Té un alt guany de corrent, però el guany de tensió és aproximadament 1, és a dir, no amplifica la tensió. En aquest circuit tenim una alta impedància d'entrada, però una baixa impedància de sortida. També s'utilitza únicament com a adaptador d'impedàncies.

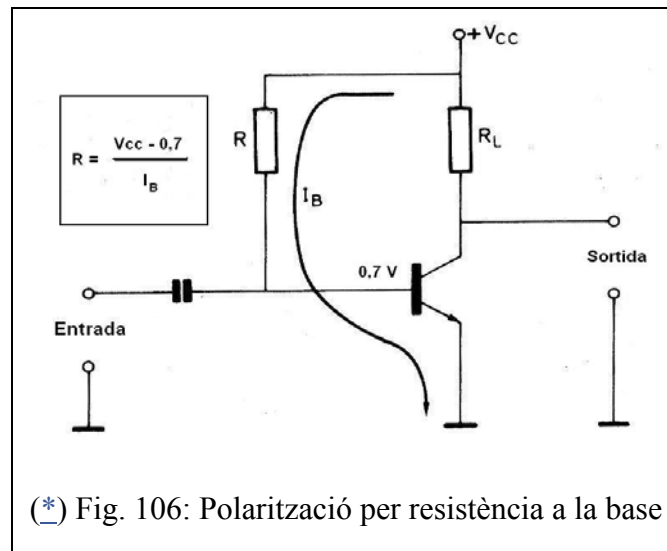


2.6.6 Polarització de transistors bipolars

Quan els transistors s'escalfen pel pas dels corrents, tenen tendència a augmentar la seva agitació tèrmica i a augmentar el nombre d'electrons lliures capaços de transportar-la, per la qual cosa tendeixen fàcilment a variar el seu punt de funcionament, el que ens obliga a buscar formes de polaritzar-los que mantinguin el seu funcionament en el punt en què ens interessa d'una forma estable. Per aquest motiu són necessàries tècniques d'estabilització.

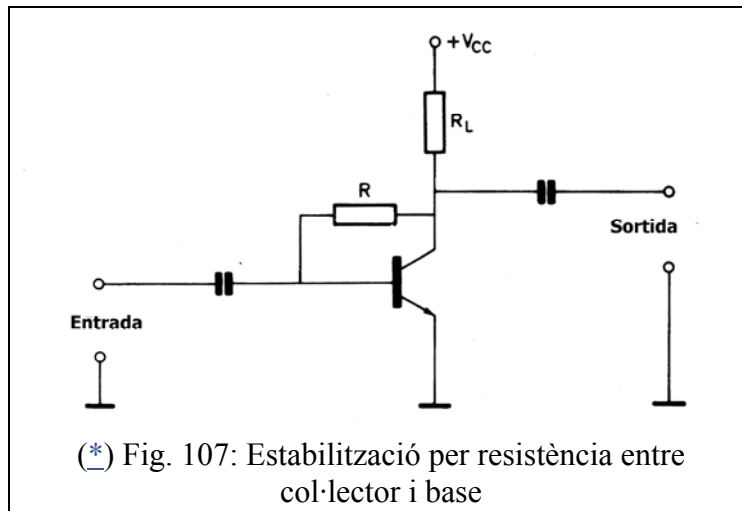
2.6.6.1 Polarització per resistència a la base

Aquest sistema de polarització és molt poc estable i es calcula tenint en compte que la tensió entre base i emissor és solament de 0,7 volts en els transistors de silici, tensió que hem de descomptar de la font V_{CC} per calcular el corrent de base I_B que ens proporcionarà el punt de funcionament desitjat amb la corresponent I_C prevista al col·lector.

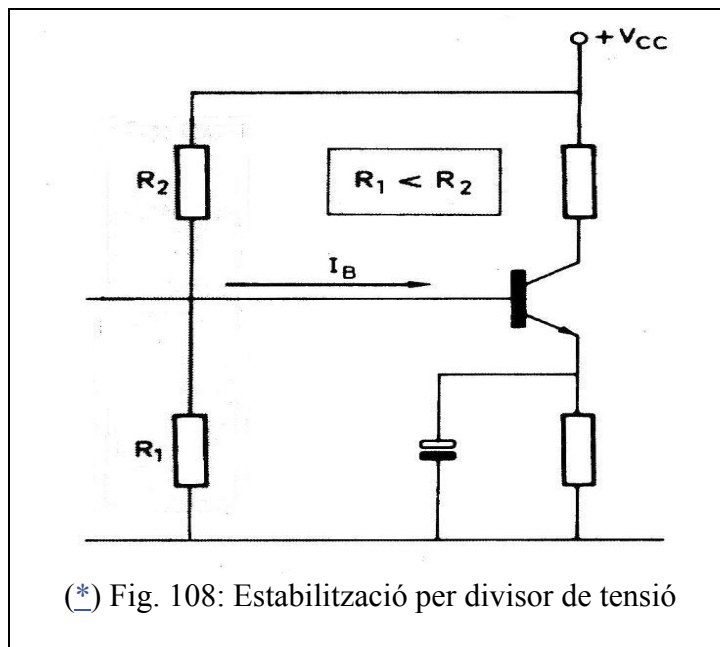


2.6.6.2 Polarització per resistència entre col·lector i base

Aquesta és una forma d'estabilitzar el funcionament del transistor, de manera que si per escalfament augmenta el corrent del col·lector I_C , automàticament es reduirà la tensió del col·lector i, en conseqüència, la tensió i el corrent a la base, de manera que el transistor s'autoregularà en un punt estable. Seria perfecte si no fos perquè es produeix una realimentació negativa del col·lector a la base que limita l'amplificació que podem aconseguir.



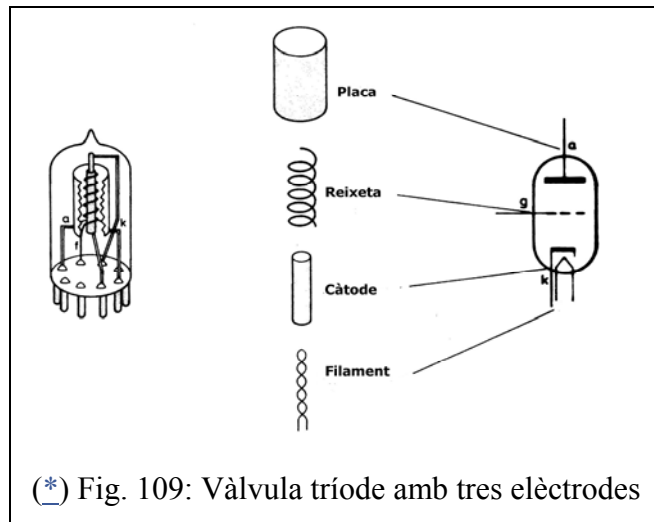
2.6.6.3 Polarització per divisor de tensió a la base



Per aconseguir una estabilitat més gran del punt de funcionament del circuit amb transistor en muntatge base a massa, es polaritza la base amb un divisor de tensió que mantingui el més estable possible la tensió i corrent I_B a la base, tenint en compte que la tensió entre la base i l'emissor es manté sempre al voltant de 0,7 volts per als transistors de silici.

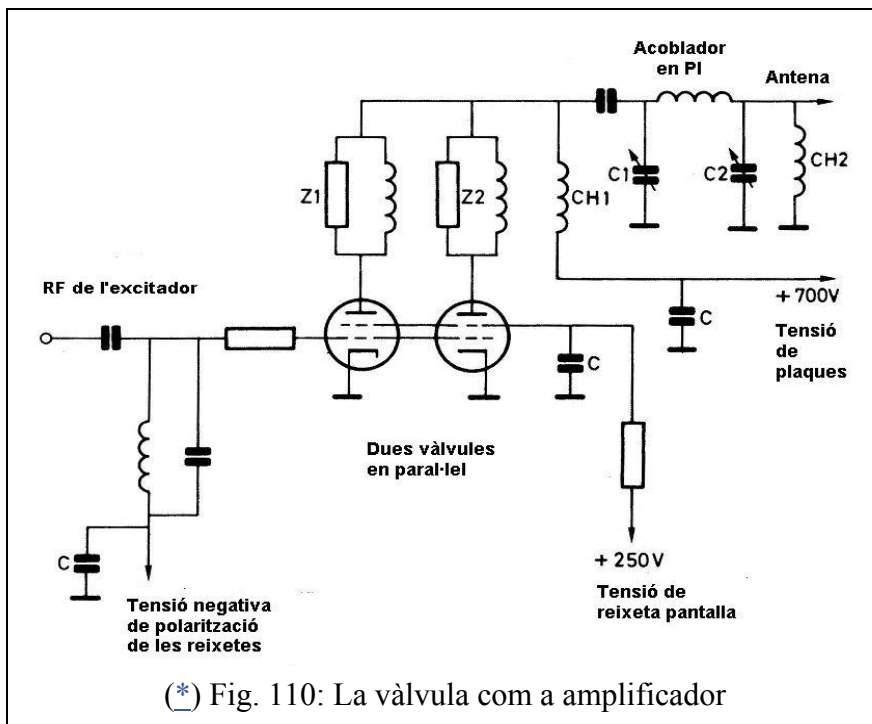
2.7 La vàlvula electrònica

La vàlvula electrònica tríode o tub de buit va ser inventada per Lee de Forest i es basa en l'emissió d'electrons per un filament incandescent o un càtode *k* escalfat pel filament, electrons que són atrets cap a una placa o ànode *a* i el camí dels quals és interceptat per una reixeta de control amb tensió negativa *g* que controla el pas d'aquests electrons en major o menor quantitat cap a l'ànode com una aixeta d'aigua.



(* Fig. 109: Vàlvula triode amb tres elèctrodes

2.7.1 La vàlvula com a amplificador



(* Fig. 110: La vàlvula com a amplificador

La tensió alterna a amplificar s'aplica a la reixeta de control de les vàlvules per mitjà d'un condensador de pas, de manera que la tensió alterna se superposa a una tensió contínua negativa que polaritza la reixeta. Aquesta reixeta és la que controla el corrent I_a entre l'ànode i el càtode en el circuit de placa i ens proporciona una tensió amplificada per la vàlvula sobre la càrrega, en aquest cas un acoblador en PI que adapta la impedància a la d'una antena.

Les vàlvules de l'amplificador lineal de la il·lustració són vàlvules tètodes les quals, a més dels tres elèctrodes d'un triode (càtode, ànode i reixeta de control), tenen un quart elèctrode: una reixeta addicional (la reixeta pantalla) acceleradora dels electrons per millorar el seu guany i disminuir la capacitat entre ànode i reixeta.

TEMA 3: CIRCUITS

3.1 Combinació de components

L'objectiu d'aquest apartat és assolir un nivell de coneixement suficient com per poder identificar la utilitat d'un circuit en concret, sense haver d'analitzar-lo punt per punt, ni haver d'estudiar el comportament de cada element en profunditat. En acabar aquest tema, s'hauria de ser capaç de donar una ullada a un circuit i obtenir una idea de quina és la seva funció sense haver utilitzat ni una fórmula, ni un sol càlcul.

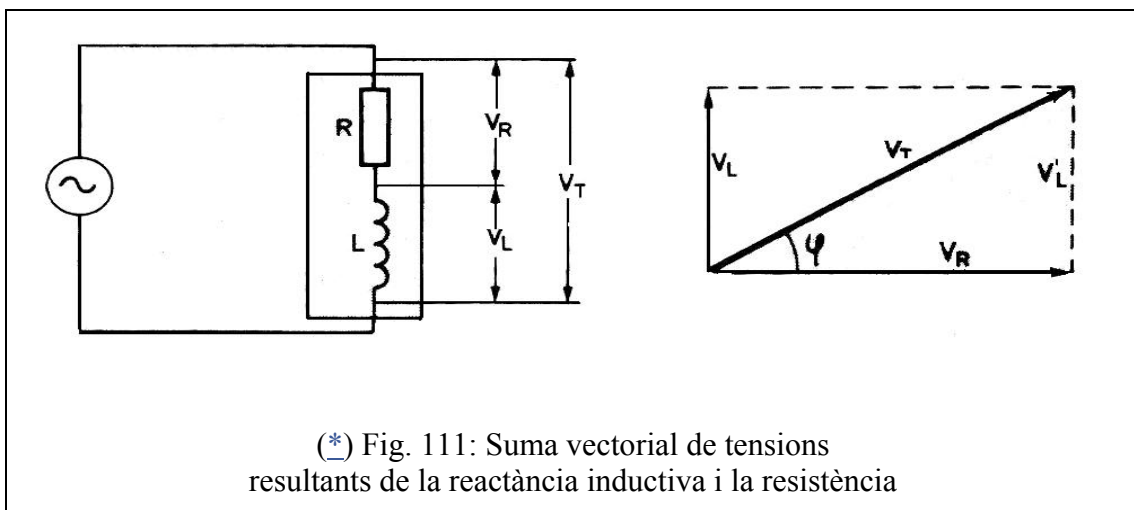
3.1.1 Circuits en sèrie i en paral·lel de resistències, bobines, condensadors, transformadors i díodes

En el tema anterior ja hem analitzat aquests components individualment. Ara analitzarem com es comporten si estan junts en un mateix circuit.

3.1.1.1 Circuit amb bobina i resistència en sèrie

Un circuit amb una bobina provoca que la corba del corrent altern retardi la seva fase, en relació amb la corba de la tensió, en 90° , però, en canvi, si fos una resistència, deixaria passar un corrent que sempre estaria en fase amb la tensió, és a dir, polsant alhora. Llavors, què passa si es combinen ambdós elements en sèrie? El resultat d'aquesta combinació és el predomini de la inductància de la bobina, però el corrent no arriba a retardar-se els 90° respecte a la tensió, a causa del comportament lineal de la resistència. Existirà un retard, però serà menor de 90° .

La impedància resultant d'aquest circuit és complexa i està formada per una part de resistència real, aportada per la resistència R , i una part imaginària, la reactància inductiva, aportada per la bobina, de manera que la impedància total és una suma complexa $Z = R + jXL$. L'operador "j" és el que indica que no és una suma normal, sinó una suma vectorial. La caiguda de tensió total del circuit és la suma de les caigudes de tensió a cada un dels elements.



3.1.1.2 Circuit amb condensador i resistència en sèrie

En aquest circuit hi ha un comportament al pas del corrent altern anàleg al de la bobina amb resistència en sèrie, llevat que en aquest circuit el condensador, fins i tot quan predomina la seva reactància capacitiva sobre la resistència, provoca un retard de la tensió respecte al corrent, de manera que entre ambdós apareix una diferència de fase que mai no arribarà als 90° a causa de la resistència.

En aquest circuit la impedància resultant Z és també la suma complexa de la resistència R i de la reactància X_C de cada un dels elements, i la caiguda de tensió és la suma de la caiguda de tensió en cada element per separat.

$$Z = R + jXC$$

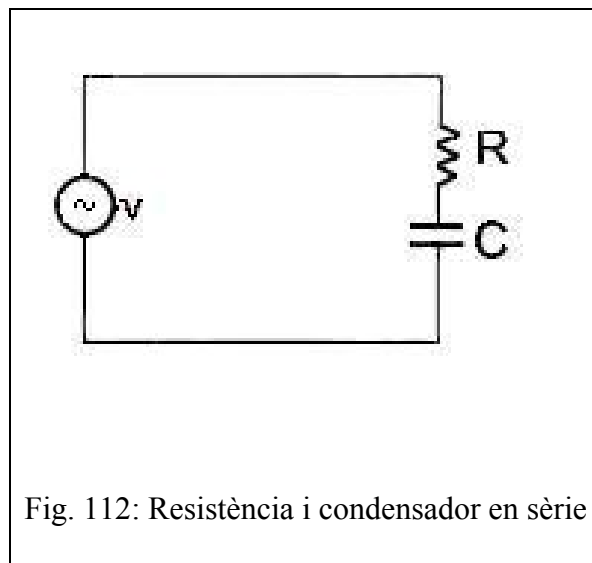


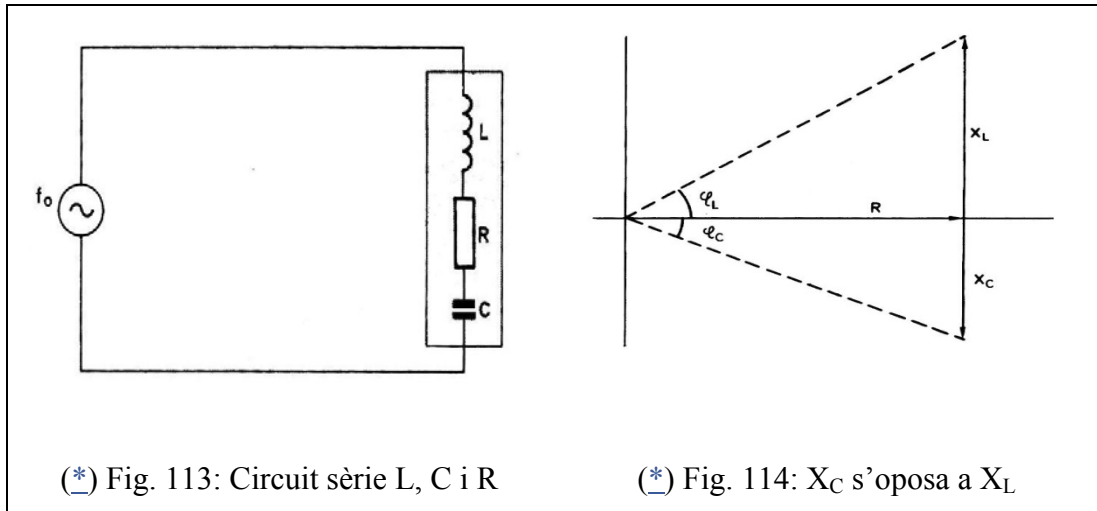
Fig. 112: Resistència i condensador en sèrie

3.1.1.3 Circuit amb condensador, bobina i resistència en sèrie

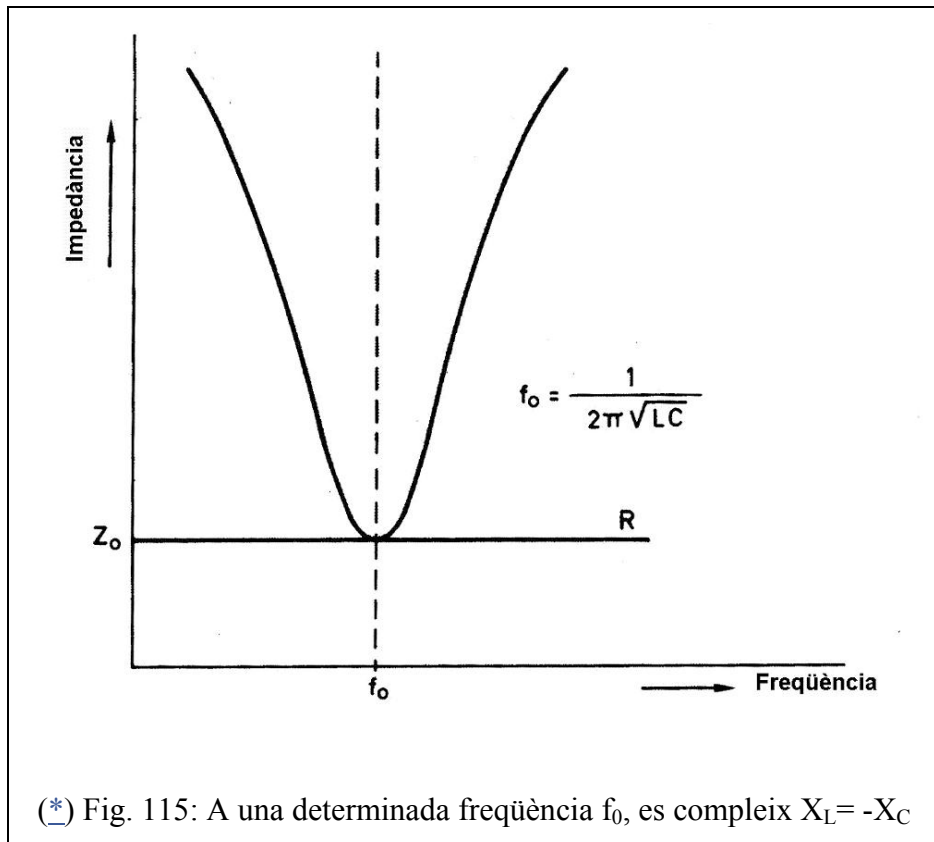
En aquest circuit tenim el comportament resistiu lineal de la resistència i , a més, les reactàncies inductiva i capacitiva de sentit oposat que aporten la bobina i el condensador. Aquests dos últims elements aporten reactàncies de signe contrari, és a dir, positiva la X_L i negativa la X_C respectivament.

$$Z = R + X_L + X_C \text{ (Si en un moment donat } X_C = -X_L, \text{ llavors } Z = R)$$

En un circuit amb aquests tres elements, la bobina i el condensador, a una freqüència determinada, aportaran la mateixa reactància, però de signe oposat i, en ser oposades, s'anul·laran mútuament entre si i quedarà només el valor resistiu de la resistència de manera que es produeix un fenomen anomenat ressonància. Si la bobina o el condensador aporten més reactància l'un que l'altre, el circuit tindrà un comportament inductiu o capacitiu respectivament.



En el cas que acabem d'esmentat, en el qual l'aportament de reactàncies és d'igual magnitud i signe oposat, hem comentat que es compensa la reactància de la bobina amb la del condensador. A aquest esdeveniment se l'anomena ressonància. I intuïtivament podem veure que, siguin quins siguin els valors d'inductància i de capacitat d'aquests elements, en variar la reactància de cada un d'ells d'una manera oposada en funció de la freqüència, sempre existirà una freqüència determinada per a la qual s'igualaran les magnituds d'ambdues reactàncies i es compensaran. Aquesta freqüència rep el nom de freqüència de ressonància f_0 del circuit LC.



La freqüència de ressonància és aquella a la qual $X_L = -X_C$: $f_0 = 1 / (2 \pi \sqrt{LC})$

3.1.1.4 Circuit amb bobina i resistència en paral·lel

El comportament d'aquest circuit en corrent altern, pel que fa a desfasament de la tensió respecte al corrent, és idèntic a la seva versió en sèrie. La diferència aquí és que la tensió present és només la tensió que aporta la font i el corrent és la suma dels corrents en les dues branques.

Si la reactància de la bobina és més gran que la resistència, el comportament general del circuit és resistiu, ja que la major part del corrent circularà per la resistència i, per tant, el corrent resultant retardarà molt poc respecte a la tensió.

Si la reactància inductiva és menor que la resistència, la major part del corrent circularà per la bobina i el caràcter predominant del circuit serà inductiu, perquè el corrent resultant de la suma de corrents es veurà molt retardat respecte a la tensió.

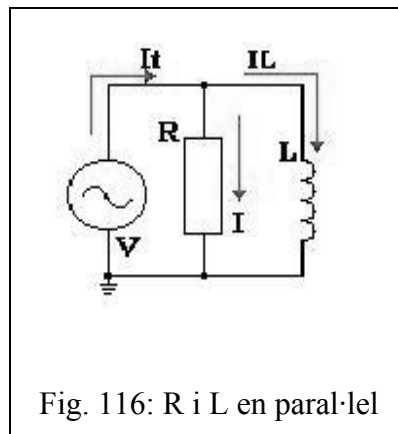


Fig. 116: R i L en paral·lel

3.1.1.5 Circuit amb condensador i resistència en paral·lel

El comportament d'aquest circuit pel que fa a les fases del corrent i la tensió és el mateix que en el circuit condensador i resistència en sèrie. I les diferències entre la versió sèrie i la versió en paral·lel són les mateixes que en el cas de bobina i resistència. Aquí el corrent es divideix per les dues branques i, en conseqüència, si circula més corrent per la branca del condensador a causa de la menor reactància del condensador, el comportament serà predominantment capacitiu. Si la major part del corrent circula a través de la resistència, el comportament serà predominantment resistiu.

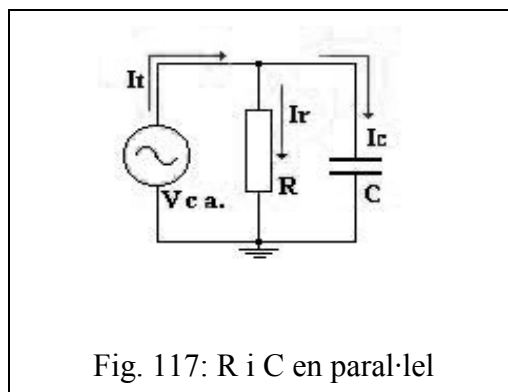


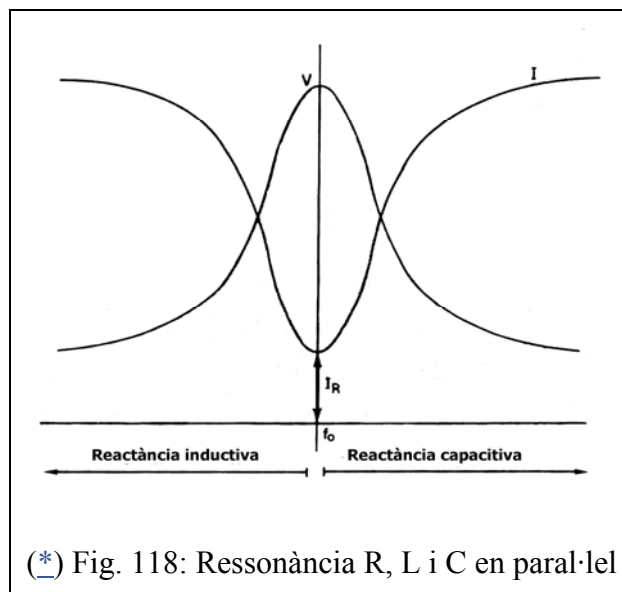
Fig. 117: R i C en paral·lel

3.1.1.6 Circuit amb condensador, bobina i resistència en paral·lel

En aquest circuit hi ha el mateix fenomen de freqüència de ressonància que en la seva versió sèrie, llevat que en aquest cas, en estar tots els components en paral·lel, quan les reactàncies del condensador i de la bobina s'anul·len, això equival a que no deixin passar corrent pels elements reactius, de manera que queda només la resistència que permet que circuli el corrent. Així s'aprecia que, a la freqüència de ressonància, la impedància del circuit serà màxima i purament real (només la resistència en paral·lel), just l'oposat del cas del circuit sèrie, on tot i ser també la resistència purament real en ressonància, la impedància resultant era mínima.

Fora de la freqüència de ressonància, el corrent que circuli a través del circuit travessarà la bobina o el condensador en quantitat major o menor, depenent de les reactàncies de cada element. Com a la resta de circuits, quan la major part del corrent circuli a través del condensador, el caràcter del circuit serà predominantment capacitiu i, quan circuli a través de la bobina, serà inductiu.

La fórmula per al càlcul de la freqüència de ressonància és la mateixa: $f_0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$



3.1.2 Comportament de resistències, condensadors i bobines reals en altes freqüències

Al tema 2 ja vam veure aquests elements, però ara parlarem de les seves capacitats i inductàncies paràsites. Aquestes són les causants que un component no treballi com hauria de fer-ho idealment a partir d'una freqüència determinada.

Una resistència té un comportament totalment fidel a l'esperat si la sotmetem a un corrent continu, però, en canvi, si la sotmetem a un corrent

altern, per culpa de l'efecte pel·licular o *skin*, en disminuir la seva secció conductora útil, la seva resistència augmentarà amb la freqüència. D'altra banda, les patilles de la resistència tenen una longitud que començarà a ser notable a determinades freqüències i es comportarà com una inductància. Si a més és una resistència bobinada, l'enrotllament presentarà una inductància paràsita que provocarà un comportament inductiu en sèrie, augmentant així molt la seva impedància a altes freqüències.

Per altra banda, una bobina presenta entre les seves espires una determinada capacitat paràsita que provocarà que, en augmentar la freqüència i arribar a freqüències molt elevades, la bobina es comporti fins i tot com un condensador i això disminuirà sensiblement la seva impedància.

El condensador també presenta una inductància inductiva paràsita aportada per la longitud dels seus terminals (les patilles) i per la seva estructura interna, depenent de la seva fabricació. Aquesta inductància provocarà un comportament inductiu del condensador en augmentar la freqüència, la qual cosa augmentarà també la seva impedància, precisament el comportament contrari del que hauria de tenir.

3.2 Filtres

Els filtres són agrupacions d'elements passius o actius que permeten seleccionar o separar senyals de diferents freqüències.

La funció fonamental d'un filtre és eliminar o atenuar una sèrie de freqüències determinades, deixant passar a través del mateix altres freqüències d'interès. Per això s'utilitzen components reactius, com els condensadors i les bobines, i s'evita l'ús de resistències, les quals no poden discernir entre una freqüència o una altra i es comportarien de la mateixa manera davant de diferents senyals, introduint principalment pèrdues.

3.2.1 Circuit ressonant en sèrie i en paral·lel. Impedància. Característica en freqüència. Freqüència ressonant. Factor de qualitat d'un circuit sintonitzat

El gran avantatge dels condensadors i les bobines és que la seva reactància depèn de la freqüència de treball. Amb una combinació determinada d'aquests elements, podem crear un "camí" d'impedància molt alta per a una freqüència determinada o, a la inversa, una impedància molt baixa per a una altra freqüència, amb la qual cosa aconseguim que un senyal travessi el circuit gairebé sense atenuació i d'altres quedin molt atenuats. Aquest és el principi que ens permet seleccionar determinades freqüències i permet la realització de tot tipus de filtres més complexos que les seleccionin millor.

Com la reactància d'una bobina augmenta amb la freqüència ($X_L = 2\pi fL$) i, en canvi, la reactància capacitiva disminueix amb la freqüència ($X_C = 1/2\pi fC$), hi ha una sola freqüència f_r en què les dues corbes es creuen i es produeix $X_L = X_C$ i, per tant, $2\pi f_r L = 1/2\pi f_r C$. Resolent l'equació, descobrim que aquest fenomen es produeix només a aquella que anomenem freqüència de ressonància:

$$X_L = 2\pi f_0 L = 1/2\pi f_0 C = X_C \text{ per tant es dedueix que: } fr = 1/2\pi \sqrt{LC}$$

Un circuit ressonant en sèrie té una impedància gairebé nul·la per a la freqüència a què ressona i, en canvi, un circuit ressonant en paral·lel té una impedància molt alta a la freqüència de ressonància. Amb aquesta propietat es poden crear filtres per seleccionar freqüències molt fàcilment.

Com veiem a l'exemple següent, tenim un circuit ressonant en sèrie format per una bobina de 1mH i un condensador de 1nF. Ambdós ressonen a una freqüència de 150 kHz i, com estan en sèrie, presentaran una impedància molt baixa a aquesta freqüència. En canvi, a una freqüència de, per exemple, 10 MHz, el condensador presentarà una reactància d'aproximadament -15 j ohms, però la bobina presentarà una reactància de 60.000 j ohms, per la qual cosa impedirà el pas d'aquest senyal de 10 MHz.

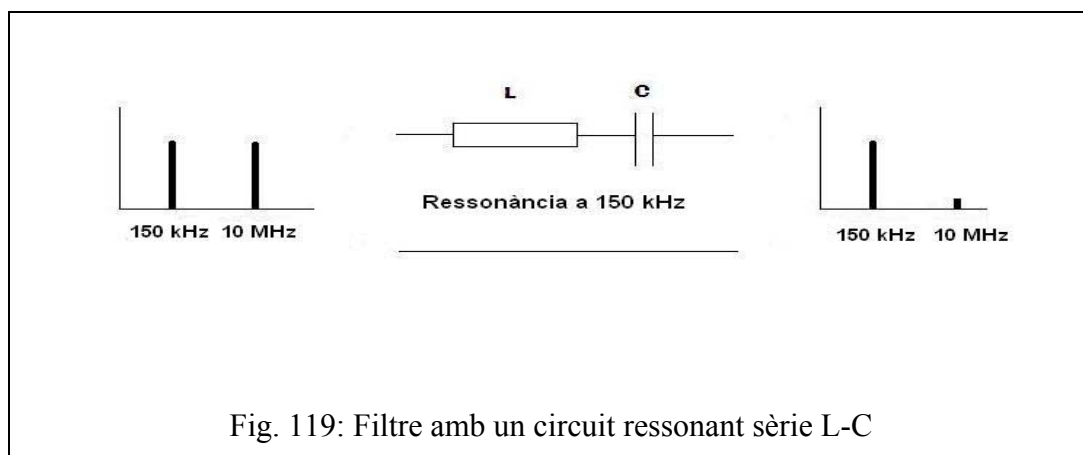


Fig. 119: Filtre amb un circuit ressonant sèrie L-C

Si la disposició és d'un circuit ressonant en paral·lel, a la freqüència de ressonància presentaran una impedància molt alta permetent el pas del senyal ressonant (150 kHz). En canvi, per al senyal de 10 MHz, el condensador presentarà els -15 j ohms calculats anteriorment, per la qual cosa deriva a massa a través del mateix el senyal de 10 MHz. En aquest exemple, el senyal, en passar a través del condensador, es deriva cap a massa i així l'eliminem i només queda la de 150 kHz que troba una impedància molt alta.

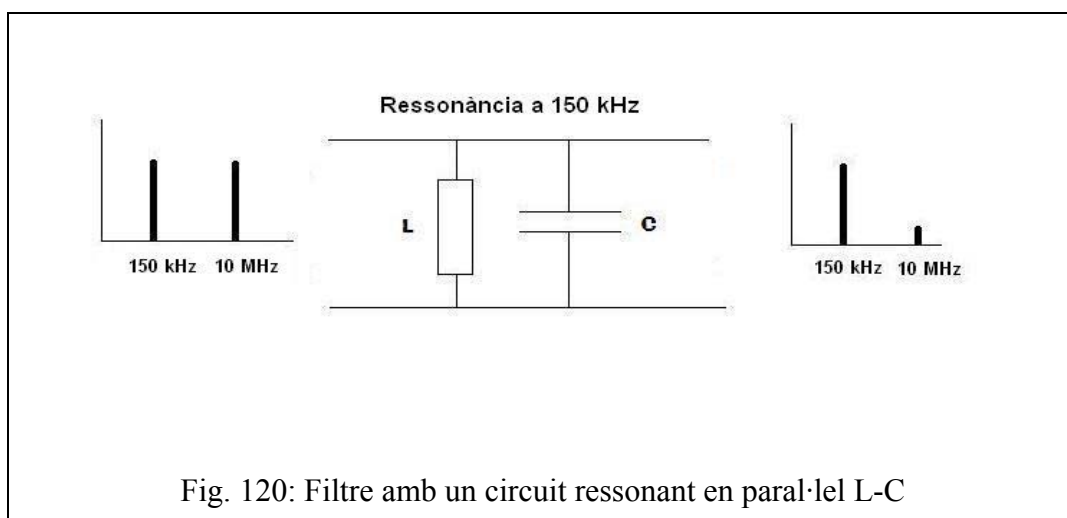
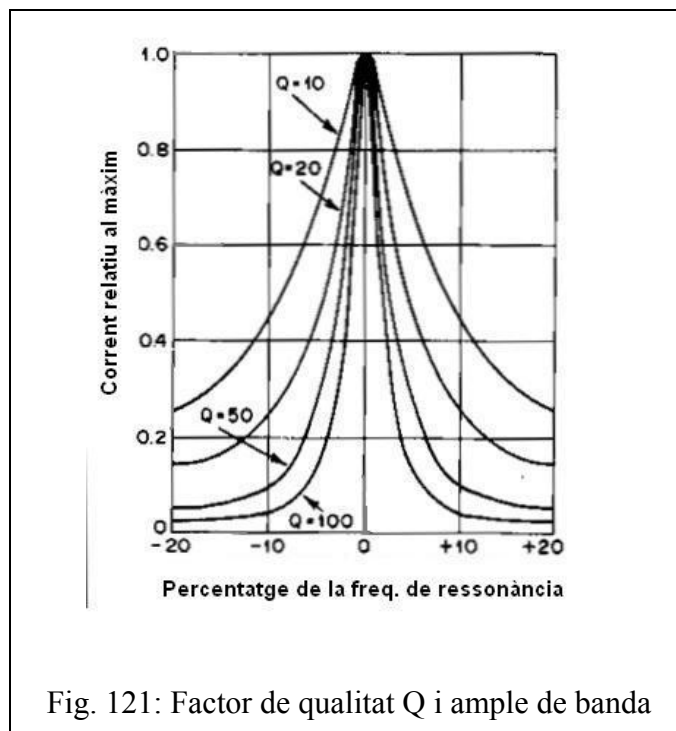


Fig. 120: Filtre amb un circuit ressonant en paral·lel L-C

Una combinació d'ambdós circuits, sèrie i paral·lel, provocarà un comportament global encara millor.

El factor de qualitat Q d'un circuit ressonant ve determinat per la resistència òhmica de pèrdues de la bobina, ja que el condensador no té quasi pèrdues. Es defineix la qualitat Q com la relació entre la reactància inductiva de la bobina a aquesta freqüència dividida per la resistència òhmica del fil de la bobina: $Q = XL/r$.



En aquesta fórmula es pot observar que com menor sigui la resistència interna r de la bobina, més gran serà el factor de qualitat Q del circuit ressonant, ja sigui sèrie o paral·lel, ja que en ambdós casos es determina la qualitat del circuit ressonant de la mateixa manera.

3.2.2 Ample de banda

L'ample de banda d'un filtre o d'un circuit ressonant es defineix com la diferència en hertzs de les dues freqüències de tall a les quals passa la meitat de la potència (-3 dB). A la freqüència de ressonància del circuit, es tenen només les anomenades pèrdues d'inserció, pèrdues que idealment haurien de ser nul·les, ja que no interessa que el senyal d'interès sofreixi cap pèrdua. Fixat aquest punt de pas màxim, en el qual la freqüència experimenta la menor atenuació, es busquen les freqüències superior i inferior en les quals el senyal serà atenuat, deixant només la meitat de la seva potència (-3 dB). Aquests dos punts són anomenats les freqüències de tall, i determinen l'ample de banda d'un filtre. Gràficament es veurà millor:

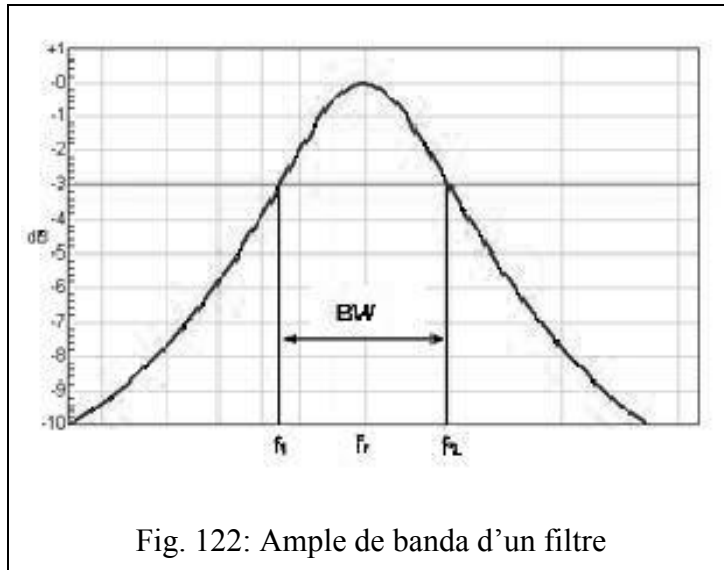


Fig. 122: Ample de banda d'un filtre

Exactament es busquen, en un eix de freqüències, els punts f_1 i f_2 on ja es perden -3 dB en comparació amb el punt màxim, pèrdua que és exactament la meitat de la potència. L'ample de banda serà la diferència entre ambdues freqüències: **$BW = f_1 - f_2$**

L'ample de banda ve normalment determinat pel factor de qualitat del circuit ressonant: **$BW = f_2 - f_1 = f_0/Q$**

Com més elevat sigui el Q del circuit, més estreta serà la corba de ressonància i, a la inversa, com menor sigui el Q del circuit ressonant, més ampla serà la corba de ressonància i l'ample de banda passant.

3.2.3 Filtre passabanda

Un filtre passabanda és aquell que afavoreix una banda de freqüències al voltant d'una freqüència central ressonant i té unes freqüències de tall tant superior com inferior, exactament com el de la figura anterior. Qualsevol senyal de freqüència superior o inferior a les freqüències de tall serà molt més atenuat.

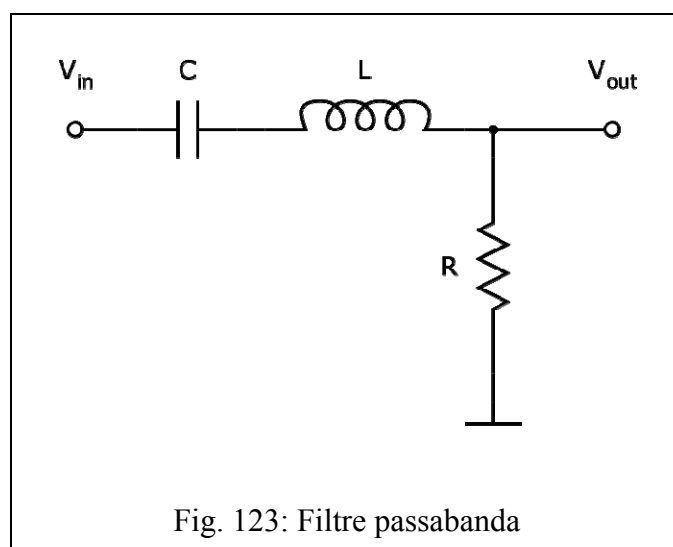
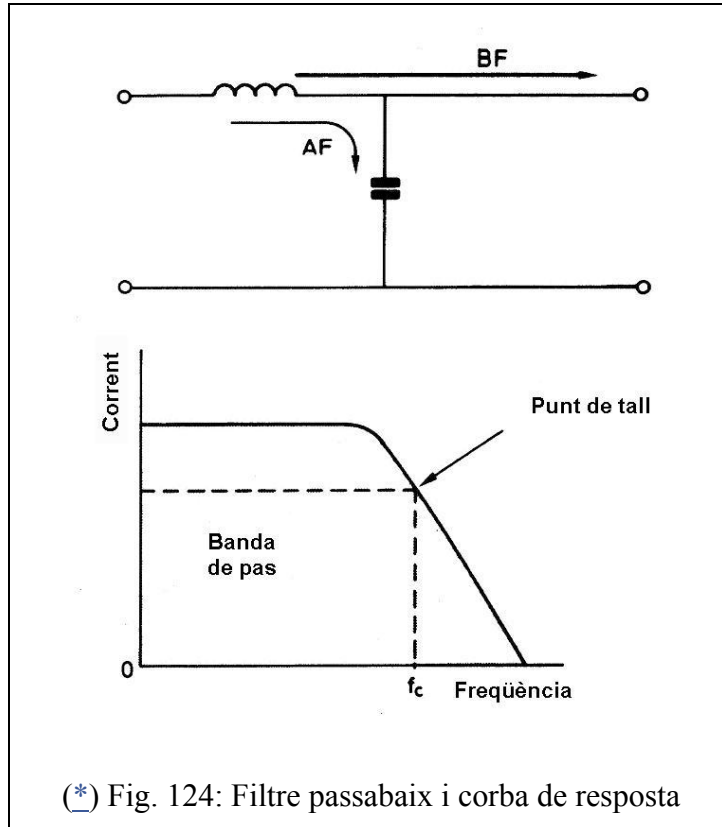


Fig. 123: Filtre passabanda

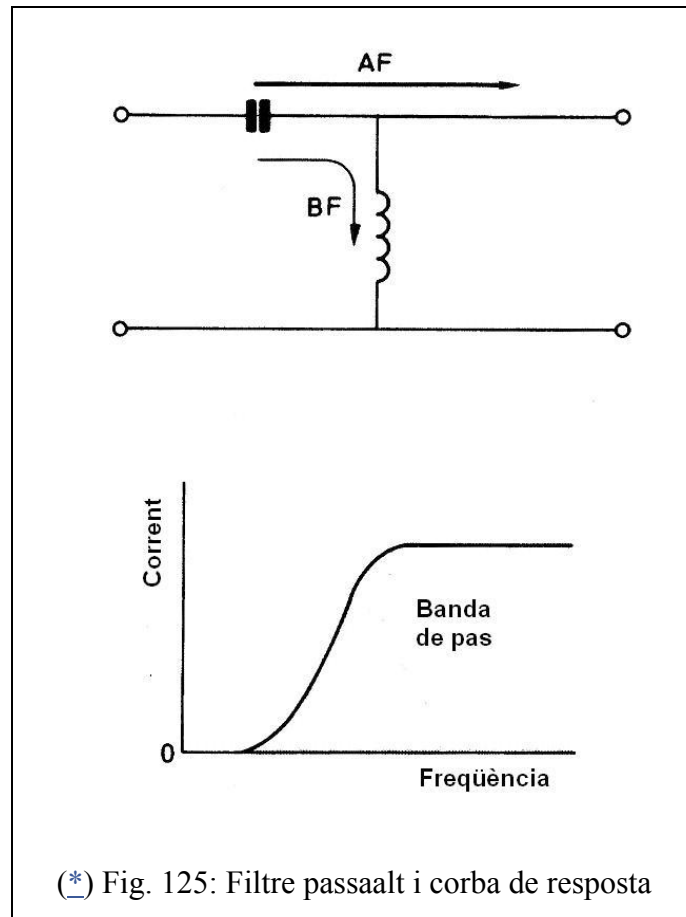
3.2.4 Filtre passabaix

Un filtre passabaix és aquell que deixa passar totes les freqüències des de la $f = 0$ Hz fins una freqüència de tall superior de potència meitat i, a partir d'aquesta, les atenua molt més.



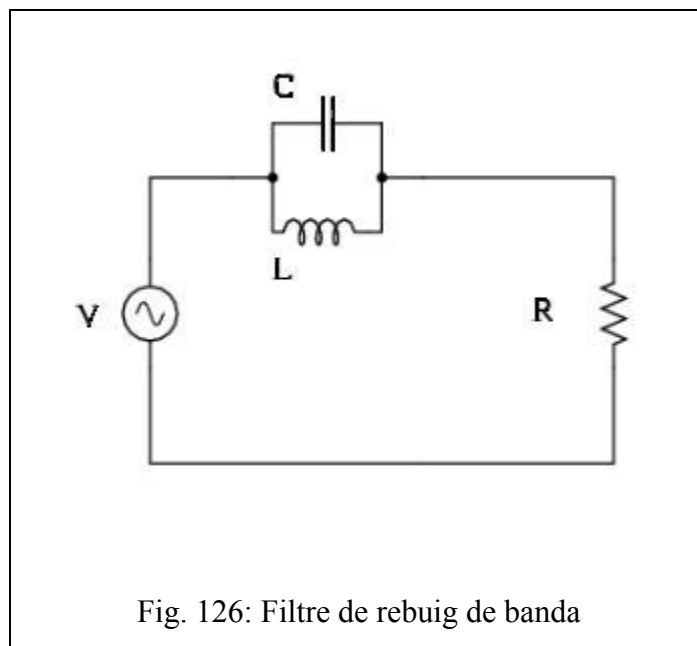
3.2.5 Filtre passaalt

Un filtre passaalt és aquell que atenua totes les freqüències que es troben per sota de la seva freqüència de tall de potència meitat i, a partir d'aquesta, les deixa passar sense atenuació.



3.2.6 Filtre de rebuig de banda

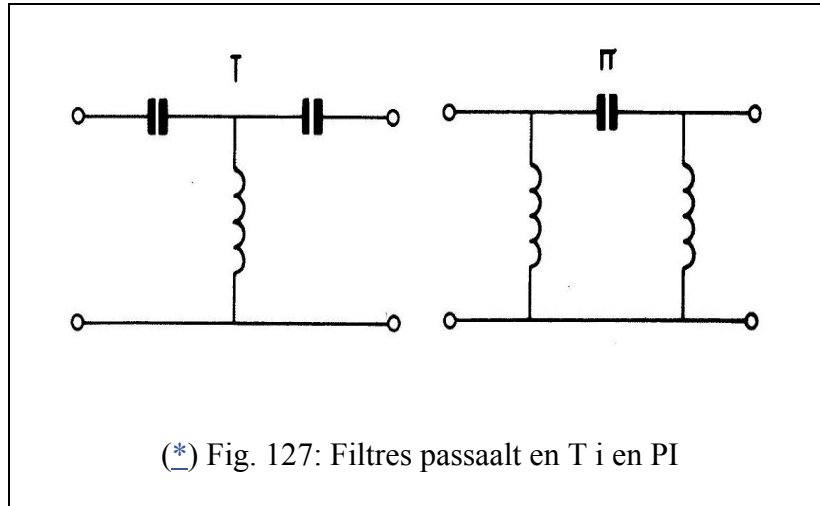
El filtre de rebuig de banda és el contrari del filtre passa banda, doncs evita el pas d'unes determinades freqüències, permetent el pas de tot la resta. El seu ample de banda està també limitat per les freqüències de tall de +3 dB en comparació amb la màxima atenuació central.



3.2.7 Filtres en PI i en T

S'anomena filtre en Pi a aquell que té dos elements en paral·lel i un altre al mig en sèrie, de manera que s'assembla a la lletra grega PI (π) i té les propietats de filtre passabaix o passaalt, segons siguin els elements que el formin.

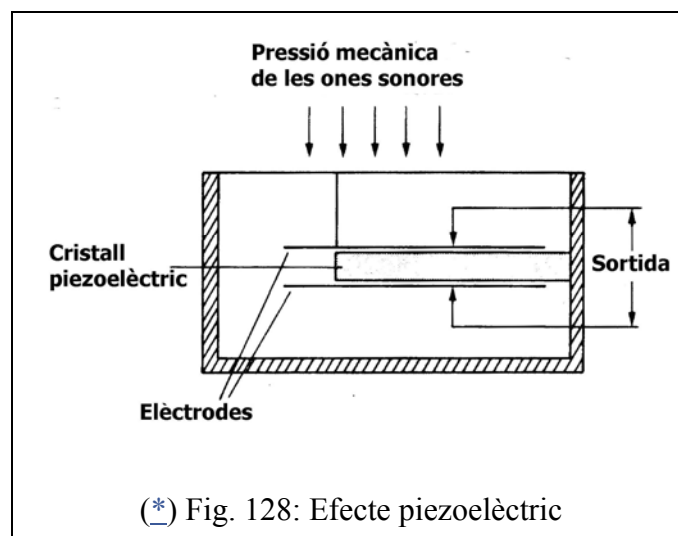
És molt utilitzat també en l'adaptació d'impedàncies i en l'atenuació d'harmònics, per als quals té una gran atenuació per sobre de la freqüència de tall.



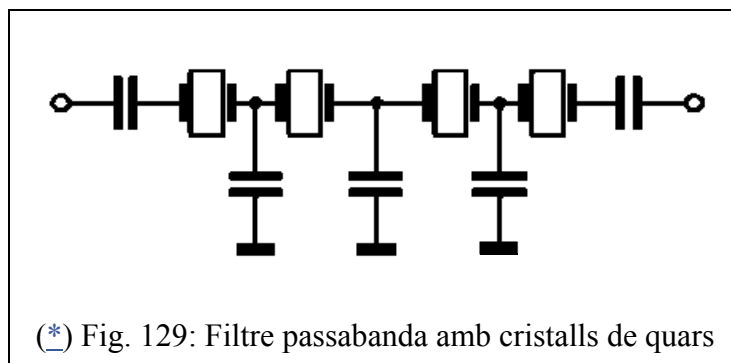
En canvi, un filtre en T és aquell que té dos elements en sèrie i un en paral·lel disposats de manera que formen una lletra T. Té les propietats d'un filtre passaalt.

3.2.8 Filtre de cristall de quars

Aquest és un filtre de molta qualitat, ja que el quars és un material ressonant piezoelèctric que vibra a una determinada freqüència en funció de com hagi estat tallat.

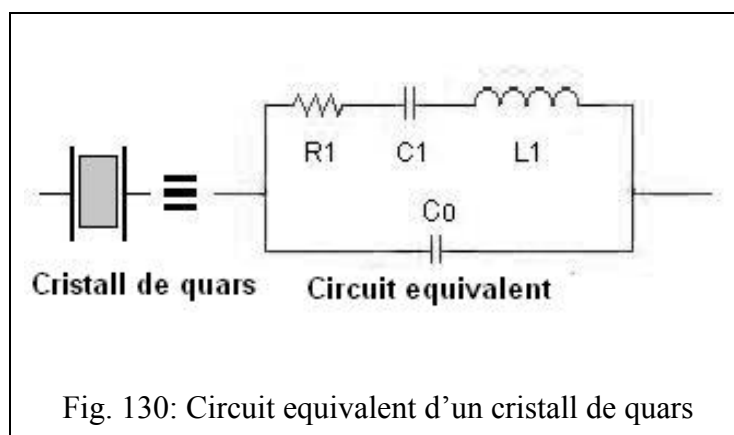


En un filtre, un cristall de quars pot comportar-se com una bobina, un circuit obert o un curt circuit en funció de la freqüència que el travessi, de manera que, substituint una bobina per un cristall de quars, aconseguim un comportament de bobina només a la freqüència que ens interessa, de manera que així es poden crear filtres d'un ample de banda molt estret.



Un cristall de quars pot modelar-se com una branca RLC (resistència, bobina condensador en sèrie) tot en paral·lel amb un condensador. De manera que existiran dues freqüències de ressonància per al cristall, una quan la branca sèrie RLC ressoni, tenint així impedància mínima, i una segona ressonància, anomenada ressonància en paral·lel, que és quan la branca RLC ressona amb el condensador en paral·lel, oferint així en conjunt una impedància molt alta. Entre aquestes dues freqüències, ressonància sèrie i ressonància paral·lel, el cristall té un comportament inductiu.

El model equivalent d'un cristall de quars és el següent:



El Q d'un cristall de quars és molt més elevat que el de qualsevol condensador o bobina, de manera que li permet ser utilitzat en filtres passabanda de gran qualitat.

3.2.9 Filtres digitals

Un filtre digital és un concepte totalment diferent. Un senyal analògic és digitalitzat i es converteix en un munt d'uns i zeros. Una vegada s'ha digitalitzat el senyal, és processat per un ordinador, que, mitjançant un software, filtrarà el senyal. Una vegada acabat el procés, es convertirà novament de digital a analògic i el procés haurà finalitzat. Això ofereix molts avantatges, ja que permet fer filtrats summament selectius sense estar

limitat per un comportament molt allunyat de l'ideal del hardware, realitzat a base de bobines i condensadors, sinó que tot es basa en la potència de càlcul del software.

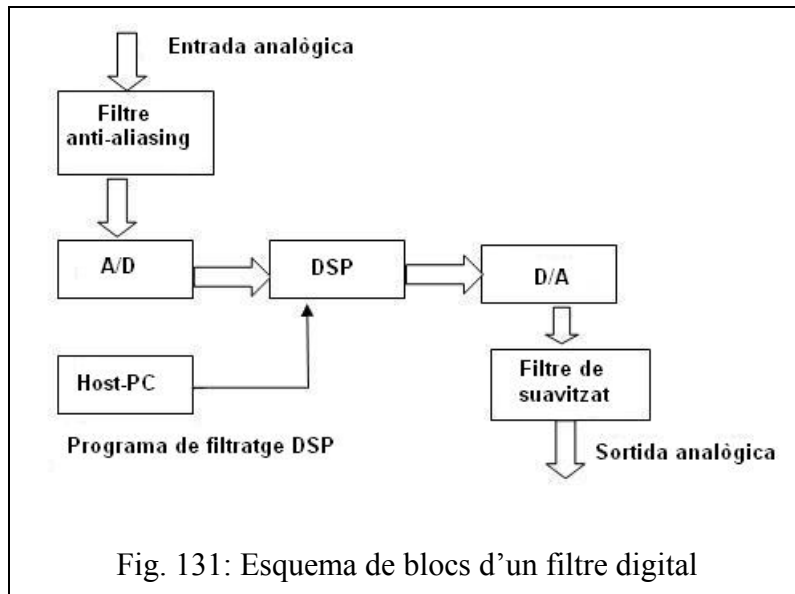


Fig. 131: Esquema de blocs d'un filtre digital

3.3 Fonts d'alimentació

Una font d'alimentació és un dispositiu que converteix el corrent de la xarxa elèctrica en corrent continu, que és el que necessiten els amplificadors i altres circuits electrònics per a funcionar.

Existeixen diversos tipus de fonts d'alimentació. Segons el seu disseny trobem:

Les lineals, que treballen en règim lineal.

Les commutades, que treballen en règim de commutació a freqüències més elevades que les de la xarxa elèctrica.

Segons la seva tensió de sortida, es classifiquen en:

Les de tensió fixa, que proporcionen sempre la mateixa tensió contínua.

Les de tensió ajustable, que proporcionen una tensió contínua la magnitud de la qual pot ser modificada.

Les que tenen una única sortida.

Les que tenen diverses sortides, unes independents de les altres.

En general les fonts d'alimentació lineals i no commutades consten de tres elements bàsics:

El primer element és un transformador, que baixa la tensió de la xarxa elèctrica a una tensió adequada per convertir-la en contínua.

El segon element és un rectificador, que és l'encarregat de transformar la tensió alterna en tensió contínua.

El tercer element és un filtre passabaix, que acaba de polir el senyal continu per deixar-lo completament net d'impureses com l'arribada, que són

petites oscil·lacions en la tensió contínua. D'aquesta manera s'aconsegueix un nivell estable de tensió contínua.

Les fonts d'alimentació commutades, que funcionen a freqüències superiors a les de la xarxa elèctrica, utilitzen transformadors i inductàncies amb nuclis de ferrita més lleugers que els transformadors clàssics i permeten disminuir la seva mida i pes considerablement.

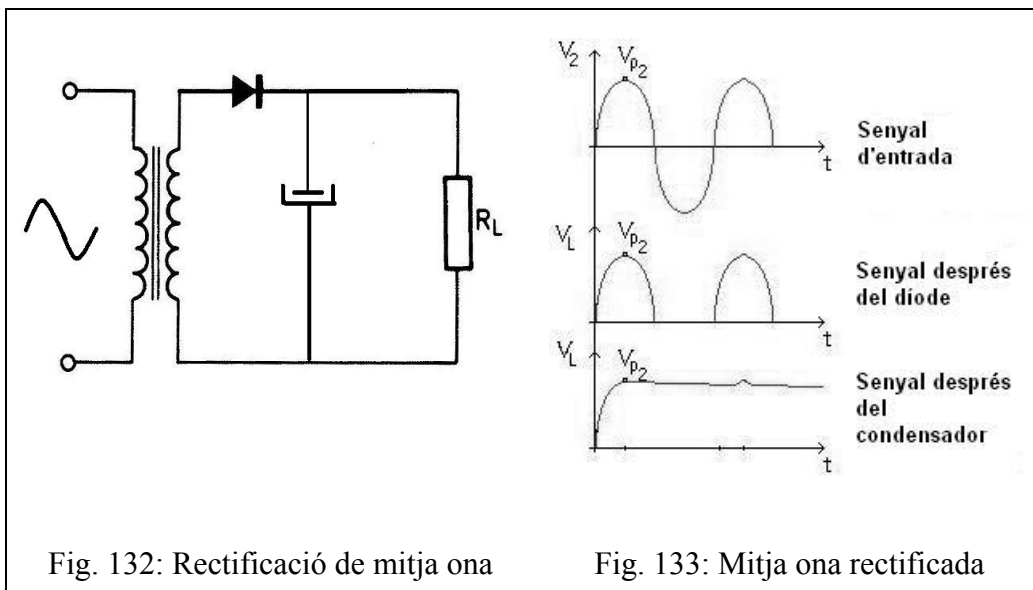
3.3.1 Circuits de rectificació

Un rectificador té com a missió convertir la tensió alterna en contínua i per a aquest fi el més comú és usar díodes, ja que aquests elements, tal com hem vist anteriorment, només permeten passar el corrent en un sentit i, al contrari, impedeixen que circuli el corrent en sentit invers. D'aquesta manera es poden eliminar els semicicles negatius de tensió i quedar-se amb els semicicles positius, de manera que després només sigui necessari un filtrat capacitiu per acabar d'obtenir una tensió pràcticament contínua.

A continuació, veurem com funcionen els diferents tipus de rectificadors.

3.3.1.1 Rectificador de mitja ona

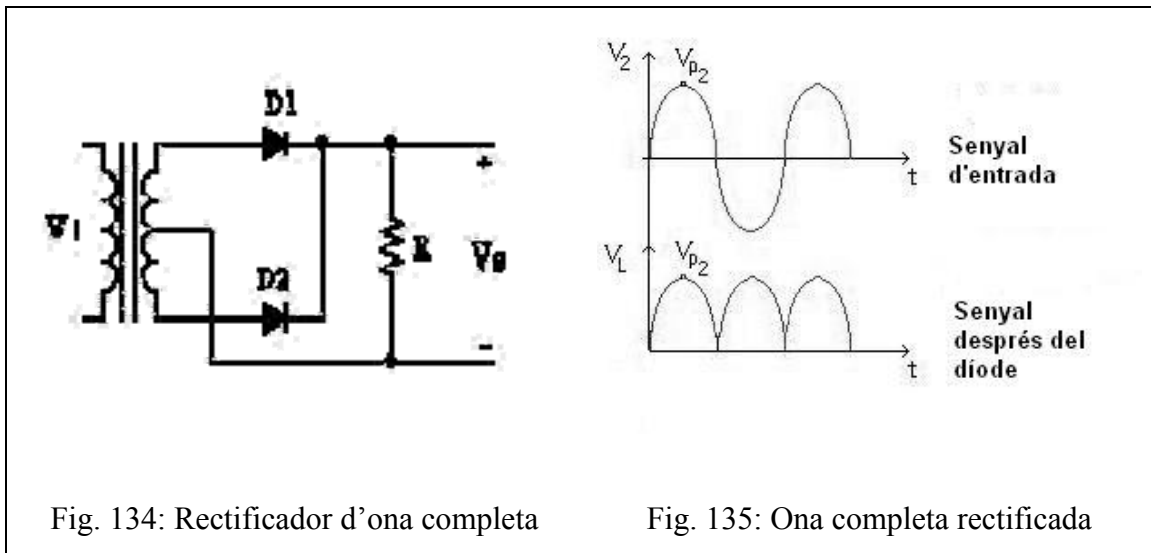
El rectificador de mitja ona està format per un únic díode i permet passar els semicicles positius procedents del transformador. Aquests semicicles positius seran filtrats posteriorment. Un esquema és el següent:



Tal com s'observa a la figura, el senyal, després de passar a través del condensador que fa de filtre, té una forma de senyal més continu. El senyal no és perfecte, ja que un sol condensador no és un gran filtre.

3.3.1.2 Rectificador d'ona completa

El rectificador d'ona completa és molt semblant al de mitja ona llevat que, en comptes de desaprofitat el semicicle negatiu, li canvia la polaritat. Tenim a la sortida els dos semicicles del senyal d'entrada, però els dos amb la mateixa polaritat. Vegem un exemple gràfic.

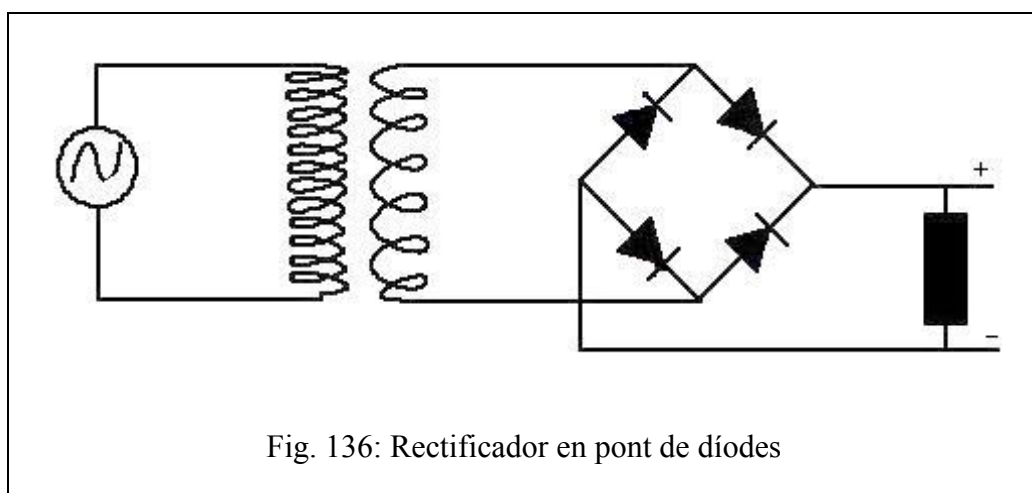


En aquest exemple s'ha obviat el condensador de filtre, ja que no fa al cas per veure la diferència. S'observa clarament que l'ona d'entrada és a la sortida en la seva totalitat, però amb una única polaritat. El gran avantatge és que, en travessar el filtre de sortida, el senyal continu serà de major qualitat i costarà menys filtrar-lo.

El funcionament és ben simple: el díode D2 s'encarrega de conduir el semicicle negatiu a la càrrega durant el període en què no existeix semicicle positiu. Per a això és necessari un doble transformador, en el qual pren com a negatiu de referència una presa a la meitat del secundari del transformador, tal com es pot observar de manera molt clara a la figura.

3.3.1.3 Rectificador en pont de díodes

El rectificador en pont de díodes és un rectificador d'ona completa en el qual la diferència és que fa servir un transformador sense la presa intermèdia. L'esquema és el següent:

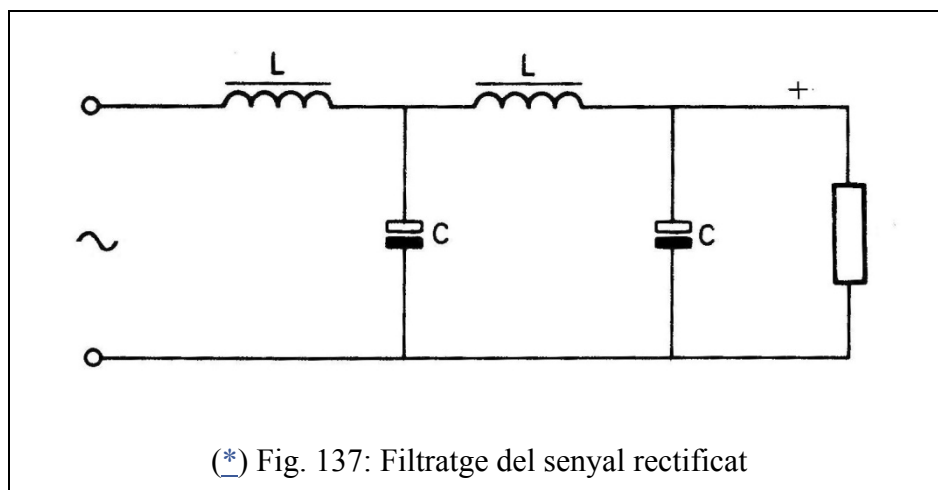


En aquest cas, sempre hi ha dos díodes conduint el corrent cap a la càrrega, sigui quin sigui el semicicle d'entrada. Per dir-ho d'una altra manera, sigui quina sigui la polaritat del corrent d'entrada, el seu únic camí cap al negatiu és passar a través de la càrrega, mai no trobarà un camí directe cap al

negatiu que no sigui passant a través de la càrrega de sortida. La forma d'ona és la mateixa que en un rectificador d'ona completa.

3.3.2 Circuits de filtratge

Podríem descriure els condensadors de filtre com acumuladors de càrrega durant la pujada de cada semicicle cap al màxim que es descarreguen i proporcionen corrent quan cada semicicle decreix passat el màxim.



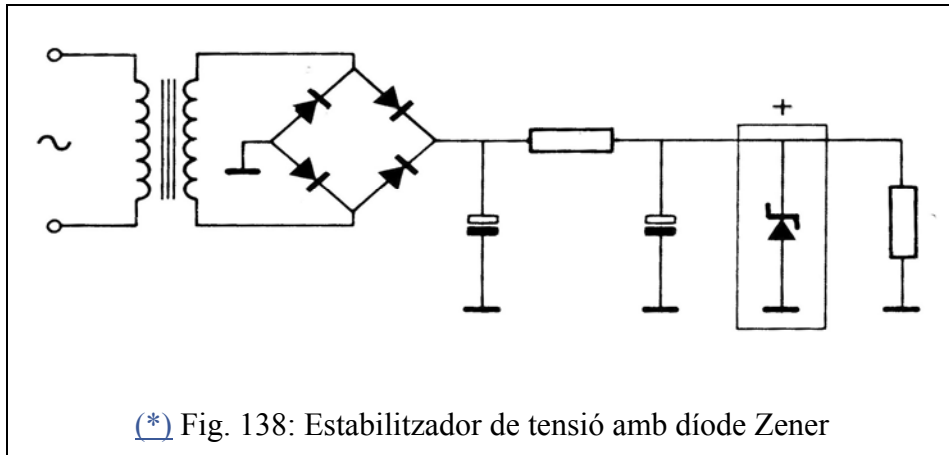
(* Fig. 137: Filtratge del senyal rectificat

Però en termes més tècnics, podem afirmar que els filtres que es col·loquen després del rectificador serveixen per eliminar els components residuals intermitents del corrent altern que persisteixen sobreposats al corrent continu rectificat. Els filtres usats són els que hem vist en el tema anterior, filtres a base de bobines i condensadors que deriven cap a massa el component altern i només deixen passar el component continu, és a dir, filtres passabaix.

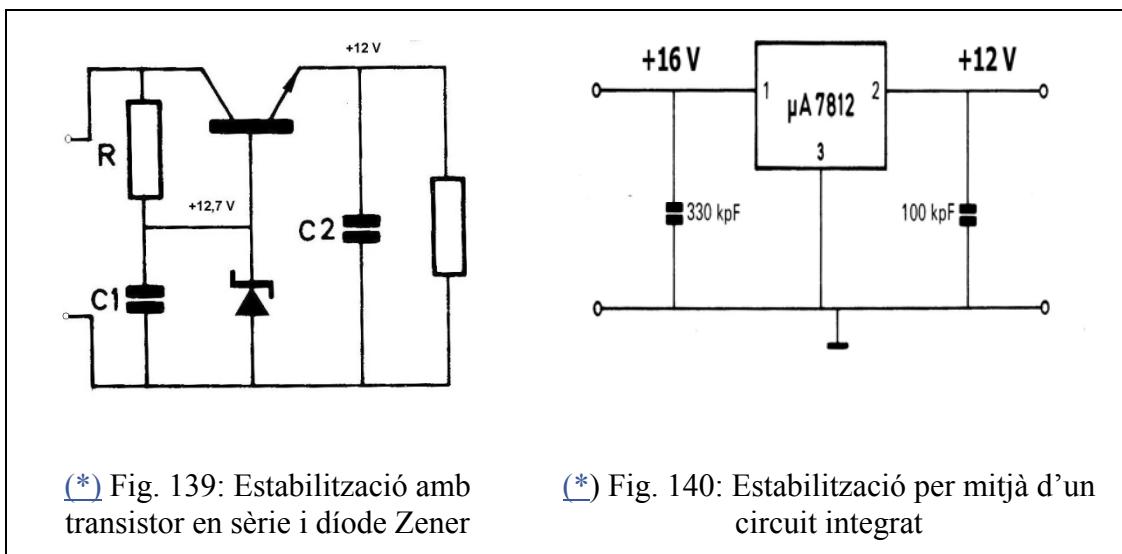
3.3.3 Circuits estabilitzadors de tensió a les fonts de baix voltatge

A causa de les pertorbacions incontrolables que poden aparèixer, com per exemple, les variacions en el senyal d'entrada, o variacions de la temperatura o fins i tot variacions del circuit de càrrega, totes elles incontrolables per la font d'alimentació, ens veiem obligats a implementar algun sistema que permeti obtenir una tensió contínua que sigui el més estable possible malgrat tals pertorbacions.

Si la font ha de subministrar corrents petits amb una tensió molt estable, normalment s'utilitza un díode Zener, que consisteix en un díode polaritzat inversament que, encara així, condueix en estat d'allau, però la seva tensió als borns roman constant en un ampli marge de corrents, i així s'aconsegueix l'estabilitat de tensió tan desitjada. Aquest díode Zener només permet estabilitzar tensions per a dispositius de molt poc consum.

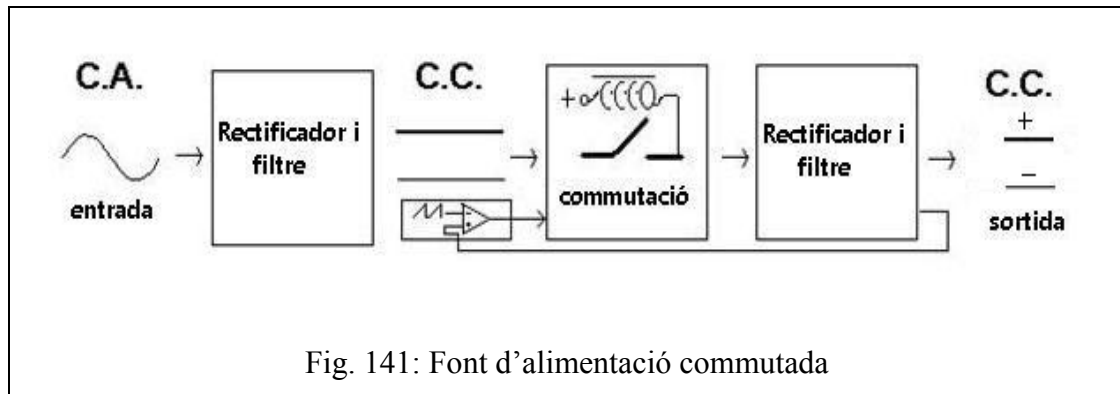


Per a corrents més grans, hi ha la possibilitat d'augmentar l'amperatge per mitjà d'un transistor de pas estabilitzat per un díode Zener, però generalment serà millor utilitzar fonts regulades dinàmicament. Aquestes fonts aconseguixen l'estabilitat de la tensió per mitjà d'un integrat regulador de tensió, és a dir, per mitjà d'una realimentació que compara constantment la tensió de sortida amb una tensió d'una referència, i modifica constantment la conducció del regulador per adaptar-se a les variacions de consum, de manera que a la sortida sempre s'obtingui una tensió de sortida amb el valor més constant possible.



3.3.4 Fonts d'alimentació commutades, aïllament i compatibilitat electromagnètica

Una font commutada transforma energia elèctrica mitjançant transistors de commutació. Les fonts commutades utilitzen transistors que es commuten (canvien d'estat) activament a altes freqüències (20-100 Kilohertz típicament) passant de l'estat de tall (circuit obert) al de saturació (conducció). La forma d'ona quadrada resultant és aplicada a inductàncies o a transformadors amb diverses sortides per obtenir diferents voltatges de corrent altern (C.A.), que després són rectificats, com ja hem vist abans, i filtrats per obtenir diversos voltatges de sortida de corrent continu.



En les fonts commutades, la regulació dinàmica de la tensió de sortida també es realitza comprovant aquesta tensió i realitzant una autoregulació per mitjà d'una realimentació que fins i tot arriba a variar els temps de commutació i conversió de la C.A. a C.C.

Els avantatges d'aquest mètode són que permet una mida més petita i un menor pes del nucli del transformador, gràcies a que utilitza una freqüència d'operació molt més elevada que els 50 Hz del corrent altern, i així es pot obtenir una major eficiència i, per tant, un escalfament menor.

Els desavantatges comparats amb les fonts d'alimentació lineals són que són més complexes i generen molt soroll elèctric d'alta freqüència que s'ha de filtrar acuradament de manera que sigui minimitzat i no causi interferències a equips pròxims a aquestes fonts. S'ha d'exigir sempre que a les carcasses hi figurin les lletres CE que confirmen que compleixen les especificacions de la Unió Europea sobre compatibilitat electromagnètica.

3.4 Amplificadors

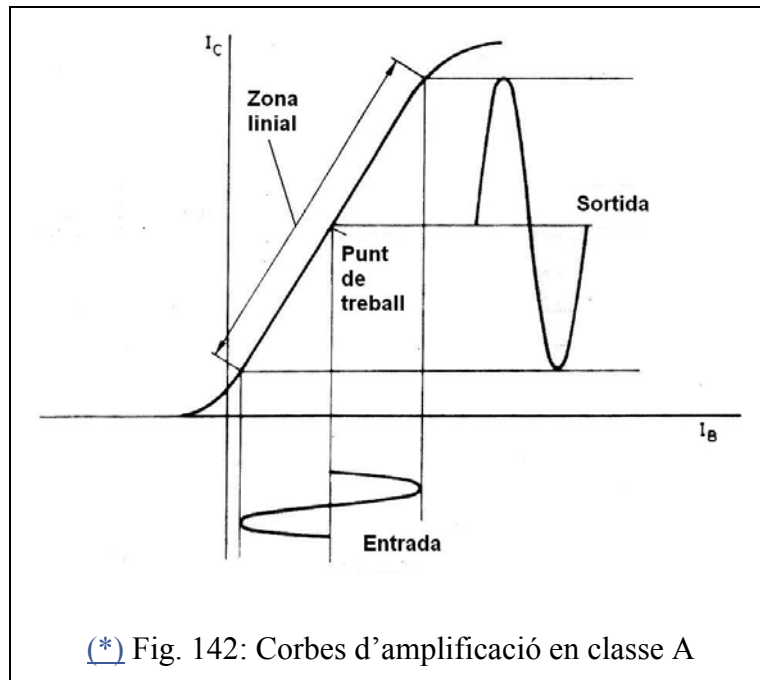
Un amplificador és un dispositiu electrònic que dona a la seva sortida un senyal de més potència que la que li ha estat lliurada i amb una forma que reproduceix fidelment el senyal d'entrada, però molt ampliat.

Avui en dia la immensa majoria dels amplificadors funcionen amb transistors de diversos tipus. Una petita variació del senyal d'entrada en un transistor pot provocar una gran variació en el senyal de sortida.

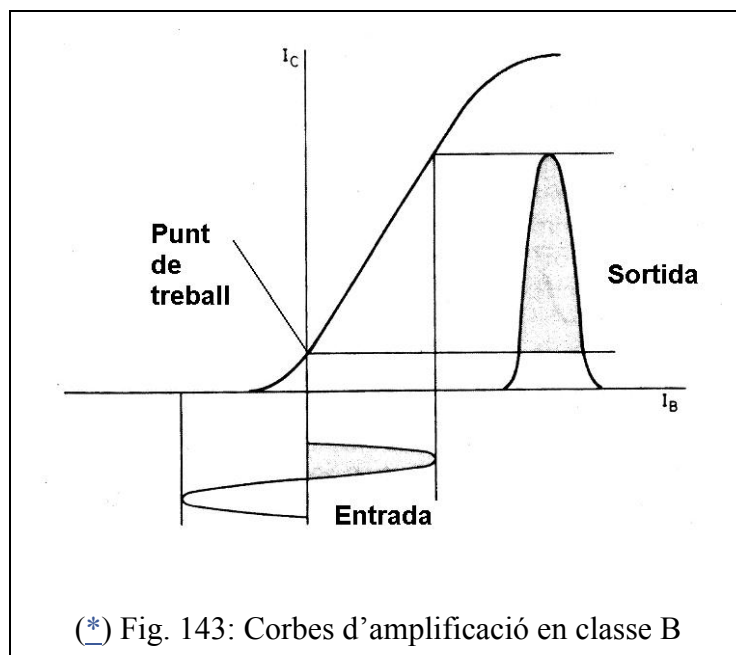
Existeixen diverses classes d'amplificadors segons com hagi estat configurada la polarització dels transistors.

Les classes d'amplificació es divideixen en classe A, classe B, classe AB i classe C, que es distingeixen pel punt de funcionament o polarització del transistor o vàlvula de l'amplificador, polarització que, al seu torn, determina la part del cicle de l'ona que s'amplifica.

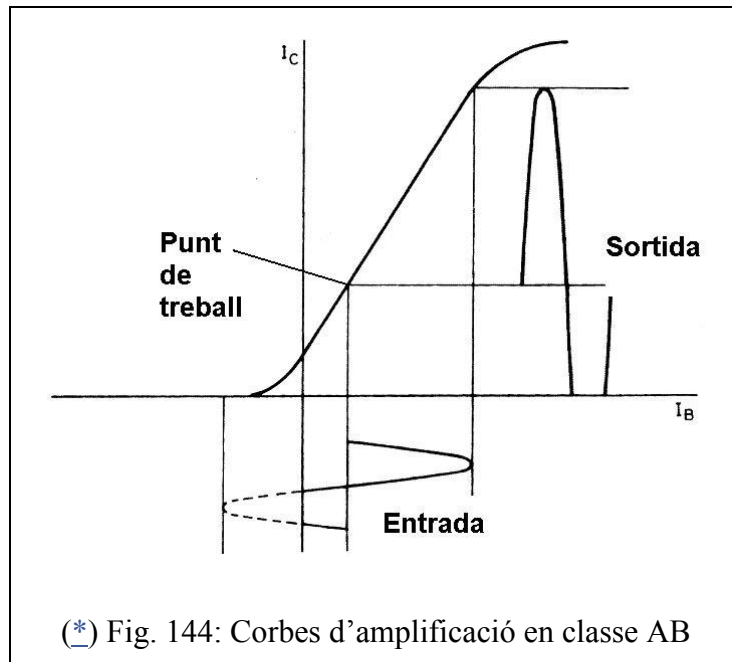
L'amplificador en classe A treballa en un punt que amplifica el 100% del senyal d'entrada i que és pràcticament lineal, de manera que la distorsió que pugui produir és mínima. La seva eficiència es troba entre el 25% i el 35%.



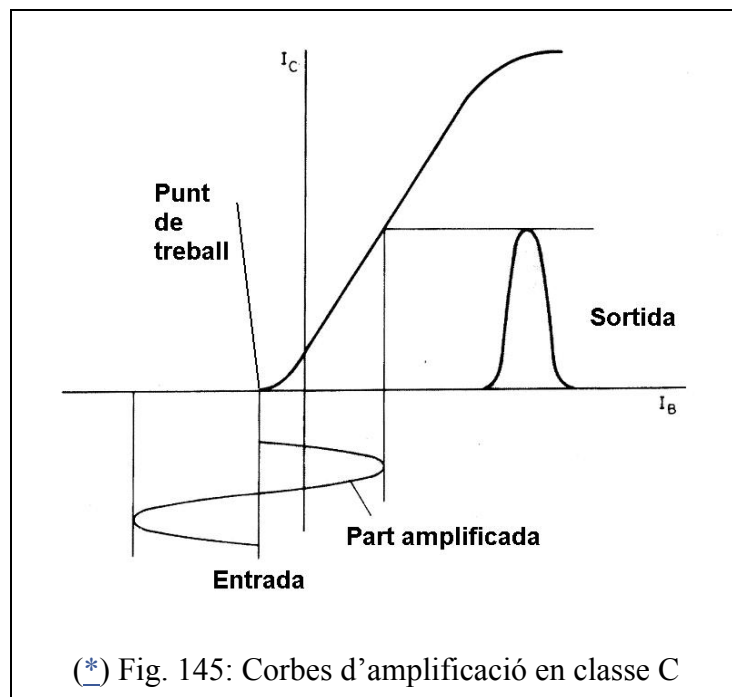
L'amplificador en classe B treballa en un punt que només amplifica un 50% del senyal d'entrada, és a dir, només els semicicles positius o els negatius del senyal d'entrada, pel que produeix una gran distorsió, encara que té un bon rendiment, ja que assoleix 40-60%. Normalment s'utilitzen dos amplificadors en contrafase.



L'amplificador en classe AB és una combinació dels dos primers, i consta de dos amplificadors en contrafase que es polaritzen de forma que cada un d'ells amplifica un 60-70% del senyal d'entrada, de manera que conjuntament amplifiquen el 100% del senyal i s'augmenta el rendiment fins a valors entre el 35-45%, però amb una distorsió acceptable.



L'amplificador en classe C treballa en un punt que amplifica menys d'un semicicle del senyal d'entrada, al voltant d'un 30%, per la qual cosa és el que té un millor rendiment, ja que assoleix 70-80%, però en canvi provoca una gran distorsió del senyal, i només s'utilitza per amplificar radiofreqüència i en altres aplicacions que no requereixen linealitat.



3.4.1 Amplificadors de baixa freqüència (BF) i radiofreqüència (RF)

Els amplificadors de baixa freqüència són els utilitzats per amplificar senyals audibles, compresos entre els 20 Hz i els 20.000 Hz, amb els quals és primordial una distorsió del senyal amplificat i del so gairebé nuls. Per això s'utilitzen sempre amplificadors classe A i, excepcionalment, classe AB.

En canvi, per amplificar alguns senyals de radiofreqüència, es pot utilitzar qualsevol tipus d'amplificador, encara que depèn del tipus de senyal de radiofreqüència, ja que de vegades es requerirà una distorsió baixa i un amplificador classe A o AB. En d'altres, al contrari, per exemple en l'amplificació de FM, no té importància la distorsió i es poden emprar amplificadors classe B i C.

3.4.2 Guany

El guany d'un amplificador es mesura relacionant la magnitud del senyal de sortida i el senyal d'entrada.

$$G = P_s/P_e$$

I aquesta G seria el guany expressat com la relació de les potències sortida/entrada.

Tanmateix, en electrònica s'utilitza el logaritme d'aquesta relació (bel) perquè és molt més fàcil operar amb les sumes i restes dels guanys i pèrdues d'etapes successives que realitzar la multiplicació de les amplificacions i atenuacions successives. Recordem que el logaritme d'un producte és la suma dels logaritmes de cada un dels factors. I el logaritme d'una divisió, la resta dels logaritmes del dividend menys el del divisor.

$$G \text{ (B)} = \log (P_s/P_e) = \log P_s - \log P_e$$

Com el bel va resultar ser una unitat massa gran i poc adequada, la qual cosa obligaria a utilitzar sempre decimals, es va decidir utilitzar la seva desena part, el decibel (dB), i per tant es multiplica sempre el logaritme de la relació per 10, així ens estalviem el primer decimal i normalment el segon ja no és necessari gairebé mai.

$$G \text{ (dB)} = 10 \times \log (P_s/P_e) = 10 \times \log P_s - 10 \times \log (P_e)$$

Per exemple, si un amplificador té un senyal d'entrada d'1 vat, i la potència de sortida és de 2 vats, el guany expressat en les diferents maneres serà:

En decibels:

$$G = 10 \times \log (2) - 10 \times \log (1) = 3 \text{ dB}$$

S'observa que el resultat són dB relatius d'augment sense que tingui dimensió, ja que és un guany o, el que és el mateix, una relació de potències.

En realitat: **2 vats / 1 vat = 2** (de la mateixa manera que aquí és obvi que el guany és un factor 2 i no és de 2 vats, el mateix passa operant amb decibels, ja que les unitats han desaparegut).

També podríem expressar-ho tot en decibels referits a una potència d'1 W, el guany serà:

$$G \text{ (dB)} = 10 \times \log (P_s/1) = 10 \times \log (P_s) - 10 \times \log (1) = 10 \times \log (P_s) - 0 \text{ dBW}$$

Si decidim que la potència de referència o d'entrada és 1 vat, com el logaritme d'1 és 0, per tant, 1 vat podrà esmentar-se com la potència 0 dBW i disposarem d'una unitat de referència: el dBW. També podem utilitzar com a referència el mil·livat (0 dBm) per a potències febles.

Per tant, a l'exemple anterior, també podem escriure que la potència de sortida de l'amplificador és de 3 dBW si la referim a 1 vat:

$$P_s \text{ (dBW)} = 10 \times \log (2) = 3 \text{ dBW}$$

En aquest cas estem esmentant la potència de sortida i no el guany.

3.4.3 Característiques d'amplitud/freqüència i ample de banda

Els amplificadors amplifiquen un cert marge de freqüències i no totes les freqüències infinites que existeixen. De la relació que existeix entre la freqüència i el guany es pot obtenir la gràfica de l'ample de banda. És molt similar al que passava amb l'ample de banda d'un filtre, que estava definit pel marge de freqüències que no atenuaven més de 3 dB o la potència meitat, ja que aquí és pràcticament igual. La referència s'obté de la freqüència que és més amplificada i després es marquen les freqüències de tall de potència meitat, en relació amb una amplificació 3 dB menor a la de referència, de manera que així queda definit l'ample de banda de l'amplificador.

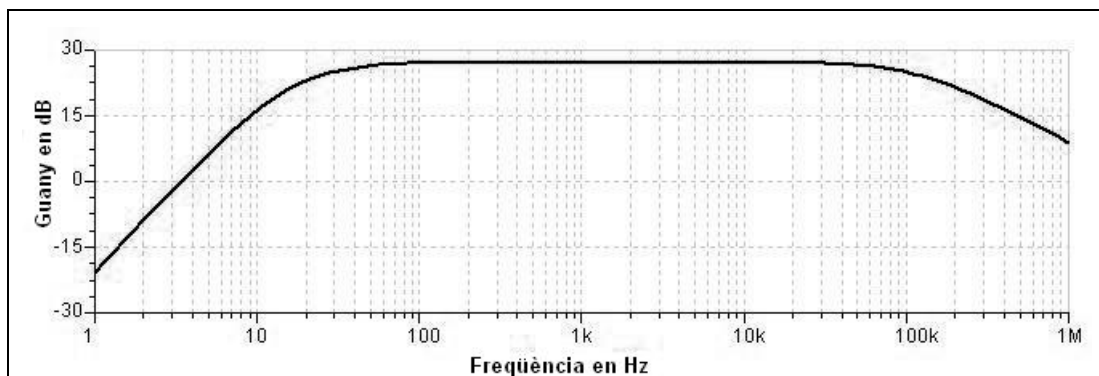


Fig. 146: Corba de resposta d'un amplificador d'àudio

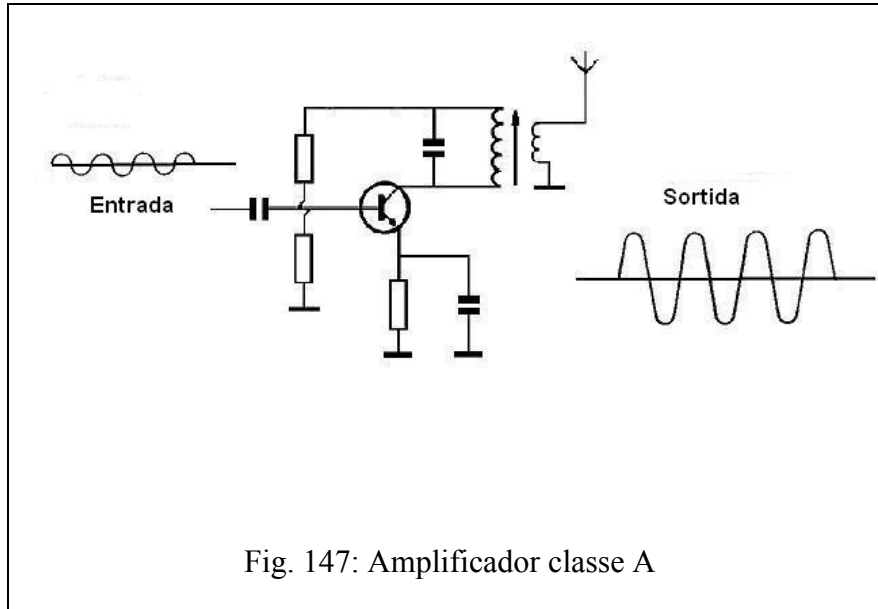
A la figura s'observa que l'amplificació màxima és d'aproximadament 28 dB, no arriba mai als 30 dB, així que les freqüències de tall seran aquelles que estiguin amplifiquades només 25 dB i això passa als 20 Hz i als 200 kHz de manera que aquestes són les freqüències de tall i el seu ample de banda és $BW = 200 \text{ kHz} - 0,020 \text{ kHz} = 199,98 \text{ kHz}$.

3.4.4 Polarització d'amplificadors classes A, B, AB i C

Quan es polaritza un transistor, es fixa la tensió i el corrent de repòs als seus terminals que faran que el transistor operi només sota certes condicions del senyal d'entrada. Depenent d'aquesta polarització aconseguirem que funcioni en classe A, B, AB o C.

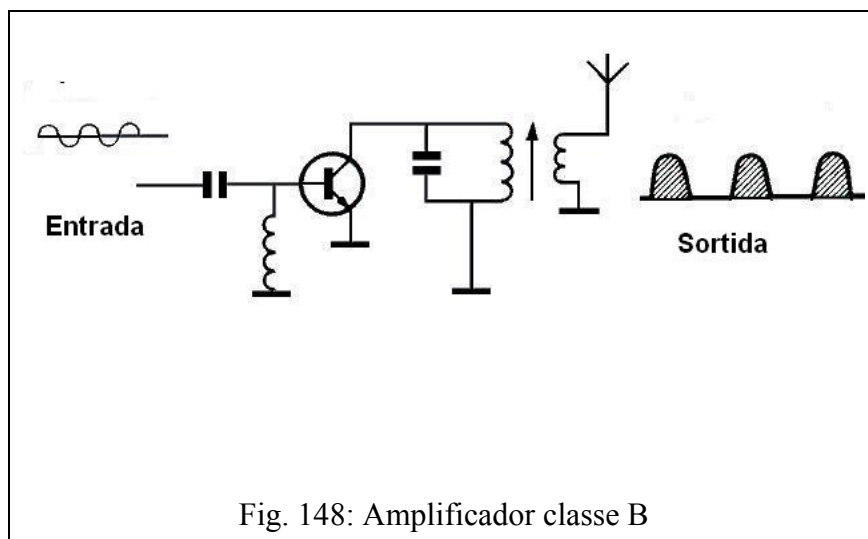
3.4.4.1 Amplificador classe A

Un amplificador funciona en classe A quan el corrent de polarització i l'amplitud màxima del senyal d'entrada tenen uns valors que fan que el corrent de sortida circuli durant tot el cicle del senyal d'entrada. És molt lineal, però té un rendiment aproximadament d'un 25% a un 30%.



3.4.4.2 Amplificador classe B

A l'amplificador en classe B, com ja s'ha explicat abans, el transistor es polaritza perquè amplifiqui el 50% del cicle, és a dir, només mig cicle, de manera que millorem el rendiment, que pot arribar a prop del 50-60%, però amb una gran distorsió.



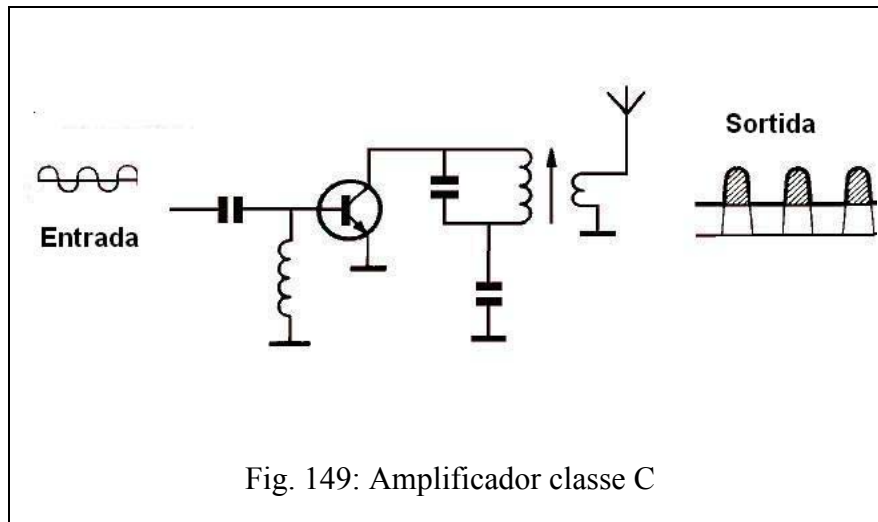
3.4.4.3 Amplificador classe AB

El transistor polaritzat en classe AB té un rendiment proper al 40-50%, però amb una menor distorsió que el de classe B, ja que la polarització dels transistors es fixa perquè els transistors condueixin una mica més de mig cicle, és a dir, almenys durant el 60% del cicle. Normalment només

s'utilitza en la combinació de dos transistors amplificadors en contrafase, perquè cada un amplifiqui mig cicle, i així no hi hagi problemes de transició i proporcioni una amplificació molt lineal.

3.4.4.4 Amplificador classe C

El transistor polaritzat en classe C és un amplificador de potència que està polaritzada de manera que només condueixi durant un quart del cicle, és a dir, al voltant d'un 25% del cicle i llavors té un rendiment altíssim, podent assolir el 75%, però amb una grandíssima distorsió. A causa d'aquesta gran distorsió, normalment només s'utilitza en radiofreqüència.



Podria pensar-se que no podrem utilitzar mai un amplificador amb una distorsió tan enorme, però en RF tenim l'avantatge que els circuits ressonants LC poden reconstruir una forma sinusoidal completa, rebent només un impuls retallat que hagi estat amplificat per un amplificador en classe C, com el de la figura, per la qual cosa aquesta classe C d'amplificació té moltes aplicacions en RF.

3.4.5 Harmònics i distorsió per intermodulació, sobrecàrrega d'etapes amplificadores

Un senyal sinusoidal oscil·la a una única freqüència, però quan aquest senyal passa per un circuit no perfectament lineal, queda una mica distorsionat i aquesta alteració de la forma d'un senyal sinusoidal provocarà l'aparició de components freqüencials de valors múltiples (2x, 3x, etc.) de la freqüència d'oscil·lació fonamental. Aquests múltiples reben el nom d'harmònics.

La distorsió per intermodulació (IMD) és la distorsió que es produeix quan dos o més senyals travessen simultàniament un amplificador no lineal i es barregen entre si, generant altres freqüències que són sumes i restes dels senyals d'entrada, així com la barreja de cada un d'aquests senyals amb els harmònics dels altres.

La sobrecàrrega d'etapes amplificadores es produeix quan es connecten diversos amplificadors en sèrie i el guany del conjunt és tan alt que s'assoleix el nivell de saturació de l'amplificador, per la qual cosa en

ultrapassar el nivell màxim d'amplificació de l'etapa, retalla el senyal, que es fa una mica quadrat i dóna lloc a la generació d'una gran quantitat d'harmònics.

També es pot produir una distorsió per sobrecàrrega quan, per un mal filtrat entre etapa i etapa, s'amplifiquen senyals molt forts no desitjats, que es barregen amb els seleccionats i generen productes de la barreja, que són freqüències no desitjades que no estaven en el senyal d'entrada.

Un altre fenomen indesitjable en un amplificador és l'anomenat efecte d'autoscil·lació, de manera que en alguna freqüència el nostre amplificador l'amplifica tant que part del senyal de sortida arriba novament a l'entrada i, de ser un amplificador, passa a convertir-se en un oscil·lador, posant-se a oscil·lar sense control.

3.5 Detectores i desmoduladors

Com hem vist en el tema 1, la modulació afegeix la informació a la portadora de RF que la transporta. És lògic pensar que aquesta informació després haurà de ser recuperada i, per tant, desmodulada o detectada. Els desmoduladors s'encarreguen de recuperar o extreure la informació que transporta un senyal portador modulats d'alguna manera.

3.5.1 Detectores d'AM. El díode com a detector, el detector d'envoltant

Recordem com funciona la modulació d'amplitud: amb aquesta tècnica es modifica l'amplitud d'una portadora de freqüència molt superior a la de la informació, en funció de les variacions d'amplitud de la informació.

Si aconseguim detectar aquestes variacions d'amplitud, serà suficient per poder recompondre el senyal que constitueix la informació. Així funciona un receptor de galena.

En primer lloc col·loquem un díode que només deixa passar els cicles positius de la portadora modulada; aquesta portadora carrega un condensador a la tensió de pic de la portadora i, gràcies al díode, aquest condensador només pot descarregar-se a través de la resistència de càrrega, generalment uns auriculars. La gràcia rau en el fet que el condensador estigui dimensionat de manera que es carregui i descarregui a una velocitat prou lenta com perquè només reaccioni a les variacions d'amplitud de l'envoltant (normalment senyals d'àudio), que és la part de la portadora modulada que conté la informació, i filtri totalment les variacions de radiofreqüència de freqüència molt elevada.

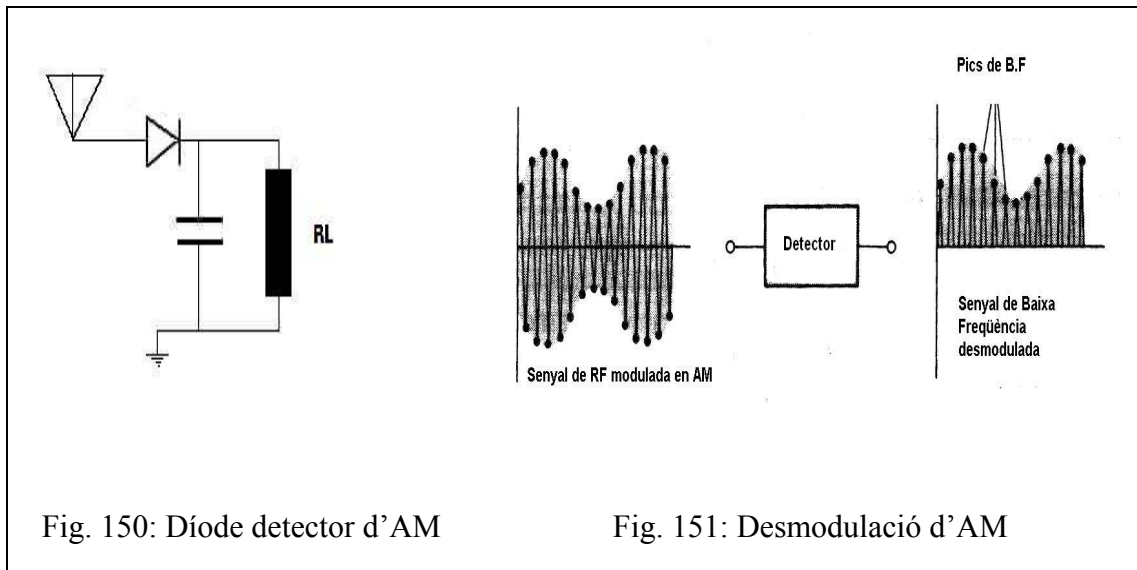
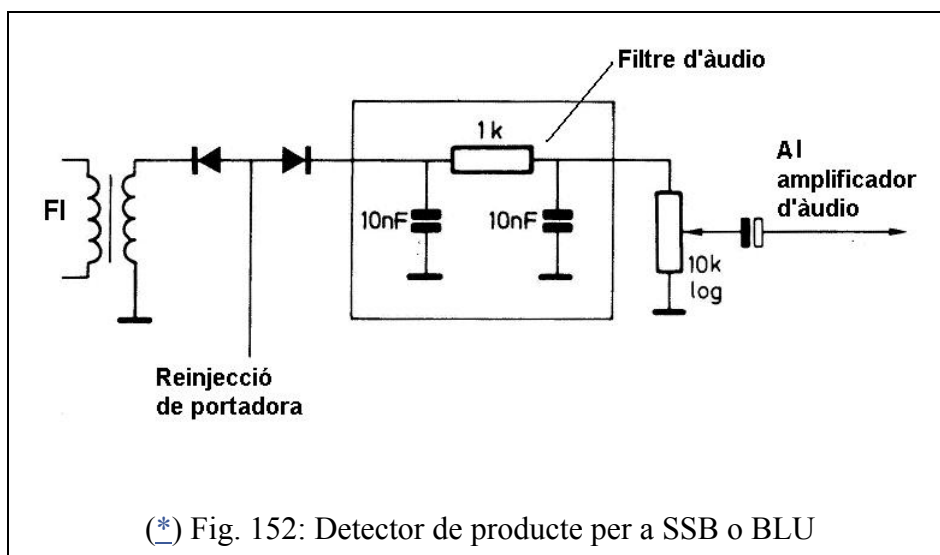


Fig. 150: Díode detector d'AM

Fig. 151: Desmodulació d'AM

3.5.2 Detectors de producte i oscil·ladors de batut

Un detector de producte és un mesclador de freqüències que realitza una mescla, és a dir, multiplica la freqüència del senyal de radiofreqüència captat amb la freqüència que genera l'oscil·lador de batut, anomenat també oscil·lador local. La multiplicació d'aquestes dues freqüències dona com a resultat uns senyals sinusoidals que són suma i diferència d'aquestes dues freqüències. Normalment la diferència entre aquestes freqüències són senyals d'àudio (entre 1 i 20 kHz) que contenen la informació transportada per un senyal telegràfic monofreqüència o per les múltiples freqüències de la banda lateral d'un senyal de Banda Lateral Única (BLU o SSB).



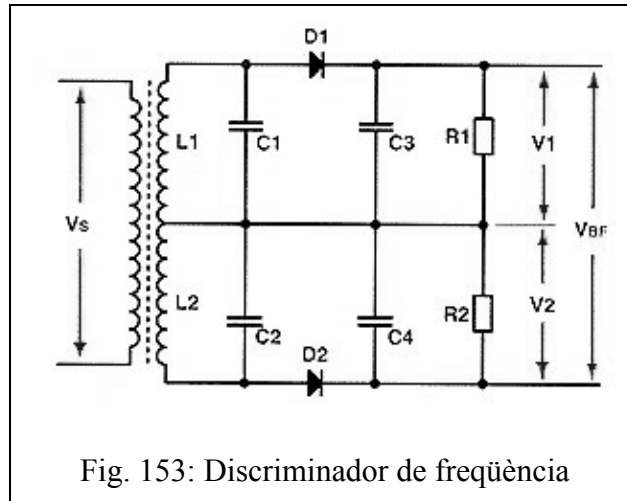
(* Fig. 152: Detector de producte per a SSB o BLU

3.5.3 Detectors de FM: discriminador i PLL

Per poder separar la informació de la portadora quan s'ha usat una modulació de freqüència, es necessita un circuit capaç de variar la seva resposta en funció de les variacions de freqüència del senyal d'entrada.

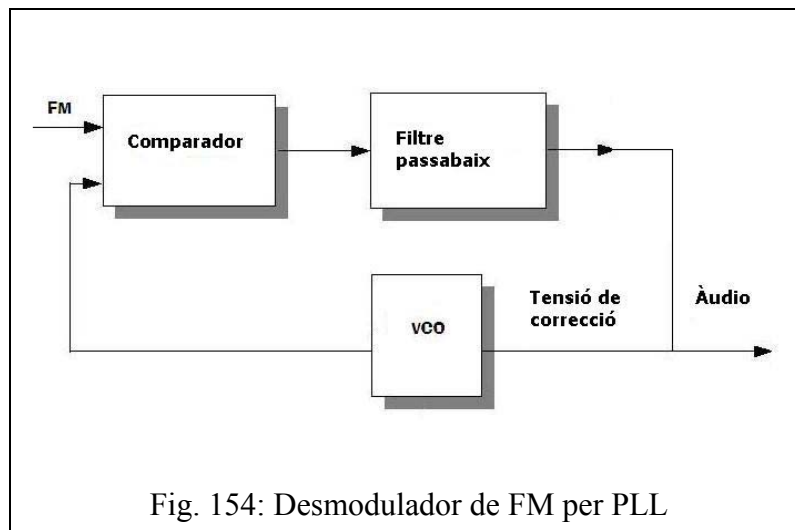
Un dels circuits més senzills és el discriminador de freqüència que consisteix en dos circuits ressonants L1-C1 i L2-C2 que estan sintonitzats a unes

frequències més alta i més baixa que la freqüència central de la portadora de FM. Si la freqüència augmenta, el circuit L1C1 proporciona la tensió proporcional a l'excursió de freqüència positiva i, si la freqüència baixa, és el circuit L2C2 el que proporciona una tensió V_2 proporcional a l'excursió de freqüència negativa.



Actualment s'usa principalment un circuit PLL (de l'anglès *Phase Locked Loop*). Aquest circuit està compost per un VCO, o sigui un oscil·lador controlat per tensió o voltatge, un comparador de freqüències i un filtre. El comparador de freqüències compara la freqüència de FM que li arriba amb la que genera el VCO, i proporciona els increments o decrements de tensió que ha de realitzar el comparador perquè el VCO oscil·li a la mateixa freqüència que la de la FM, perquè tingui la mateixa freqüència que la informació moduladora, de manera que precisament aquestes variacions de tensió del comparador són la pròpia informació d'àudio ja recuperada.

Un diagrama de blocs genèric d'un PLL és el següent:



3.6 Oscil·ladors

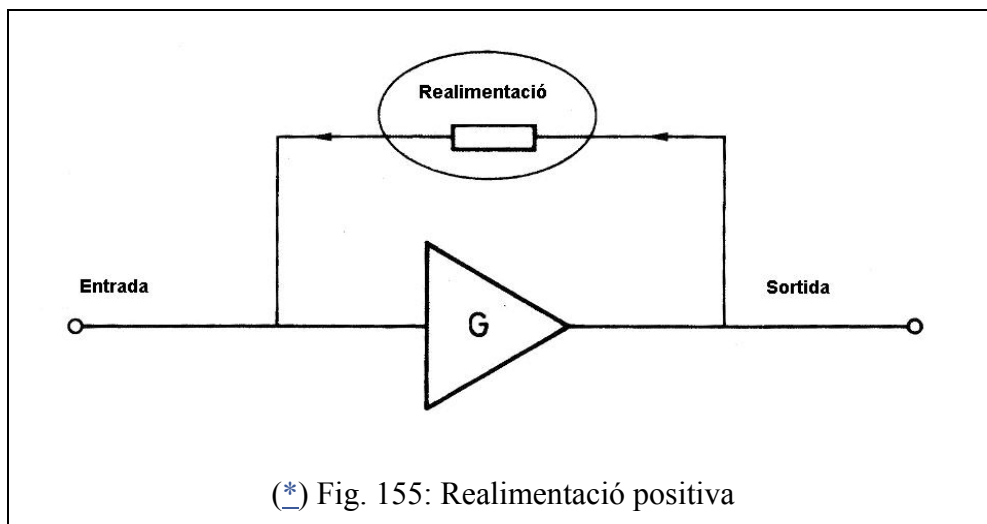
Un oscil·lador és un circuit que, sense cap senyal d'entrada, ha de ser capaç de generar un senyal periòdic estable.

Es requereixen tres factors perquè un circuit sigui un oscil·lador. El circuit ha de tenir un element que tingui guany com pot ser un transistor. Ha d'estar realimentat positivament des de la sortida cap a l'entrada i ha de tenir algun element que determini la freqüència d'oscil·lació.

I com es pot generar un senyal des de zero? Aquí ens trobem amb una mentida. El senyal no es genera des de 0, donat que al circuit ja hi és aquest senyal, aquest i molts d'altres. I totes tenen el mateix nom: soroll! El soroll que hi ha en el nostre circuit és amplificat pel transistor i és realimentat des de la sortida cap a l'entrada, de manera que realment ja existeix el senyal que volem generar i només l'hem d'amplificar; això sí, el soroll és present en totes les freqüències, per la qual cosa s'ha de filtrar només la freqüència que interressi.

3.6.1 Realimentació, oscil·lació intencionada i no intencionada

La realimentació tal com hem comentat, és un factor essencial perquè es produeixi l'oscil·lació. De fet, un oscil·lador és un amplificador que no té senyal d'entrada i presenta una gran amplificació a una determinada freqüència. Fins aquí un oscil·lador i un amplificador semblen idèntics. La diferència rau en el fet que l'oscil·lador està realimentat positivament i l'amplificador no.

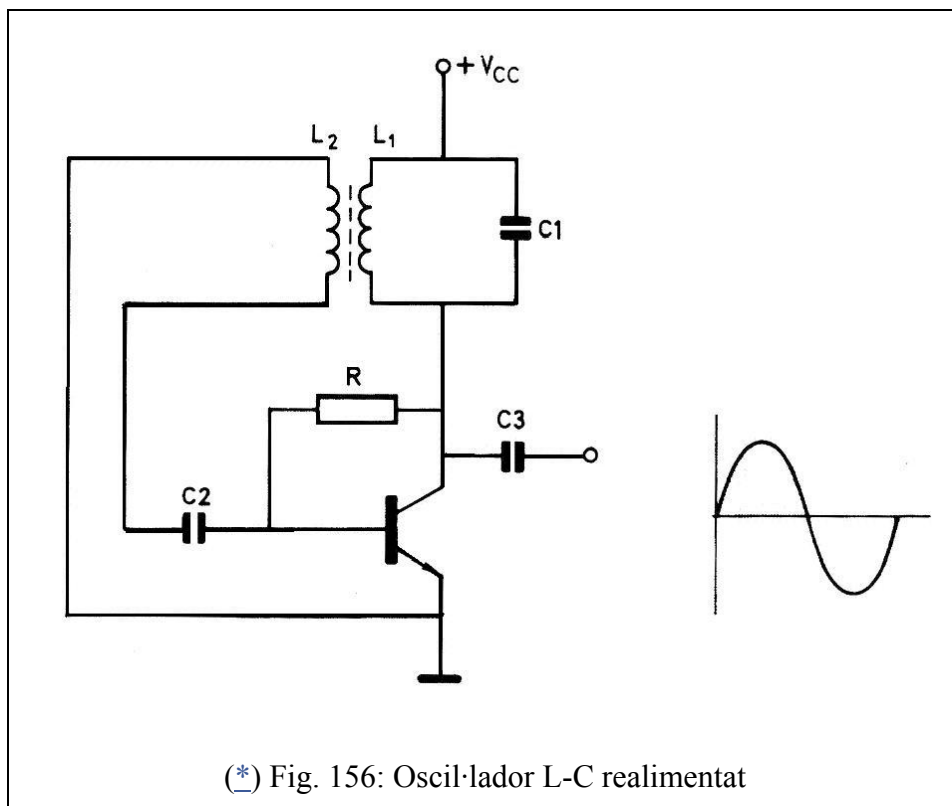


La realimentació positiva significa que el senyal de sortida es suma en fase amb el senyal d'entrada, pel que s'amplifica el senyal ja amplificat una i una altra vegada i aquest bucle és el que porta a produir una oscil·lació permanent. Si en un amplificador tinguéssim una realimentació positiva no intencionada, també es convertiria en un oscil·lador, perquè tindriem senyal de sortida sense tenir senyal d'entrada.

3.6.2 Oscil·lador LC

Un oscil·lador LC està format per una bobina i un condensador en paral·lel. El seu funcionament es basa en l'emmagatzematge d'energia en forma de càrrega elèctrica al condensador i en forma de camp magnètic a la bobina.

El condensador, en un temps igual a zero, ofereix una impedància propera a 0 ohms, per la qual cosa permet que flueixi un gran corrent a través d'ell, el qual va disminuint fins que les seves plaques són plenes de càrregues. En aquest instant el condensador actua com un aïllant, ja que no pot permetre més el pas del corrent. D'altra banda, en un temps igual a zero la bobina té una impedància gairebé infinita, perquè s'oposa al flux del corrent a través d'ella i, a mesura que passa el temps, el corrent comença a fluir. Passat un temps, la bobina actua com un conductor elèctric, per la qual cosa la seva impedància tendeix a zero.

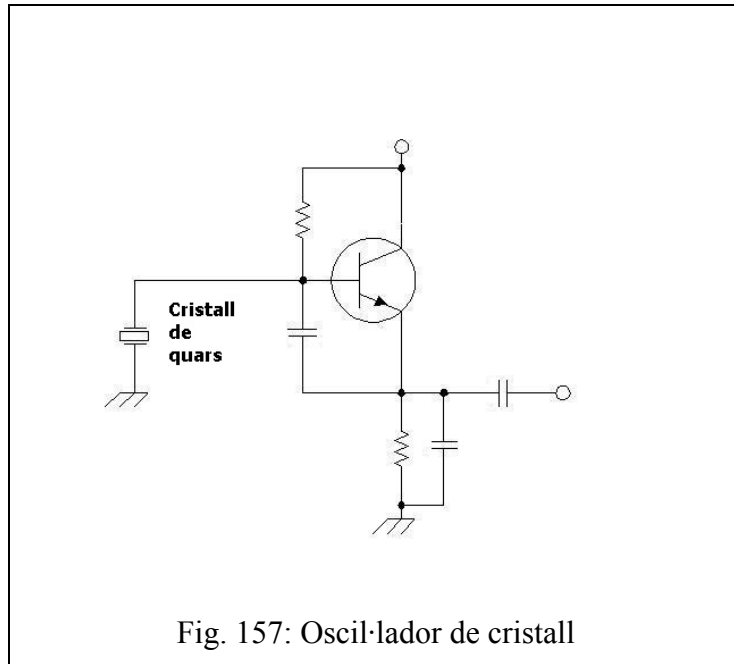


La bobina i el condensador es van passant l'energia consecutivament un a l'altre i aquest vaivé crea l'oscil·lació que el transistor amplifica. La realimentació necessària per mantenir l'oscil·lació es realitza de forma que el corrent amplificat al transistor es reinjecta en fase, gràcies al transformador i a C2, cap a l'emissor del transistor del circuit oscil·lant.

3.6.3 Oscil·ladors controlats de cristall i oscil·ladors de sobretò

Ja hem comentat anteriorment que un cristall de quars pot funcionar com un circuit ressonant en sèrie o com un circuit ressonant en paral·lel, depenent de la freqüència de treball a la qual es veu sotmès. Sota aquest concepte, és possible substituir un circuit ressonant per un cristall de quars en un oscil·lador, de manera que el circuit oscil·larà només a una freqüència

determinada. El circuit tindrà un elevat factor de qualitat, ja que, com ja sabem, un cristall té un Q molt més elevat que un circuit ressonant format per bobines i condensadors. De la mateixa manera, el cristall pot comportar-se com un circuit ressonant en sèrie o com un circuit ressonant en paral·lel. Per exemple, en una xarxa de realimentació si col·loquem un cristall en lloc d'un circuit ressonant en sèrie, aconseguirem que només existeixi realimentació a la freqüència de ressonància en sèrie del cristall. L'ús de cristalls de quars millora molt l'estabilitat dels oscil·ladors.



El cristall pot treballar a la seva freqüència d'oscil·lació natural o, depenent de com estigui tallat, pot treballar en sobretò, que és aproximadament un múltiple de la freqüència fonamental. El fabricant del cristall ens ha d'indicar si el cristall està tallat perquè s'afavoreixi la freqüència de ressonància fonamental o la d'un sobretò. Si està tallat per a un sobretò, la freqüència d'oscil·lació serà aproximadament un múltiple de la freqüència fonamental. Un sobretò no és exactament un harmònic. Un harmònic és un múltiple exacte de la freqüència fonamental, però un sobretò no és un múltiple exacte, però sí molt proper.

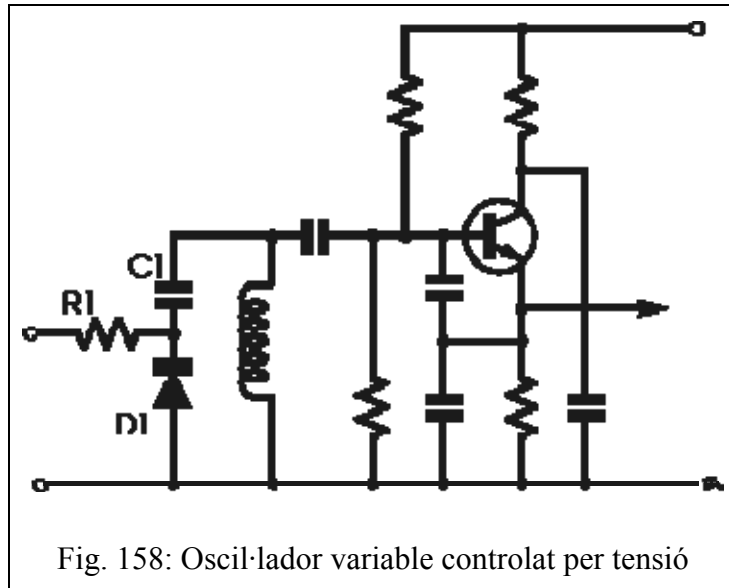
3.6.4 Oscil·ladors controlats per tensió (VCO)

Un oscil·lador controlat per tensió és un circuit oscil·lador en el qual un dels elements que formen la xarxa de ressonància pot modificar el seu valor nominal en funció de la variació de la tensió.

Això implica que si es varia la tensió aplicada a un element de la xarxa de realimentació, aquest element variarà el seu valor. Si varia el seu valor, canviarà la freqüència de ressonància a una altra de diferent, per la qual cosa l'oscil·lador variarà la seva freqüència d'oscil·lació en funció de la tensió aplicada.

Una manera típica d'implementar un VCO és amb l'ús de varicaps. Els varicaps són díodes que, polaritzats inversament, presenten una capacitat i

poden usar-se com a condensadors en un circuit ressonant. Si es varia la polarització del díode, es varia la seva capacitat, de manera que obtenim un VCO, és a dir, un Oscil·lador Controlat per Voltatge.



3.6.5 Soroll de fase

S'anomena soroll de fase d'un senyal periòdic a les petites variacions aleatòries de la seva fase respecte a la d'un senyal ideal. Si el senyal és sinusoidal, el soroll de fase es deu generalment a certa inestabilitat del senyal en ser generat per un oscil·lador, la fase del qual varia lleugerament de forma imprevista aleatòriament.

La conseqüència de la presència de soroll de fase en un oscil·lador és que, al ser present al principi mateix de la cadena de generació d'un senyal, tota amplificació posterior i tota operació, com per exemple una mescla, que involucri a aquest senyal, s'afegirà als mescladors i en l'amplificació posterior, fent impossible suprimir el soroll de fase posteriorment.

Per tant, la qualitat inicial del senyal generat per un oscil·lador que contingui el menor soroll de fase és molt important, si es dona com a mesura del soroll de fase l'amplitud relativa del soroll de fase en decibels respecte a l'amplitud del senyal generat.

Un oscil·lador normal ha de tenir almenys un soroll de fase -80 dB per sota de l'amplitud de l'oscil·lació generada, però avui en dia s'exigeix als oscil·ladors dels receptors de qualitat un soroll de fase inferior a -110 dB de l'amplitud màxima del senyal.

3.7 Circuits sintetitzadors de freqüència (PLL). Llaç de control de comparació de fase. Sintetitzador amb divisor programable

L'oscil·lador per bucle d'enclavament de fase o PLL (de l'anglès *Phase Locket Loop*) consisteix en un oscil·lador variable controlat per la tensió d'un varicap, la sortida del qual es fa passar per un divisor de freqüència

programable i es compara amb la freqüència d'un oscil·lador de referència (normalment de cristall) que genera una tensió de correcció que utilitzem degudament filtrada per controlar la freqüència de sortida de l'oscil·lador, normalment amb un varicap.

Variant adequadament la programació del divisor de freqüència, s'aconsegueix que l'Oscil·lador Controlat per Voltatge (VCO de *Voltage Controlled Oscillator*) s'enclavi a la freqüència desitjada, que serà algun múltiple del senyal de referència.

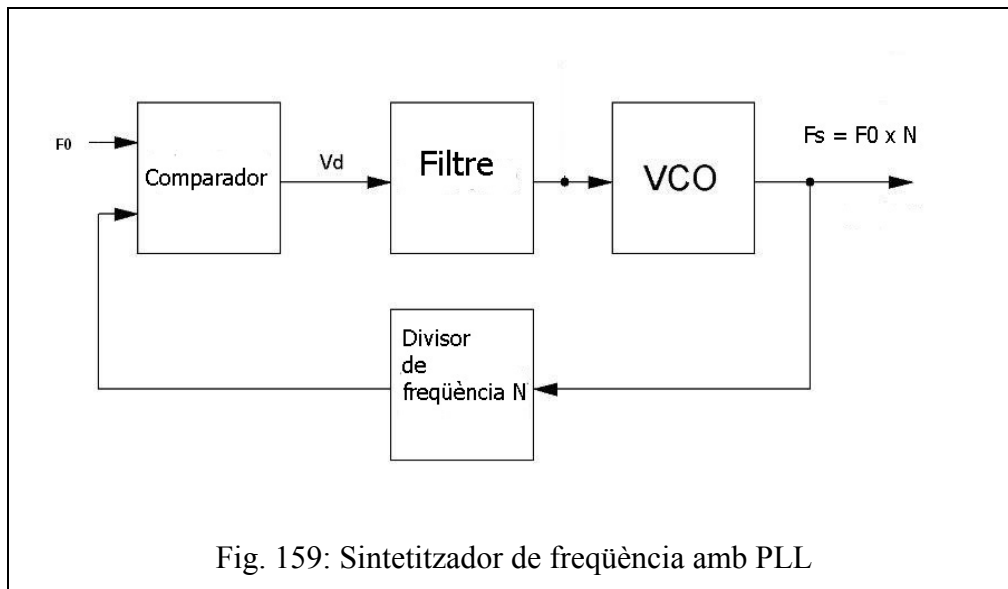


Fig. 159: Sintetitzador de freqüència amb PLL

3.8 Circuits amb processadors de senyal digital (DSP)

És més fàcil processar un senyal digitalitzat que un senyal analògic. Digitalment es poden utilitzar algorismes de processat molt més sofisticats matemàticament que els que es poden aconseguir amb components discrets analògics.

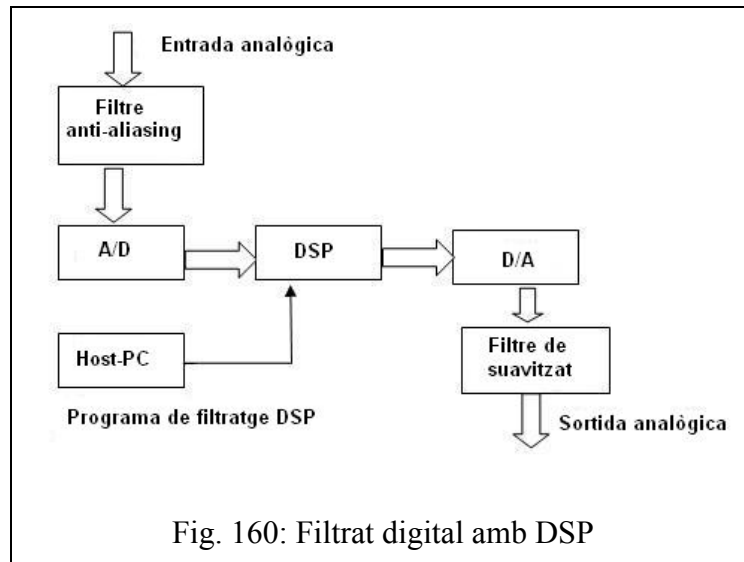
Un senyal analògic es digitalitza i es converteix en un munt d'uns i zeros. Una vegada s'ha digitalitzat el senyal, és processat per un processador digital especial, un DSP (de l'anglès *Digital Signal Processor*), el qual, mitjançant el programari adequat, filtrarà el senyal o realitzarà altres processaments més sofisticats, com pot ser una reducció del soroll. Una vegada acabat el procés, es convertirà novament de digital a analògic i el procés haurà finalitzat.

Aquest procés digital ofereix molts avantatges, ja que permet fer filtres summament selectius i processats molt sofisticats, sense estar limitat per un comportament molt allunyat de l'ideal del hardware, realitzat amb bobines i condensadors, sinó que tot es basa en la potència de càlcul del xip DSP i del programari.

3.8.1 Filtres digitals

Un filtre digital és aquell que realitza una sèrie de modificacions a un senyal d'entrada basant-se en un processat informàtic i no en un circuit analògic

realitzat amb components de hardware. D'entrada, podríem dir que un filtre digital no pot tractar senyals analògics i això és exactament així, però amb una excepció. El filtre digital, com a tal, pot tractar exclusivament senyals digitals, però si al filtre digital se li col·loca prèviament un convertidor analògic/digital i, a la seva sortida, un convertidor digital/analògic, podria considerar-se que el filtre digital ara sí pot tractar senyals analògics, encara que realment el que tenim és tot un sistema de processat digital.



El teorema de Nyquist ens informa que, per digitalitzar un senyal, hem d'utilitzar una freqüència de mostreig superior al doble de la freqüència màxima a digitalitzar. Per tant, el diagrama de blocs d'un DSP ens mostra en primer lloc un filtre anti-aliasing que impedeix que passi algun senyal de freqüència superior a la meitat de la freqüència de mostreig del convertidor A/D analògic a digital.

Després, actua el xip DSP convenientment programat per un software que es troba en un ordinador (*host*) o en una memòria addicional i realitza el procés matemàtic desitjat.

Després del processat informàtic, de nou un convertidor digital/analògic reconstrueix el senyal analògic a partir dels valors numèrics d'amplitud del senyal digital al ritme de la freqüència de mostreig. N'hi ha prou amb col·locar-li un filtre antiimatge per disposar del senyal analògic ja processat.

3.8.2 Topologies de filtres FIR i IIR

Els filtres FIR (de l'anglès *Finite Impulse Response*) són filtres en els quals, si a l'entrada apareix un impuls, la sortida té un nombre finit de coeficients. En altres paraules, a una entrada finita correspon una resposta finita. Tenen l'avantatge que la fase és lineal, el que resulta molt útil per a aplicacions d'àudio.

Els filtres IIR (de l'anglès *Infinite Impulse Response*) són filtres en els quals, davant de l'entrada d'un impuls, la sortida no és finita, ja que estan realimentats. L'avantatge que tenen és que poden oferir el mateix filtrat

que els FIR, però amb un ordre menor, pel que s'estalvia temps computacional (menys càlculs). Per contra, no tenen una fase lineal.

3.8.3 Transformació de Fourier (DFT, FFT)

Al món digital, el desenvolupament en sèrie de Fourier permet conèixer la informació freqüencial (és a dir, espectral) d'un senyal, en altres paraules, els components freqüencials d'un senyal no sinusoidal, la qual cosa ens permet obtenir una representació freqüencial també digital. En la pràctica, això es realitza per mitjà de l'anomenada transformada discreta de Fourier (DFT). Si el senyal a transformar i el senyal transformat fossin tots dos analògics, cap ordinador no podria tractar-los, ja que un senyal analògic té infinits punts i els ordinadors amb memòria infinita serien bastant cars. A banda de que no existeixen, és clar.

En el procés del càlcul de la DFT hi ha una sèrie d'operacions que es repeteixen una i altra vegada i, amb que es calculin una vegada, ja no hi ha necessitat de recalculer exactament el mateix repetides vegades. I en això es basa la transformada ràpida de Fourier o FFT (de l'anglès *Fast Fourier Transform*). La FFT és un algorisme informàtic que es basa en la DFT i l'únic que fa és no repetir les operacions que ja han estat calculades prèviament (una cosa que sembla molt lògica) i d'aquesta manera s'acaba abans amb el càlcul de l'anàlisi espectral del senyal, i d'allà procedeix el seu nom, (*Fast* correspon a "ràpid" en anglès). És un procés indispensable per realitzar un analitzador de l'espectre d'un senyal i presentar-lo en una pantalla.

3.8.4 Oscil·ladors per síntesi digital directa de senyal (DDS)

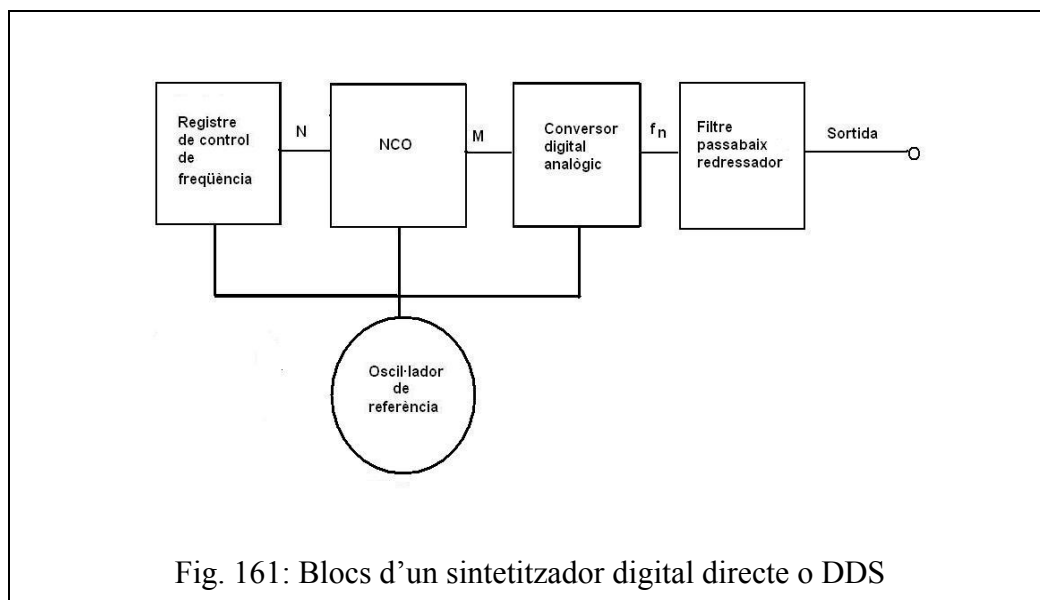


Fig. 161: Blocs d'un sintetitzador digital directe o DDS

Un sintetitzador digital de senyal és una manera d'obtenir un senyal d'una freqüència determinada molt més òptima que amb un mètode analògic. El sintetitzador digital directe o DDS (de l'anglès *Direct Digital Syntethyzer*) genera el senyal que volem obtenir de manera digital, calculant els valors de cada fracció de temps d'una ona, un per un, amb un mètode matemàtic,

per reconstruir i sintetitzar després punt per punt la forma del senyal analògic, utilitzant el que es coneix com a convertidor digital/analògic.

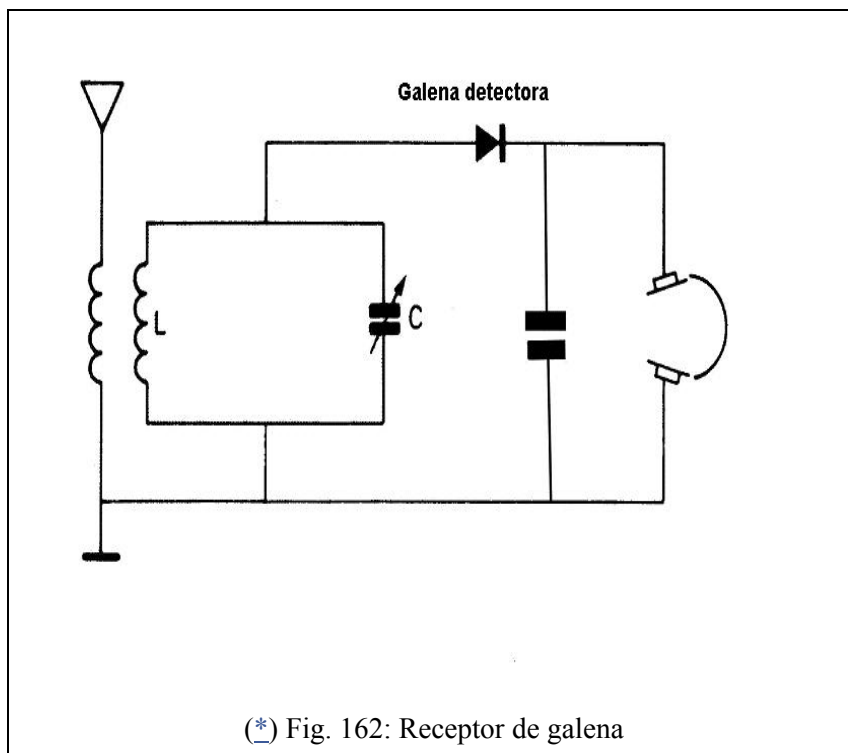
Té l'avantatge que permet obtenir una freqüència determinada escollint d'alguna manera el valor numèric de la freqüència que desitgem obtenir, tenint en compte que la precisió i l'estabilitat del senyal generat dependrà d'un oscil·lador principal de referència, en el qual posarem molta cura en aconseguir la màxima precisió i estabilitat possibles.

TEMA 4: RECEPTORS

4.1 Tipus de receptors

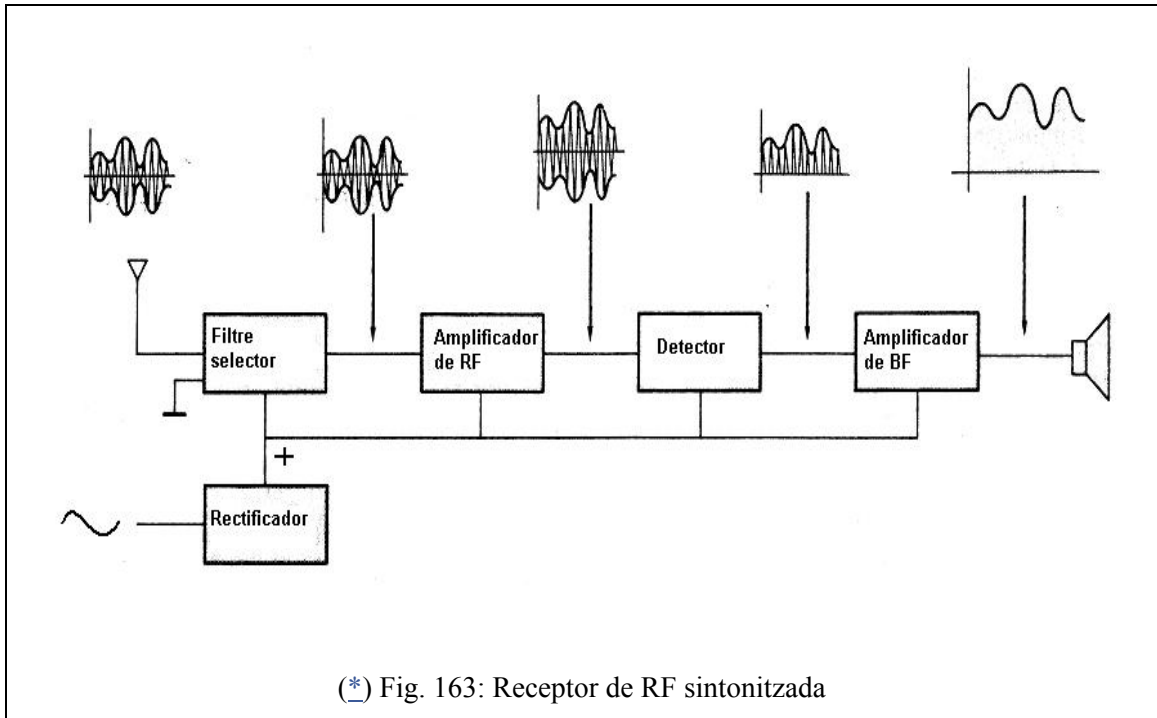
Tot receptor de ràdio té per objectiu analitzar els senyals de ràdio captats per l'antena, escollir-ne un i desmodular-lo o extreure la informació que transportava aquest senyal electromagnètic. Aquest procés es pot realitzar de diverses formes.

Inicialment, es va aconseguir resoldre la recepció de senyals de ràdio mitjançant detectors que rectificaven i integraven un senyal modulat en amplitud, gràcies en un primer moment al cohesor i, posteriorment, al detector de galena, que es comportava, segons ara sabem, com un díode semiconductor.



(* Fig. 162: Receptor de galena

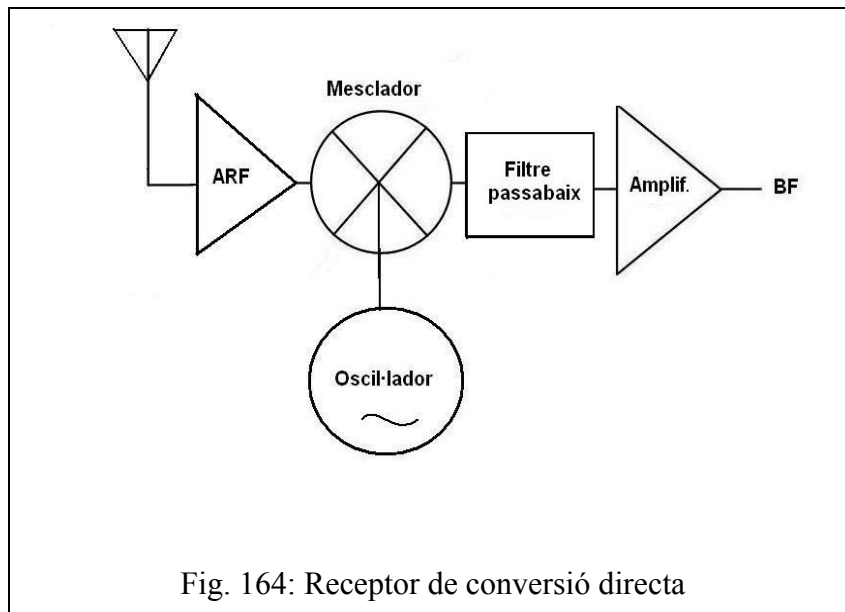
Quan es va descobrir la vàlvula tríode, el receptor elemental es va millorar amb la utilització d'amplificadors de radiofreqüència a vàlvula i, a més, després de detectar el senyal, s'amplificaven els senyals d'audiofreqüència ja desmodulats. Primer es seleccionava el senyal amb un filtre format per un circuit ressonant L-C. Després s'amplificava el senyal que deixava passar el filtre amb un amplificador de radiofreqüència. En tercer lloc es detectava amb un díode i, finalment, s'amplificava el senyal detectat amb un amplificador de baixa freqüència. Aquest tipus de receptor elemental s'anomenava receptor de radiofreqüència sintonitzada.



4.1.1 Receptors de conversió directa

Un receptor de conversió directa és aquell que rep la freqüència desitjada i la barreja amb una freqüència que genera un oscil·lador, de manera que el resultat de la mescla sigui una freqüència que estigui dins de la banda audible per l'ésser humà.

El diagrama de blocs d'un receptor de conversió directa és molt simple.



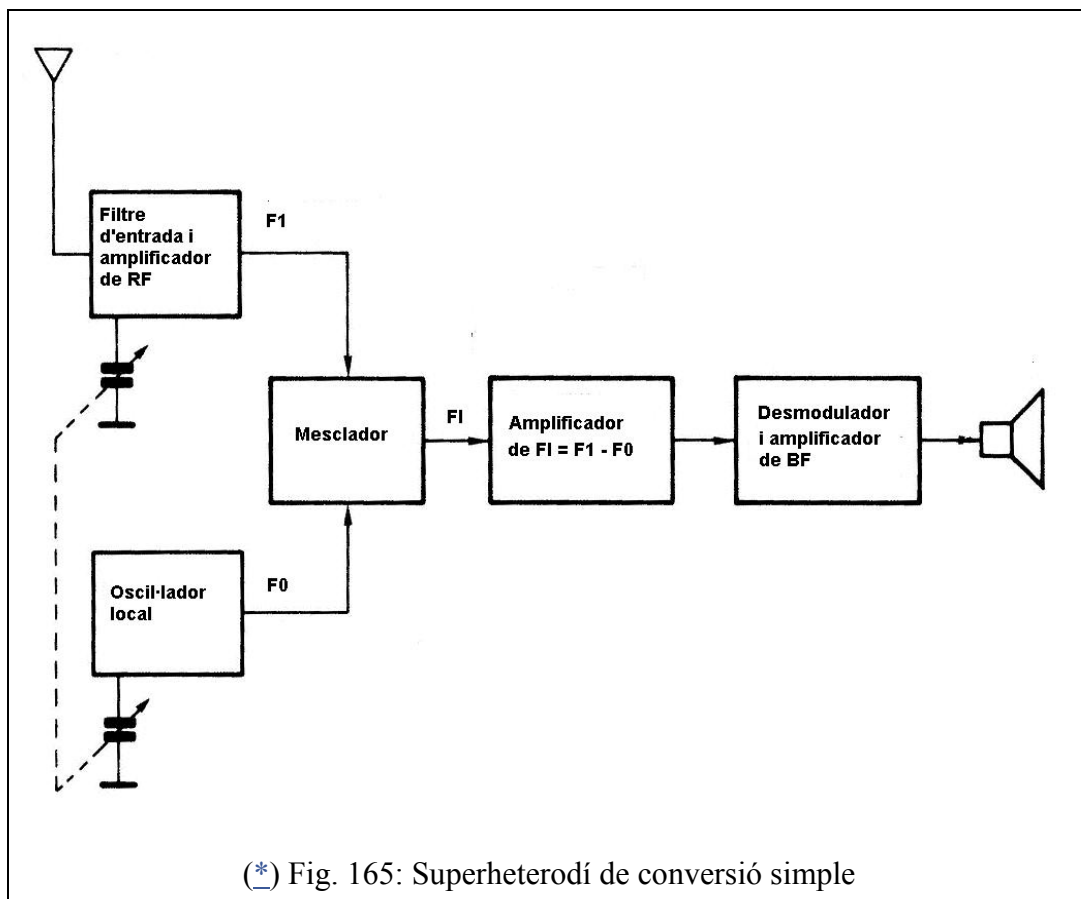
El primer element de la cadena pot ser moltes vegades un filtre seguit d'un amplificador de RF. Tot aquest bloc rep el nom d'ARF per Amplificador de Radiofreqüència, que amplifica només els senyals seleccionats pel filtre. El

segon element és el mesclador, que disposa d'un oscil·lador local, que és el que genera la freqüència que serà barrejada amb el senyal rebut. El tercer element és un filtre passabaix que només deixarà passar el senyal d'àudio resultant de la mescla i impedirà que es propaguin senyals no desitjats, com el senyal de RF rebut per l'antena, o el senyal de l'oscil·lador local, o barreges no desitjades degudes a les imperfeccions del mesclador. L'últim bloc és l'amplificador d'àudio que dóna suficient potència com per moure un altaveu.

L'oscil·lador local no té perquè oscil·lar només a una freqüència, sinó que pot tenir algun mecanisme de sintonització per poder rebre altres senyals. Si no fos així, tindriem ràdios que només podrien rebre una única freqüència.

4.1.2 Receptor superheterodí de conversió simple i doble

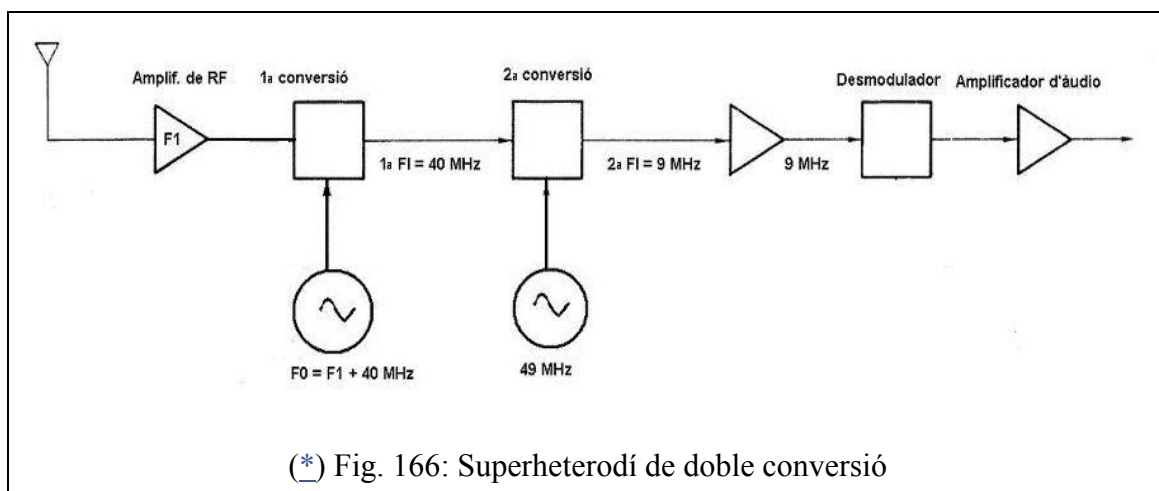
Un receptor superheterodí de conversió simple ens permet millorar la selectivitat del receptor de conversió directa. És molt semblant al receptor de conversió directa, excepte que el resultat de la barreja del senyal rebut i la de l'oscil·lador local no és un senyal d'una freqüència audible, sinó que és un senyal d'alta freqüència que anomenem Freqüència Intermèdia (FI), una freqüència que és la diferència entre la freqüència del senyal rebut **F1** i la de l'oscil·lador local **F0**. La FI és normalment una freqüència més baixa que la rebuda, però no tan baixa com per ser audible, sinó que continua sent d'alta freqüència.



Una vegada rebaixada la freqüència, es procedeix a l'amplificació i a la desmodulació del senyal de FI. La diferència és que qualsevol senyal rebut es converteix sempre a una mateixa freqüència que rep el nom de Freqüència Intermedària (FI). El filtrat de la FI a radiofreqüències més baixes permet aconseguir una millor selectivitat que amb el receptor de radiofreqüència sintonitzada o el filtre d'àudio d'un receptor de conversió directa i, per això, el receptor superheterodí millora molt la selectivitat.

El problema del receptor de conversió simple és que és difícil rebutjar la recepció d'una freqüència per sobre de la desitjada (l'anomenada freqüència imatge) i que és la suma de l'oscil·lador local i la FI. Per superar aquest problema, generalment es recorre a una doble conversió.

El receptor superheterodí de doble conversió utilitza un segon convertidor per seleccionar una segona freqüència intermedària encara més baixa. D'aquesta manera, la primera FI té una freqüència més elevada que permet rebutjar millor la freqüència imatge i, després d'una segona conversió, la segona FI funciona a una freqüència encara més baixa que permet obtenir una millor selectivitat i filtrat. Després d'un primer filtre de FI, es torna a barrejar el senyal i es rebaixa novament la freqüència a una segona FI i es torna a filtrar per un segon filtre anomenat filtre de FI2.



4.1.3 Receptors SDR (Software Designed Radio) dissenyats per software

Són receptors en els quals les funcions analògiques són reduïdes al mínim i totes les característiques i prestacions depenen del tractament digital en un ordinador dels senyals digitalitzats. En aquests moments els podem dividir en dos grups principals: SDR de conversió directa i SDR de digitalització directa.

4.1.3.1 SDR de conversió directa

Són receptors en els quals el senyal a escoltar, després de passar normalment per un filtre i un preamplificador, arriba a un mesclador on es barreja amb un oscil·lador de la mateixa freqüència directa que volem rebre (conversió directa) i que com a resultat proporciona dos senyals de baixa freqüència anomenats I i Q quadrangulars (amb una fase que difereix en 90°) i que després són digitalitzats per una targeta de so d'ordinador i

tractats a continuació pel processador DSP de la targeta, que realitza el filtrat dels senyals desitjats i després els desmodula i els extreu la informació transmesa que la modulava originalment.

4.1.3.2 SDR de digitalització directa

Són receptors en els quals, després de passar el senyal d'antena per un preamplificador i algun tipus de filtre, es digitalitza totalment tot l'espectre rebut en un convertidor analògic/digital d'alta velocitat de mostreig (recordem que ha de ser del doble de la màxima freqüència a digitalitzar) i s'obtenen dos senyals digitalitzats I i Q quadrangulars, que després seran processats directament en un ordinador que filtra i extreu tota la informació de la modulació.

4.2 Diagrames de blocs de receptors analògics

A continuació, es representen de manera senzilla els diagrames de blocs dels receptors més comuns al món de la radioafició.

4.2.1 Receptor de CW

Es caracteritza per disposar d'un oscil·lador de batut que es barreja amb el senyal de la FI per produir un to d'àudio de la diferència, que canta al ritme del senyal de RF de CW, que després s'amplifica en baixa freqüència.

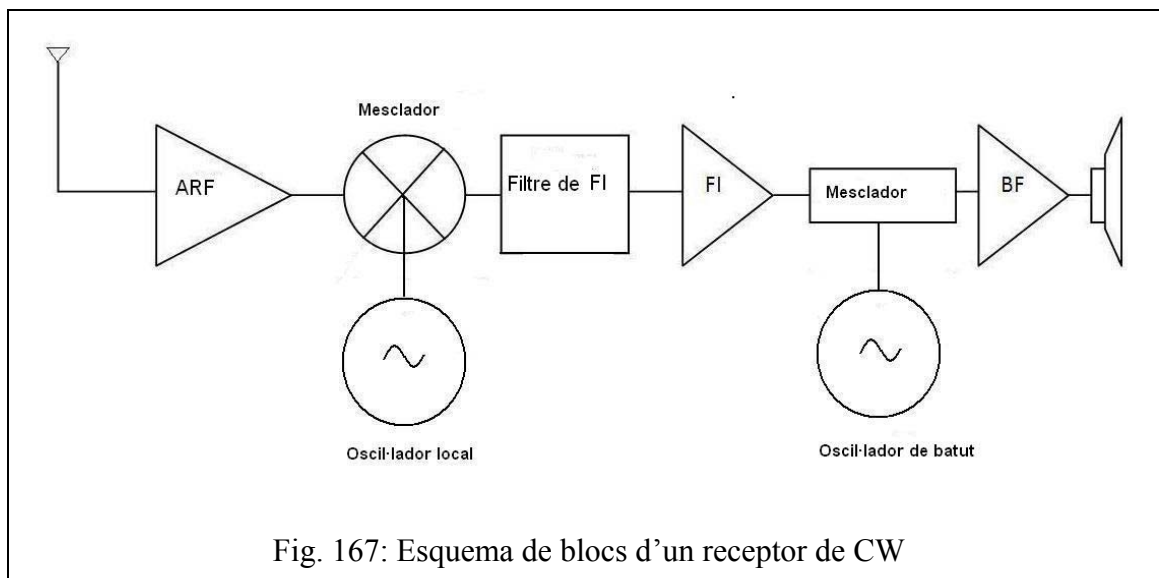
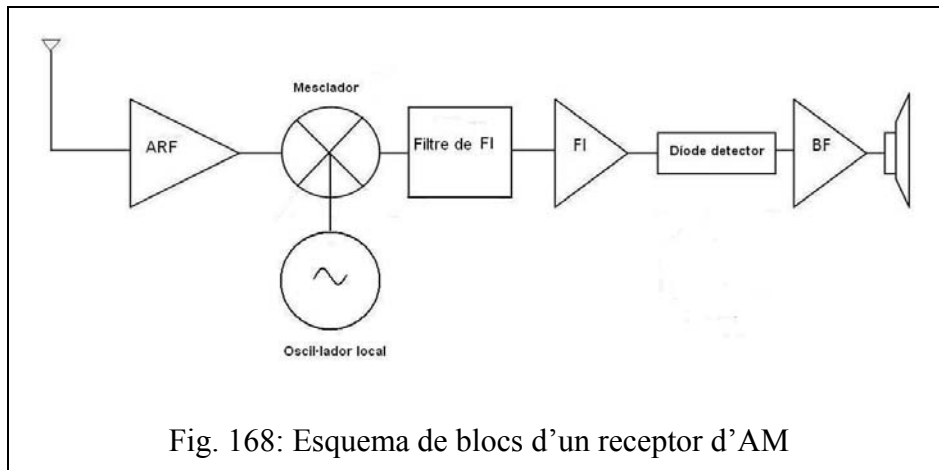


Fig. 167: Esquema de blocs d'un receptor de CW

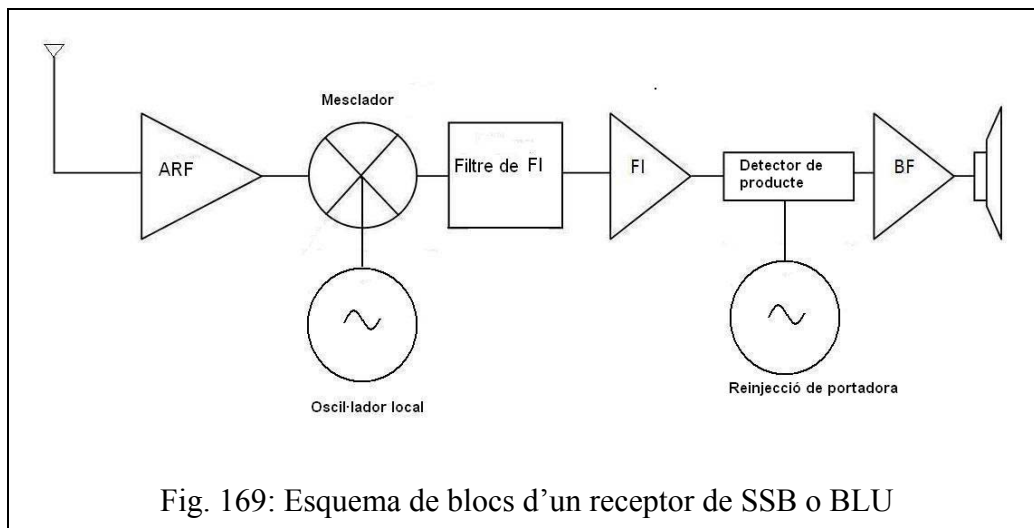
4.2.2 Receptor d'AM

Es caracteritza per disposar a la sortida de la FI d'un díode detector que proporciona la tensió de l'envoltant d'amplitud del senyal d'AM, que després és amplificada en baixa freqüència.



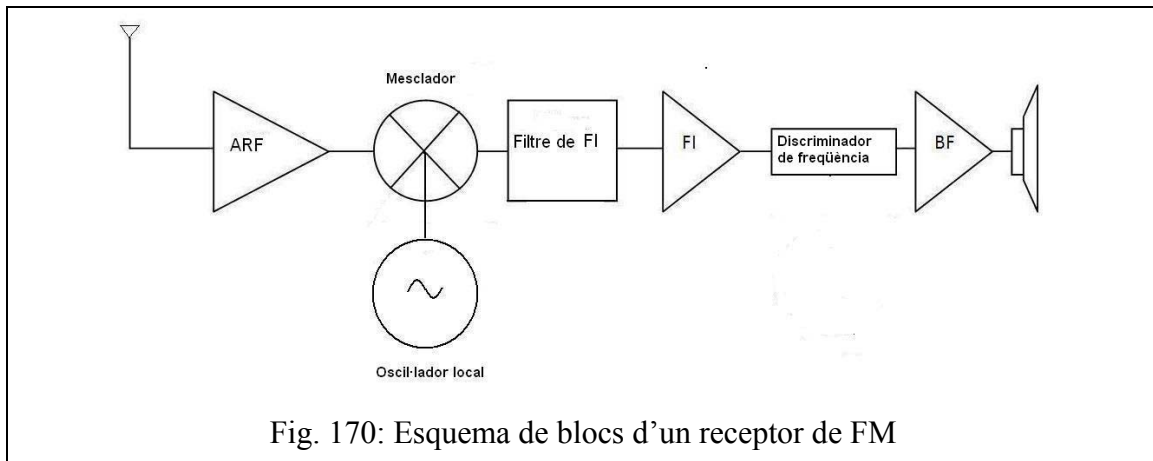
4.2.3 Receptor de SSB

Es caracteritza per disposar d'un mesclador anomenat detector de producte en el qual es barreja el senyal de banda lateral única de la FI amb un oscil·lador de reinjecció de portadora i s'obté la diferència novament com a tons d'àudio amb els quals es reconstrueix la modulació original en banda lateral.



4.2.4 Receptor de FM

Es caracteritza per disposar d'una FI molt més elevada, generalment de 10,7 MHz, la qual es desmodula amb un desmodulador de FM que pot ser del tipus discriminador de freqüència o desmodulador PLL, la tensió de correcció del qual segueix la desviació del senyal modulad en freqüència i contindrà la informació d'àudio amb la qual es va modular.

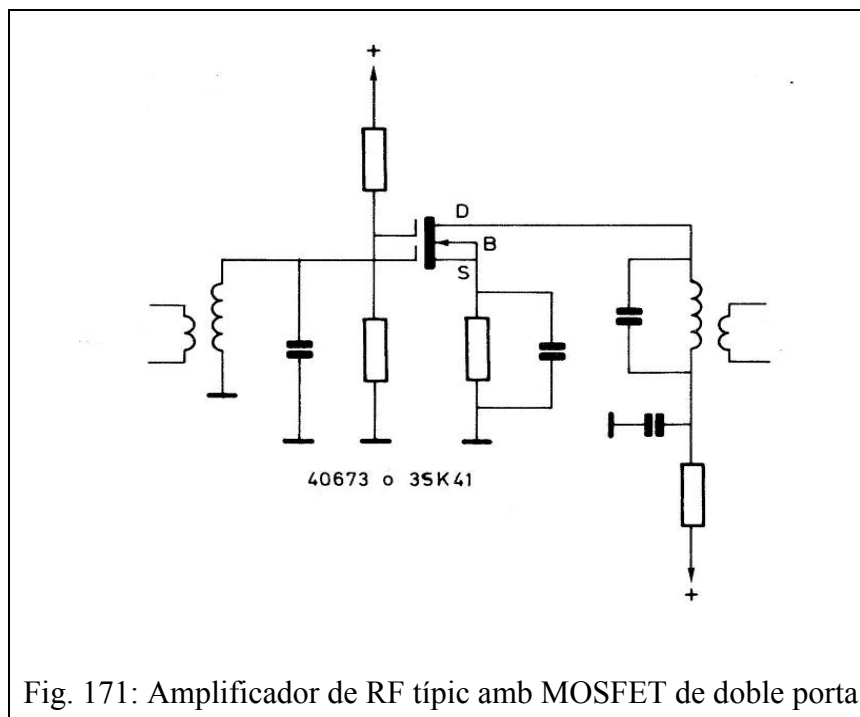


4.3 Operació i funció de les següents etapes

4.3.1 Amplificador de RF (ARF)

Aquest és el primer element d'un receptor. La seva funció és, abans que res, amplificar amb un nivell de soroll propi molt baix i després filtrar al màxim les freqüències sintonitzades. Ha de deixar passar només la o les freqüències d'interès i atenuar tot el possible les freqüències que es vulguin rebutjar per a no tenir problemes de freqüència imatge. La freqüència imatge és un problema molt seriós que es produeix en els receptors superheterodins de simple conversió i que es tractarà més endavant.

Ha d'aportar el mínim de soroll possible a l'amplificació i, una vegada filtrat el senyal d'interès, amplificar tot el que sigui necessari per tenir una bona sensibilitat. Un bon receptor serà més sensible en funció de la seva capacitat per amplificar senyals cada vegada més febles sense afegir-los soroll.



Ha de tenir també una bona resistència a la sobrecàrrega, perquè no es satura amb senyals forts (gran rang dinàmic de bloqueig) no desitjats i amplificar amb una bona linealitat perquè els senyals forts no es barregin entre si al seu pas per l'amplificador (un bon rang dinàmic d'intermodulació).

Per tant, un bon ARF ha de filtrar primer i després ha de ser capaç d'amplificar linealment només els senyals útils.

4.3.2 Oscil·lador local

L'oscil·lador local és l'encarregat de generar el senyal de radiofreqüència que serà barrejat junt amb el senyal rebut per així amplificar només la FI, que serà la diferència entre aquests dos senyals. Posteriorment, serà el filtre de FI el que en seleccionarà un senyal o un altre (la suma o la resta).

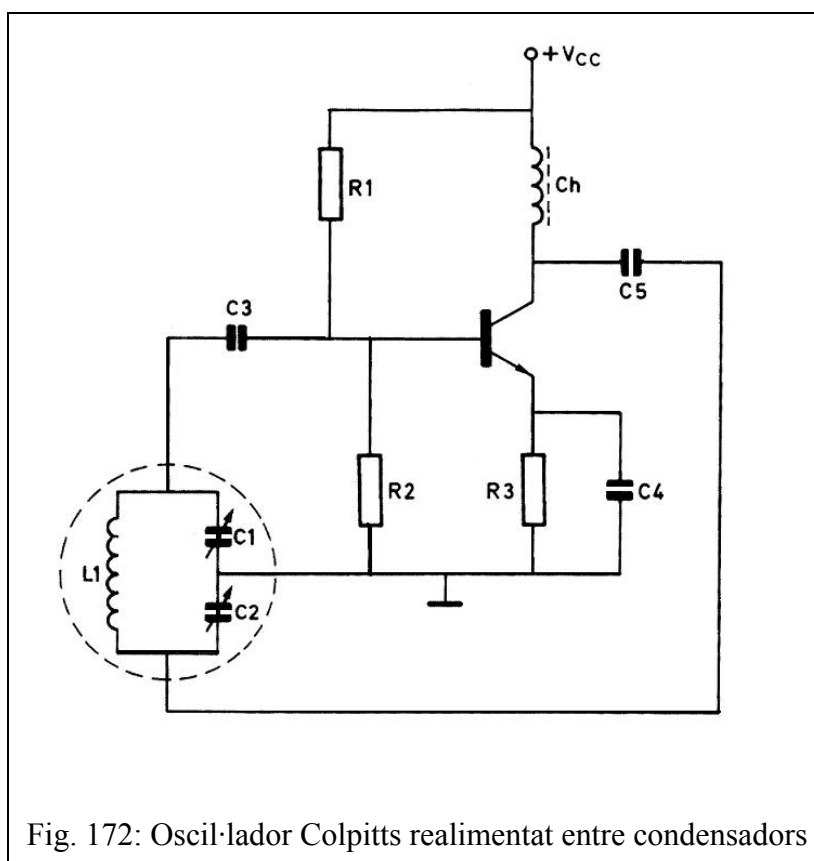


Fig. 172: Oscil·lador Colpitts realimentat entre condensadors

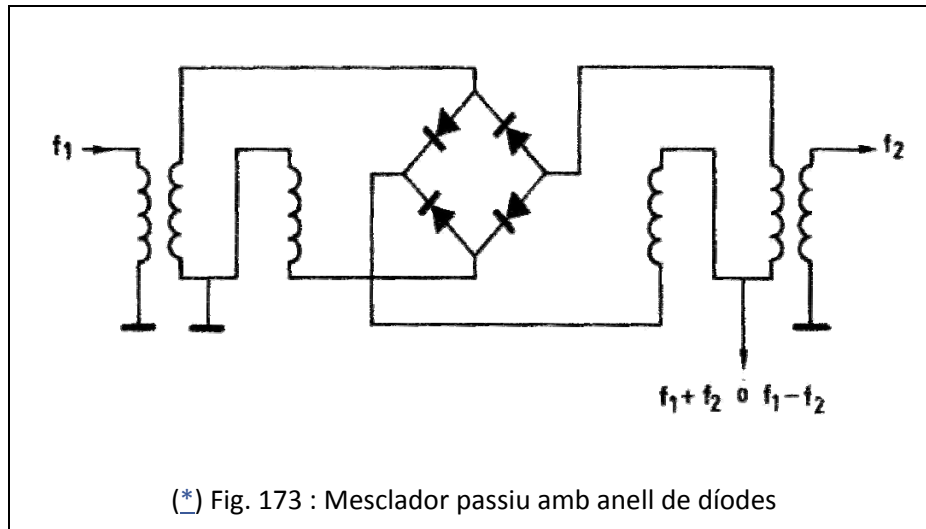
L'oscil·lador local ha de ser molt estable i generar un senyal molt net amb el menor soroll de fase possible. Actualment, gairebé tots els oscil·ladors locals es fabriquen amb xips que realitzen una síntesi digital directa (DDS = Direct Digital Synthesizers).

4.3.3 Mescladors

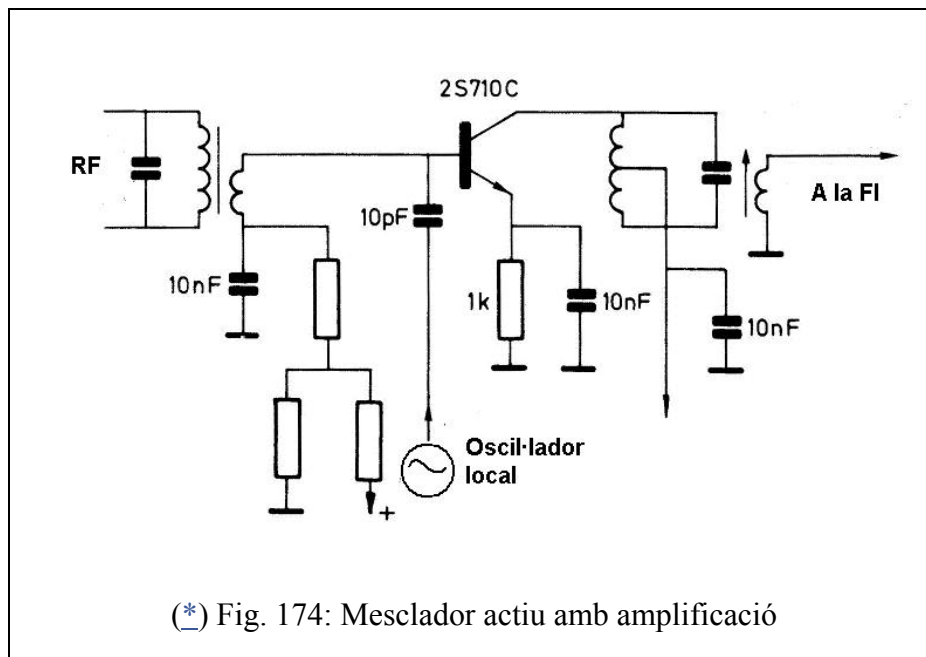
El mesclador és l'encarregat de rebre dos senyals i lliurar la suma i la resta de les seves freqüències.

A grans trets, de mescladors n'hi ha de dos tipus: actius i passius.

Els mescladors passius estan formats per díodes o anells de díodes. Són els que ofereixen una millor qualitat, però tenen l'inconvenient que no ofereixen cap guany, sinó més aviat pèrdues respecte al senyal d'entrada, encara que proporcionen una barreja sense afegir-hi més soroll addicional.



Els mescladors actius contenen un amplificador que en general està format per transistors o per FETS o MOSFETS. Aquí en tenim un amb transistor.

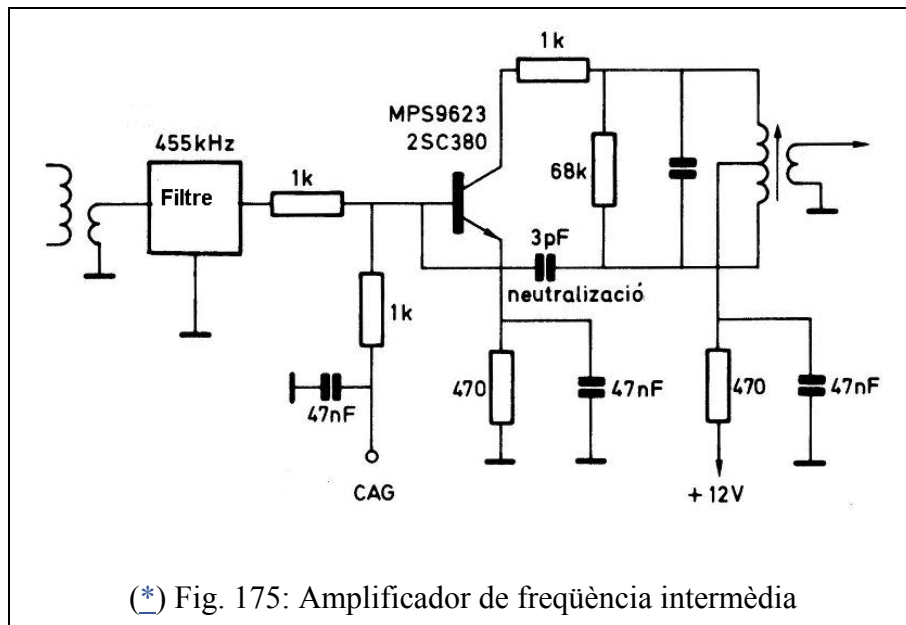


Un mesclador actiu ofereix un guany addicional respecte al senyal de RF d'entrada, però no és tan net com el mesclador passiu. Això vol dir que, a part dels senyals suma i resta, lliurarà també un soroll propi que s'afegirà al soroll de fase que pugui aportar l'oscil·lador local.

4.3.4 Amplificador de freqüència intermèdia

Aquest circuit és bàsicament un amplificador, però sintonitzat a la freqüència intermèdia, ja que a més sempre incorpora algun filtre també sintonitzat a la freqüència intermèdia. El primer que fa és filtrar el senyal

que lliura el mesclador, eliminant la freqüència suma i deixant passar només la freqüència resta, i només permetent el pas d'una d'elles i, seguidament, amplifica tot el que es necessiti per al correcte funcionament de l'equip.



4.3.5 Limitador o supressor de soroll

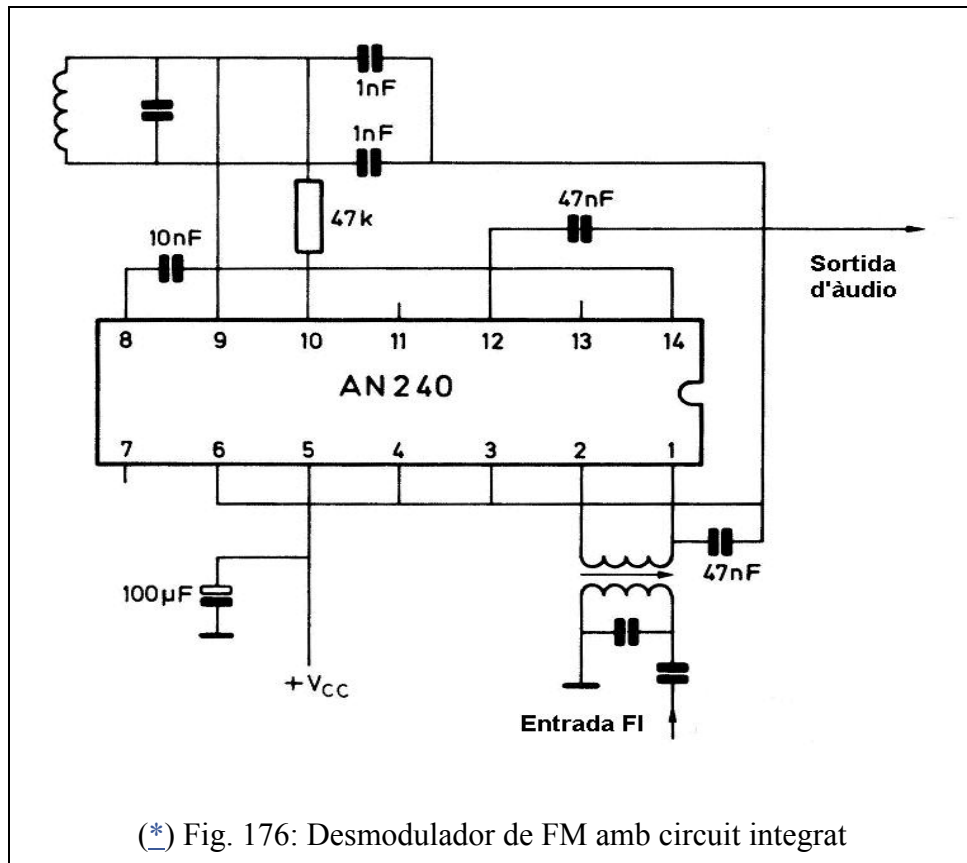
L'etapa limitadora està composta per un circuit que limita el soroll de tipus impulsu, tallant l'amplificació si sobtadament apareix un impuls d'una amplitud molt per sobre del nivell mig del senyal que s'està rebent.

Pot consistir en un parell de díodes en oposició que descresten qualsevol senyal superior a 0,7 V o un circuit molt més sofisticat, al que s'anomena supressor de sorolls o NB (de l'anglès *Noise Blanker*), que actua silenciant el receptor en el moment que detecta un impuls molt superior al nivell mig del senyal.

4.3.6 Detector o desmodulador

El detector és la part fonamental del receptor, ja que és el desmodulador que rescata la informació transportada i lliura el senyal desmodulat, és a dir, la informació en el seu estat natural, la que es va incorporar al senyal de RF al transmissor.

A la recepció d'AM, el desmodulador pot ser simplement un díode rectificador (detector d'AM) i un filtre RC que deixa l'envoltant de les variacions d'amplitud del senyal de RF.



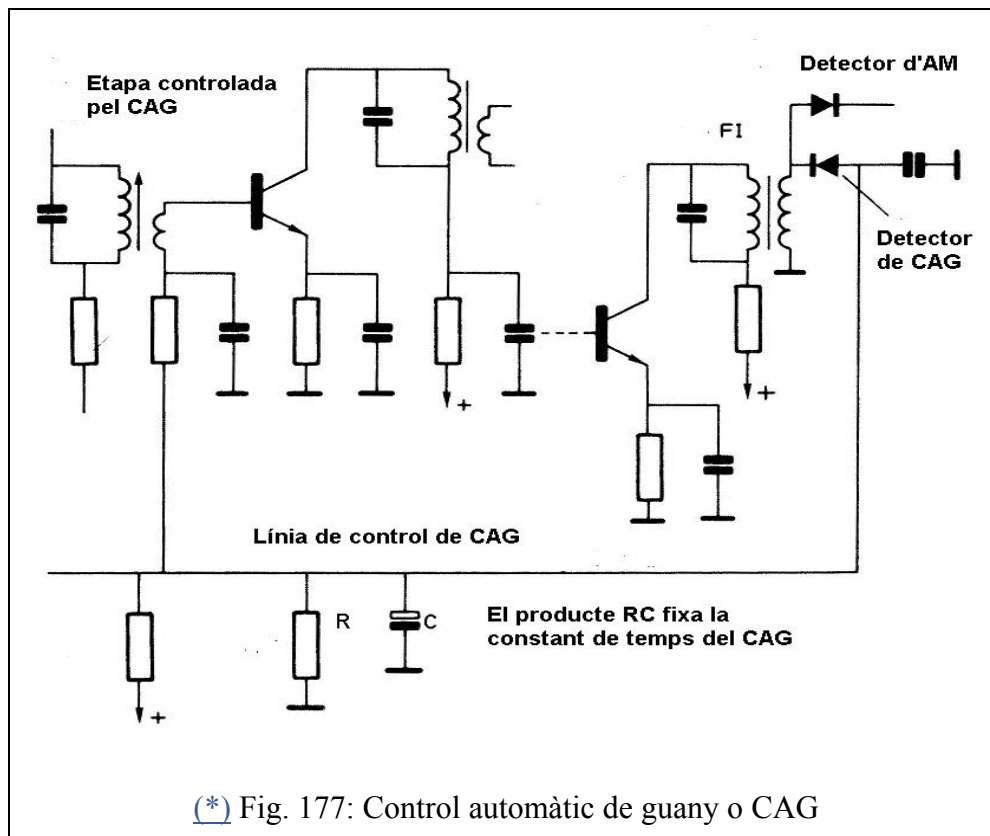
Per a la recepció de FM, es necessita un discriminador o un circuit PLL i per a la detecció de Banda Lateral única, serà necessari un detector de producte, és a dir, un mesclador que reinjecti d'alguna forma la portadora suprimida i proporcioni el senyal d'àudio per a la mescla amb la banda lateral única rebuda.

4.3.7 Amplificador d'àudio

Una vegada desmodulada, aquesta etapa amplifica el senyal d'àudio resultant per poder sentir-la bé a l'altaveu, ja que el desmodulador pot lliurar un senyal d'àudio (la informació desmodulada) amb un nivell de potència molt baix, per la qual cosa serà necessari amplificar-lo, perquè un altaveu pugui reproduir-lo correctament. Els amplificadors d'àudio han de ser d'una gran linealitat per distorsionar el senyal desmodulat el mínim possible, per la qual cosa generalment són amplificadors en classe A.

4.3.8 Control automàtic de guany CAG

Els controls automàtics de guany són circuits que redueixen l'amplificació en funció del nivell del senyal rebut, perquè a la sortida s'obtingui un senyal de nivell acceptable, un nivell que impedeixi que es saturin els últims passos amplificadors, a causa de l'àmplia gamma de nivells de senyals que pot rebre un receptor.



Per entendre millor la seva utilitat, posarem un exemple. Si rebem un senyal d'una potència de -65 dBm i tenim un amplificador normal que amplifiqui sempre 40 dB, a la sortida tindrem un senyal de -25 dBm. Però si de sobte el senyal rebut augmenta en 30 dB i assoleix els -35 dBm, a la sortida amplificada tindriem $+5$ dBm (-35 dBm $+40$ dB), i aquest és un nivell que normalment no pot manejar un amplificador de RF sense saturar-se i retallar el senyal.

Perquè el senyal sempre tingui un nivell raonable, necessitem un sistema de control automàtic de guany (CAG) que redueixi l'amplificació del senyal en funció del nivell rebut perquè el senyal amplificat no augmenti tant.

Per exemple, necessitem que, en produir-se l'augment de 30 dB en el senyal, el CAG redueixi automàticament el guany de l'amplificador de 40 a 10 dB i el resultat obtingut sigui que ara el senyal assoleixi un nivell de només -25 dBm (-35 dBm $+10$ dB), més acceptable per als amplificadors següents.

Per estabilitzar la tensió de CAG i que no es recuperi el guany massa ràpidament, es filtren les seves variacions amb un condensador C que es descarrega per la resistència R , amb una constant de temps RC que alenteix el seu retorn a la màxima amplificació.

4.3.9 Mesurador S

Aquest circuit ens indicarà la qualitat de la recepció i té com objectiu subministrar informació comparativa del nivell del senyal rebut.

Habitualment s'utilitza una escala d'1 a 9 on S9 equival a 50 μV als borns d'entrada d'antena del receptor, al qual se li suposa una impedància d'entrada de 50 ohms. Equival a una potència de senyal en l'entrada d'antena de -76 dBm, si la referim a 1 mW.

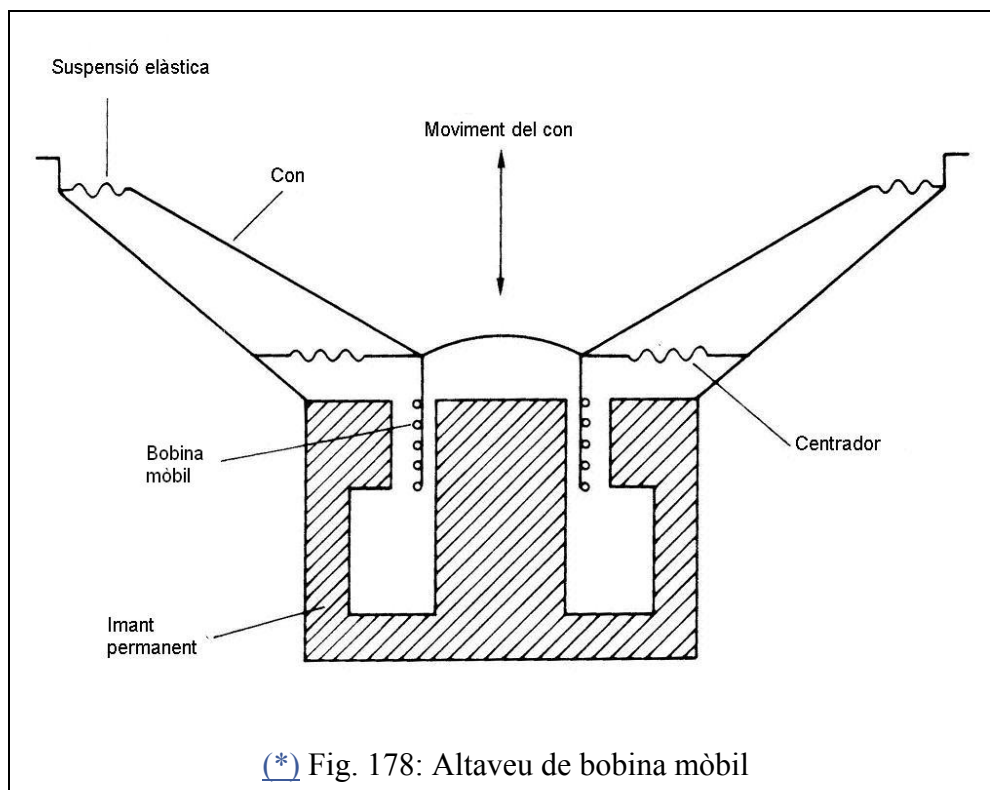
4.3.10 Silenciador de soroll de fons (*squelch*)

Aquest circuit serveix perquè només es pugui sentir el senyal que volem rebre i deixar de sentir el molest soroll de fons quan no hi ha transmissió. Si posem el silenciador al mínim, sentirem qualsevol senyal per molt feble que sigui, però normalment això ens obligarà a escoltar també el soroll de fons, omnipresent quan no hi ha senyal a l'entrada.

En canvi, si avancem el comandament del silenciador o *squelch* fins a un cert valor, aconseguirem només sentir els senyals que tinguin un nivell superior al prefixat pel silenciador. Això és molt útil en una conversa entre dues estacions, perquè permet no sentir el molest buf originat pel soroll en els moments que una de les dues estacions deixa d'emetre.

4.3.11 Altaveu reproductor de la veu

Finalment, per convertir els senyals d'àudio en so, ens cal un transductor, el qual és precisament l'altaveu o alt parlant, nom que se li va donar inicialment.



Habitualment consta d'un gran imant permanent dins del qual es mou una bobina mòbil subjecta a un con rígid, normalment de cartolina, que oscil·la movent l'aire, seguint el ritme que li marquen els senyals d'àudio que circulen per la bobina.

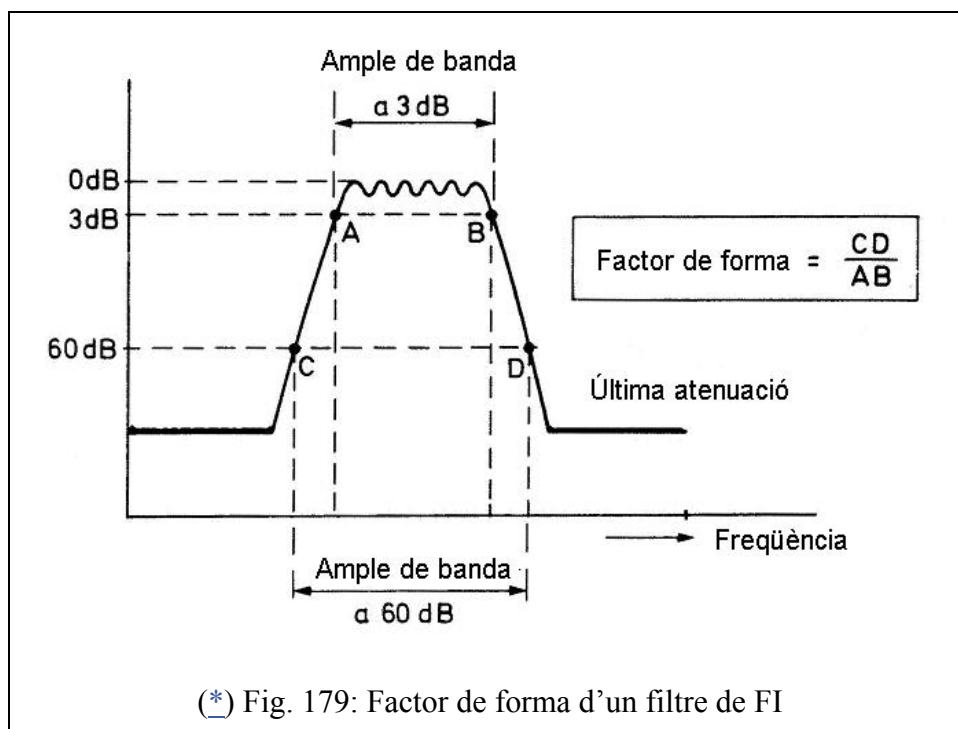
4.4 Característiques d'un receptor

4.4.1 Rebuig del canal adjacent

Un canal de ràdio ve determinat per una freqüència i un ample de banda concret. Si el senyal de ràdio que es transmet al canal contigu al nostre no respecta una sèrie de límits obligatoris, com per exemple l'ample de banda màxim, podria sentir-se també al nostre canal, degradant la qualitat de la nostra comunicació, malgrat les excel·lents prestacions del nostre receptor de rebutjar el canal adjacent, qualitat que anomenem selectivitat.

4.4.2 Selectivitat

La selectivitat d'un receptor fa referència a la capacitat que té el receptor per discernir entre dos canals contigus. Normalment la selectivitat depèn de la qualitat del filtre més estret que incorpora l'equip. Aquesta qualitat es mesura amb l'anomenat factor de forma, que consisteix a comparar l'ample de banda del filtre quan el senyal s'atenua 3 dB (en relació amb el màxim al centre del filtre), comparat amb l'ample de banda quan ja s'atenua 60 dB.



Un filtre ideal amb flancs perfectament verticals tindria un factor de forma de valor 1, però a la pràctica ens haurem de conformar amb valors sobre 2-3 amb els millors filtres de cristall o mecànics, encara que ara s'obtenen valors de 1,1-1,5 per mitjà de filtres digitals DSP, que ens proporcionen factors de forma excel·lents, és a dir, filtres amb flancs molt abruptes i verticals.

4.4.3 Sensibilitat, soroll del receptor, xifra de soroll

La sensibilitat és la potència mínima que un receptor necessita tenir a la seva entrada per poder percebre un senyal. Normalment es mesura pel nivell del mínim senyal discernible (MDS de *Minimum Discernible Signal*) en

valors de potència referits a 1 mil·livat o a 0 dBm en antena. Un receptor molt sensible és capaç de rebre senyals de -130 dBm en HF i de -140 dBm en VHF i UHF. Aquesta xifra es mesura amb un filtre d'un ample de banda de 500 Hz en la modalitat de CW.

En FM es prefereix mesurar la sensibilitat d'un receptor per la sensibilitat SINAD, és a dir, el valor en antena que produeix un valor de 12 dB SINAD, és a dir, 12 dB de S+N/N al desmodulador.

Una altra manera de mesurar la qualitat d'un receptor es basa en comparar la potència del soroll intern generat pels amplificadors i mescladors interns. Per augmentar la sensibilitat d'un receptor de ràdio, és necessari que el receptor aportï el menor soroll possible i que tingui un bon guany sobre el senyal rebut. Normalment l'etapa determinant de la qualitat d'un receptor és el primer preamplificador, perquè serà amplificat per totes les etapes posteriors.

La figura de soroll (NF de l'anglès *Noise Figure*) és el soroll global que aporta l'equip receptor a qualsevol senyal rebut, referit al punt de connexió de l'antena. Per exemple, si un amplificador té una xifra de soroll de 10 dB, això significa que, independentment del que amplifiqui el senyal, aporta 10 dB de soroll al senyal que rep de l'antena en la seva entrada.

4.4.4 Estabilitat

L'estabilitat d'un equip receptor fa referència a l'estabilitat de la freqüència del seu oscil·lador local. És important que l'oscil·lador local sigui estable, és a dir, que no es desplaci la seva freqüència a causa de factors externs o interns, dels quals el més important és la variació de la temperatura al l'escalfar-se o les variacions de la tensió d'alimentació.

És molt difícil aconseguir un oscil·lador perfectament estable i la freqüència del qual no variï amb la temperatura per la dilatació dels components analògics LC, per la qual cosa s'ha de recórrer al disseny d'oscil·ladors termostats que funcionen a una temperatura constant.

Tanmateix, es pot aconseguir una bona estabilitat per mitjà d'oscil·ladors PLC amb bucle d'enclavament de fase que constantment ancoren la freqüència de sortida a la d'un oscil·lador de cristall de referència més estable. La seva estabilitat serà tan bona com la que tingui l'oscil·lador de referència.

Actualment, els equips moderns utilitzen gairebé sempre sintetitzadors DDS o per síntesi digital directa de gran estabilitat, però, si encara fos necessari augmentar-la més, es pot millorar la seva estabilitat sincronitzant l'oscil·lador de referència del DDS amb un oscil·lador extern de gran precisió.

4.4.5 Freqüència imatge

La freqüència imatge és un dels majors problemes que tenen els receptors superheterodins que usen una única conversió (conversió simple) per amplificar després la freqüència intermèdia desitjada. Com ja hem explicat

abans, un mesclador proporciona la mateixa FI de diferència amb dos senyals sinusoidals, un per sobre de la de l'oscil·lador local i l'altre senyal per sota de l'oscil·lador local. El receptor ha de ser capaç de rebutjar un d'ells al primer amplificador de radiofreqüència, perquè no arribi al mesclador i després a la FI.

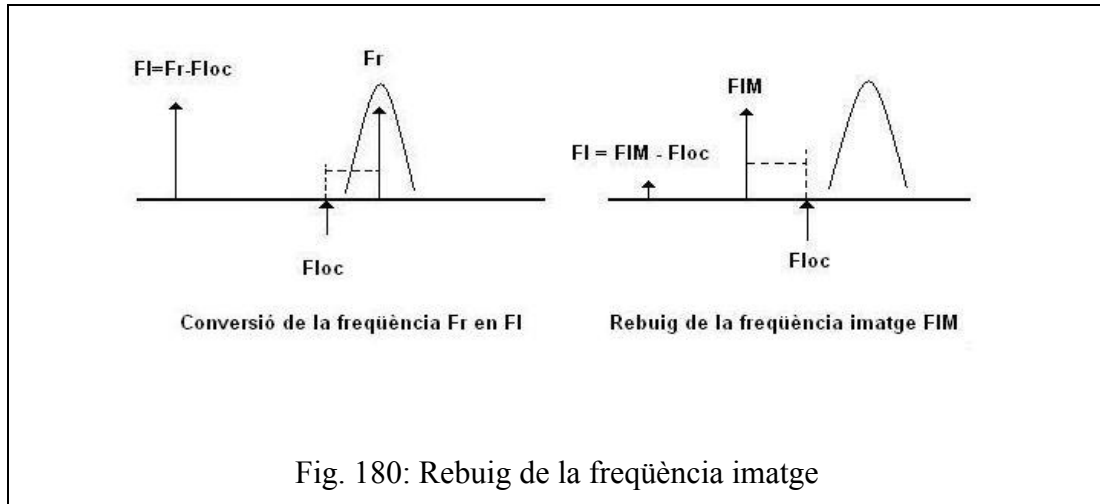


Fig. 180: Rebuig de la freqüència imatge

Si volem rebre un senyal de 3.000 kHz i la volem baixar a una FI de 500 kHz, la barrejarem amb un oscil·lador local de 2.500 kHz, perquè així obtindrem una $FI = 3.000 \text{ kHz} - 2.500 \text{ kHz} = 500 \text{ kHz}$. Fins aquí tot perfecte. Però què passa si per l'antena ens arriba també un senyal de 2.000 kHz? Doncs que també es genera una $FI = 2.500 \text{ kHz} - 2.000 \text{ kHz} = 500 \text{ kHz}$. I aquí tenim un gran problema. Rebent tant un senyal de 3.000 kHz i un altre de 2.000 kHz ambdós seran convertits a la mateixa freqüència intermèdia 500 kHz. Si volem rebre el senyal de 3.000 kHz i a la vegada algú emet a la freqüència de 2.000 kHz, els dos senyals s'escoltaran al nostre receptor alhora i no podrem rebre-les bé a causa de les interferències causades pel senyal de 2.000 kHz, anomenada freqüència imatge.

La freqüència imatge és aquella que, barrejada amb el nostre oscil·lador local, també es trasllada a la mateixa FI que el senyal que volem rebre. Aquesta freqüència imatge està separada de la freqüència de recepció per dues vegades el valor de la FI. I una vegada la freqüència imatge arribi al nostre mesclador ja no hi haurà res a fer. La rebrem igual. Per tant, l'única solució que hi ha per resoldre aquest problema és que l'ARF filtri i elimini al màxim el senyal de 2.000 kHz, impedit el seu pas cap al mesclador i a la FI.

Els superheterodins de doble conversió tenen un rebuig de la freqüència imatge molt superior a tots aquests valors, a causa que la primera FI té una freqüència molt elevada i, com la imatge està separada de la desitjada per $2 \times FI$, és molt difícil que arribi a la segona FI.

4.4.6 Dessensibilització/bloqueig

Aquest paràmetre mesura el nivell que ha d'assolir un senyal no desitjat o no sintonitzat a l'entrada del nostre receptor, i que de totes maneres és tant potent que aconsegueix penetrar als amplificadors abans dels filtres més

selectius i els satura, de manera que arriba a reduir l'amplificació dels senyals que sí volem escoltar.

La resistència d'un receptor al bloqueig es mesura per la diferència en dBm d'un senyal no desitjat fora del canal de recepció, a una distància de 20 kHz, que redueix la recepció del senyal desitjat en -3 dB. És convenient que el nostre receptor suporti nivells relatius entre ambdós senyals d'almenys 80-100 dB.

4.4.7 Intermodulació: modulació creuada

La intermodulació (IMD) és un efecte que es produeix quan s'introdueixen dos senyals molt forts en un sistema que no és perfectament lineal. En no ser prou lineal, a la sortida, a més dels dos senyals de l'entrada, apareixen els productes de la seva barreja o intermodulació, com a freqüències sumes i restes de les mateixes, i els seus harmònics respectius.

En realitat, l'amplificador poc lineal es comporta com un mesclador, encara que en el cas del mesclador es busca augmentar aquest efecte no lineal. En un amplificador és un efecte no desitjable i el resultat és l'aparició de senyals fantasmes inexistents en la realitat (productes d'intermodulació), però que són generats localment al receptor, com a resultat de la barreja dels dos senyals d'alt nivell i els seus harmònics.

La intermodulació es mesura per la comparació del nivell de dos senyals iguals no desitjats ni sintonitzats separats per 20 kHz que són capaços de crear un producte d'intermodulació que apareix com un senyal no desitjat amb un nivell de 3 dB per sobre del soroll en una freqüència buida. Són aconsellables valors superiors a 80 dB en qualsevol receptor.

4.4.8 Barrejat recíproc (soroll de fase)

És impossible realitzar oscil·ladors locals purs que no continguin un lleuger soroll de fase, que també es genera amb l'oscil·lació. A més a més, també es produeix una barreja d'aquest soroll de fase present a les bandes laterals de l'oscil·lador local del receptor amb els senyals forts i pròxims del canal rebut, produint un augment del soroll al canal que estem escoltant. Això ocasiona la disminució de la sensibilitat del receptor, encara que aparentment el canal sigui net de senyals.

4.5 Interferències pertorbadores en un receptor: manera de reduir-les

Les interferències pertorbadores en un receptor són aquelles degudes als diferents tipus de soroll que existeixen. Vegem totes les possibles causes:

El soroll de fons és el soroll present en el nostre receptor, és a dir, la suma del soroll que aporta cada un dels seus components i serà menor en funció de la qualitat del disseny i dels seus components.

El soroll còsmic galàctic és el que prové dels astres, com el Sol, els forats negres, els quàsars, etc.

Els sorolls d'origen elèctric són els més freqüents. Assoleixen un gran ample de banda i són produïts per fenòmens de descàrrega, com per exemple els llamps i els arcs que salten als aïlladors elèctrics, o per altres equips que produeixen interferències radiades o conduïdes, etc. Especialment greus són els sorolls elèctrics produïts per les enceses dels cotxes i de les motos.

D'altra banda, els aparells equipats amb motors produeixen sorolls elèctrics en els contactes de les seves escombretes, sorolls que es propaguen molt bé per la xarxa elèctrica i assoleixen grans distàncies.

Actualment, molts circuits d'il·luminació de lluminositat ajustable i controlats per triacs, produeixen sorolls de commutació amb harmònics considerables que, si no han estat filtrats a l'origen, apareixen radiats i es propaguen fins als receptors propers.

També les línies de transport d'energia elèctrica produeixen tota classe de sorolls deguts a arcs de descàrrega en aïllants defectuosos, sorolls que també són propagats per les línies de transport que actuen com a sistemes radiants.

Pel que fa als aparells de TV, tenim els sorolls generats pels harmònics de l'oscil·lador d'escombrada d'un televisor amb pantalla de raigs catòdics i que es caracteritzen per reproduir-se a les bandes cada 15.6 kHz, és a dir, generen harmònics infinits de la freqüència d'escombrada horitzontal, encara que ja estan a punt de passar a la història.

Altres sorolls molt freqüents avui en dia són els produïts per les fonts commutades d'alimentació d'ordinadors que no compleixen bé les especificacions CE de Compatibilitat Electromagnètica, en generar uns sorolls que es repeteixen aproximadament cada 50-70 kHz i que apareixen també com a harmònics de la freqüència de commutació de la font.

Finalment, hem d'esmentar els sistemes de xarxes locals PLC instal·lats en una oficina o en un habitatge i que utilitzen els cables del corrent per a l'intercanvi de dades entre ordinadors.

Per solucionar aquest tipus de soroll existeixen moltes normatives i solucions englobades dins del que rep el nom de compatibilitat electromagnètica dels dispositius i que disposa l'apantallat de l'equip i la instal·lació de condensadors de filtre i anells de ferrita que impedeixin l'emissió de sorolls a l'exterior de l'aparell, la qual cosa ve indicada per les lletres CE a l'exterior.

TEMA 5: EMISSORS

5.1 Tipus d'emissors

Els transmissors es poden classificar de moltes maneres, però les més usuals són per la forma de generar el senyal de RF, per la gamma de freqüències coberta i per les modalitats de transmissió (modulacions usades).

5.1.1 Transmissors amb i sense canvi de freqüència

El transmissor més senzill que existeix és el format per una sola etapa oscil·ladora acoblada directament a l'antena. Aquest oscil·lador no és modulats per cap senyal d'informació (veu o dades). El nom d'aquest transmissor és el de transmissor d'ona contínua interrompuda o CW (de l'anglès *Continuous Wave*). Aquest transmissor emet una ona contínua de RF d'una determinada freqüència i el seu ús més comú és apagar-lo i encendre'l manualment de manera que es transmet o no el senyal, enviant així senyals en l'anomenat codi Morse.

Si s'usa algun tipus de dispositiu electrònic perquè commuti automàticament el transmissor, estem davant d'un sistema que es pot considerar que usa una modulació, per la qual cosa ja no seria el sistema més senzill.

Un altre mètode de transmissió consisteix a variar l'amplitud de l'oscil·lador en funció de la informació, per la qual cosa s'obté un senyal modulats en amplitud, encara que sempre en una freqüència de transmissió fixa i invariable.

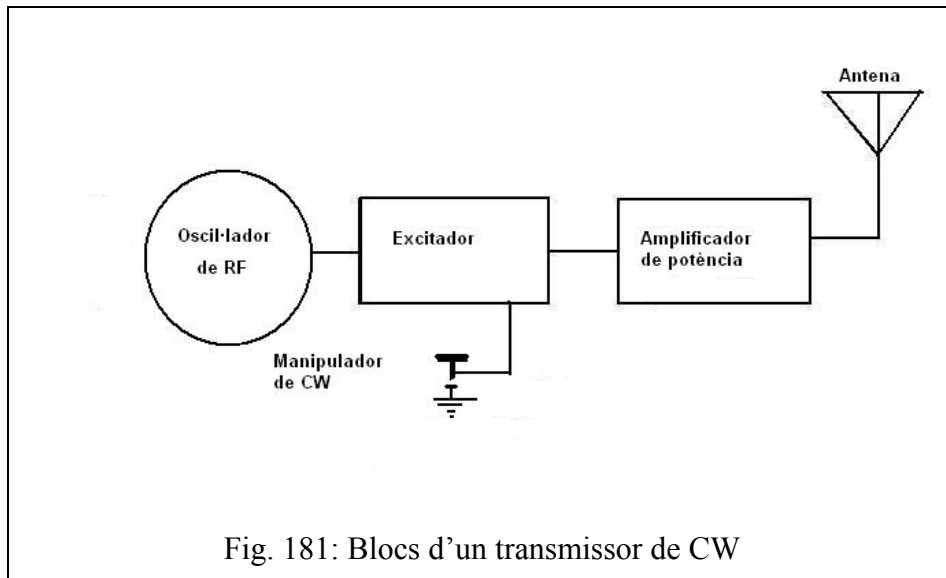
Un transmissor per desplaçament de freqüència és un transmissor de freqüència modulada o FM que precisament consisteix a variar la freqüència de l'oscil·lador de RF en funció de la informació a transmetre.

Tots aquests tipus d'emissió es poden iniciar a una freqüència més baixa en la qual és més fàcil obtenir una estabilitat considerable i després elevar la freqüència per mitjà d'oscil·ladors de cristall i mescladors, fins a assolir la banda desitjada. Aquests emissors es designen amb el nom d'emissors amb canvi de freqüència.

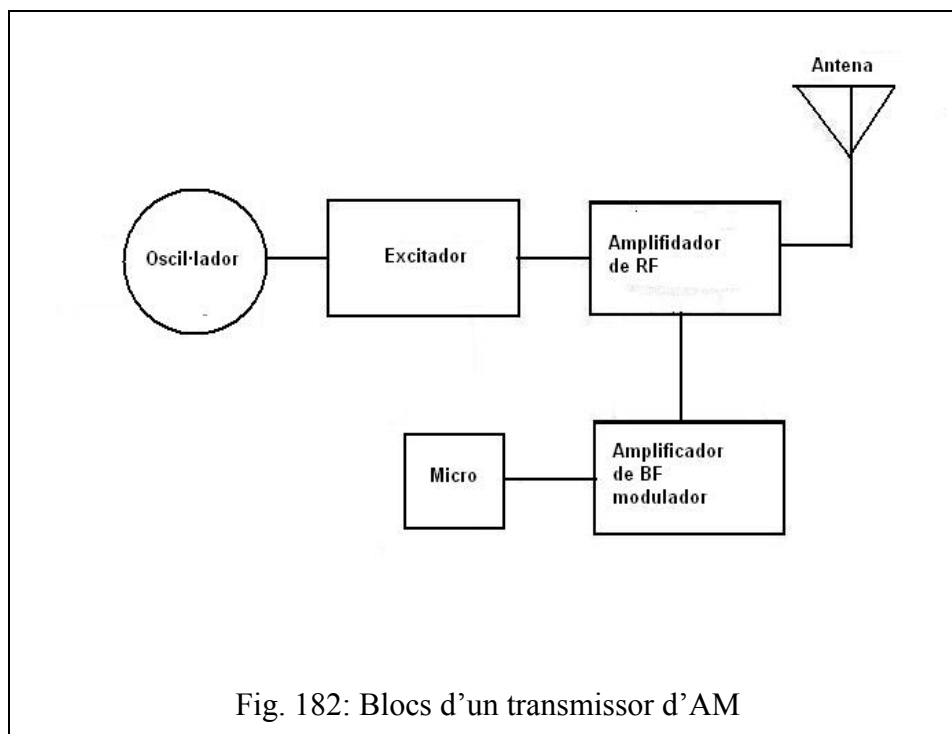
5.2 Diagrames de blocs de transmissors

A continuació, es presenten els diagrames de blocs d'alguns tipus de transmissors.

5.2.1 Transmissor de CW



5.2.2 Transmissor d'AM



5.2.3 Transmissor de SSB

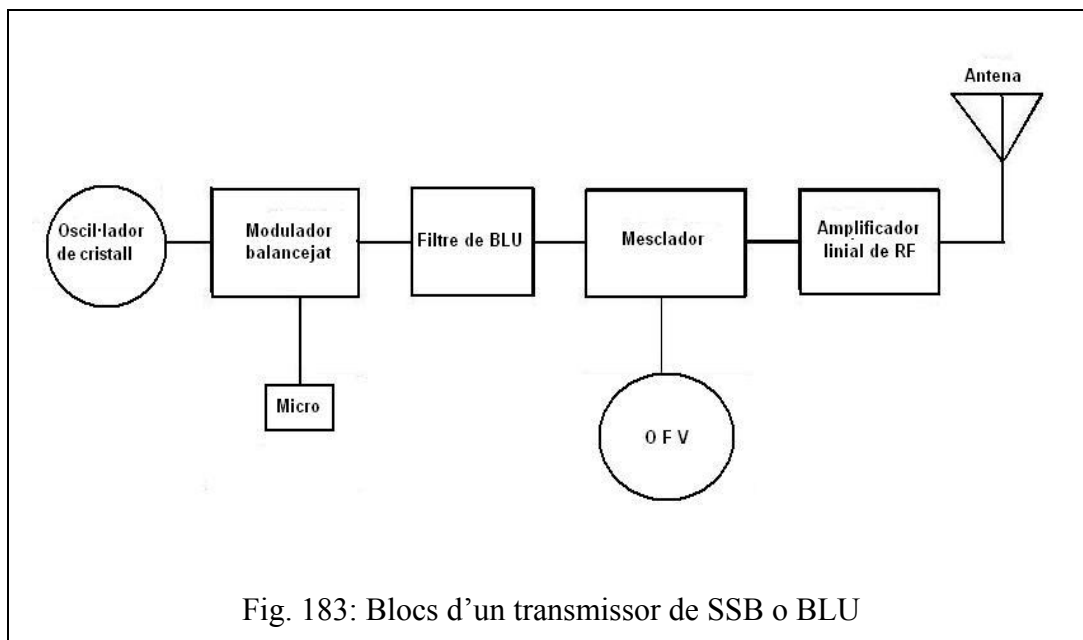


Fig. 183: Blocs d'un transmissor de SSB o BLU

5.2.4 Transmissor de FM

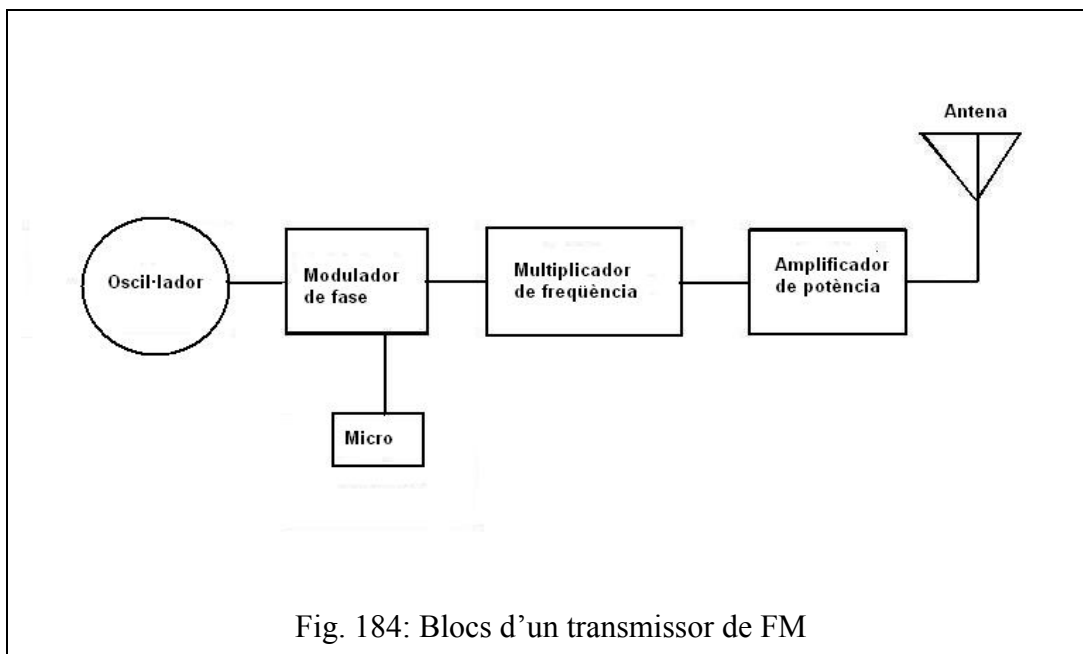
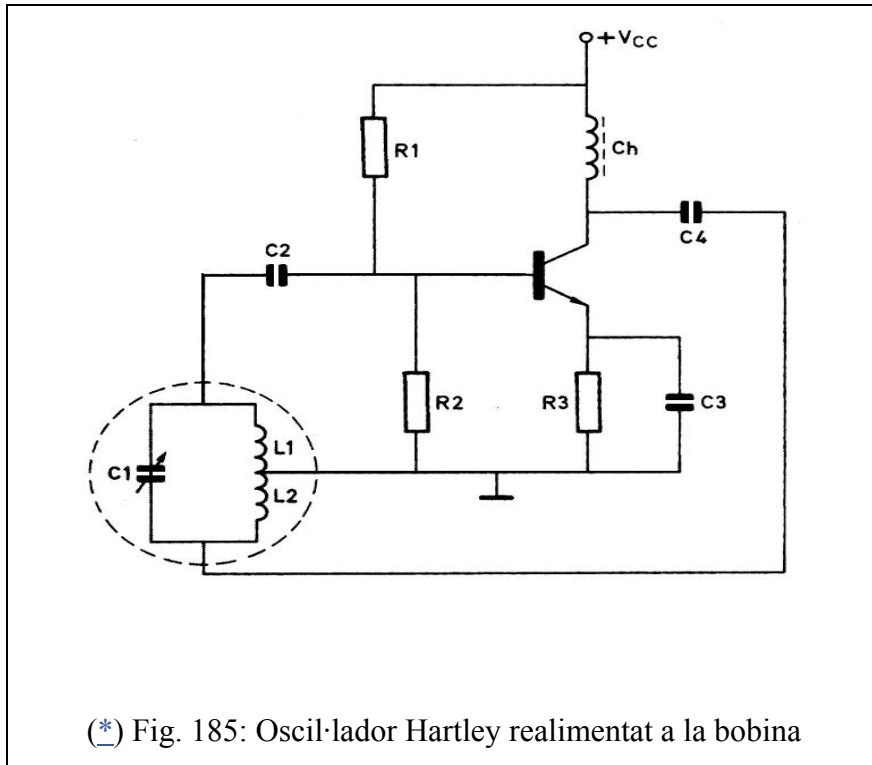


Fig. 184: Blocs d'un transmissor de FM

5.3 Operació i funcionament de les etapes

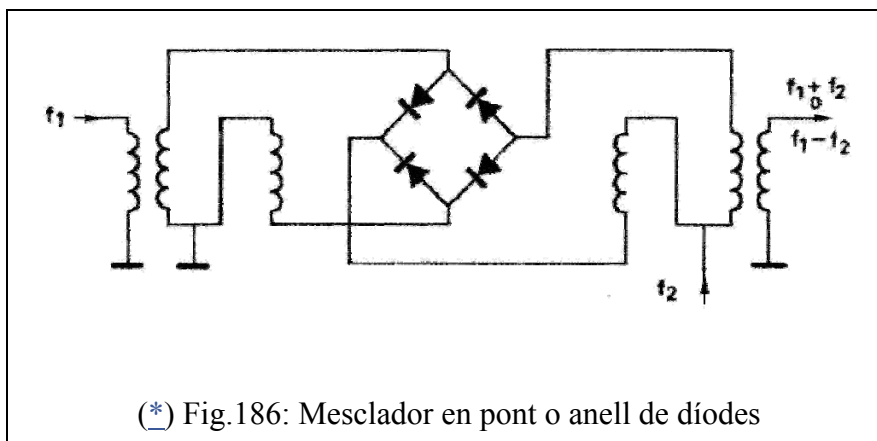
5.3.1 Oscil·lador

L'oscil·lador és l'encarregat de generar el senyal de RF que s'usarà com a portadora. Generalment es compon d'un circuit oscil·lador LC o de cristall, o bé s'utilitza un oscil·lador amb bucle d'enclavament de fase o PLL (*Phase Locked Loop*), o més modernament es tracta d'un oscil·lador de síntesi digital directa (DDS de Digital Direct Synthesis).



5.3.2 Mesclador

L'ús típic d'un mesclador en un transmissor és el d'eleva la freqüència del senyal ja modulad a una freqüència adequada per ser transmesa. És més senzill modular el senyal a freqüències més aviat baixes i, posteriorment, augmentar la freqüència del senyal ja modulad. Es podria modular directament un senyal de RF d'una freqüència ja molt elevada per ser transmesa, però això resulta d'allò més difícil.

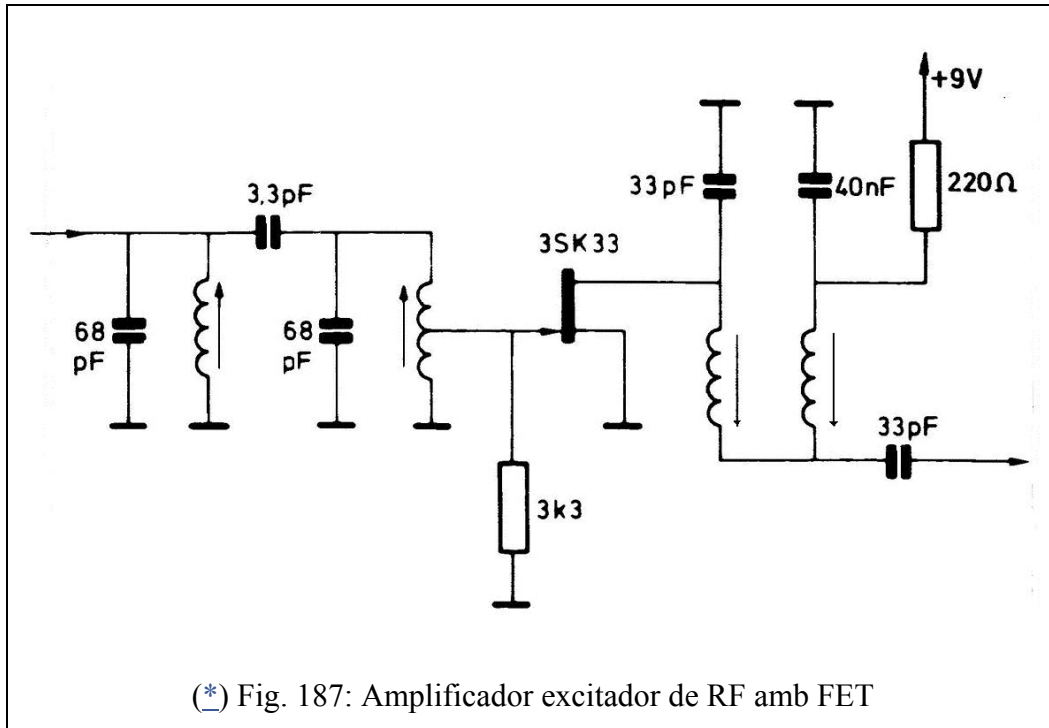


Els mescladors poden ser passius, com per exemple un pont de díodes, que no afegeixen soroll de fase, però generalment els mescladors són actius, realitzats amb transistors amplificadors per obtenir de pas un cert guany, i els mes freqüents són els circuits amb FET-MOS de doble porta.

5.3.3 Excitador

L'excitador és el nom que rep l'amplificador que està situat just abans de l'amplificador de potència. Augmentarà el nivell del senyal com perquè

l'amplificador de potència sigui excitat. Un exemple pràctic és el d'un amplificador que pot aportar una potència de 500 wats però necessita que a la seva entrada hi hagi almenys 1 W. Si el nostre transmissor només genera una potència d'1 mil·livat, necessitarem un amplificador excitador, és a dir, un amplificador que augmenti la potència del senyal des d'1 mW fins a 1 W.



5.3.4 Multiplicador de freqüència

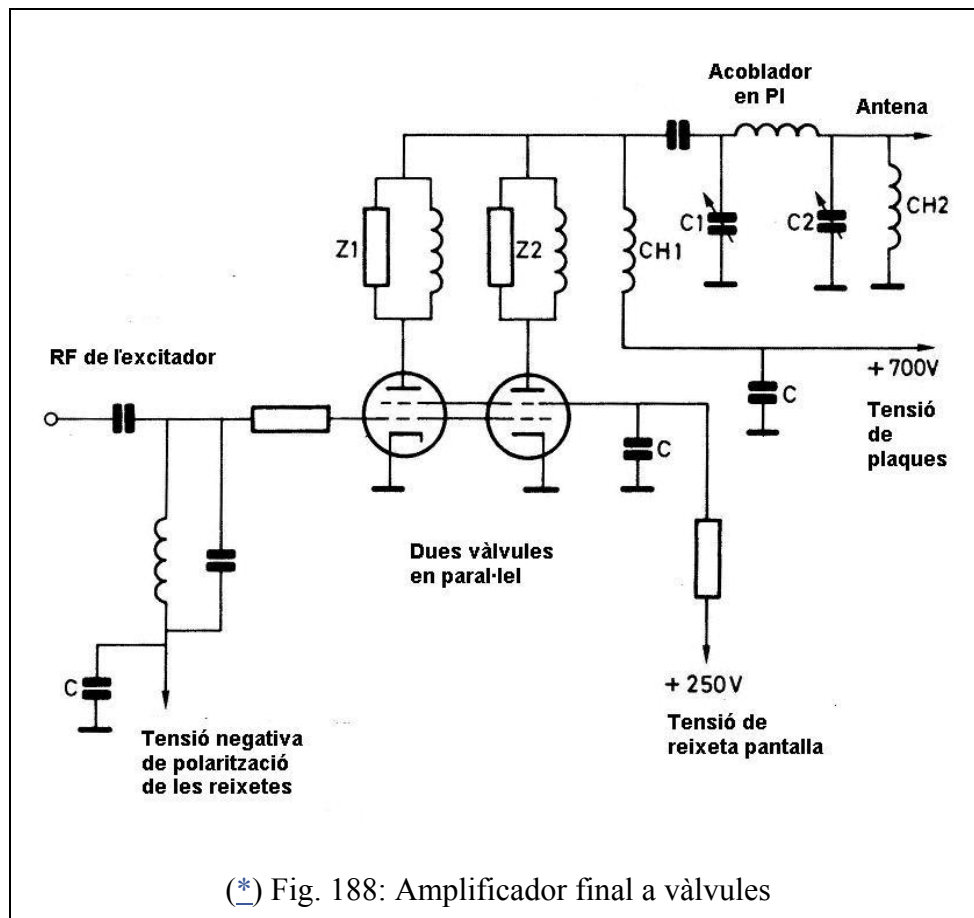
Un multiplicador de freqüència és un circuit que, com el seu nom indica, multiplica la freqüència del senyal present a la seva entrada per un nombre enter, com pot ser 2 o 3 etc. Aquest circuit és normalment un amplificador classe C, que, com ja hem comentat, genera una gran distorsió del senyal d'entrada afegint-li harmònics. Si s'analitza l'espectre de freqüència d'aquesta distorsió, s'observa que el senyal de sortida està compost per la freqüència fonamental i una sèrie d'harmònics. Si s'usa un filtre per deixar passar tan sols un d'aquests harmònics, haurem obtingut un múltiple de la freqüència fonamental (anomenem freqüència fonamental a la freqüència del senyal d'entrada a l'amplificador).

5.3.5 Amplificador de potència i adaptació d'impedàncies

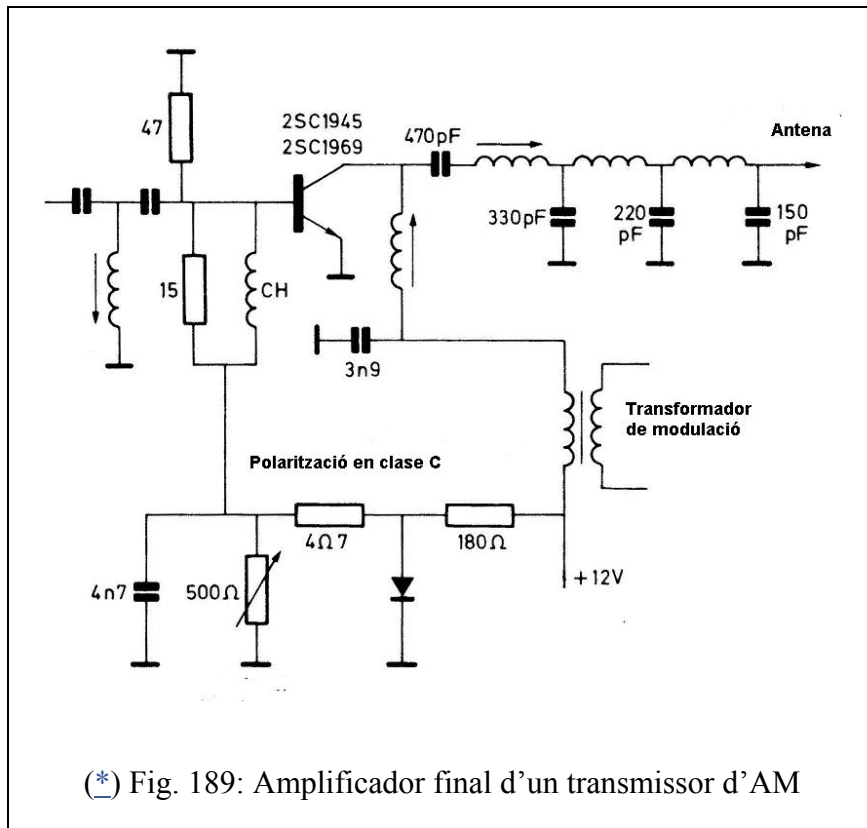
L'amplificador de potència és aquell amplificador que és l'últim element de la cadena del transmissor, per la qual cosa s'anomena també amplificador final, i és el que aportarà tota la potència a ser transmesa per l'antena. És molt important que les impedàncies entre l'amplificador de potència i l'antena estiguin adaptades. Això significa que la impedància resistiva de sortida de l'amplificador ha de ser la mateixa que la impedància resistiva de l'antena i les reactàncies respectives han de ser nul·les o conjugades. A més a més, ha de presentar la mateixa impedància resistiva que la impedància de la línia de transmissió que uneix ambdós elements. Si les impedàncies no són les mateixes, hi haurà una reflexió d'energia des de l'antena cap a

endarrere, perquè l'antena no absorbeix tota la potència que rep, i aquesta potència arribarà de nou retornada a l'amplificador i podria espatllar-lo, perquè les tensions i corrents previstos poden arribar a doblar-se i l'amplificador normalment no està dissenyat per aguantar nivells tant elevats de tensió o de corrent.

Per adaptar la impedància entre una etapa i altra, indispensable per a la transferència òptima d'energia, hi ha diverses tècniques més o menys complexes, però en general s'utilitzen components passius, com ara bobines i condensadors, ja que aquests elements no absorbeixen potència i no consumeixen energia, perquè tan sols adapten la impedància entre etapes, evitant possibles i perilloses reflexions de potència entre elles.



Els amplificadors finals a vàlvules poden sobreviure bastant bé amb aquesta potència reflectida, ja que quasi sempre equipen un acoblador en PI a la seva sortida d'antena. Això els permet acoblar una gama molt ample d'impedàncies d'antena.

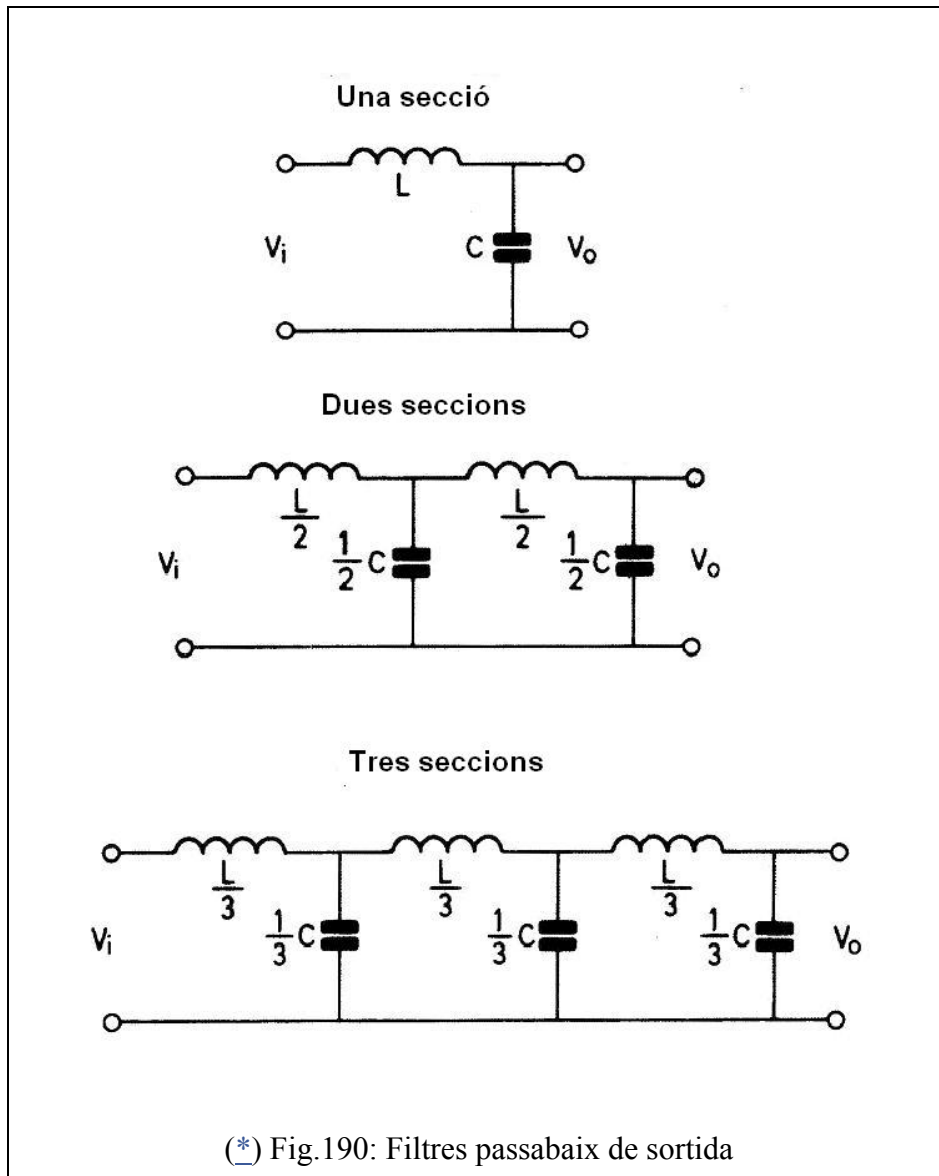


Però els amplificadors finals transistoritzats moderns han de disposar d'un circuit protector, que si detecta una potència reflectida superior al 10% ($ROE > 2:1$), disminueix la potència de l'excitador per protegir els transistors finals de les possibles sobrecàrregues.

Si l'antena no presenta la impedància adequada a la línia de transmissió i, per tant, reflecteix una potència al transmissor superior al 10% ($ROE > 2:1$), i no volem que aquest redueixi automàticament la seva potència de sortida, hem d'utilitzar un element intermedi adaptador d'impedàncies, anomenat acoblador d'antena, format per bobines i condensadors variables, que redueixi la potència reflectida a la mínima possible, si no pot aconseguir-se que sigui nul·la.

5.3.6 Filtres de sortida

El filtre de sortida és el que és present abans dels borns de sortida de l'amplificador cap a l'antena (abans de la línia de transmissió), i la seva missió és doble: per una part, ajudar a adaptar les impedàncies entre aquests dos elements i, per una altra, evitar que arribin a l'antena senyals interferents produïts pel propi amplificador o per altres elements anteriors de la cadena d'amplificació, especialment per atenuar els harmònics, que es generen molt fàcilment quan la linealitat de l'amplificador de potència no és perfecta, i solen ser filtres passa baix.



5.3.7 Modulador de freqüència

El modulador de freqüència és aquell circuit electrònic capaç de variar la freqüència d'un senyal portador en funció del senyal modulador que conté la informació. Com ja s'ha vist anteriorment, això és molt fàcil de fer amb un VCO i amb un PLL, que varia la freqüència d'un oscil·lador. Recordem que amb un modulador que alteri la fase, també s'aconsegueix una modulació de freqüència.

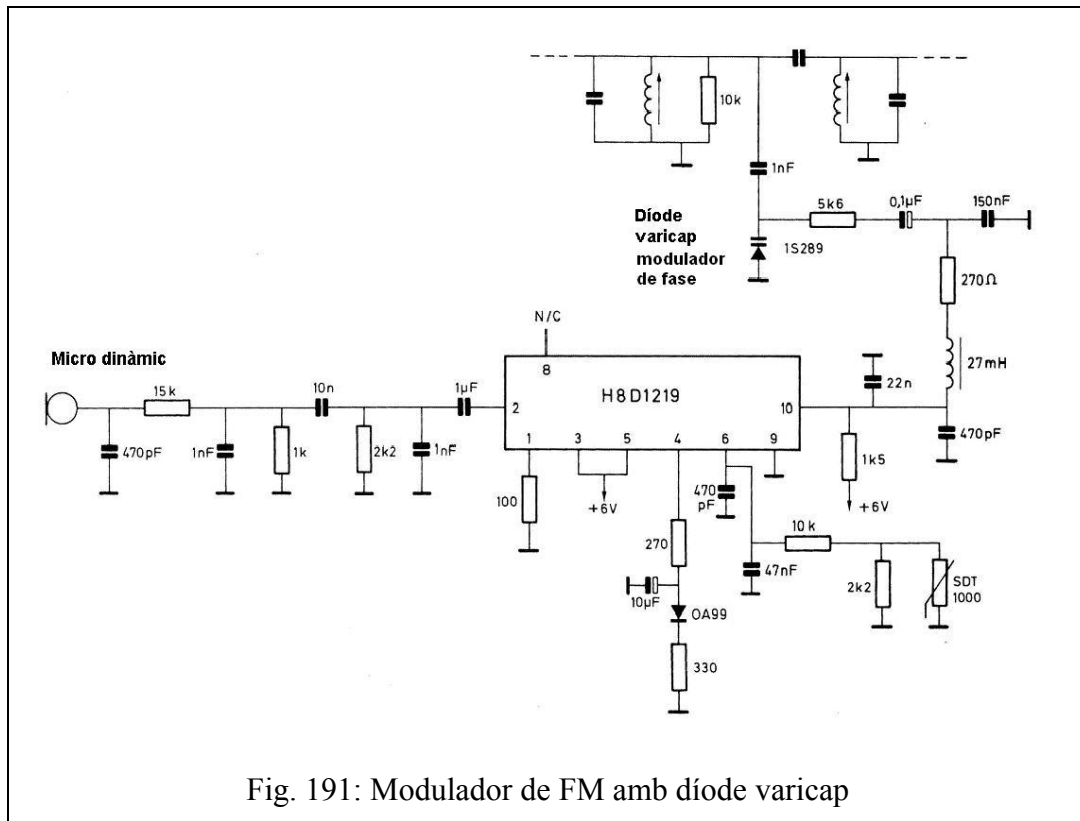


Fig. 191: Modulador de FM amb díode varicap

5.3.8 Moduladors de SSB

La generació d'un senyal de BLU (Banda Lateral Única) o SSB requereix eliminar la portadora i una de les dues bandes laterals i això es pot realitzar bàsicament per dos sistemes: un d'ells és el mètode del dobles modulador balancejat amb desfasador de 90 graus, mentre que el segon mètode consisteix en un sol modulador balancejat que suprimeix la portadora i utilitza un filtre passabanda molt estret i abrupte per suprimir l'altra banda lateral.

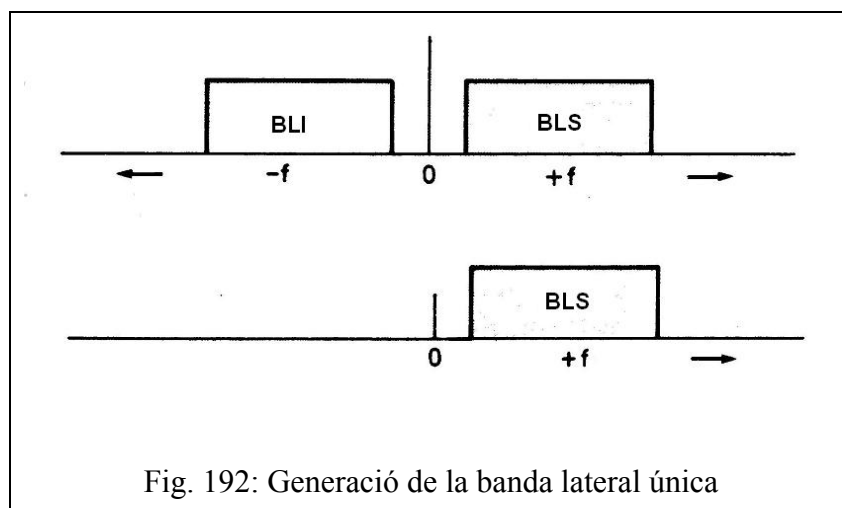
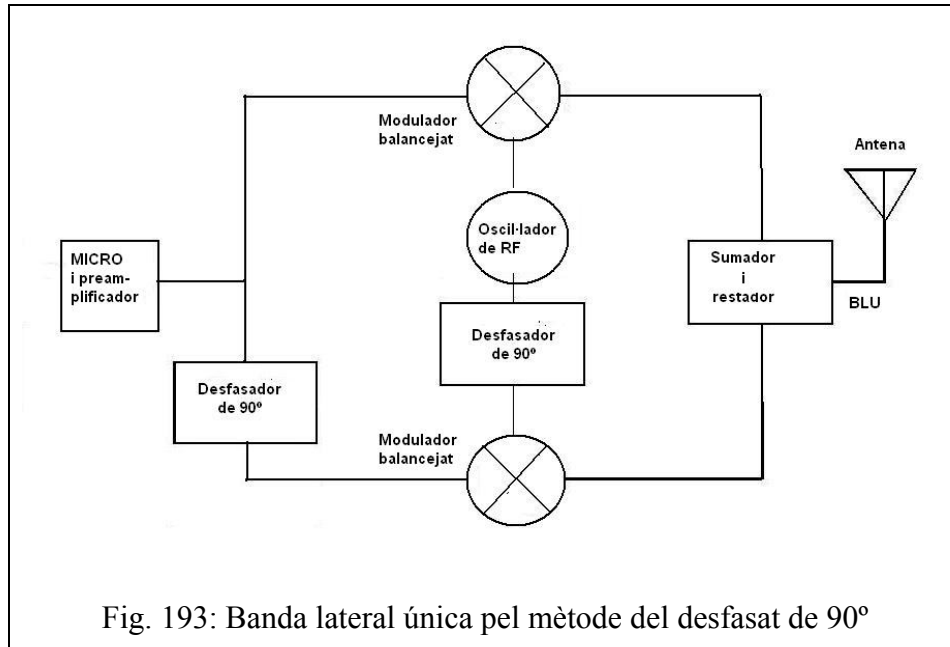


Fig. 192: Generació de la banda lateral única

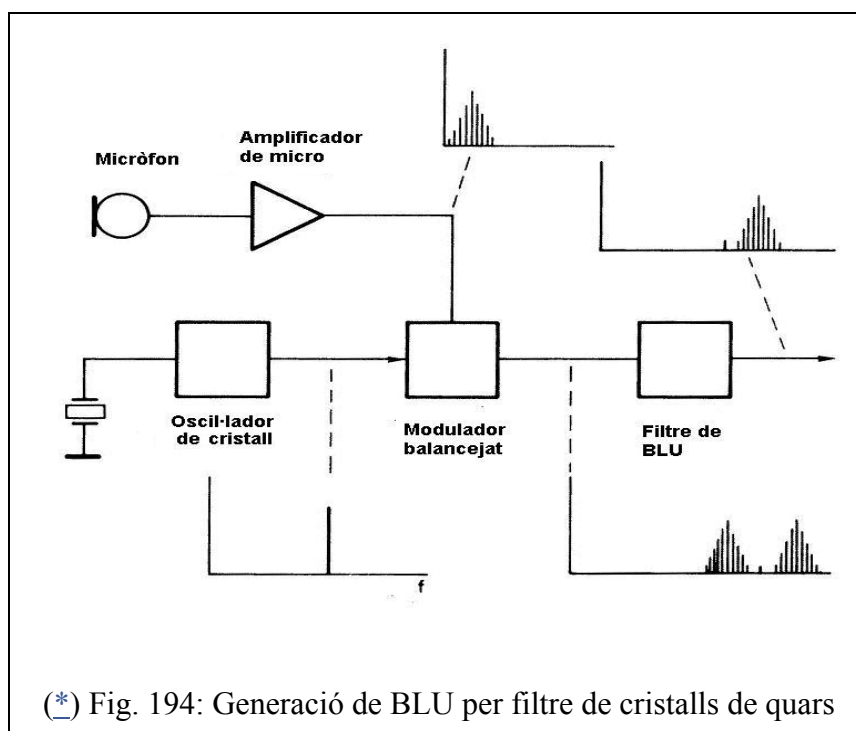
5.3.8.1 Mètode del doble modulator balancejat i desfasat de 90 graus

Els moduladors balancejats supprimeixen la portadora, i el dos senyals desfasats de 90 graus cancel·len una de les dues bandes laterals i en deixen només una.



5.3.8.2 Mètode del mesclador balancejat únic i filtre d'una banda lateral

El modulator balancejat supprimeix la portadora i el filtre passabanda de cristall molt estret supprimeix la banda lateral no desitjada.



5.3.9 Modulador de fase

Normalment, s'utilitza un díode varicap de capacitat variable en sèrie amb el senyal, la reactància del qual varia amb la modulació i, en variar la seva reactància, variarà el desfasament del senyal que el travessa.

La modulació de fase consisteix a variar la fase del senyal portador en funció del senyal d'informació. Realment, a la pràctica ambdós mètodes no poden ser diferenciats observant el senyal ja modulad, perquè tota variació de fase es tradueix, al cap i a la fi, en una variació de freqüència.

5.3.10 Filtre de cristall de quars

Els filtres de cristall de quars, com ja s'ha explicat anteriorment, són filtres de millor qualitat que els filtres formats per circuits LC, de manera que són molt utilitzats en els equips transmissors.

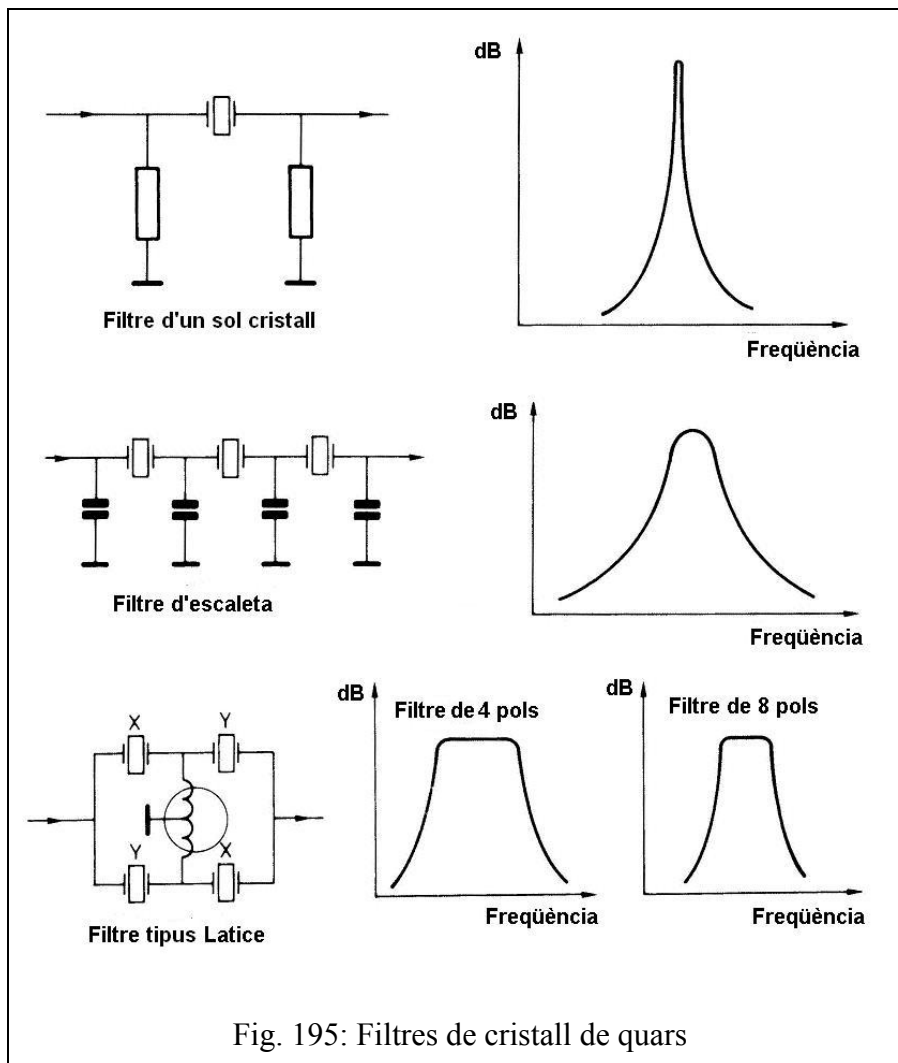
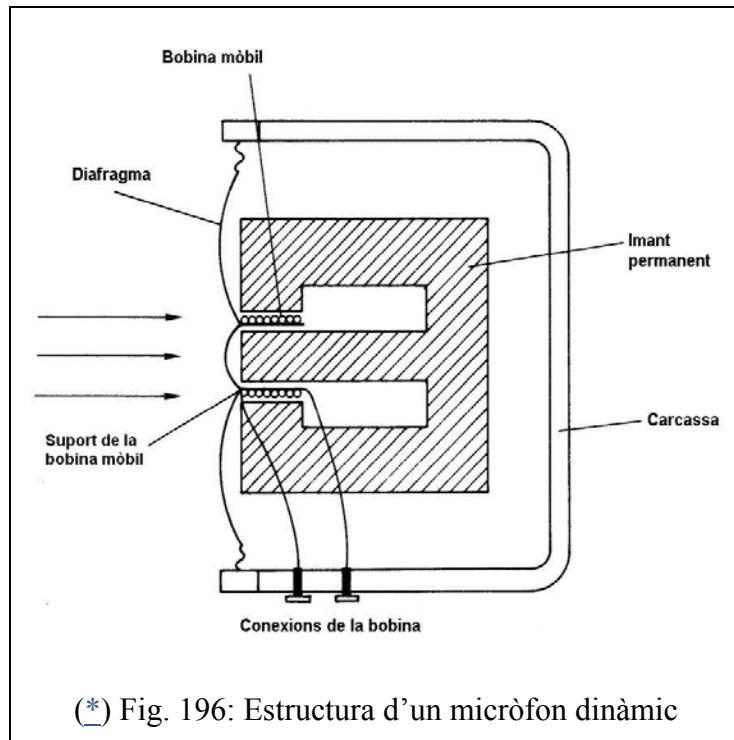


Fig. 195: Filtres de cristall de quars

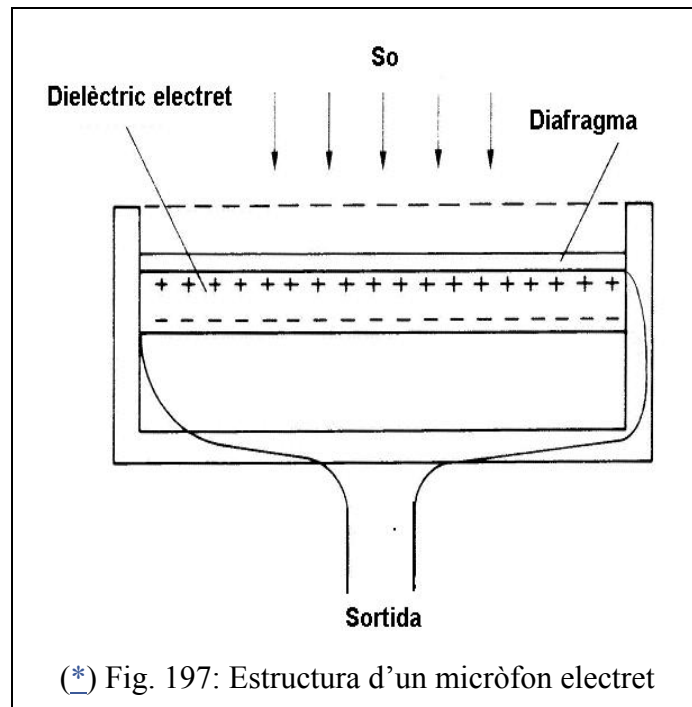
5.3.11 Micròfons

Per transportar la informació de la nostra veu, necessitem un element transductor que converteixi les ones sonores en senyals elèctrics i aquest element és el micròfon. El micròfon més habitual i de qualitat és el micròfon dinàmic, que podríem definir com una membrana semirígida, anomenada

diafragma, que rep les vibracions i mou al seu torn una bobina mòbil dins del camp magnètic d'un imant permanent, de manera que es generen corrents elèctrics en correspondència a les vibracions sonores captades.



De poc temps ençà, s'ha fet molt popular el micròfon electret, un micròfon basat en l'efecte d'un condensador amb un dielèctric de gran coeficient dielèctric i que és capaç de modificar la càrrega del condensador, gràcies a que una de les armadures rep les vibracions captades pel diafragma.



5.4 Característiques d'un transmissor

5.4.1 Estabilitat de freqüència

És el mateix concepte que per als receptors. Mesura la desviació en hertz que sofreix l'oscil·lador local davant de variacions de factors externs com la temperatura, la tensió, etc. Les freqüències d'emissió de totes les estacions s'han de mantenir tan estables com permeti la normativa vigent.

Recordem que és molt difícil aconseguir un oscil·lador perfectament estable i la freqüència del qual no variï amb la temperatura per la dilatació dels components analògics LC i moltes vegades ens veiem obligats a recórrer al disseny d'oscil·ladors termostats que funcionin a una temperatura constant.

Tanmateix, es pot aconseguir una bona estabilitat per mitjà d'oscil·ladors PLC amb bucle d'enclavament de fase, que constantment ancoren la freqüència de sortida a la d'un oscil·lador de cristall de referència més estable. La seva estabilitat serà tan bona com la del cristall de referència. També aquest oscil·lador pot ser termostatat.

Actualment, els equips moderns utilitzen gairebé sempre oscil·ladors DDS o de síntesi digital directa de gran estabilitat, però, si encara fos necessari augmentar-la més, es pot millorar la seva estabilitat sincronitzant l'oscil·lador de referència del DDS amb un oscil·lador extern de gran precisió.

5.4.2 Ample de banda de RF

És l'ample de banda que ocupa la nostra transmissió. Per mesurar-la, es pren com a referència la freqüència central on tenim la màxima potència i, a partir d'aquest punt, es miren les freqüències superior i inferior a les quals la potència emesa sigui com a màxim el 0,5% de la potència mitja emesa.

5.4.3 Bandes laterals

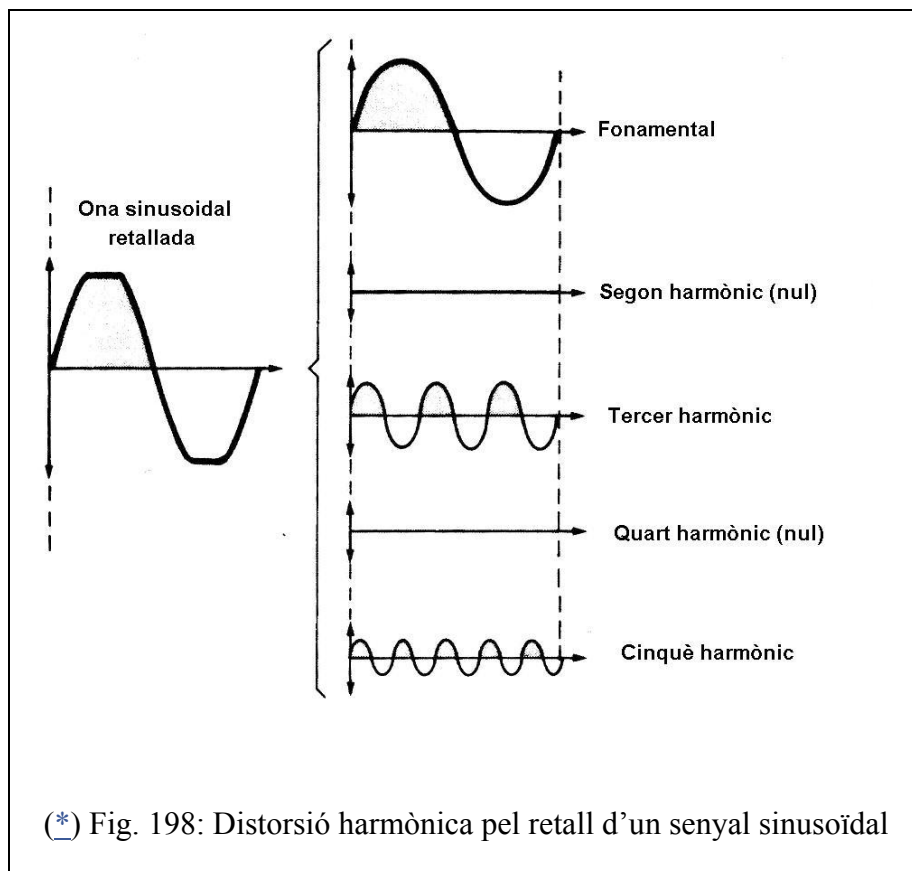
Les normatives dicten l'ample de banda màxim de les bandes laterals de cada modalitat de transmissió. En una transmissió d'AM les bandes laterals no han d'ultrapassar els 4,5 kHz a cada costat de la portadora i en les emissions de FM l'excursió de freqüència no ha d'ultrapassar els 6 kHz a cada costat de la freqüència central, mentre que les de banda lateral única no han d'ultrapassar més enllà dels 3 kHz de la freqüència de la portadora suprimida.

5.4.4 Resposta d'àudio

La resposta de l'amplificador d'àudio d'un modulador hauria de ser idealment plana per al marge previst de freqüències de funcionament. Normalment, les freqüències de la veu a transmetre es troben entre 300 Hz i 3000 Hz, podent mantenir-se encara la intel·ligibilitat reduint la resposta plana fins a 2700 Hz. Això significa que s'haurien d'amplificar per igual totes les freqüències que entrin dins d'aquest rang de freqüències, dins d'un marge de +- 3 dB.

5.4.5 No linealitat (distorsió harmònica i intermodulació)

La no linealitat causa l'aparició de components espectrals no desitjats, un efecte que ja hem vist i hem etiquetat amb el nom d'harmònics, que en principi no importarien, si tots caiguessin fora de la banda passant, ja que poden ser filtrats fàcilment. Però també es produeixen els anomenats productes d'intermodulació, que són el resultat d'introduir dos senyals en un amplificador poc lineal, donant com a resultat barreges entre les quals apareixen sumes i restes, tant de les freqüències fonamentals com d'elles i els seus respectius harmònics, i donant com a resultat la generació d'alguns productes no desitjats que cauen a la banda passant de l'emissió i els seus voltants.



5.4.6 Impedància de sortida

La impedància de sortida d'un transmissor normalment es troba normalment en el rang de 50-75 ohms, ja que són les més adequades per a les antenes i línies de transmissió utilitzades.

Com les línies de transmissió admeten la màxima potència en transmissió amb una impedància característica de 50 ohms, aquesta és doncs la impedància ideal que ha de presentar qualsevol element que es vulgui connectar a la sortida d'un transmissor perquè no es produeixin reflexions de potència de tornada al transmissor (ones estacionàries).

Si l'antena i la línia a utilitzar no tenen aquesta impedància, serà necessària la intercalació d'un acoblador d'antena que adapti la impedància perquè el

transmissor tingui una càrrega adequada de 50 ohms i no apareguin ones estacionàries a la línia.

5.4.7 Potència de sortida

La potència de sortida, com el seu propi nom indica, és la potència que lliura el transmissor a l'últim element de la cadena: l'antena. Hem de distingir entre la potència de pic d'un transmissor i la seva potència nominal donada pel fabricant, ja que la potència de pic s'obté multiplicant la potència nominal o efectiva per 1,41 ($\sqrt{2}$). És important calcular la potència de pic, ja que aquesta ens donarà les tensions i corrents màxims que es produiran a l'antena i en la línia de transmissió, per dimensionar-les en conseqüència.

De tota manera, sempre es podria connectar a continuació un altre dispositiu amplificador de potència, que anomenem amplificador lineal, que porta la potència al màxim legal permès de 1.000 W de pic a gairebé totes les bandes de HF, 600 W en VHF i 200 W a UHF.

5.4.8 Rendiment

El rendiment d'un transmissor és el quocient entre la potència de sortida i la potència que consumeix de la font d'alimentació. Un rendiment del 50% serà aquell en el qual un equip subministri una potència de 100 W en RF amb una potència consumida de 200 W. Òbviament sempre es perd energia en forma de calor a l'amplificador final, en aquest cas 100 W. És difícil aconseguir amplificadors lineals en els quals el rendiment superi el 50%, ja que en intentar augmentar el rendiment, s'empitjora la linealitat.

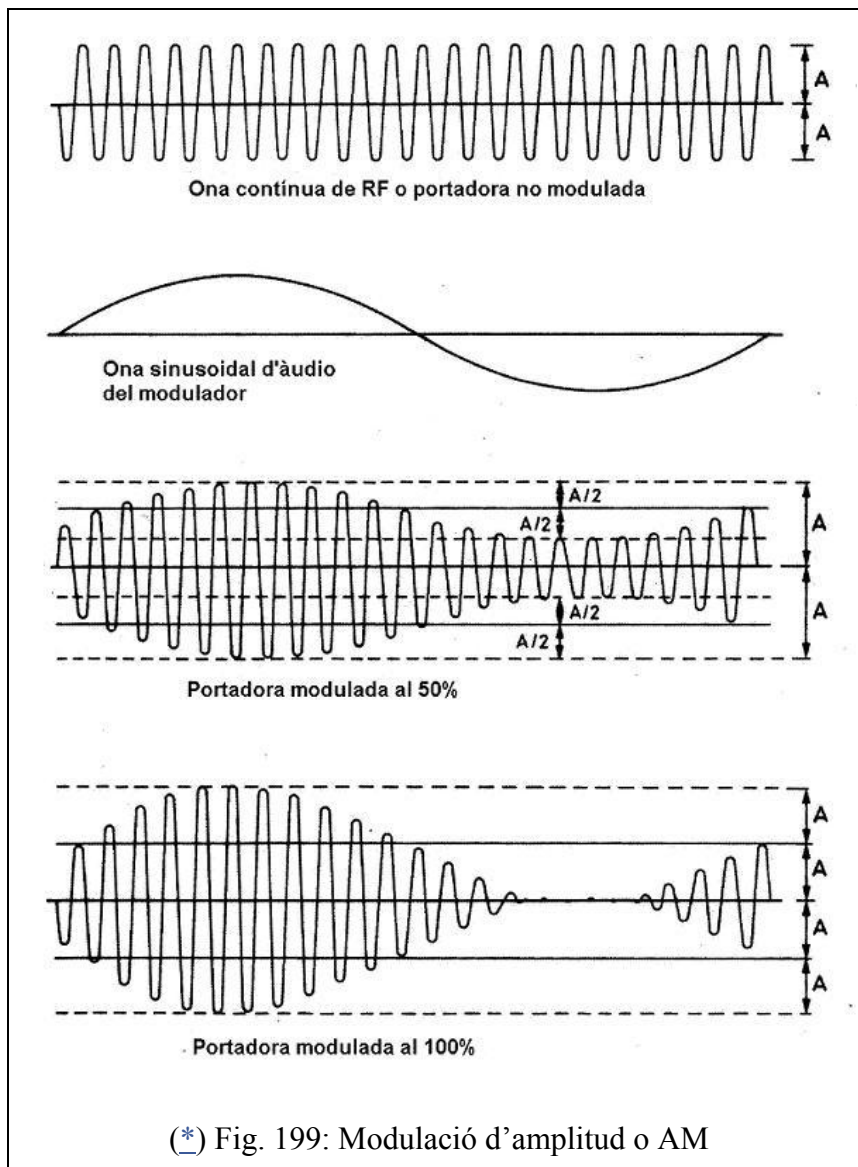
5.4.9 Desviació de freqüència

El concepte de desviació de freqüència va totalment lligat al sistema de modulació de freqüència o FM, doncs és la màxima excursió de freqüència que permetem que es desviï la freqüència central d'emissió cap a cada costat de la freqüència central, en ser modulada pel senyal que conté la informació a transmetre.

També s'utilitza en comunicacions digitals, per exemple en la transmissions en RTTY o radioteletip, on la informació s'envia per desplaçament de freqüència de transmissió o FSK de *Frequency Shift Keying*, en la qual la portadora s'alterna entre dues freqüències separades per 170 Hz en les comunicacions d'aficionat, així com 425 i 850 en les professionals, a les velocitats de transmissió de 45 bauds en els aficionats i 50 bauds en les professionals.

5.4.10 Índex de modulació en AM i de desviació en FM

L'índex de modulació d'un transmissor d'AM és la relació entre l'increment de potència als pics de modulació i la potència radiada en absència de modulació. No s'ha d'ultrapassar mai l'índex del 100%, doncs apareixerien distorsions considerables en la transmissió, el que significa que no s'ha d'ultrapassar mai el doble de la potència als pics de modulació.



L'índex de desviació m en FM és la relació entre la desviació de freqüència màxima Δf_0 que acabem d'esmentar i la freqüència màxima d'àudio f_a del senyal modulador. Bàsicament, ens indica la relació que hi ha entre la freqüència del senyal modulador i la desviació en freqüència que s'aplicarà a la freqüència central de transmissió: $m = \Delta f_0 / f_a$

En els serveis de radiodifusió, l'índex de desviació acostuma a tenir un valor de 5 de manera que una freqüència màxima de modulació de 15 kHz dóna lloc a un desplaçament de 75 kHz a cada costat de la freqüència central i un ample total de 150 kHz.

En la FM de banda estreta utilitzada a la radioafició, l'índex de desviació màxim hauria de ser de 2, de manera que per a una freqüència d'àudio màxima de 3 kHz, la desviació de freqüència màxima seria de 6 kHz. Això donaria lloc a un ample de banda total màxim de 12 kHz, perfecte pels canals actuals separats per 12,5 kHz.

5.4.11 Clics i xerrics de la manipulació telegràfica

El clic de manipulació és un senyal audible que té lloc al començar cada impuls del procés de telegrafia. És un defecte produït per una tendència a oscil·lar d'alguna etapa d'amplificació en el moment de l'engegada de la transmissió.

El xerric de manipulació és la variació de freqüència de la transmissió al començament d'un impuls en posar-se en marxa l'oscil·lador en la transmissió d'una ratlla o d'un punt.

5.4.12 Sobremodulació en SSB

La sobremodulació té lloc quan s'utilitza massa guany a l'amplificador d'àudio i això provoca l'efecte que alguna etapa d'amplificació es satura i produeix un esquitxat en freqüències fora del canal de transmissió, emissió que en l'argot de la radioafició es coneix com "barbes".

Per evitar aquest problema, la majoria dels equips disposa d'un Control Automàtic del Nivell o ALC (de l'anglès *Automatic Level Control*) que redueix el guany de l'amplificació a partir d'un determinat nivell.

5.4.13 Radiacions espúries

Les radiacions espúries són radiacions a un nivell inadequat en freqüències que no estan previstes per la normativa. Segons mana la reglamentació, qualsevol radiació no desitjada no ha de superar un nivell 40 dB per sota de la potència mitja i mai ha d'excedir els 50 mil·livats.

5.4.14 Radiacions a través dels blindatges

Els equips de ràdio han d'estar inclosos en una caixa metàl·lica que serveixi de blindatge per evitar que emetin emissions no desitjades que produeixin interferències a altres equips electrònics. Si disposen d'orificis de ventilació, els orificis han de ser molt petits en relació amb la longitud d'ona.

5.4.15 Soroll de fase

Com a tots els oscil·ladors, els senyals generats al transmissor sempre van acompanyats d'un cert soroll de fase que serà amplificat a totes les etapes amplificadores posteriors i que ha d'estar limitat al màxim. Si el transmissor disposa de convertidors de freqüència per assolir la freqüència final, el soroll de fase dels oscil·ladors utilitzats per augmentar la seva freqüència es suma a l'etapa mescladora, i pot assolir un nivell molest que augmenti l'ample de banda del senyal transmès.

5.4.16 Interferències produïdes pel transmissor sobre si mateix

De vegades un emissor, si no està ben dissenyat, pot produir interferències sobre si mateix. Pot passar, si els amplificadors dels oscil·ladors no estan ben aïllats metàl·licament, que l'amplificador interfereixi sobre l'oscil·lador produint una realimentació que acaba per produir autoscil·lacions no desitjades.

Un altre tipus de problema habitual és que l'etapa de sortida no estigui ben adaptada a l'antena i tinguem una elevada ROE (relació d'ones estacionàries) ocasionada perquè hi ha una reflexió d'energia des de l'antena cap a endarrere, perquè la línia de transmissió no finalitza en una càrrega igual a la seva impedància característica. L'ona que es propaga de l'amplificador de potència cap a l'antena es barreja amb la seva pròpia ona reflectida per l'antena i es propaga cap endarrere des de l'antena cap a l'amplificador de potència, donant lloc a unes ones estacionàries. Aquestes ones estacionàries poden produir sobretensions i sobreintensitats a l'amplificador, i així pertorbar el seu correcte funcionament i linealitat.

També la línia coaxial de transmissió de vegades pot captar el senyal de RF radiada per l'antena, de manera que arriba a afectar els preamplificadors de micròfon amb un nivell prou elevat per produir distorsions considerables a la transmissió.

És molt important evitar la propagació de la RF per l'exterior de la malla del cable coaxial de la línia de transmissió i l'hem d'eliminar mitjançant xocs de ferrites i baluns simetritzadors a l'antena que impedeixin la seva circulació independent de la RF que circula per l'interior del cable coaxial.

TEMA 6: ANTENES I LÍNIES DE TRANSMISSIÓ

Una antena és un transductor que s'encarrega de transformar l'energia elèctrica que genera un transmissor en energia radiada en forma d'ona electromagnètica. Per tant, en aplicar a una antena un corrent altern d'alta freqüència, aquesta radia i desprèn ones electromagnètiques que es propaguen de forma autònoma per l'espai. I de la mateixa manera, si una antena està sotmesa a la influència d'un camp electromagnètic extern, es generen uns corrents i tensions alterns que podem recollir i enviar cap a un receptor.

Per a una radiació i captació eficient del senyal electromagnètic, la mida de les antenes ha de ser múltiple de mitja longitud d'ona del senyal que es transmet o s'ha de rebre. D'aquí sorgeix la necessitat d'utilitzar per a les comunicacions un senyal de freqüència prou elevat i modular-lo amb la informació a transmetre, perquè la seva longitud d'ona i, per tant, les seves dimensions físiques siguin manejables i factible la seva construcció.

Quan una ona electromagnètica es propaga, els seus camps elèctrics i magnètics entrellaçats varien de forma sinusoidal. En funció de la posició a l'espai de la variació del camp elèctric, es diu que una ona té polarització lineal (la qual pot ser horitzontal, vertical o inclinada) o té polarització circular. És important saber la polarització del senyal emès o rebut, ja que si emetem una ona amb polarització lineal vertical i pretenem rebre l'ona amb una antena preparada per a senyals de polarització lineal horitzontal no tindrem una bona recepció (idealment no captaríem el senyal a rebre).

L'antena més simple que es pot fabricar és un simple cable. Un conductor immers en un camp de radiofreqüència radiarà i captarà les ones electromagnètiques.

L'antena elemental més eficient és un cable de mitja longitud d'ona, perquè amb aquestes dimensions s'aconsegueix que les tensions i corrents que es produeixen al cable siguin màxims.

Com ja hem dit, les característiques de les antenes depenen de la relació entre les seves dimensions i la longitud d'ona del senyal de radiofreqüència transmesa o rebuda.

S'anomena resistència de radiació d'una antena el valor d'una resistència que dissiparia la mateixa potència que radia l'antena a l'espai. El dipol elemental de mitja ona ressonant es comporta com una resistència amb un valor al voltant dels 75 ohms quan s'alimenta pel seu centre.

L'ample de banda d'una antena és el marge de freqüències en el qual els paràmetres de l'antena compleixen unes determinades característiques. Es pot definir un ample de banda d'impedància, de polarització, de guany o d'altres paràmetres.

6.1 Tipus d'antenes

Segons el seu disseny físic, existeixen dos grans grups d'antenes, les lineals i les de ranura.

Les antenes lineals estan formades per elements conductors el diàmetre dels quals és totalment menyspreable en relació amb la longitud d'ona.

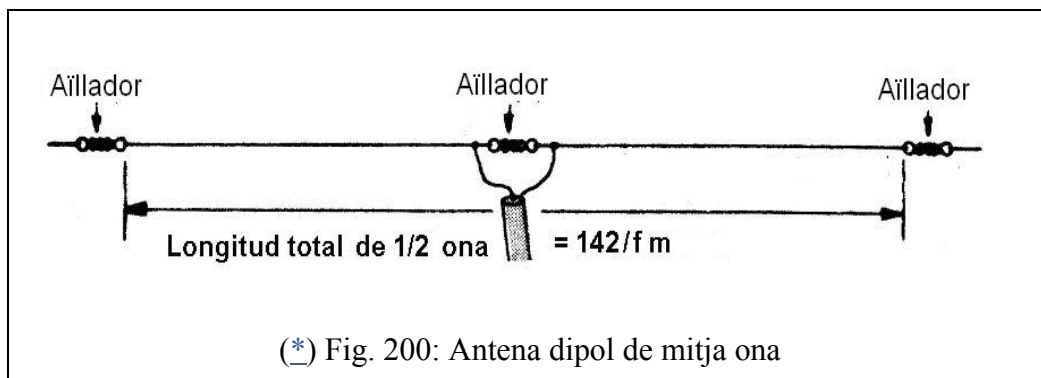
Les antenes de ranura són aquelles on els elements radiants són obertures a superfícies conductores, que es podrien considerar com el negatiu d'una antena lineal gravat sobre una superfície.

Segons la forma d'enviar i captar la radiació, podem classificar les antenes en antenes omnidireccionals i antenes directives. Les antenes omnidireccionals emeten per igual en totes direccions, mentre que les directives aconseguen concentrar l'energia radiada en una determinada direcció de l'espai circumdant.

6.1.1 Antena de mitja ona alimentada pel centre

El dipol de mitja longitud d'ona es compon de dos conductors metàl·lics que mesuren un quart de longitud d'ona cada un, donant com a resultat una antena que en total mesura mitja longitud d'ona. Normalment el dipol pròpiament dit s'alimenta pel centre, encara que altres antenes de les mateixes dimensions poden ser alimentades per altres punts del radiant, com per exemple l'antena Windom (alimentada fora del centre) i l'antena *End-Zeppelin* (alimentada per un extrem).

El dipol de mitja longitud d'ona està calculat per a una sola freqüència de treball, i la impedància que presenta al punt central és al voltant de 75 ohms i aquest valor normalment coincideix també amb la seva resistència de radiació.

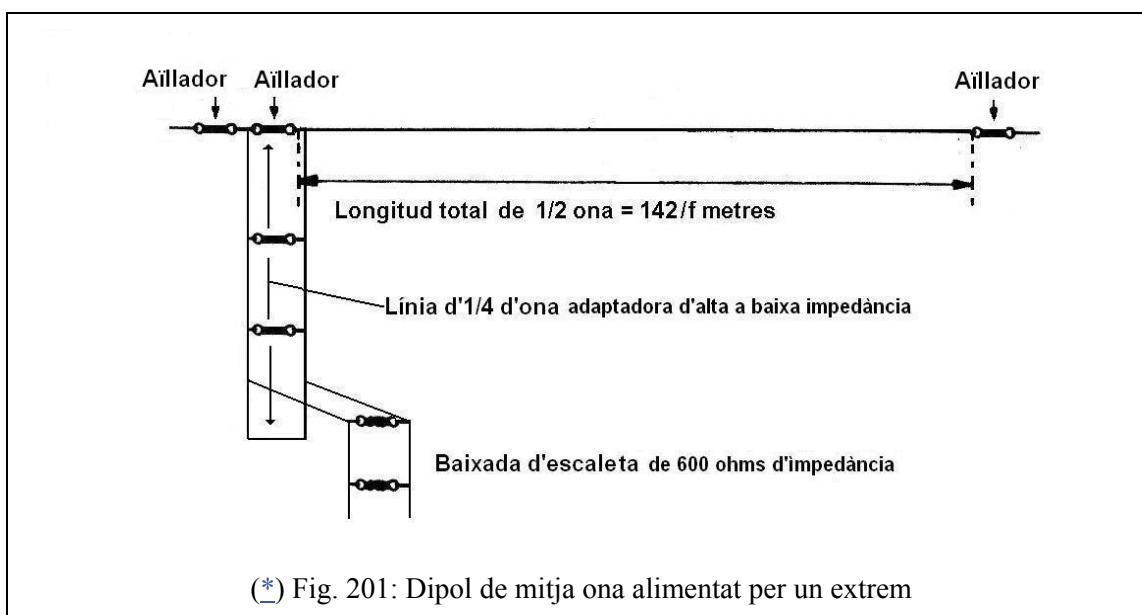


Si l'antena és ressonant, si ens movem fora del punt central, la impedància i la resistència de radiació augmenta fins a assolir valors de 200 ohms com a l'antena Windom, alimentada a un terç de l'extrem de la seva longitud i de fins a 300 ohms, si s'alimenta a un sisè de l'extrem de la seva longitud total.

També proporciona una impedància acceptable, propera als 100 ohms, si el dipol de mitja ona l'utilitzem en una freqüència triple de la freqüència central de disseny.

6.1.2 Antena de mitja ona alimentada per un extrem

Aquesta antena, coneguda també com End-Zeppelin, en comptes d'estar alimentada pel centre està alimentada per un extrem, on hi ha una línia de quart d'ona ressonant d'adaptació, a la qual es connecta una baixada de fils paral·lels en un punt que tingui una impedància d'uns 600 ohms. És a dir, realment aquesta antena s'alimenta en un punt de màxima impedància, doncs als extrems d'un dipol la tensió és màxima i el corrent és mínim (pràcticament nul).



Aquesta configuració implica que s'alimenta amb tensió i no amb corrent, en un punt de gran impedància, al contrari del dipol de mitja ona alimentat pel centre, que s'alimenta en el punt d'impedància més baixa.

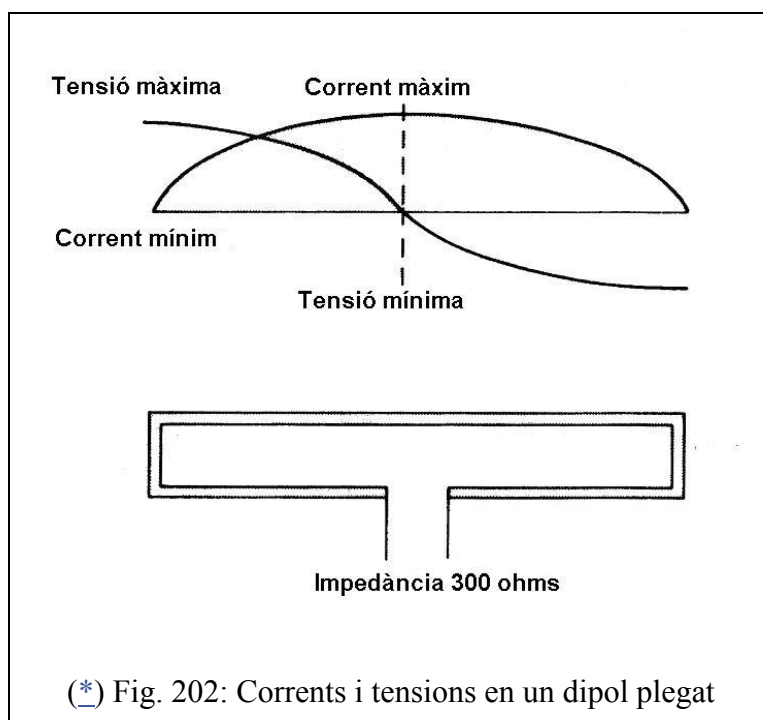
També pot alimentar-se per mitjà d'un circuit ressonant en paral·lel amb una presa en la bobina en un punt d'una impedància de 50 ohms, mentre l'antena queda connectada a l'extrem de la bobina ressonant amb alta impedància.

Aquesta antena ha de tenir també una longitud de mitja longitud d'ona o múltiples de mitja longitud d'ona de la freqüència més baixa a la qual vulgui utilitzar-se. Funciona també en les freqüències múltiples parells de la freqüència fonamental.

6.1.3 Dipol plegat

El dipol plegat es forma amb dos dipols de mitja ona en paral·lel, connectats pels extrems, i la impedància que presenta al punt central d'un d'ells és de 300 ohms.

Aquesta antena és molt fàcil d'alimentar amb una cinta de cables paral·lels amb separador de plàstic de 300 ohms d'impedància característica o amb un coaxial de 75 ohms amb un balun transformador elevador d'impedàncies de 4:1.

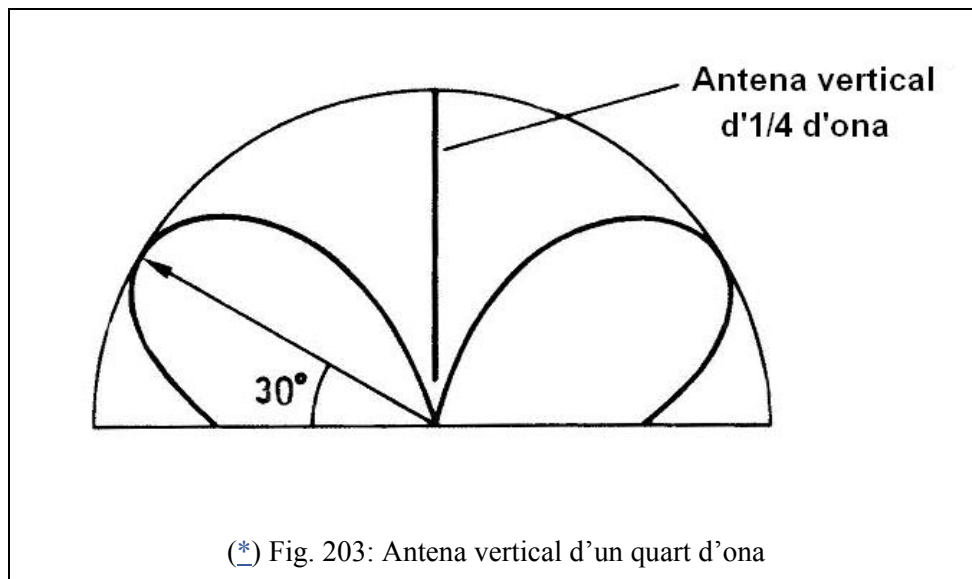


6.1.4 Antena vertical de quart d'ona amb pla de terra natural i artificial

Si muntem verticalment un monopol de longitud igual a un quart d'ona perpendicular al terra, aconseguirem que es comporti igual que un dipol de mitja ona, si connectem correctament la malla de la línia d'alimentació coaxial a terra, doncs qualsevol terra, per poc conductor que sigui, es comporta com un mirall que proporciona una imatge reflectida de l'altre quart d'ona que manca per aconseguir la ressonància del dipol de mitja ona.

El terra actua com un mirall electromagnètic i provoca que el comportament global sigui com si el radiant vertical s'hagués complementat amb un altre monopol de quart d'ona situat "sota terra" (la imatge elèctrica). L'avantatge és que, amb la meitat de longitud, s'aconsegueix gairebé el mateix rendiment que amb un dipol de mitja longitud d'ona en posició vertical.

Desgraciadament, per aconseguir una conductivitat suficient perquè aquesta reflexió es produeixi d'una manera eficient, hem d'augmentar la conductivitat del terra omplint-lo amb tants radials enterrats com puguem, connectats al punt immediatament sota de l'antena.



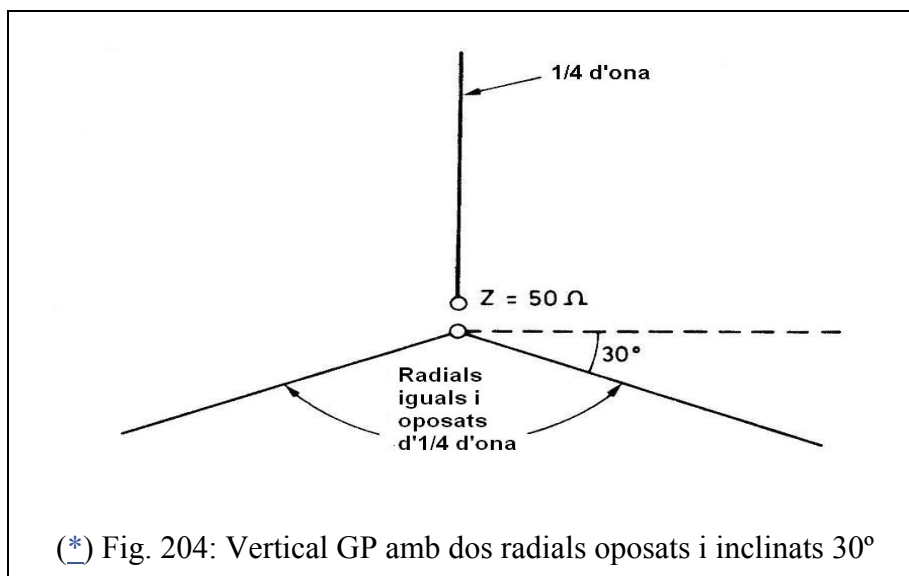
L'antena vertical d'un quart d'ona radia de forma omnidireccional, el que significa que emet de la mateixa manera en totes les direccions, els 360 graus al seu voltant, amb un angle d'elevació que presenta un màxim centrat sobre els 30 graus d'elevació, encara que aquest angle depèn molt de la bona conductivitat del terra que té immediatament al dessota.

La impedància d'una antena vertical d'un quart d'ona es troba idealment al voltant dels 37,5 ohms d'impedància, de manera que s'adapta bastant bé a una línia de transmissió coaxial de 50 ohms.

6.1.4.1 Antena vertical amb pla de terra elevat (*Ground Plane*)

L'antena vertical de quart d'ona amb pla de terra elevat es basa en completar la ressonància en mitja ona de l'antena amb dos radials horitzontals iguals i oposats d'1/4 de longitud d'ona, de manera que els dos radials oposats cancel·lin la seva radiació i només radiï el tram vertical de forma omnidireccional.

Els radials d'1/4 d'ona de longitud han de ser (per parells) iguals i oposats perquè es cancel·li la seva radiació, i han de col·locar-se elevats almenys a 30 cm d'alçària del terra, però no poden col·locar-se en llocs per on circulin persones, ja que en els seus extrems hi ha un alt nivell perillós de RF. El normal i legislat és que es col·loquin a 2,5 metres d'altura mínima sobre qualsevol zona de pas.

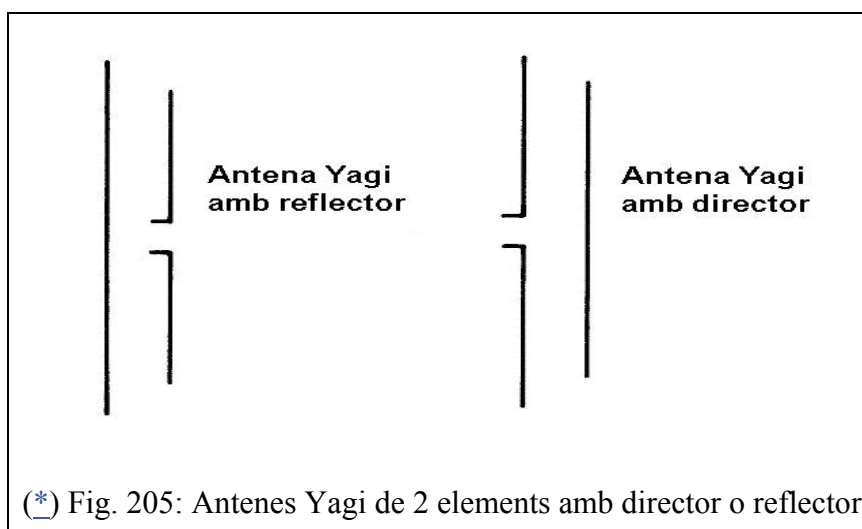


La impedància d'una antena amb pla de terra artificial elevat es troba també al voltant dels 37,5 ohms, però si inclinem els radials 30° cap a baix, la impedància resistiva en ressonància puja fins als 50 ohms, de manera que s'adapta molt bé a una línia coaxial estàndard.

6.1.5 Antena directiva amb elements paràsits (Yagi)

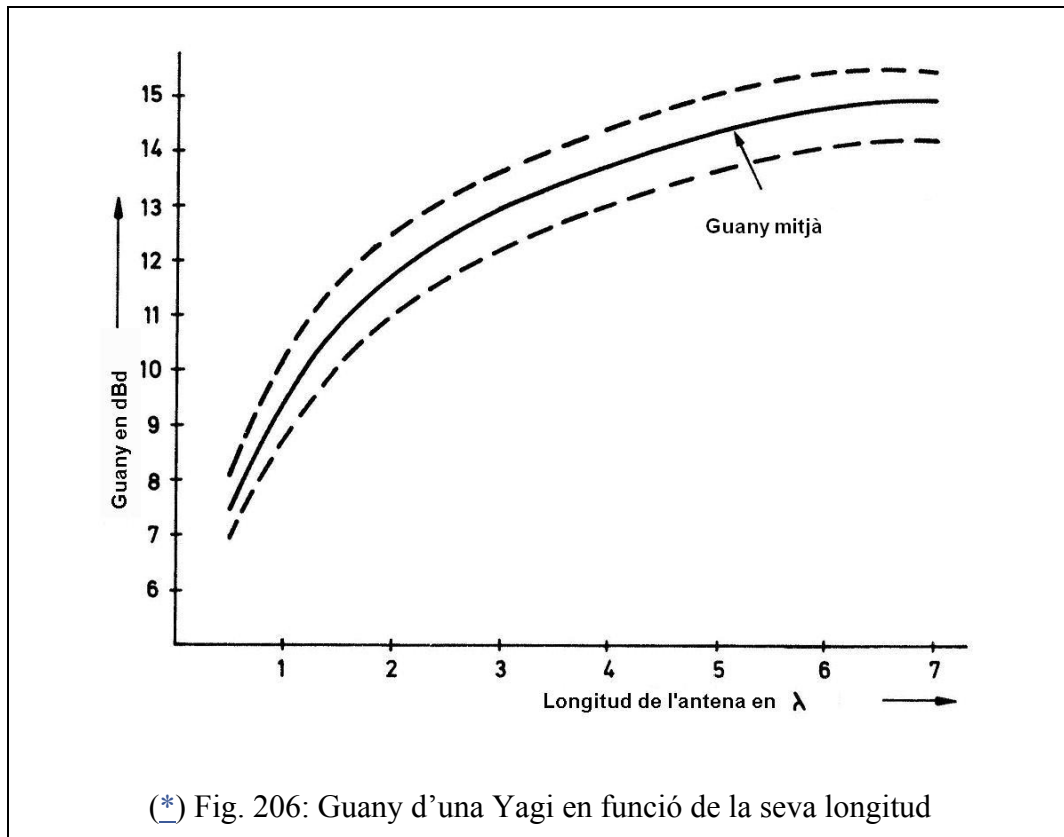
Una antena Yagi té un guany molt superior al d'un dipol, donat que concentra la radiació en una direcció afavorida, en comptes de radiar en forma de "dònut" com ho fa el dipol.

Està formada fonamentalment per un dipol de mitja ona, que pot ser tant un dipol obert com plegat, darrere del qual es col·loca un element lleugerament més llarg, anomenat reflector, que provoca que gran part de la radiació que es propagaria cap a endarrere sigui tornada cap endavant, on es suma en fase amb la radiació del dipol excitat.

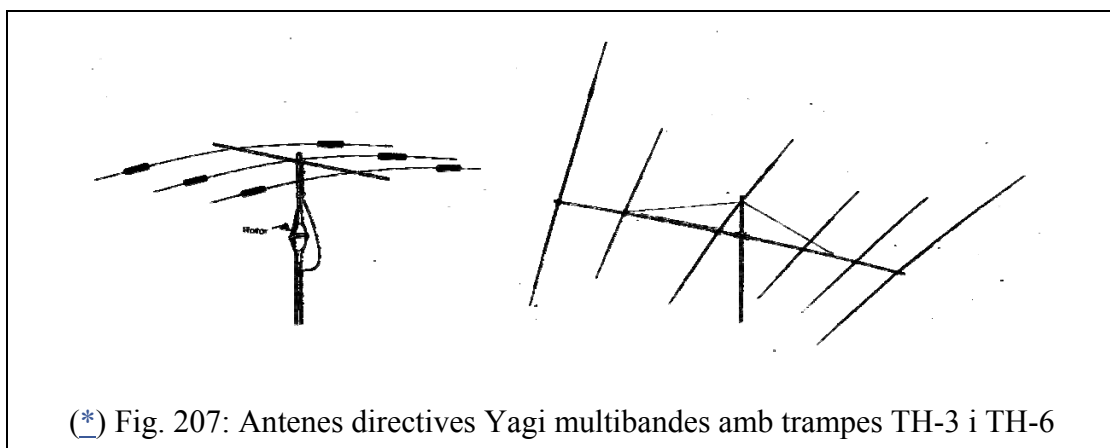


També, davant del dipol es poden col·locar diversos elements conductors lleugerament més curts, anomenats directores, que provoquen que la radiació del dipol es vegi reforçada per la seva re-radiació en direcció perpendicular als elements. Amb això es guanya en directivitat, donat que

l'energia radiada es concentra en una sola direcció, la qual cosa acaba produint un gran augment de guany, que en certa manera és gairebé proporcional a la seva longitud, com es pot veure a la figura.



Les antenes Yagi són les més populars entre els aficionats per aconseguir contactes DX (a llargues distàncies), ja que gràcies al seu guany i directivitat, disminueix molt també el soroll exterior captat en HF, la qual cosa fa augmentar considerablement la relació senyal/soroll de les estacions captades i permet augmentar enormement la sensibilitat de recepció de l'estació.



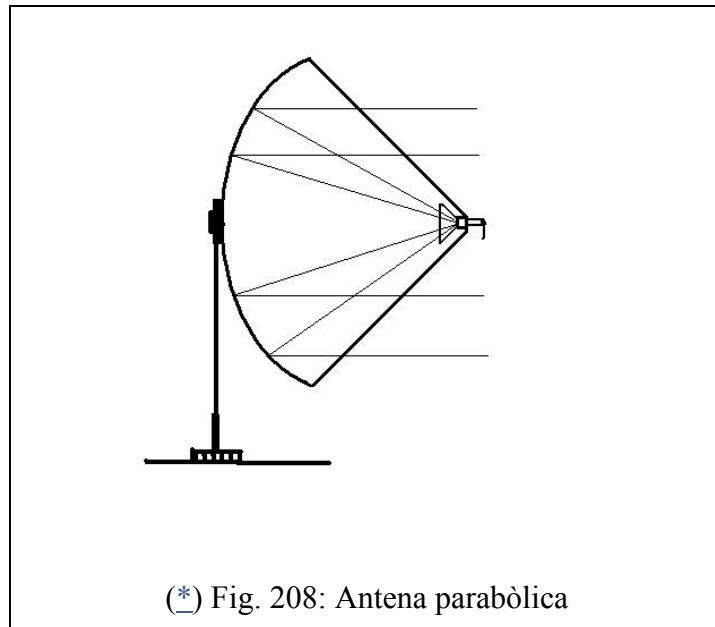
Normalment, les antenes Yagi tenen al centre de l'element excitat una resistència de radiació bastant inferior a la d'un dipol, per la qual cosa cal interposar elements adaptadors (*gamma match* i *beta match*) que elevin la

impedància fins a assolir una més adequada per connectar-la a una línia de transmissió de 50 ohms.

6.1.6 Antenes d'obertura (reflector parabòlic, botzina)

L'antena amb reflector parabòlic és un tipus d'antena que rep aquest nom perquè el reflector que utilitza per concentrar l'energia radiada en una determinada direcció té forma de paràbola.

L'antena parabòlica disposa d'una directivitat altíssima, ja que en situar l'antena al focus de la paràbola, aconseguim que la radiació reflectida es dirigeixi tota en una mateixa direcció. Alhora, en recepció, el reflector parabòlic, per la seva geometria, concentra cap a l'antena que es troba al focus les ones electromagnètiques que procedeixin només d'una direcció determinada per l'eix de revolució de la paràbola.

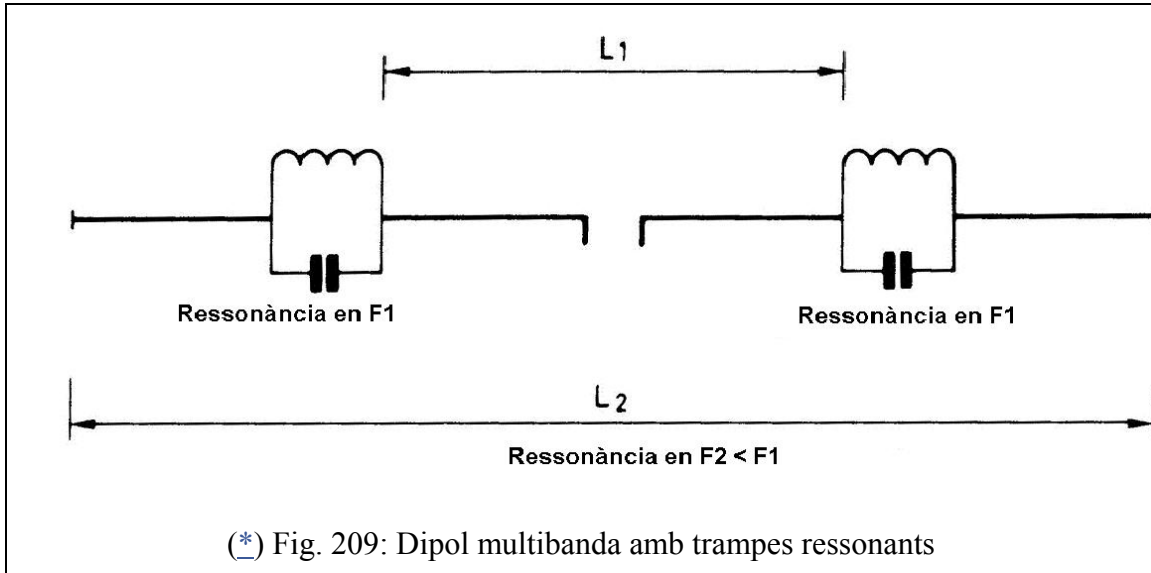


(*) Fig. 208: Antena parabòlica

Les antenes de botzina són antenes formades per guies d'ona, que són "tubs" metàl·lics de secció rectangular, per l'interior dels quals es propaguen ones electromagnètiques. A certes freqüències, normalment superiors als 3 GHz, s'utilitzen guies d'ones com a línies de transmissió en comptes de cables coaxials, ja que a aquestes freqüències els dielèctrics dels cables coaxials comencen a presentar una atenuació considerable. Quan la guia d'ona acaba bruscament en una obertura, permet que les seves ones electromagnètiques siguin radiades cap a l'exterior. Perquè es la geometria de la guia d'ona radiï bé l'energia, el seu extrem obert no pot ser qualsevol. Ha de tenir forma de botzina perquè s'adapti la impedància entre la guia i l'aire. De fet, passa el mateix amb un megàfon. Un megàfon té forma de botzina perquè així tot el senyal audible (en aquest cas la vibració de l'aire) es transmeti cap a l'exterior. Si es treu la botzina del megàfon, gairebé no es sentiria la veu i, per aquest mateix motiu, la guia d'ones adopta la forma de botzina, només que en un cas es treballa amb ones electromagnètiques i, en l'altre, amb les vibracions de l'aire.

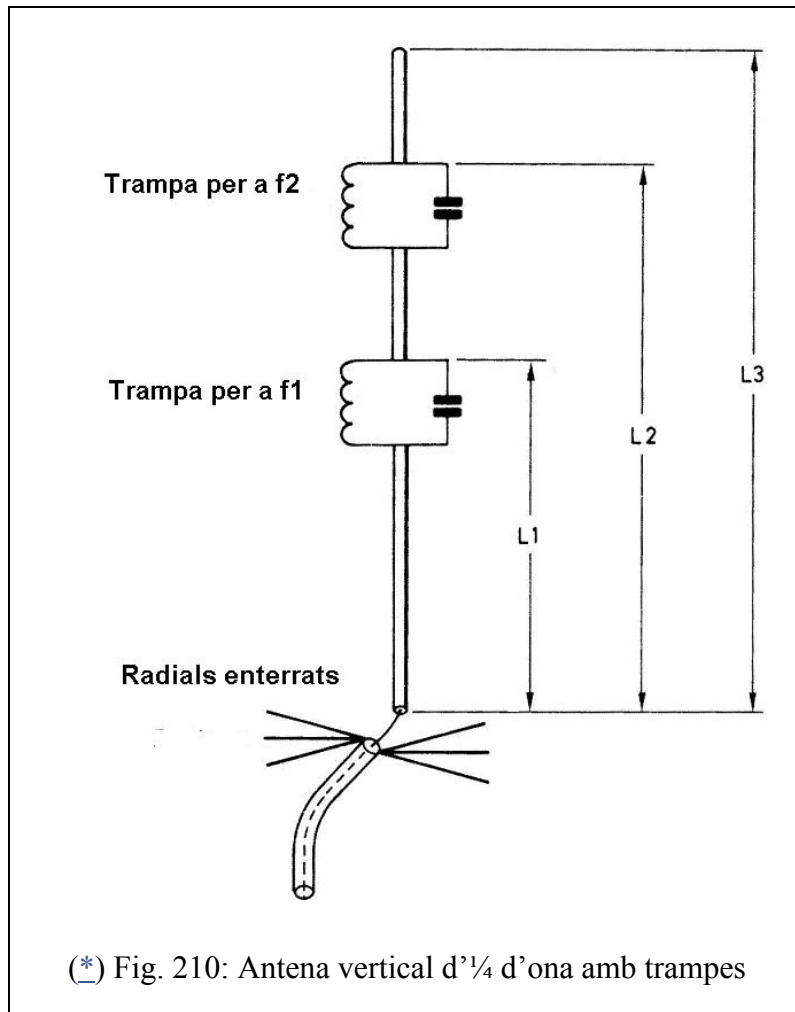
6.1.7 Dipol multibanda amb trampes

Si es vol usar un dipol en diverses freqüències diferents, es col·loquen intercalades, a igual distància a cada costat, sengles circuits ressonants bobina/condensador en paral·lel, als quals anomenem trampes, que aïllen diversos trams de l'antena, fent-la elèctricament més curta.



A la freqüència més alta a la qual les trampes són ressonants, els circuits ressonants en paral·lel es converteixen en una impedància molt elevada, i es comporten com si fossin els extrems del dipol, bloquejant la propagació de l'ona elèctrica més enllà, escurçant la longitud de ressonància del dipol i fent-ho ressonant a la freqüència de mitja longitud d'ona només fins a les trampes a cada costat del dipol.

En una freqüència més baixa, la trampa presenta només un efecte inductiu, i actua com si allargués la longitud física de la resta del dipol, presentant aquest una ressonància a una freqüència més baixa que la que correspondria a mitja longitud d'ona de la seva longitud total física, la qual cosa permet a més realitzar dipols ressonants amb fils de dimensions una mica més reduïdes que la mitja longitud d'ona.



6.1.8 Altres antenes

6.1.8.1 Antenes de fil llarg i Beverage

Les antenes de fil llarg són antenes que poden tenir qualsevol longitud, com més gran millor, però que normalment tenen una longitud múltiple de mitja longitud d'ona (almenys més de 3) i que presenten un guany marcat en tots dos sentits del cable, que està col·locat horitzontalment, guany que augmenta amb el nombre de mitges longituds d'ona del fil.

Requereixen sempre que es disposi d'una contraantena, que en general es realitza amb una presa de terra amb radials ensorrats a partir d'un punt central, com els radials d'una antena vertical, o per mitjà de piquetes clavades en un sòl ben humit i bon conductor.

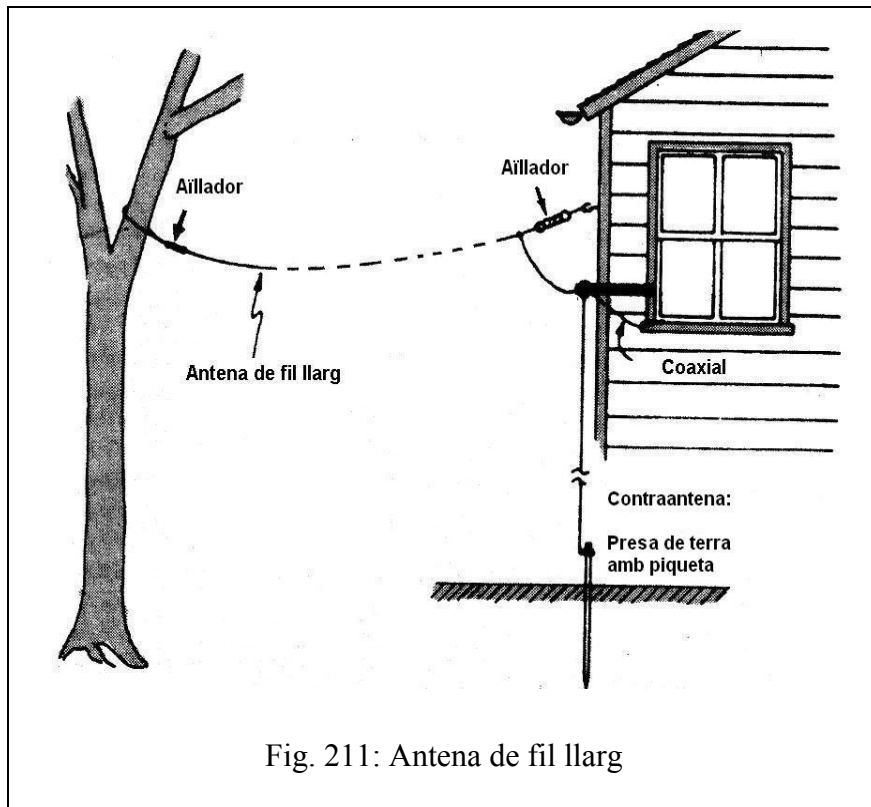


Fig. 211: Antena de fil llarg

Si volem que l'antena sigui unidireccional en la direcció en què s'allunya el fil llarg de nosaltres, l'altre extrem de l'antena de fil llarg hauria d'acabar en una resistència semblant a la seva impedància característica (propera a 600 ohms), perquè l'ona no es reflecteixi en el seu extrem i llavors rep el nom d'antena Beverage, nom que ve del que primer la va utilitzar.

6.1.8.2 Antenes col·lineals horitzontals

Podem muntar un parell d'antenes dipols de mitja ona alineades, una al costat de l'altra, alimentades per una longitud igual de baixada, de manera que rebim el mateix senyal en fase, perquè els corrents en elles tinguin el mateix sentit, i la seva radiació es sumi en la direcció perpendicular als dipols i es reforci, mentre que disminueix a mesura que ens allunyem de la perpendicular. També les podem muntar una sobre l'altra.

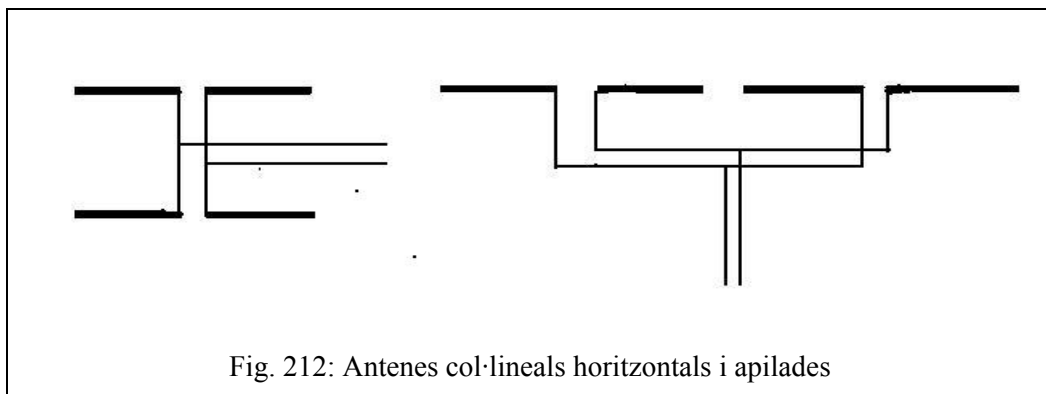
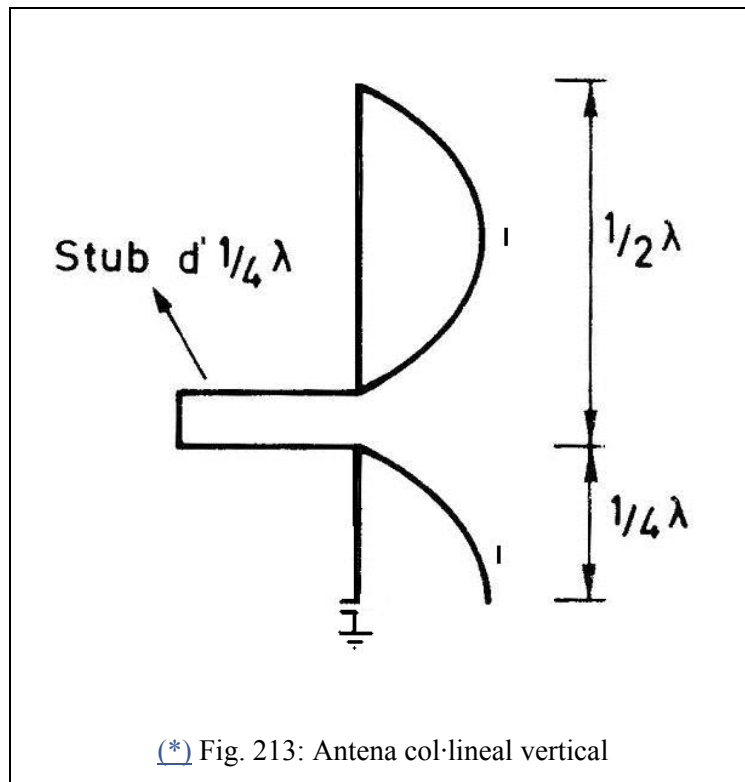


Fig. 212: Antenes col·lineals horitzontals i apilades

Fins i tot podem muntar molts més dipòls col·lineals horitzontals si disposem d'espai per a això, de manera que augmenta la directivitat i, fins i tot, superposar les agrupacions col·lineals en diferents pisos, aconseguint agrupacions en forma de cortines d'antenes dipòls que radien en fase amb una gran directivitat.

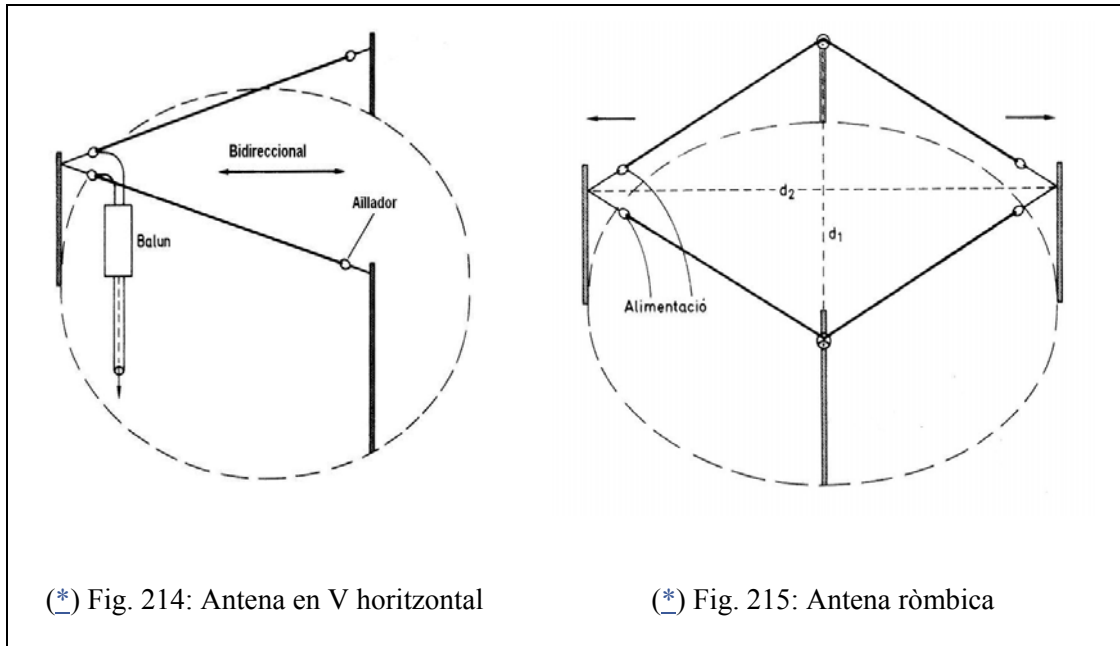
6.1.8.3 Antenes col·lineals verticals

Les antenes col·lineals verticals consisteixen en una vertical de quart d'ona a la qual se li ha afegit una altra mitja ona al damunt, però connectada a través d'un desfasador de 180° en forma d'U d' $1/4$ d'ona, de manera que els corrents en ambdues seccions col·lineals queden en la mateixa fase i radien simultàniament.



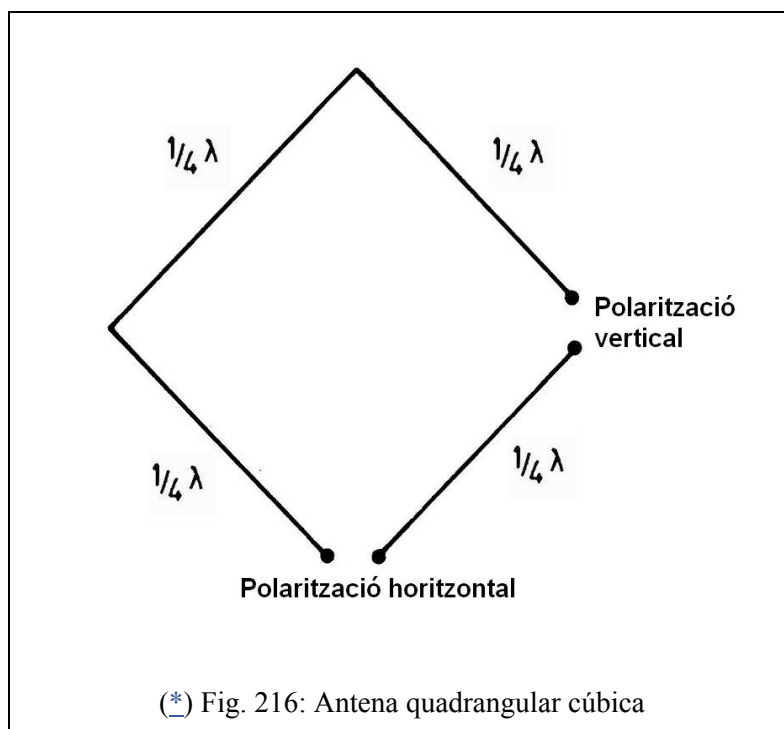
6.1.8.4 Antenes ròmbiques

Consisteixen en formacions en V i en rombe horitzontals que s'alimenten per un vèrtex de l'angle més agut i han d'acabar-se en el vèrtex oposat en una resistència de càrrega, si volem que siguin unidireccionals, per absorbir la potència no radiada que es reflectiria en l'extrem cap a endarrere. En cas contrari són bidireccionals.



6.1.8.5 Antenes quadrangulars o cúbiques

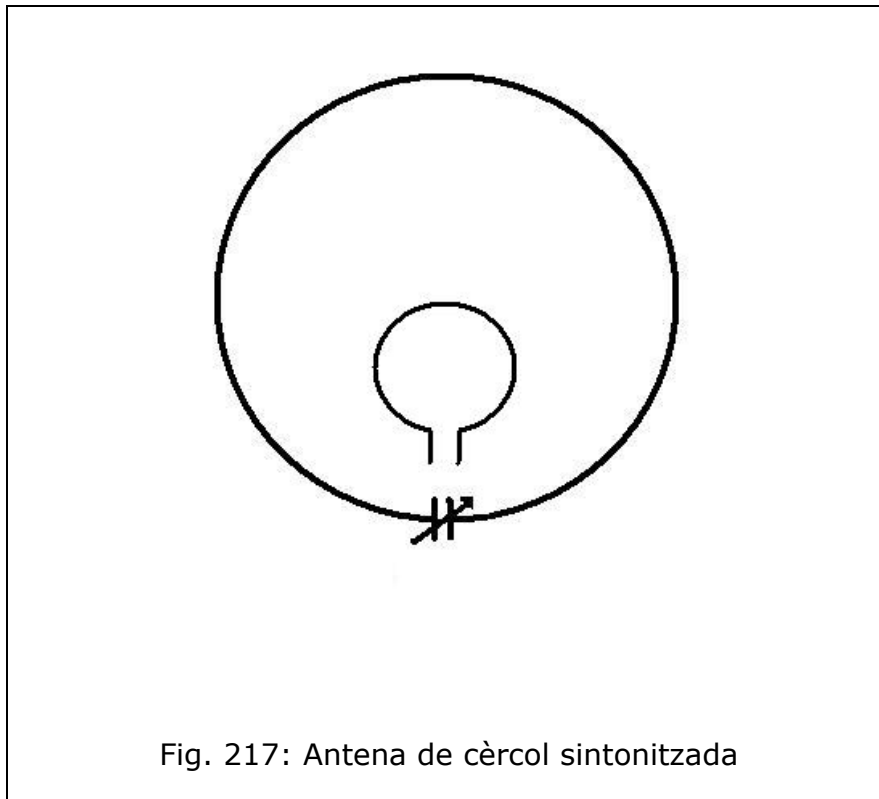
Es podrien definir com dos dipòls de mitja ona superposats i els extrems dels quals s'uneixen formant un quadre, que és alimentat pel centre del dipòl inferior. Tenen fama de ser antenes bastant insensibles al soroll elèctric local. La seva impedància característica es troba al voltant de 100 ohms. La seva polarització depèn del punt d'alimentació escollit, ja que si és pel costat inferior seria de polarització horitzontal i si fos pel costat vertical, seria de polarització vertical.



6.1.8.6 Antenes de cercle

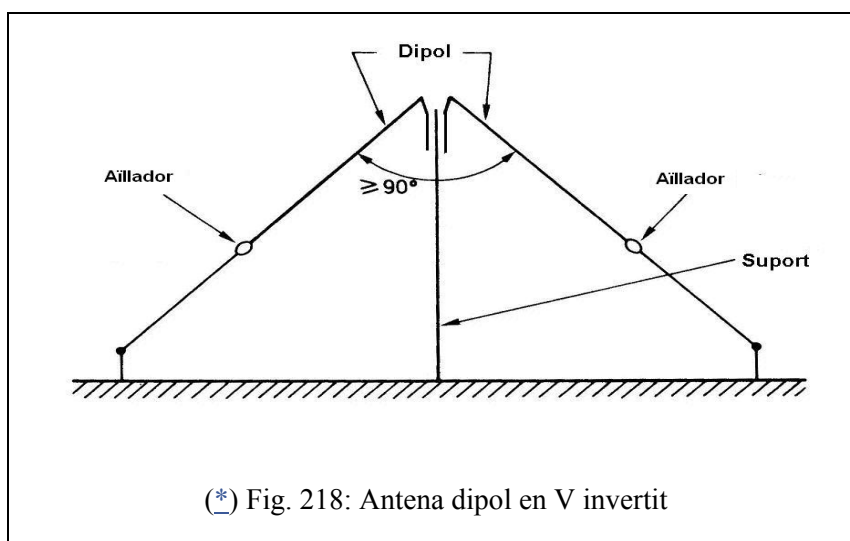
Consisteixen en una espira circular de gran magnitud col·locada en un pla vertical que es comporta com una inductància i radia en sentit perpendicular

al pla vertical. Aquesta espira es fa ressonar a la freqüència de treball mitjançant un condensador variable. S'utilitza moltes vegades com a antena direccional perquè és fàcil de girar i d'utilitzar-la com a goniòmetre per determinar la direcció de rebuig màxim d'un senyal.



6.1.8.7 Dipol en V invertit

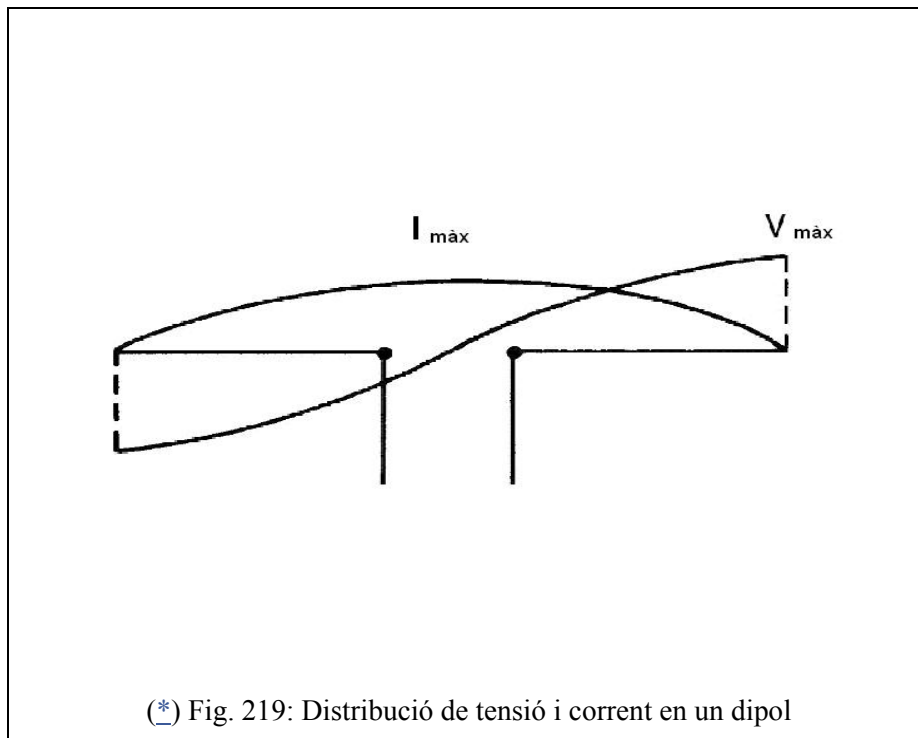
Consisteix a penjar el dipol pel seu aïllant o balun central, de manera que els dos braços descendeixin en angle cap a terra, de manera que la seva impedància al centre disminueix lleugerament i passa a ser prop de 50 ohms, i té característiques més omnidireccionals que el dipol horitzontal, que no radia per les puntes, mentre que la V invertida radia una mica cap a les puntes amb polarització vertical.



6.2 Característiques de les antenes

6.2.1 Distribució de tensió i corrent

En un dipol de mitja ona ressonant, la impedància a la freqüència de ressonància és mínima al centre, ja que allà la tensió també és mínima i el corrent és màxim. A mesura que ens apropem als extrems, la tensió augmenta i és màxima a les puntes, mentre que el corrent disminueix i és nul a les puntes.



Al centre del dipol, el corrent en el punt de connexió de l'antena és màxim i decreix fins a arribar a ser nul als extrems. Si el dipol és de mitja longitud d'ona, la distribució del corrent té una forma que s'assembla a mitja sinusoide. Si el dipol és de menor longitud, llavors es pren com a hipòtesi que el corrent decau linealment fins als extrems per comptes de fer-ho amb forma sinusoïdal. Com una antena és un conductor a l'espai, tot corrent de RF que circuli a través d'ell desprèn energia radiada en forma d'ona electromagnètica.

La ressonància es produeix precisament perquè el recorregut de l'ona de tensió aplicada al centre, que viatja gairebé a la velocitat de la llum cap als extrems del cable, recorre cap a l'extrem un quart d'ona i, una vegada reflectida a l'extrem, torna recorrent un altre quart d'ona, totalitzant mitja ona i, per tant, arribant en fase amb el canvi de polaritat que s'ha produït justament al punt d'alimentació i sumant-se amb el mateix signe (encara que ara és l'oposat al de la tensió inicial) amb la tensió que ara arriba en fase per la línia d'alimentació i que també, en el temps transcorregut, ha canviat al signe oposat.

6.2.2 Impedància al punt d'alimentació

Quan l'antena és ressonant, la impedància a qualsevol punt de l'antena és purament resistiva perquè les tensions i corrents a cada punt del dipol estan en fase, desapareixent tota impedància reactiva. L'antena ha d'estar en ressonància a la freqüència d'emissió perquè els corrents i tensions siguin màxims i, per tant, també ho sigui l'energia radiada per l'antena. Això significa que ha de presentar una impedància purament resistiva, com un circuit LC ressonant, en el qual les reactàncies s'anul·len i el corrent i la tensió estan perfectament en fase.

Quan una antena presenta només una impedància purament resistiva, s'està comportant com un element que absorbeix energia i precisament això és el que interessa d'una antena: que absorbeixi l'energia subministrada pel transmissor i la radiï cap a l'espai. Si una antena presentés una càrrega purament reactiva, pràcticament no radiaria gairebé res.

En el cas del dipol de mitja longitud d'ona, la impedància que presenta el dipol al punt d'alimentació, un dipol teòricament situat a l'espai lliure, infinitament allunyat del terra, seria de 73 ohms. Aquesta impedància a la pràctica, en situar-lo horitzontalment a una certa alçària sobre el terra real, varia considerablement amb l'altura i també si es canvia la inclinació de les dues branques d'un quart d'ona que el formen. Només si ambdós braços estan alineats l'un amb l'altre formaran un dipol amb impedància que oscil·larà entre 50 i 100 ohms amb l'altura, amb una mitja al voltant dels 75 ohms.

Si el dipol tingués una longitud superior a mitja longitud d'ona, la impedància al centre començaria a ser inductiva, ja que els rebots en els extrems de l'antena arribarien amb retard al centre i el corrent aquí aniria retardat, i si la longitud fos menor que mitja longitud d'ona, la impedància al centre seria capacitiva i en ambdós casos deixaria de ser l'antena ressonant.

6.2.3 Polarització

La polarització d'una antena fa referència a com està orientat el camp elèctric que genera. El normal és que la polarització sigui lineal i estigui orientada perpendicular (polarització vertical) o paral·lelament al terra (polarització horitzontal), però podria ser intermèdia si l'antena estigués inclinada, etc.

També hi ha antenes que poden generar una ona electromagnètica amb una polarització circular, en la qual el camp elèctric pot girar tant en el sentit horari com en l'antihorari. S'anomena polarització a dretes a la que gira en sentit horari en la direcció d'avenç de l'ona en la seva propagació per l'espai i s'anomena polarització d'esquerres a la contrària.

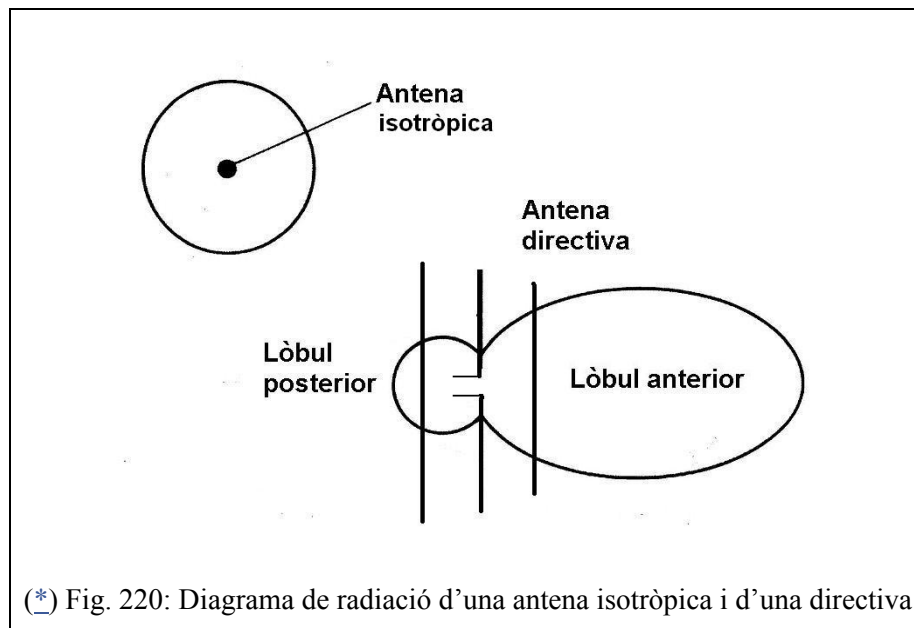
Per crear un camp elèctric d'aquestes característiques circulars, hi ha moltes formes, encara que la més senzilla consisteix a utilitzar dos dipols perpendiculars entre si i a que un dels dipols rebi el senyal amb un retard de 90 graus, per mitjà d'intercalar-hi una línia d'alimentació d'un quart

d'ona, amb la qual cosa la tensió és màxima, cada 90 graus o quart d'ona, successivament a cada un dels quatre braços del quadripol.

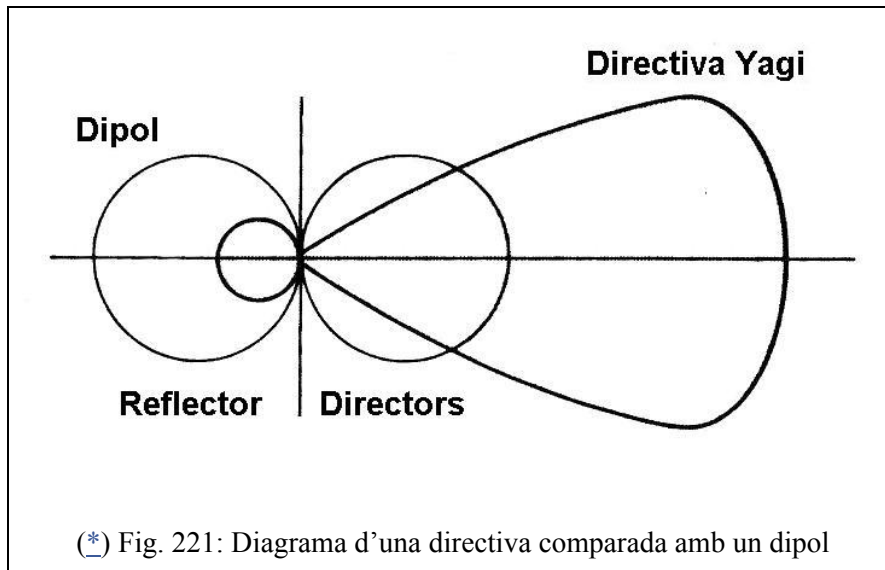
6.2.4 Directivitat, rendiment i guany d'una antena

Anomenem antena isotròpica a una antena ideal que radiés uniformement en totes les direccions d'una esfera a partir del centre de l'esfera, en el qual suposem que estigués situada una antena puntual. Aquesta antena isotròpica ideal no existeix a la pràctica, però la prenem com a referència dels guanys d'antenes en les quals aconseguim concentrar la radiació en alguna direcció determinada i que tenen, per tant, la propietat que anomenem directivitat o guany de directivitat.

El guany en directivitat (D) d'una antena es defineix com la relació entre la potència subministrada a una antena per assolir un valor del camp elèctric en la direcció de la seva màxima radiació i la potència que hauria de proporcionar-se amb una antena isotròpica ideal que radiés el mateix camp elèctric des del mateix punt central. Es comparen en dB i s'afegeix el subíndex **i** per indicar que és amb referència a una antena isotròpica ideal.



En la pràctica, com no disposem d'antenes isotròpiques ideals per realitzar les comparacions amb les antenes directives, es realitzen les comparacions amb un dipol horitzontal, el guany del qual ha estat ben calculat en comparació amb l'antena isotròpica en la direcció de radiació màxima (que és la perpendicular al cable) i val 2,17 dBi.



D'aquesta forma podem conèixer el guany isotròpic de qualsevol antena, sumant aquests 2,17 dB al guany que mesurem en relació amb un dipol de mitja ona.

$$\mathbf{G\ dBi = G\ dBd + 2,17\ dB}$$

En general, les resistències de pèrdues produïdes per la resistència òhmica real dels materials conductors de les antenes són molt inferiors a la resistència de radiació, pel qual l'eficiència o rendiment de les antenes de dimensions normals gairebé sempre es troben en percentatges superiors al 90%, de forma que el guany i la directivitat són pràcticament iguals. Així que el guany real d'una antena no difereix normalment de la directivitat o concentració geomètrica aconseguida amb el seu diagrama de radiació, ja que les pèrdues que es puguin produir a l'antena per la resistència òhmica dels seus materials són generalment menyspreables.

D'altra banda, si les antenes tenen dimensions molt petites i allunyades de la mitja longitud d'ona, la resistència de radiació disminueix molt a les antenes curtes i, per tant, la resistència òhmica de pèrdues pot assolir un percentatge considerable de la resistència total. En aquests casos, una antena podria ser molt directiva, però la seva eficiència ser molt baixa i, per tant, veure's també molt disminuït el seu guany, en veure's afectada la seva eficiència per les pèrdues a la mateixa antena en forma de calor.

6.2.5 Àrea de captura

L'àrea de captura és, en certa manera, la mesura de la capacitat d'una antena per recollir energia de les ones electromagnètiques de l'espai. Podria dir-se que és una mesura del guany d'una antena en recepció, ja que ens indica el seu guany receptor.

L'àrea de captura es podria mesurar en metres quadrats, però no és possible mesurar-la amb un metre, ja que no correspon a res físic i tangible. A la pràctica, es mesura en "quadrats de longitud d'ona" i s'utilitza l'expressió:

$$A = G/4$$

on A seria l'àrea de captura mesurat en quadrats de longitud d'ona i G el guany numèric de l'antena sobre l'antena isotròpica i no en dBi. Recordem que el guany isotròpic d'una antena és el guany sobre una antena isotròpica ideal que radiaria per igual en totes les direccions de l'espai.

6.2.6 Potència efectiva radiada (PER, PIRE)

La manera més fàcil d'imaginar com treballa una antena és imaginar una llanterna (que de fet és una antena, ja que emet fotons i els concentra exactament per mitjà del mateix fenomen). La llanterna emet una potència lluminosa preferentment cap una determinada direcció, gràcies a un reflector que concentra la llum en un feix. Si nosaltres concentrem tota aquesta energia cap una direcció, de manera que el feix quedi molt concentrat, obtindrem una visió de l'antena semblant a la de la llanterna i aquest és el concepte de PER (potència radiada efectiva), la potència màxima radiada efectiva a l'eix central del feix a canvi de no radiar cap altres punts.

La PER o Potència Efectiva Radiada seria la potència efectiva comparada amb la que radiaria un dipol en la mateixa direcció.

En canvi PIRE o Potència Isotròpica Efectiva Radiada és la potència que hauríem d'aplicar a una antena isotròpica perquè produís la mateixa potència en aquesta direcció.

La potència isotròpica radiada equivalent consisteix a comparar la potència que radia una antena en la direcció de radiació màxima amb la potència que caldria aplicar a una antena isotròpica que produís la mateixa intensitat en la mateixa direcció i distància.

6.2.7 Relació endavant-endarrere

Aquesta és una relació característica de les antenes directives. Mesura en dB la diferència que existeix entre la potència radiada en la direcció de la seva radiació màxima i la potència radiada en la direcció precisament oposada.

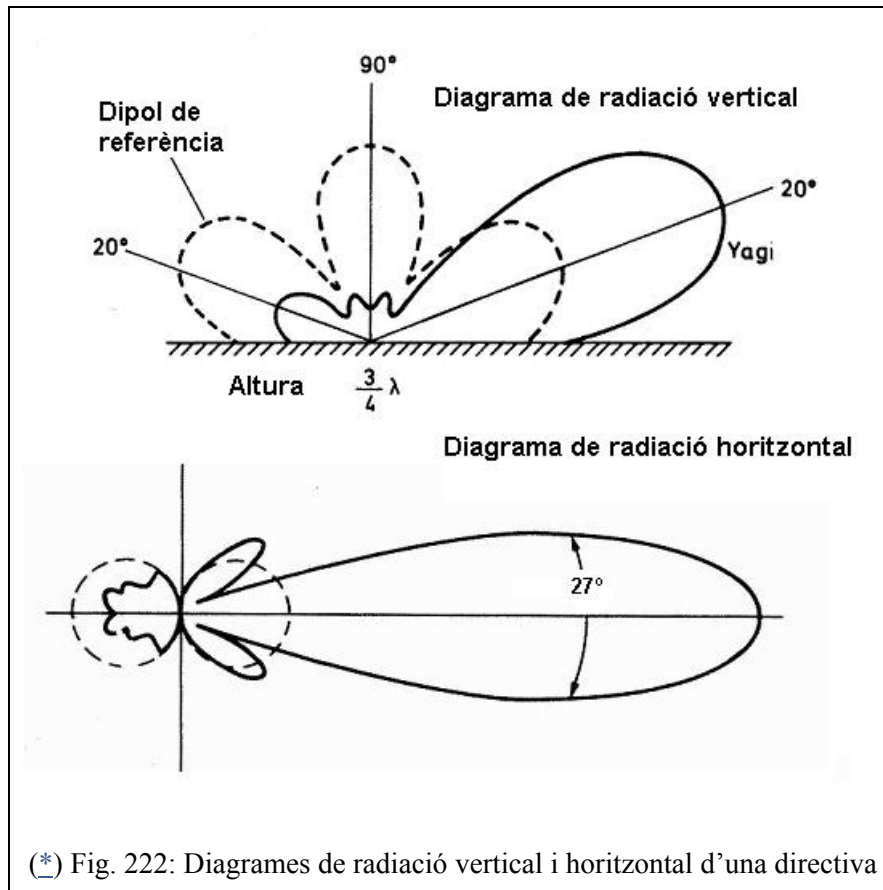
Ens serveix com a mesura de la capacitat per discriminar senyals procedents de direccions determinades, donat que pot ser molt interessant en determinats moments de propagació, especialment quan les estacions rebudes procedeixen de moltes direccions. Les antenes Yagi tenen relacions endavant-endarrere normalment superiors als 20 dB.

En realitat, la relació endavant-endarrere no és un valor massa constant en una antena, ja que és màxima a una freqüència molt concreta de la banda passant de l'antena i varia molt més que el guany al llarg d'aquest ample de banda.

6.2.8 Diagrames de radiació horitzontals i verticals

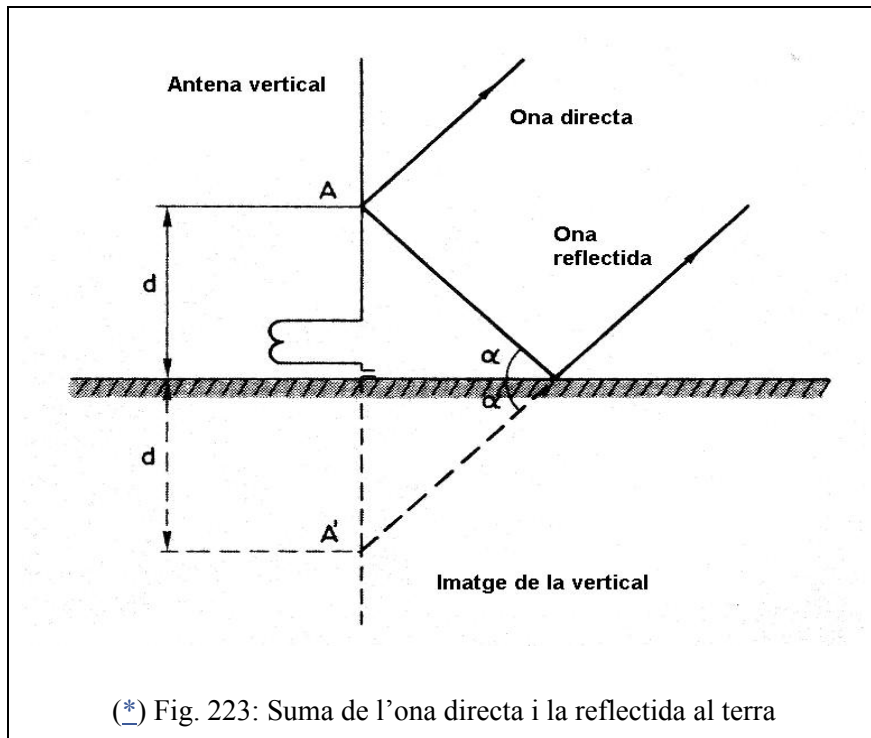
Una antena radia en les tres dimensions espacials i, segons com sigui l'antena, radiarà més o menys energia en una direcció o en una altra.

Per fer-nos una idea de cap a on i com radia l'antena, usem els diagrames de radiació. Si fem un tall horitzontal de la radiació d'una antena, obtenim una figura en dos dimensions de la seva radiació en el pla horitzontal (paral·lel al terra) i, si el pla de tall és vertical, obtenim la figura en dos dimensions de la radiació en el pla vertical (perpendicular al terra).

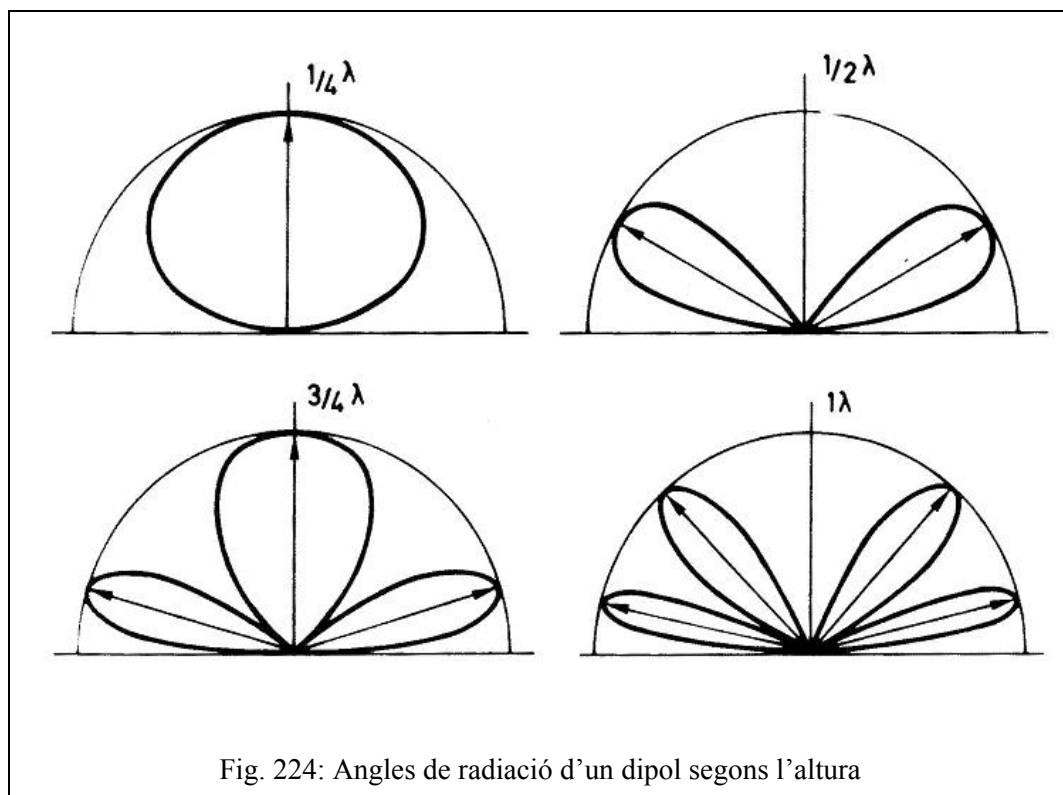


Al diagrama de radiació horitzontal es pot distingir la direcció en la qual el guany de l'antena és màxim i calcular el seu valor. També ens permet conèixer l'obertura del feix de l'antena i determinar en quins angles en ambdós costats de l'eix màxim el guany de l'antena descendeix en 3 dB la potència radiada, és a dir, només radia la meitat de potència.

D'altra banda, el diagrama de radiació vertical és un tall en un pla vertical dels lòbuls de radiació de l'antena i ens permet conèixer l'angle òptim de radiació de l'antena, que seria l'angle d'elevació sobre l'horitzó en el qual el guany de l'antena és màxim. Aquest camp radiat vertical és la suma de l'ona directa i de l'ona reflectida en el sòl, suma que varia segons l'altura de l'antena i que pot reforçar la seva radiació en certs angles i disminuir-la en uns altres. És com si al terra es formés una imatge de l'antena.



L'angle d'elevació de la radiació màxima d'una antena de polarització horitzontal depèn, doncs, molt d'aquesta reflexió i, per tant, de l'altura sobre el terra de l'antena. En general, es recomana un mínim de mitja longitud d'ona d'altura sobre el terra per a la freqüència més baixa de treball, la qual cosa no és sempre possible per a les bandes més baixes de 160, 80 i 40 metres.

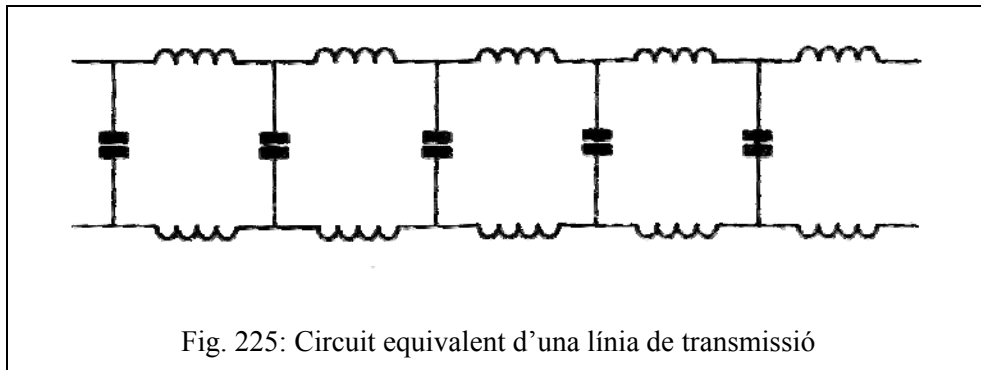


Donat que les grans distàncies a les bandes de HF s'aconsegueixen amb reflexions a les capes de la ionosfera, és molt important conèixer l'angle òptim d'elevació de la radiació de la nostra antena, per enviar el senyal més gran possible amb un angle que sigui òptim per assolir la màxima distància per reflexió en una capa que generalment reflecteixi aquesta banda.

6.3 Línies de transmissió

Una línia de transmissió és el medi físic pel qual es transportarà l'energia que es vol transmetre fins a l'antena.

Les línies de transmissió, per les seves característiques físiques, tenen una inductància L , una capacitat C per unitat de longitud i una impedància Z característica que depèn de les seves dimensions. Aquest últim paràmetre és molt important, com veurem a continuació.



Aquest paràmetre ve donat per les dimensions i materials de la línia de transmissió. Interessa que una línia de transmissió sigui el més eficient possible, és a dir, que tota l'energia que se li lliura sigui transportada cap a la seva destinació amb unes pèrdues mínimes causades per dissipació en forma de calor.

És important conèixer la impedància característica de la línia de transmissió, ja que la càrrega que se li connecti a l'extrem ha de tenir exactament aquesta impedància. Si no és així, la resistència de càrrega no absorbirà el 100% de l'energia rebuda i hi haurà un rebot d'energia, i aquesta reflexió provocarà ones estacionàries a la línia.

Vist d'una altra manera, una línia de transmissió ben adaptada i acabada en una resistència de carga igual a la seva impedància característica absorbeix tota l'energia que li envia un transmissor i aquesta energia desapareix per la línia com si fos infinitament llarga, de manera que des del transmissor no podríem saber la seva longitud. D'aquesta manera, es podria tallar per qualsevol punt i col·locar-li una resistència igual a la seva impedància característica i al transmissor no notaríem cap diferència.

6.3.1 Línia de conductors paral·lels

És la línia de transmissió més senzilla que es pot construir: dos conductors separats entre si per una certa distància. El senyal elèctric viatja per un conductor i retorna per l'altre. Aquestes línies existeixen comercialment

amb valors d'impedància característica de 240 i 300 ohms, quan estan separades per una cinta contínua de plàstic, en aquest cas són bastants sensibles a la pluja i la seva impedància varia amb la humitat, però actualment es fabriquen amb forats a la cinta de plàstic separadora, amb una impedància característica de 450 ohms, de manera que la seva impedància característica no es veu pràcticament alterada per la pluja.

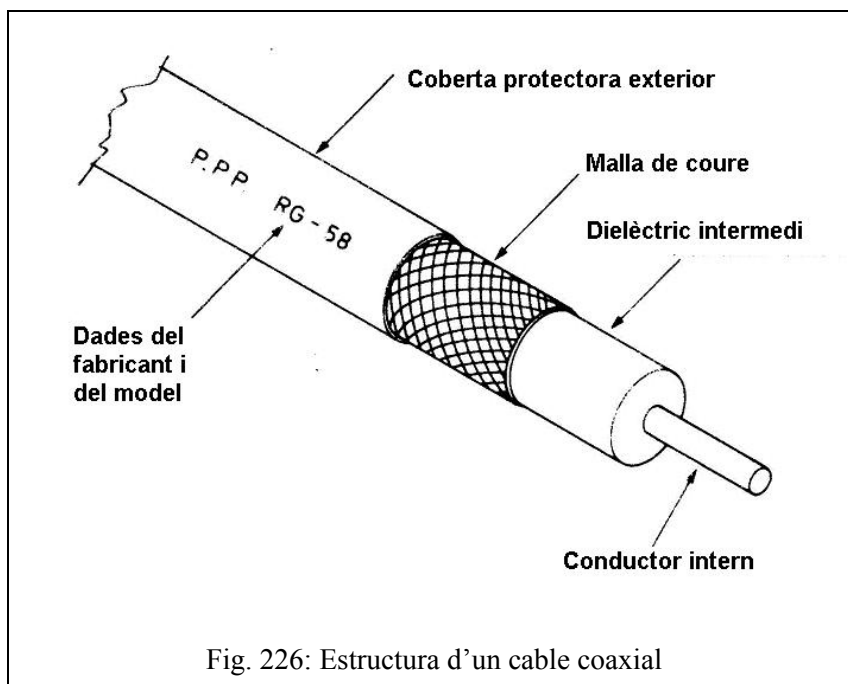
Si es fabrica amb uns espaiadors molt distanciats i el dielèctric que els separa és pràcticament només l'aire, la impedància característica de la línia ve donada per la fórmula:

$$Z_0 = 276 \times \log (d/r)$$

on **d** és la distància de separació entre conductors paral·lels i **r** el radi dels dos conductors.

6.3.2 Cable coaxial

És un cable format per dos conductors concèntrics, un conductor de coure interior que passa per l'interior d'un cilindre dielèctric separador i una malla de coure que envolta el conjunt, recoberta al seu torn d'una coberta aïllant i protectora.



Aquest cable té una estructura ideal per a no veure's afectat per la humitat exterior, perquè té un conductor interior pel qual viatja el senyal, envoltat completament per una malla conductora que és la que porta el retorn. Aquest recobriment que ofereix la malla metàl·lica, que fa de segon conductor per al retorn del senyal, realitza un apantallament que impedeix que els camps elèctrics es propaguin cap a l'exterior i, a la inversa, que els senyals exteriors no penetrin cap al conductor interior.

S'anomena factor de velocitat del cable coaxial a la disminució de la velocitat de propagació de les ones electromagnètiques segons el dielèctric de l'interior del cable coaxial.

Si el dielèctric és de polietilè massís, el factor de velocitat d'aquests cables és de 0,66, la qual cosa significa que, per calcular les dimensions de mitja longitud d'ona de cable coaxial, hem de multiplicar per aquest factor per obtenir la mesura exacta.

Els cables amb dielèctric de polietilè esponjós o d'escuma de polietilè, en tenir un dielèctric amb més proporció d'aire al seu interior, tenen menys pèrdues per metre, un factor de velocitat més elevat i normalment el factor és 0,80.

Finalment, hi ha cables on el dielèctric és una espiral de polietilè que centra el cable i són els més cars, però presenten una menor atenuació.

Hem de comprovar per a cada cable la taula de característiques proporcionades pel fabricant, ja que poden variar lleugerament el factor de velocitat i l'atenuació, fins i tot per a un mateix model segons sigui el seu fabricant.

6.3.3 Guia d'ona

Aquesta línia de transmissió és una estructura metàl·lica en forma de tub, però de secció generalment rectangular, buit per dins i per l'interior del qual es propaguen ones electromagnètiques confinades en el seu interior.

Totes les guies d'ona tenen una freqüència de tall per sota de la qual és impossible la transmissió d'ones electromagnètiques. Aquesta freqüència està directament relacionada amb la geometria de la guia.

Les guies d'ona funcionen i són físicament possibles per a senyals a partir de la freqüència d'1 GHz, tenen pèrdues molt inferiors de conducció que un cable coaxial i, per tant, són el substitut ideal del cable coaxial per a freqüències elevades.

6.3.4 Impedància característica (Z_0)

Una línia de transmissió, al tenir una inductància i una capacitat intrínseca, pot considerar-se com una successió de filtres passabaix formats per bobines en sèrie i condensadors en paral·lel. La impedància característica es calcula com a $Z_0 = L/C$ aproximadament, on L és la inductància per metre i C la capacitat per metre.

Una línia de transmissió es caracteritza perquè es pot interrompre en qualsevol punt i, si li col·loquem una resistència del mateix valor que Z_0 , el valor de la impedància característica es comportarà com una línia de transmissió infinita per la qual desapareix tota l'energia de radiofreqüència subministrada pel transmissor, sense que es produeixi cap reflexió, de manera que el transmissor veurà sempre una línia per la qual desapareix l'energia cap a l'antena i es comporta en els borns de l'amplificador com una resistència pura igual a Z_0 .

Com més petit sigui el diàmetre dels conductors, més gran serà el valor de la inductància i, per tant, el seu Z_0 augmentarà. Com més separats estiguin els conductors, menor serà la seva capacitat i, per tant, també augmentarà la Z_0 .

6.3.5 Factor de velocitat

La velocitat de propagació d'una ona electromagnètica no és la mateixa al buit que a qualsevol altre medi. La velocitat de propagació en una línia de transmissió és menor i la relació entre la velocitat de propagació a la línia de transmissió i la velocitat al buit s'anomena factor de velocitat, el qual normalment està entre 0,6 i 0,97. Per exemple el factor de velocitat del cable coaxial de polietilè sòlid és de 0,66 aproximadament, és a dir, hem de multiplicar la velocitat de la llum (300.000 km/s) al buit per 0,66 per obtenir la velocitat de propagació d'una ona electromagnètica al cable coaxial de polietilè i això ens donaria 200.000 km/s.

Tipus de línia de transmissió	Denominació més corrent	Impedància característica $Z_0 \Omega$	Factor de velocitat V
Coaxial amb dielèctric de polietilè	RG-58 RG-58a RG-58A/U	52	0,66
	RG59 RG59A RG59A/U	75	0,66
	RG-8 RG-8A RG-8A/U RG-213	52	0,66
	RG-11	75	0,66
	RG-17	52	0,66
	Coaxial amb dielèctric d'escuma	RG-58 RG-59 RG-8	52 75 52
Coaxial amb dielèctric d'aire	«POPE» «BAMBOO»	75	0,82
Línia plana de fils descoberts	—	Variable	0,97
Línia plana de TV amb dielèctric continu		200-300	0,82

6.3.6 Relació d'ones estacionàries (ROE)

La Relació d'Ones Estacionàries o ROE és una mesura de la proporció d'energia que és reflectida pel sistema d'antena i torna reflectida cap el transmissor.

Quan la línia de transmissió no té una càrrega al seu extrem idèntica a la seva impedància característica, aquesta no absorbeix la totalitat de l'energia lliurada, per la qual cosa es produeix un rebot o reflexió cap a endarrere. A causa d'aquest rebot d'energia, tenim una ona incident i una altra ona reflectida que s'encavalcaran, donant lloc a la formació d'una ona estacionària a la línia.

Aquesta ona estacionària presentarà uns punts màxims i mínims de corrent i d'intensitat, sempre als mateixos llocs. Aquests són els anomenats màxims i mínims d'una ona estacionària, que són molt superiors als previstos en el disseny i amb un funcionament sense reflexions, la qual cosa els fa

perillosos per al pas final d'un transmissor. Per tant, s'ha d'evitar la seva existència tot el possible per mitjà d'una bona adaptació entre la línia de transmissió i l'antena, o bé, evitar que afectin al pas final del transmissor per mitjà d'un acoblador d'impedàncies.

La relació entre la tensió màxima i la tensió mínima ens indica el valor de la ROE.

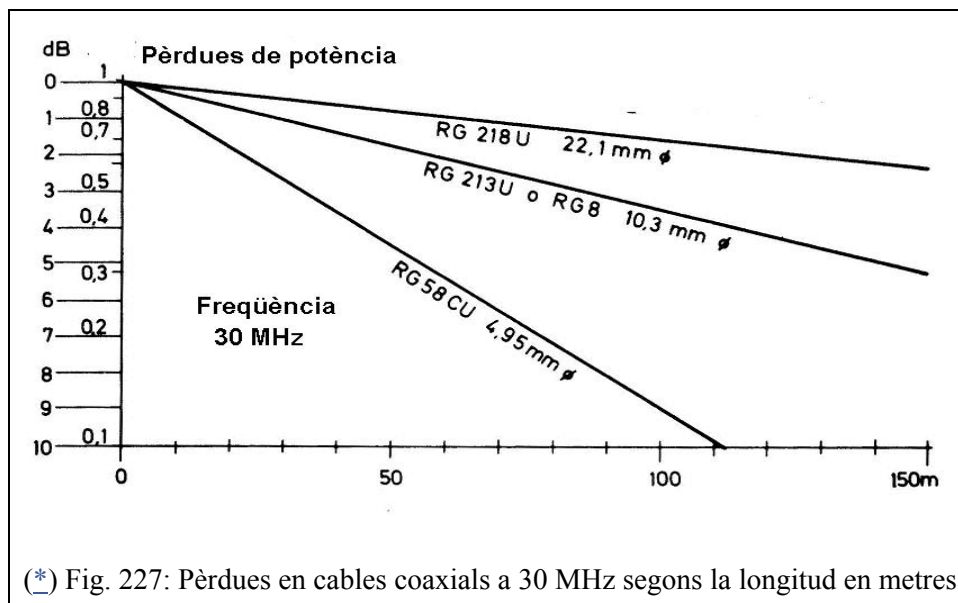
$$\text{ROE} = \text{intensitat màxima} / \text{intensitat mínima} = \text{tensió màxima} / \text{tensió mínima}$$

Quan no es connecta cap càrrega o es curtcircuita l'extrem de la línia de transmissió, no hi ha cap element que pugui absorbir l'energia lliurada, per la qual cosa la reflexió serà total o del 100%, de manera que tota l'energia emesa rebotarà cap a endarrere, donant així lloc a la formació d'una ona estacionària amb màxims del doble d'amplitud i mínims quasi nuls. En aquest cas, tindrem una ROE infinita, perquè el màxim de l'ona estacionària pot arribar a tenir un valor el doble del que hi hauria en una línia adaptada, però el mínim s'aproparà a 0.

Si la línia està ben adaptada, és a dir, acaba amb una impedància igual a la seva impedància característica, la tensió i el corrent al llarg de la línia romanen constants i tota l'energia lliurada serà absorbida i no existirà cap rebot i, per tant, no es formaran ones estacionàries al cable i la ROE serà igual a 1. En aquest cas, tenim una adaptació perfecta.

6.3.7 Pèrdues

Les pèrdues o atenuació d'una línia de transmissió es produeixen per la resistència òhmica que presenta la línia i les pèrdues al dielèctric, o perquè l'energia es radia en comptes de propagar-se per la línia de transmissió. En general, els fabricants proporcionen una gràfica o una taula de l'atenuació del cable en funció de la freqüència per cada 100 peus (30 metres) o per cada 100 metres en funció de la freqüència, suposada la perfecta adaptació de la línia al seu final.



En general, l'atenuació d'una línia de transmissió de cable coaxial no és massa important fins als 30 MHz, però, a partir d'aquesta freqüència, l'hem de tenir molt en compte. De tota manera, una línia de qualsevol tipus (cable coaxial o no) no és recomanable utilitzar-la com a línia d'alimentació d'antenes a partir dels 3 GHz, ja que, a partir d'aquesta freqüència, les pèrdues que es produeixen a causa de l'efecte pel·licular del cable és considerable i és preferible utilitzar les guies d'ona.

6.3.8 Balun

El balun és un dispositiu que permet la connexió de línies de transmissió coaxials asimètriques a antenes tant simètriques com asimètriques, i evitar que es produeixin corrents i tensions que circulin per l'exterior de la malla del cable coaxial, independents de la transmissió d'energia que transporta al seu interior i que poden fer que la línia de transmissió radiï a més de l'antena.

Un cable coaxial és una línia de transmissió asimètrica. Si es connecta tal qual, el viu a un costat i la malla a l'altre costat del punt d'alimentació de l'antena (sigui simètrica o asimètrica), part del corrent de ressonància de l'antena podria fluir independentment per la part externa de la malla del coaxial en comptes de per la part interior, produint un desequilibri del corrent incident i un retorn d'energia.

El balun (abreviatura de *balanced/unbalanced*) augmenta la impedància de la part exterior de la malla perquè el retorn del senyal es produeixi a través de la part interna de la malla, de manera que tot el conjunt quedi ben equilibrat i balancejat.

A més, alguns baluns poden actuar també com a transformadors d'impedàncies, treballant com un transformador i permetent l'adaptació d'antenes amb impedàncies més elevades als cables coaxials de 50 i 75 ohms. En concret, existeixen baluns transformadors amb relacions 4:1 , 6:1 i 9:1, que permeten adaptar antenes amb impedàncies de 200, 300 i 450 a cables de 50 ohms.

6.3.9 Unitats d'acoblament i sintonització d'antenes (configuracions T i PI)

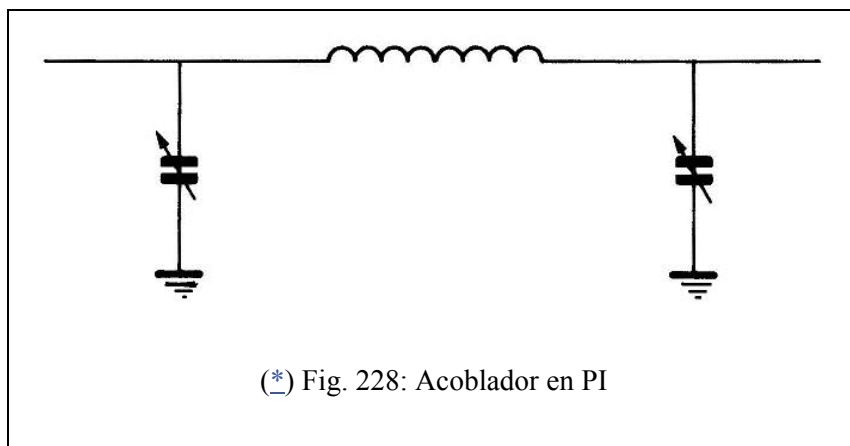
Les antenes presenten un comportament resistiu únicament a la freqüència de ressonància, per la qual cosa només funcionarien en un marge estretíssim de freqüències. En general, es considera com a ample de banda d'una antena aquell marge de freqüència al voltant de la freqüència de ressonància en la qual la ROE i la desadaptació no supera una relació 2:1.

Això significa que, en general, la presència d'una ona estacionària superior a aquests valors ens fa aparèixer al transmissor una impedància diferent de la característica de la línia/antena i hem d'utilitzar un dispositiu adaptador d'impedàncies o sintonitzador perquè no afecti el transmissor i no redueixi automàticament la potència emesa.

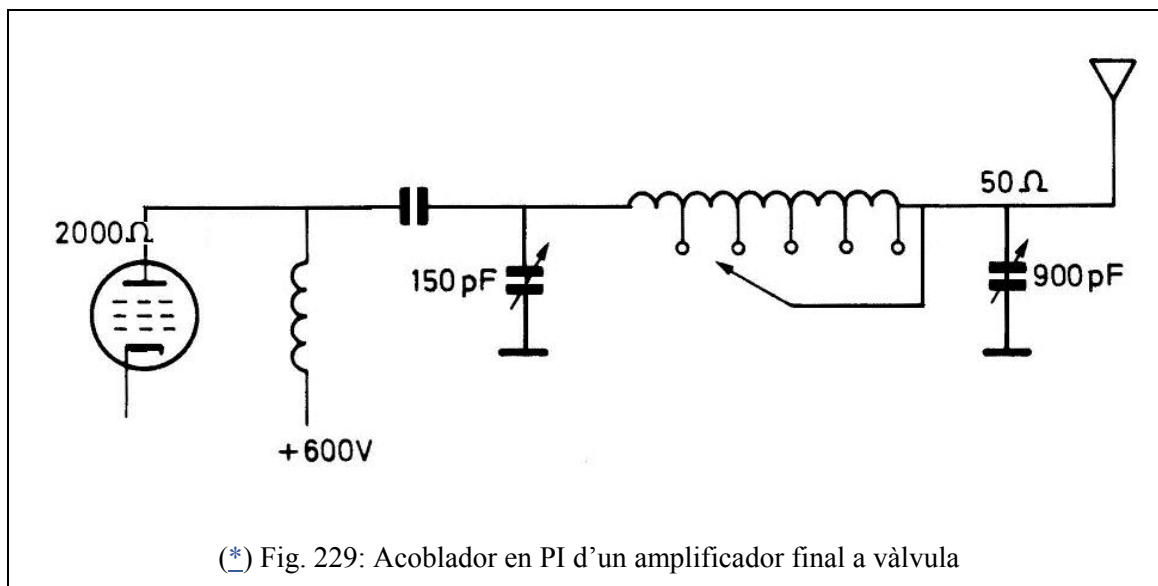
Per acoblar bé un emissor a un conjunt línia/antena s'ha de tenir en consideració dos aspectes importants: que a l'antena només es transmeti el

senyal desitjat i que les impedàncies de sortida i entrada respectivament estiguin ben adaptades.

Això s'aconsegueix de diverses maneres i una d'elles és la utilització d'acobladors d'antena amb circuits ressonants que fan, al seu torn, de filtres per impedir que es transmetin senyals de freqüències que no interessin i, a més, adapten la impedància entre etapes, en aquest cas, entre transmissor i antena. Dues configuracions típiques són les configuracions en T i en PI. Són circuits formats per bobines i condensadors amb una configuració en forma de T o en forma de la lletra grega PI.

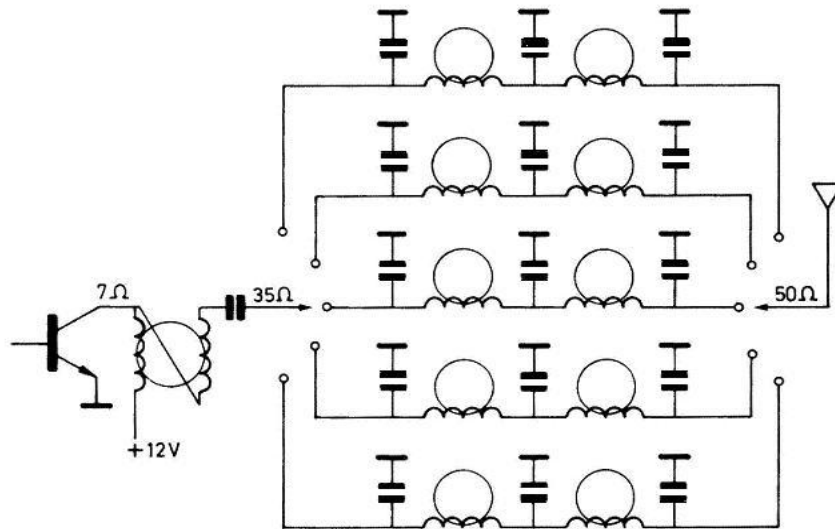


Els transmissors i amplificadors lineals amb passos finals a vàlvules normalment disposen d'acobladors en PI ja incorporats que adapten les baixes impedàncies de les antenes i les línies de transmissió a les altes impedàncies que necessiten les vàlvules i normalment no requereixen altres acobladors externs.



No obstant, els equips amb passos finals transistoritzats tenen la seva sortida amb baixa impedància i només s'adapten bé a càrregues de 50 ohms d'impedància, per la qual cosa s'utilitzen filtres fixos passabaix en PI. Però si la càrrega que presenta l'antena no té exactament aquesta impedància de 50 ohms, llavors exigeixen la utilització d'acobladors

d'antena externs, dels quals actualment existeixen versions manuals i automàtiques, les últimes de les quals aconseguen automàticament la millor adaptació possible.



(*) Fig. 230: Filtres passabaix en PI per a amplificadors finals transistoritzats

TEMA 7: PROPAGACIÓ

La propagació estudia el desplaçament de les ones electromagnètiques a través de l'espai i les modalitats de desplaçament d'una ona electromagnètica pels diferents medis. Recordem els conceptes clau:

Freqüència: Es mesura en hertzs i mesura els cicles complets que realitza un senyal en un segon.

Període: El període es mesura en segons i és el temps que triga un senyal a fer un cicle complet i, per la seva definició, és exactament l'invers de la freqüència. $T = 1/f$

Velocitat de propagació: Es mesura en metres per segon [m/s]. En el buit i a l'aire, les ones de ràdio avancen amb la mateixa velocitat de propagació que la llum, ja que aquesta és també una ona electromagnètica de la mateixa naturalesa. Per tant, la seva velocitat de propagació en el buit és de 300.000 km/s.

Longitud d'ona: Mentre un senyal es propaga a una certa velocitat va realitzant cicles, com tota ona electromagnètica. La distància que recorre durant cada cicle s'anomena longitud d'ona i es calcula dividint la velocitat de propagació per la freqüència: $\lambda = 300.000.000/f$.

En altres paraules, la longitud d'ona (o longitud de cada cicle) és la distància recorreguda en un segon (velocitat), dividida pel nombre de cicles complets que ha realitzat en aquest segon (freqüència).

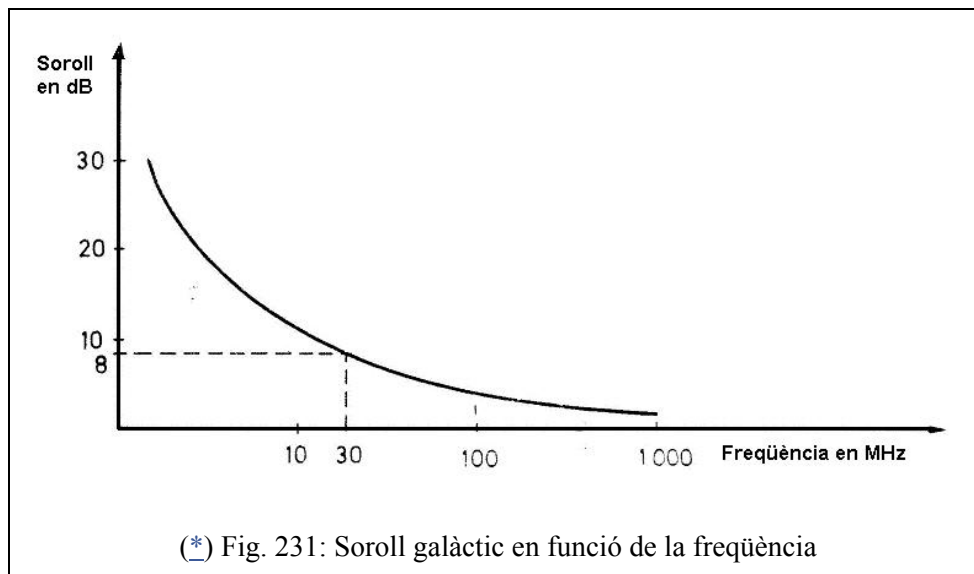
7.1 Atenuació del senyal

En propagar-se un senyal pel buit o per l'aire, podem dir que l'ona s'expandeix des del centre d'una esfera que augmenta de radi amb la distància, per la qual cosa s'estén o distribueix la seva energia per una superfície cada vegada més gran, superfície que a l'esfera augmenta amb el quadrat del radi ($S = 4 \pi R^2$). Per tant, el senyal electromagnètic, en propagar-se, pateix en una pèrdua d'energia i l'esmentat fenomen rep el nom d'atenuació per la distància, atenuació que serà proporcional al quadrat de la distància recorreguda des de l'antena emissora.

7.1.1 Relació senyal/soroll

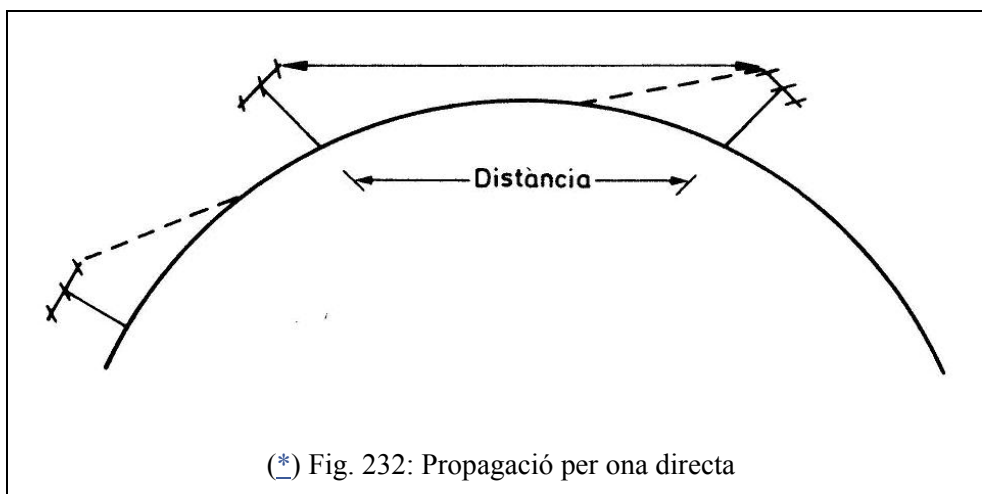
La relació senyal/soroll és la mesura que ens indica la qualitat de la recepció de la senyal desitjada i consisteix en la diferència que hi ha entre el nivell del senyal útil i el nivell de soroll. En anar disminuint el senyal amb la distància, va disminuint la relació senyal/soroll.

En general, quan el nivell del senyal està per sota del soroll, es fa molt difícil la descodificació. En aquests casos, és especialment impossible detectar senyals amb sistemes de modulació analògics, encara que actualment ja hi han sistemes digitals de codificació i modulació que permeten detectar senyals molt per sota del nivell del soroll de fons.



7.2 Propagació per línia de visió directa (propagació a l'espai lliure, llei del quadrat invers)

Quan una ona electromagnètica assoleix la seva destinació mitjançant una trajectòria recta sense obstacles pel mig, es diu que la propagació ha estat per línia de visió directa. Un exemple és la comunicació entre una estació terrena i un satèl·lit. Freqüentment, es confon aquest tipus de propagació amb la visió humana directa. Si dues antenes són distants i a una alçària suficient, fins i tot havent-hi visió humana directa (és a dir, es pot veure l'antena receptora a simple vista des de l'antena emissora) no té per què ser necessàriament una propagació per línia de visió directa, perquè l'ona pot arribar a través d'un rebot en algun altre element físic, a part de l'ona que arriba en línia recta.



Com ja hem explicat, l'ona s'expandeix per la superfície d'una esfera que augmenta amb el quadrat del radi (en aquest cas el radi és la distància), de manera que es compleix la llei del quadrat invers que diu que l'atenuació que pateix una ona electromagnètica en el buit és proporcional al quadrat de la distància que recorre durant la propagació.

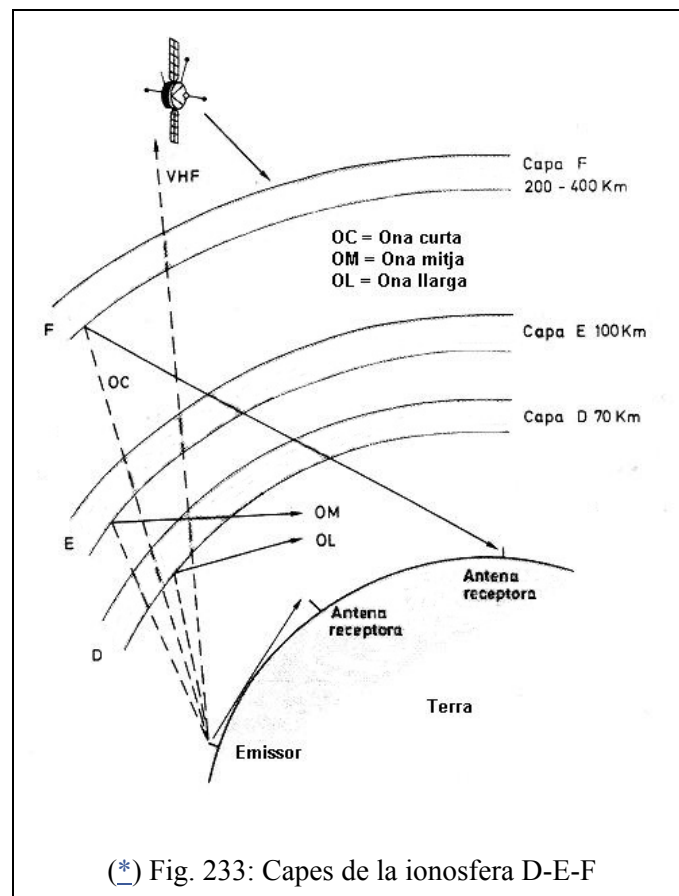
7.3 Capes ionosfèriques

La ionosfera és la regió de l'alta atmosfera entre 60 i 400 km d'altura. Com el propi nom indica, és composta d'ions i de plasma ionosfèric i és de forma esfèrica. És una de les capes de l'atmosfera que sofreixen els efectes de la radiació solar, còsmica i galàctica i ionitza els àtoms de l'atmosfera, separant els electrons dels seus àtoms, de forma que es converteixen en ions, d'aquí ve el nom d'ionosfera.

Les diferents capes de la ionosfera juguen un important paper en la propagació de les ones electromagnètiques, perquè reflecteixen i refracten les ones electromagnètiques de certes freqüències, normalment les que denominem HF, que són inferiors als 30 MHz.

La ionosfera és molt important per a la propagació de les ones electromagnètiques de les freqüències de HF i, esporàdicament de les de VHF i UHF, perquè aquestes zones conductores ionitzades permeten reflectir o refractar les ones radioelèctriques per sota d'una freqüència anomenada MUF, freqüència màxima utilitzable.

La ionització de la ionosfera es produeix sobre tot a diferents nivells que anomenem capes i es concentra principalment en les capes D, E i F (F1 i F2):



Capa D

La capa D és la capa de la ionosfera més propera a la Terra. Es troba a uns 60 km d'altitud.

La ionització provocada pel vent solar augmenta la densitat d'electrons a la capa D. Per aquesta raó, les ones radioelèctriques són fortament absorbides per aquesta capa durant el dia.

Durant la nit, la capa D no rep flux solar, per tant, desapareix ràpidament per recombinació dels electrons amb els ions.

Les explosions solars, les taques solars, les fluctuacions en el camp magnètic terrestre i les aurores polars també afecten la propagació ionosfèrica.

La capa D és summament absorbent per a les freqüències per sota d'uns 5 MHz. D'altra banda, les freqüències afectades són menys atenuades quan són travessades més verticalment, de manera que durant el dia són més fàcils els contactes a curta distància amb un sol rebot amb una incidència molt vertical a la capa F1 més alta.

Capa E

La capa E és una capa molt ionitzada que reflecteix les ones de ràdio de HF, i fins i tot esporàdicament les freqüències de VHF. Es creu que es forma per ionització de l'aire per causes que no depenen de la radiació solar; alguns investigadors pensen que podria ser per fricció entre diferents capes de l'atmosfera.

La propagació per la capa E és una propagació esporàdica i inesperada i bastant imprevisible, encara que només se sap que hi ha certes èpoques de l'any i del cicle solar en les quals és més probable estadísticament. Es forma i desapareix ràpidament en qüestió d'hores, però permet comunicacions de gran qualitat.

Capa F (F1 i F2)

És una capa que es produeix a altures molt més grans que les capes D i E. L'altitud normal oscil·la entre 200 i 400 km. Durant el dia es desdobra en dues capes F1 (200 km) i F2 (300-400 km), però en determinades èpoques del cicle solar la regió F1 s'ajunta amb la F2. A la nit, les regions D, E i F1 es queden sense electrons lliures, perquè en cessar les causes solars de la ionització, es produeix una recombinació dels electrons amb els ions.

A la nit, la regió F2 és l'única disponible per a les comunicacions, perquè en ser la de més altitud, està més rarificada i la recombinació és molt més lenta a tota ella, de manera que hi ha èpoques en què no desapareix en tota la nit.

Totes les regions, excepte la D que és absorbent, reflecteixen les freqüències d'HF. La Regió D, malgrat no reflectir-les, també és important, ja que s'encarrega d'absorbir-les o d'atenuar-les.

La regió F2 és la més important per a la propagació a llarga distància en HF, ja que pot ser present les 24 hores del dia i la seva altitud permet comunicacions més llunyanes. Normalment reflecteix les freqüències més altes de HF. El temps de vida mitjà dels electrons és més gran a la regió F2 en estar més rarificada i ser més difícil la recombinació, i aquesta és la raó per la qual aquesta capa reflecteix ones encara a la nit. Els períodes de vida mitja dels electrons a les regions E, F1 i F2 són de 20 segons, 1 minut i 20 minuts respectivament.

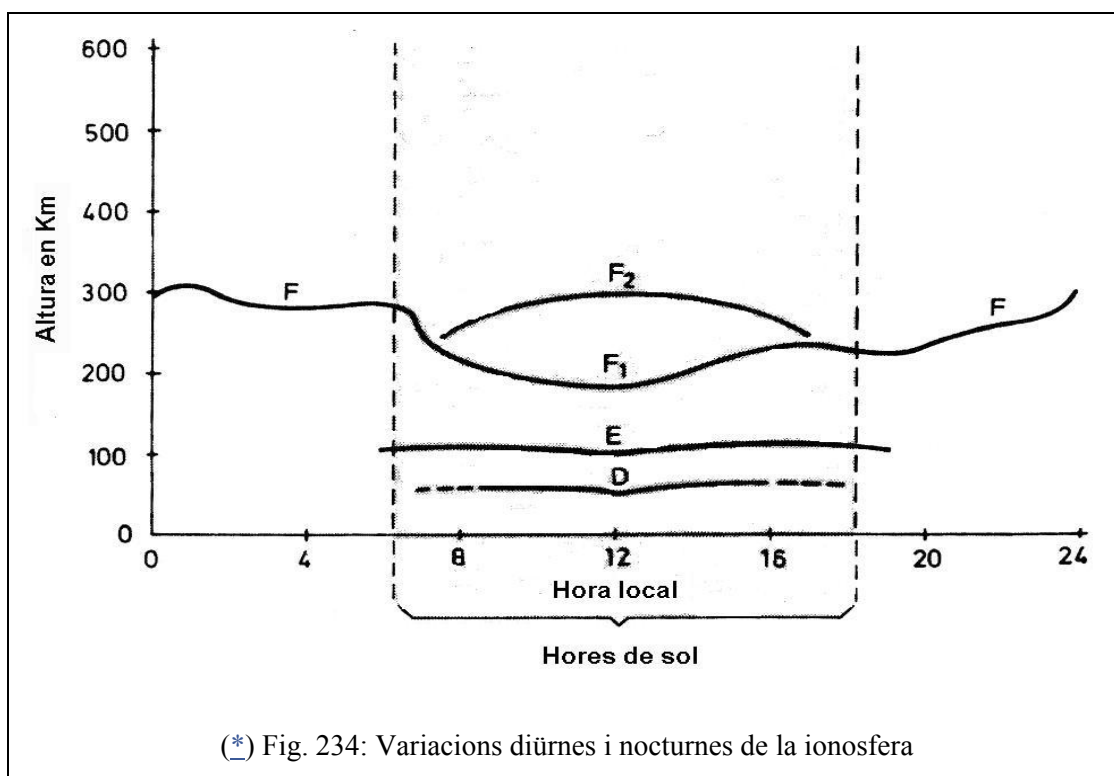
7.3.1 Variacions regulars i no previsibles de la ionosfera

Les propietats de reflexió de la ionosfera són variables degudes a canvis en la densitat del plasma iònic. Les variacions en la ionització de la ionosfera són conseqüència directa de la radiació solar; per tant, qualsevol variació de la radiació solar produeix variacions en la ionosfera.

Aquesta densitat iònica depèn del dia de l'any, de l'hora, del flux solar mitjà, que segueix un cicle d'onze anys, a part d'altres perturbacions solars, ara com ara imprevisibles, de les condicions d'antena i de la potència de l'estació, i de la latitud a la qual es troba.

Alguns d'aquests condicionants són tan irregulars i imprevisibles que no és possible calcular-los o mesurar-los amb precisió, sinó merament de forma probabilística.

En primer lloc, hi ha les variacions diürnes/nocturnes degudes a l'exposició directa de la ionosfera a la radiació solar i els seus efectes ionitzants que es produeixen durant la nit.



En segon lloc, hi ha variacions estacionals degudes a la inclinació de la Terra sobre el seu propi eix, la qual cosa provoca les diferents estacions de l'any, a les diferents posicions de la Terra en el seu gir al voltant del Sol. La radiació solar no impacta de la mateixa manera en els dos hemisferis terrestres a l'hivern i a l'estiu, mentre que està més repartida en els equinoccis.

En tercer lloc, les variacions mensuals provocades per la pròpia rotació del Sol sobre el seu propi eix, com si es tractés del dia i la nit solar. De mitjana, es produeix una rotació completa en uns 29 dies (no és la mateixa a totes les latituds solars). Les taques solars de la superfície solar roten junt amb el Sol i això provoca variacions de la radiació solar.

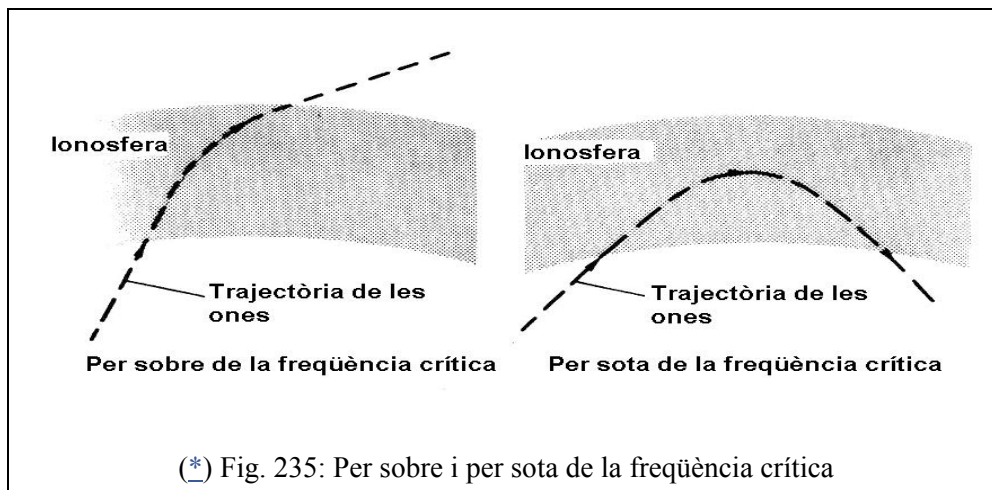
En quart lloc, hi ha les variacions del cycle solar d'aproximadament onze anys, les causes de les quals encara no es coneixen actualment i que produeixen una variació del flux solar de radiació i emissió de partícules que varia seguint un cycle d'onze anys igual al del nombre de taques solars.

L'evolució d'aquest cycle coincideix exactament amb el del recompte del nombre de les taques solars, zones més fosques del Sol que s'estimen mitjançant una xifra calculada que s'anomena Número de Wolf, i que es basa en el recompte de les taques fosques visibles al Sol, recompte que es realitza des de fa un parell de mil·lennis, ja que hi ha registres xinesos que les estudiaven ja des d'abans de Crist.

En cinquè lloc, per causes que encara es desconeixen, esporàdicament es produeixen fulguracions solars i tempestes magnètiques solars, amb gran emissió de partícules que produeixen grans perturbacions en primer lloc en el magnetisme terrestre i després alteracions a la ionosfera quan les partícules projectades pel Sol assoleixen la ionosfera terrestre.

7.4 Freqüència crítica

Anomenem freqüència crítica a la freqüència de l'ona electromagnètica (i superiors) que en una incidència quasi vertical travessarà la ionosfera, mentre que, per sota d'aquesta freqüència, l'ona es reflectirà i tornarà rebotada cap a la superfície de la Terra.

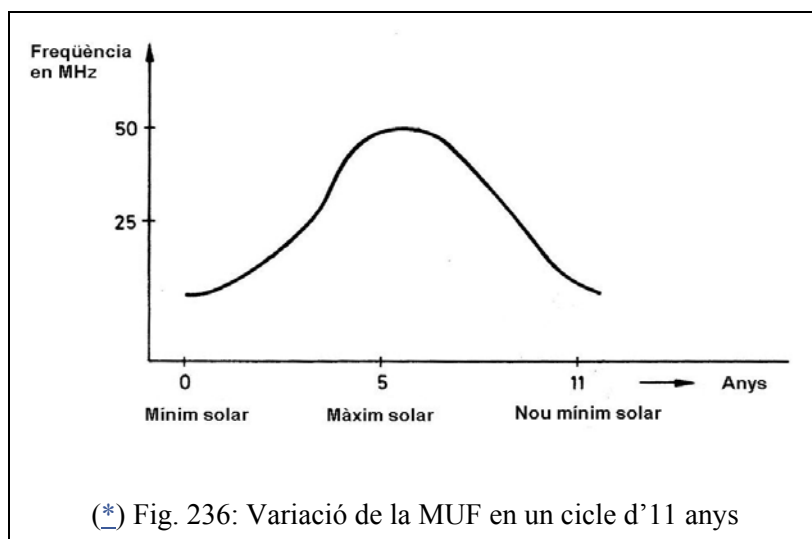


Per mitjà de sondejadors ionosfèrics automàtics, podem conèixer la freqüència crítica a cada instant i fer estimacions de la Freqüència Màxima Utilitzable o MUF per a les comunicacions entre dos punts per reflexió.

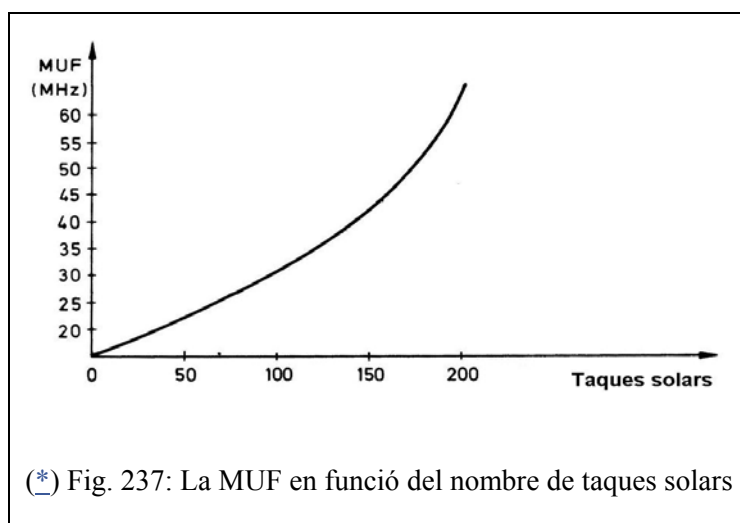
7.5 Influència del Sol a la ionosfera

Com ja hem dit a l'apartat 7.3, el Sol afecta la ionosfera i aquesta a la seva propagació. El Sol emet radiacions i partícules. La radiació assoleix la Terra en aproximadament 8 minuts, mentre que les partícules emeses pel Sol, que viatgen molt més lentes, poden tardar unes 40 hores.

En els períodes de més activitat solar, quan el Sol es troba a prop del màxim del cicle de taques solars d'onze anys, es crea una densa capa F que permet propagar els senyals de les bandes altes de HF a tot el món durant la major part del dia.

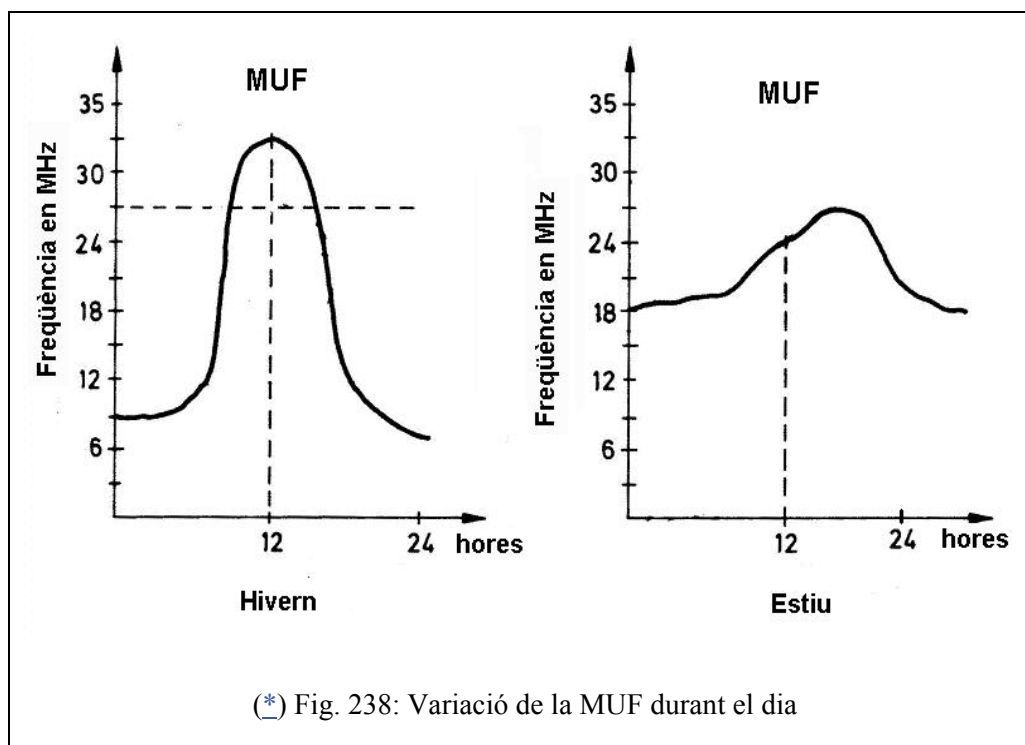


En canvi, quan ens trobem en un any de taques solars mínimes, la densitat de la capa F és insuficient i la freqüència crítica assoleix un valor que no arriba ni a la meitat del que es produeix en els anys de màxima activitat solar.



7.6 Freqüència màxima utilitzable (MUF) i freqüència òptima de treball (FOT)

La MUF o Freqüència Màxima Utilitzable (de l'anglès *Maximum Usable Frequency*) és la freqüència màxima que es pot usar per comunicar per mitjà de la ionosfera. Pot definir-se com la freqüència màxima utilitzable per a la comunicació entre dos punts determinats.



La FOT o freqüència òptima de treball és, com el seu nom indica, la freqüència que permetrà la comunicació més probable entre dos punts per mitjà del rebot en la ionosfera.

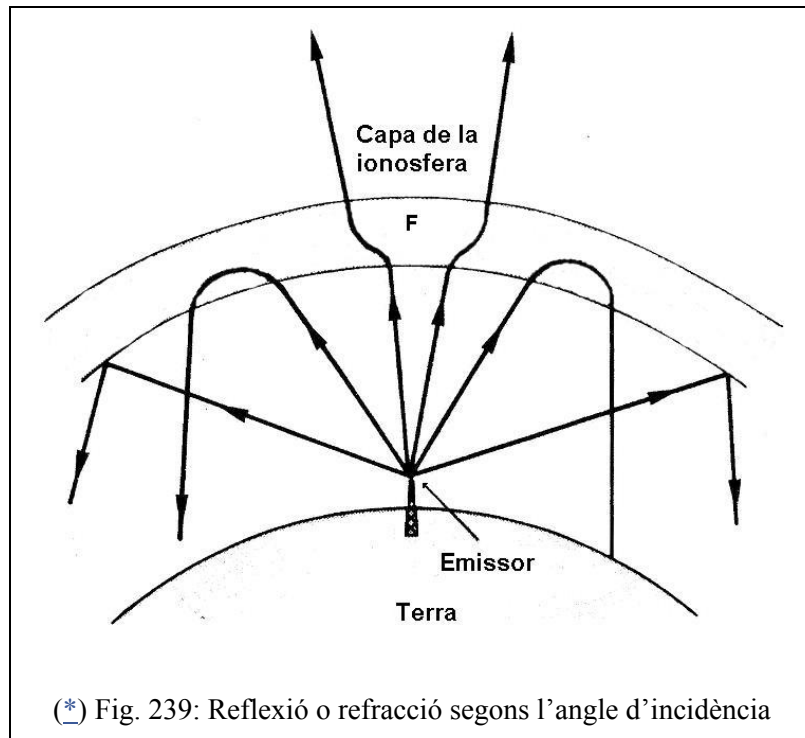
La FMU o freqüència mínima útil és la freqüència més baixa que es pot reflectir i captar, ja que per sota d'ella no es propagarà el senyal.

7.7 Ones terrestres i ones ionosfèriques, angle de radiació i distància de salt

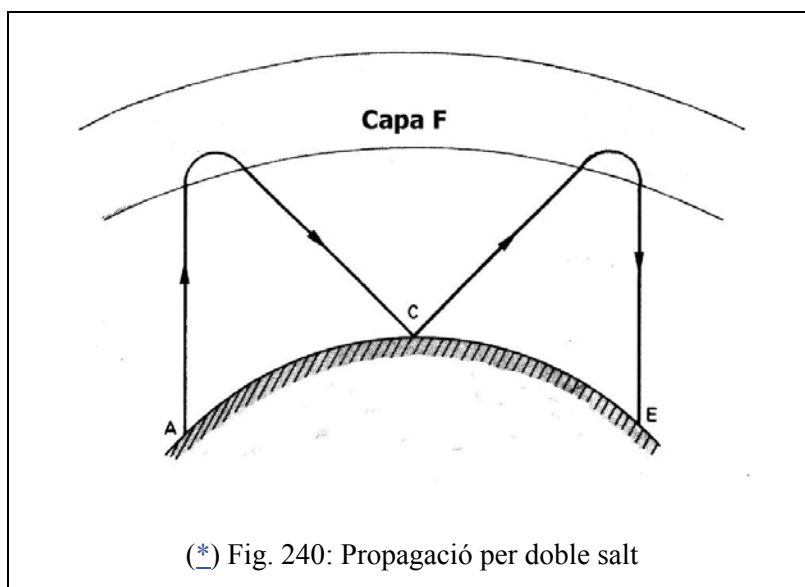
Les ones terrestres són les ones que es propaguen seguint la curvatura de la Terra i arriben a la seva destinació sense rebotar a la ionosfera. Les ones de freqüències mitges i llargues, les més baixes de l'espectre d'ones de ràdio, poden propagar-se seguint la curvatura de la Terra molt més enllà de l'horitzó visual i, fins i tot, a distàncies que depenen només de la potència de l'emissor.

Per assolir la màxima distància en una reflexió, hem de conèixer quin és l'angle de radiació més apropiat per aconseguir el salt de més longitud, una vegada coneguda l'altura de la capa F. Una vegada conegut l'angle de radiació òptim, podem dissenyar l'antena i col·locar-la a l'altura apropiada,

perquè emeti la major part de la seva energia concentrada amb aquest angle d'elevació, per assolir la distància de salt desitjada.



Depenent de la freqüència de treball i de l'angle de radiació de l'antena i d'una bona ionització, l'ona electromagnètica pot rebotar a la ionosfera i arribar a la seva destinació després de diversos rebots al terra i a la ionosfera. Mitjançant aquesta tècnica, poden assolir-se grans distàncies, però és necessària una bona potència de transmissió, ja que a cada reflexió el senyal s'atenua molt.



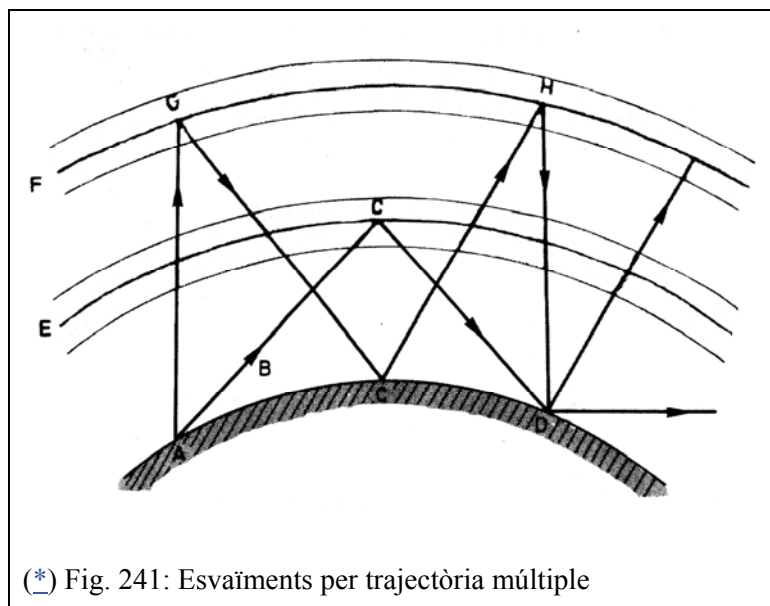
Alguns dels rebots es veuen afavorits si, en lloc de realitzar-se sobre el terra terrestre, s'efectuen sobre el mar, que resulta molt millor reflector, gràcies a la seva gran conductivitat.

7.8 Esvaïment o *fàding*

Aquest fenomen, també conegut en anglès com *fàding*, consisteix a que la potència del senyal rebut disminueix de sobte i poden produir-se variacions ràpides, de l'ordre de diversos segons, o variacions lentes, de l'ordre de diversos minuts.

Una de les causes més freqüents dels esvaïments pot ser el canvi de polarització sofert per l'ona electromagnètica en la seva reflexió a la ionosfera. Si la polarització gira 90 graus, és molt probable que ens trobem rebent el senyal amb una antena de polarització perpendicular a la del senyal en aquell moment i el senyal passarà per mínims en determinats moments en què la seva polarització gira 90°.

Una altra de les causes que produeixen esvaïment és la multitrajectòria, que es produeix quan els senyals ens arriben per dos o més camins de reflexió diferents i han recorregut distàncies lleugerament diferents, per la qual cosa arriben dos reflexions de la mateixa freqüència amb fases diferents, ones que poden sumar-se o restar-se i anul·lar-se a l'antena receptora.



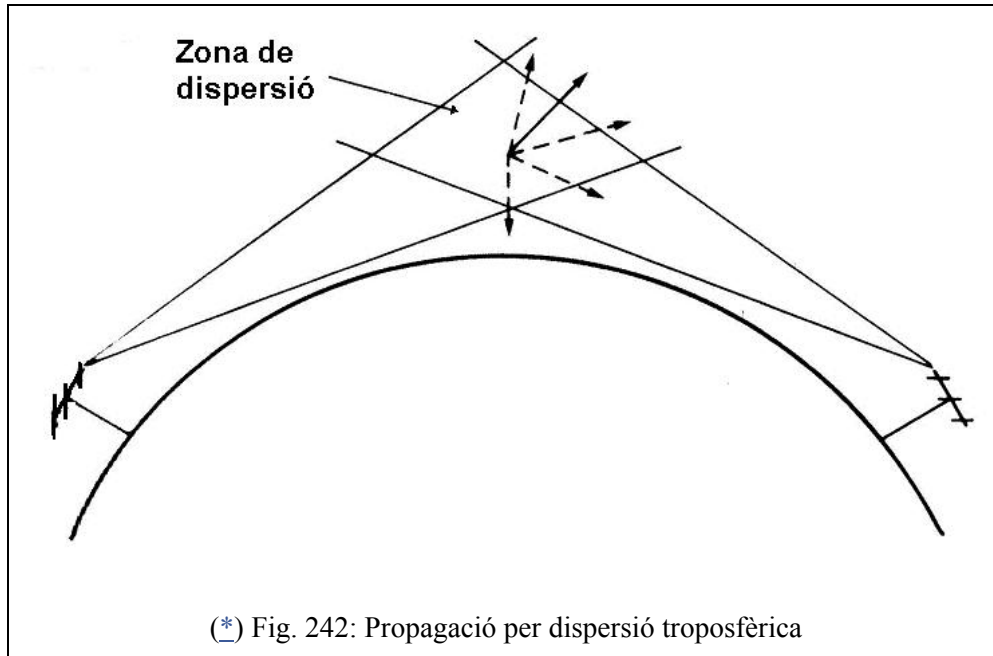
Els esvaïments també poden ser deguts a que la ionosfera no és constant al llarg del temps i això afecta la propagació. Els esvaïments poden ser febles o forts, arribant fins i tot a deixar de rebre el senyal.

7.9 Troposfera (dispersió)

La troposfera és la capa inferior de l'atmosfera i s'estén fins a uns 15 km d'altitud. En ella es concentra el 80% de la massa total de l'atmosfera i gairebé tot el vapor d'aigua.

A la troposfera pot produir-se una dispersió del senyal electromagnètic, molt útil sobretot a freqüències de VHF, quan s'aconsegueix que es produeixi una espècie de reemissió del senyal emès, el que permet fer

arribar amb suficient nivell el senyal a altres punts de la superfície terrestre, de manera que es poden assolir distàncies que no estan visualment a l'abast, si s'utilitza suficient potència. El senyal, com si fos emès des d'un avió, viatja una gran distància cap al terra fins a arribar a la seva destinació.



De vegades es produeixen discontinuïtats a la troposfera degudes a inversions tèrmiques que augmenten el seu índex de refracció, la qual cosa provoca una espècie de conductes de propagació que poden desviar el nostre senyal emès cap al terra. Aquest és el mateix fenomen que, en rars ocasions, dóna lloc als miratges al desert i sobre el mar, amb els quals els conductes produïts per inversió tèrmica arriben a refractar fins i tot les ones electromagnètiques de freqüències visibles.

7.10 Influència de l'altura de les antenes en la distància que pot ser coberta (horitzó de ràdio)

Com dicta el sentit comú, a més altura de les antenes, s'amplia l'horitzó assequible amb la vista i la distància que es pot assolir per propagació per ona directa.

Si H_1 és l'altura de l'antena en metres, la distància assequible, anomenada horitzó de ràdio, es pot calcular resolent el triangle rectangle format pels catets d (distància) i r (radi de la Terra) i la hipotenusa $(r + H_1)$, que donen com a resultat la següent fórmula de càlcul: **$d_1 = 3,6 \sqrt{H_1}$**

Si tenim una altra antena situada a una altura H_2 : **$d_2 = 3,6 \sqrt{H_2}$**

On finalment **$D = d_1 + d_2 = 3,6 (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2})$**

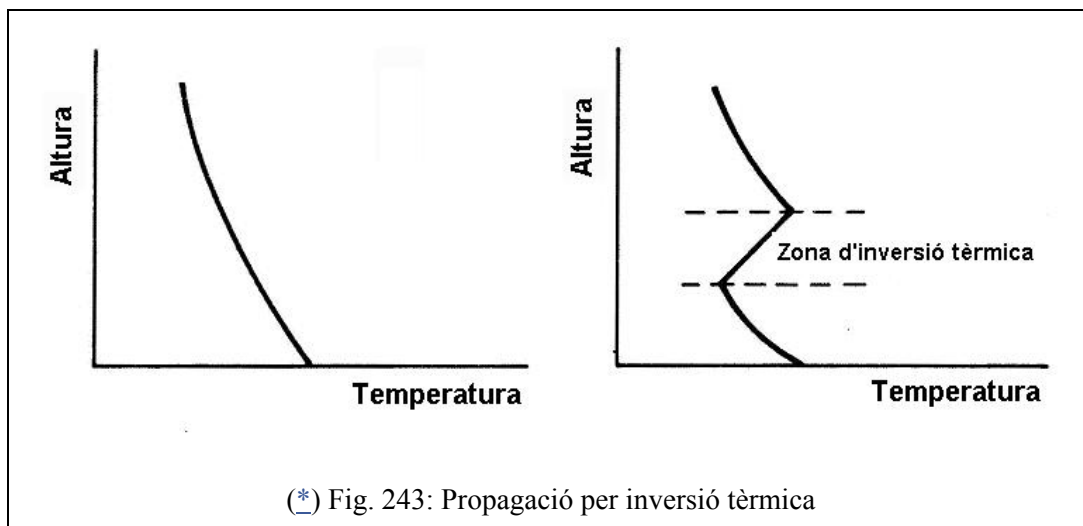
On D és la distància mesurada en quilòmetres i H_1 i H_2 les altures de cada antena en metres sobre el nivell del mar.

L'altura a la qual estan situades les antenes horitzontals de HF també determina l'angle d'elevació sobre l'horitzó que produeix la màxima radiació sobre el terra. Normalment, s'aconsella una altura mínima de mitja longitud d'ona, per aconseguir que la radiació màxima del lòbul de radiació vertical tingui una elevació raonable per a una bona reflexió ionosfèrica.

A partir d'una altura sobre el terra més amunt de $\frac{3}{4}$ de longitud d'ona, el lòbul de radiació vertical es desdobra en diversos lòbuls menors amb una radiació mínima entre ells, la qual cosa cal tenir molt en compte en els circuits de comunicacions.

7.11 Inversió de la temperatura a la troposfera

Com es comentava a l'apartat 7.9, la troposfera de vegades pot comportar-se com un conducte que transporta el senyal a major distància. De vegades, la temperatura en comptes de disminuir en augmentar l'altura, com és el més habitual, augmenta entre dues altures determinades, canviant l'índex de refracció de la troposfera, que llavors es comporta com un conducte que va corbant el senyal seguint la superfície terrestre com una guia d'ones. Aquest fenomen és conegut com a inversió tèrmica.



7.12 Reflexió per esporàdica E

Esporàdicament, a l'altura corresponent a la capa E i durant el dia, apareix de sobte una intensa ionització molt superior a l'habitual que es forma de forma impredecible i que permet reflexions que reflecteixen els senyals de VHF amb gran intensitat i a distàncies que poden assolir els 2.000 km. Hi ha diverses teories de per què passa això, però cap d'elles no ha estat demostrada. La més probable és que es formi per ionització de l'aire per causes que no depenen de la radiació solar i alguns investigadors pensen que podria ser per la fricció entre diferents capes de l'atmosfera en moviment.

7.13 Dispersió auroral

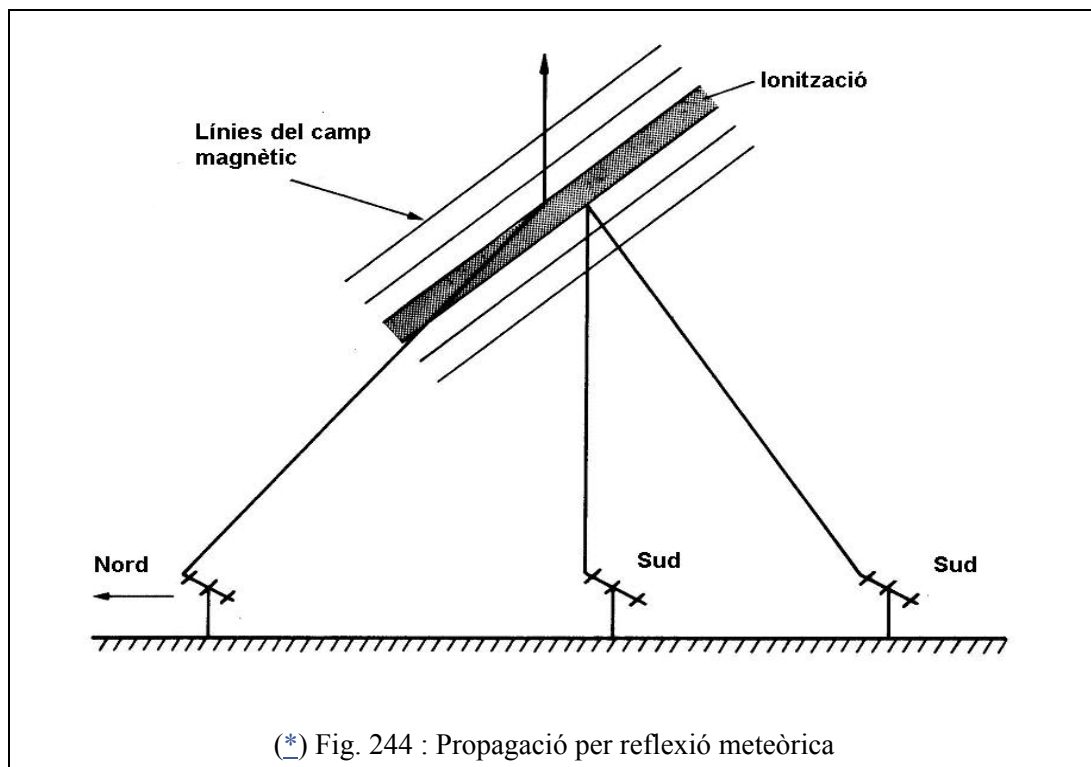
Les partícules carregades (protons i electrons) que emet el Sol durant certes tempestes magnètiques, quan arriben a la Terra, produeixen perturbacions als pols magnètics terrestres, consistents a ionitzar i accelerar els àtoms d'oxigen i molècules de nitrogen que, en desexcitar-se, emeten llum visible en forma de cortines lluminoses, conegudes com a aurores boreals i australs.

Aquestes cortines es distingeixen clarament durant la nit i són zones en les quals els ions es mouen a gran velocitat i produeixen una degradació de les comunicacions de HF que travessen aquestes latituds altes i mitjanes durant unes hores i, fins i tot, dies.

Aquestes aurores també permeten la seva utilització com a capes reflectores que permeten comunicacions radiotelegràfiques a grans distàncies entre estacions que apunten les seves antenes de VHF i UHF cap a les aurores, encara que distorsionen de tal forma la veu que impossibiliten les comunicacions en fonia.

7.14 Dispersió meteòrica

Quan un meteor travessa l'atmosfera (una estrella fugaç), deixa una estela ionitzada que durant breus instants permet la reflexió de les ones electromagnètiques. Existeixen tècniques de ràdio per emetre senyals de CW de gran velocitat i potencia fins a aconseguir la reflexió en una estela ionitzada, que no només permet una radiocomunicació completa, sinó que també serveix per detectar la presència de meteors travessant l'atmosfera.



El senyal no té perquè tornar reflectit cap a l'origen, sinó que pot reflectir-se cap a qualsevol direcció i permet assolir zones que es troben al doble de distància fins a la trajectòria del meteorit.

Desgraciadament, l'angle d'incidència de les estacions més al nord impedeix que puguin comunicar-se amb les que estan més al sud, a prop de l'equador.

7.15 Rebot lunar

Les estacions que poden veure la Lluna simultàniament, poden utilitzar la superfície de la Lluna per comunicar-se mitjançant el rebot en ella. No cal dir que l'atenuació de recórrer dues vegades la distància des de la Terra a la Lluna fa necessària la utilització d'antenes de gran guany i potència suficient per aconseguir la recepció.

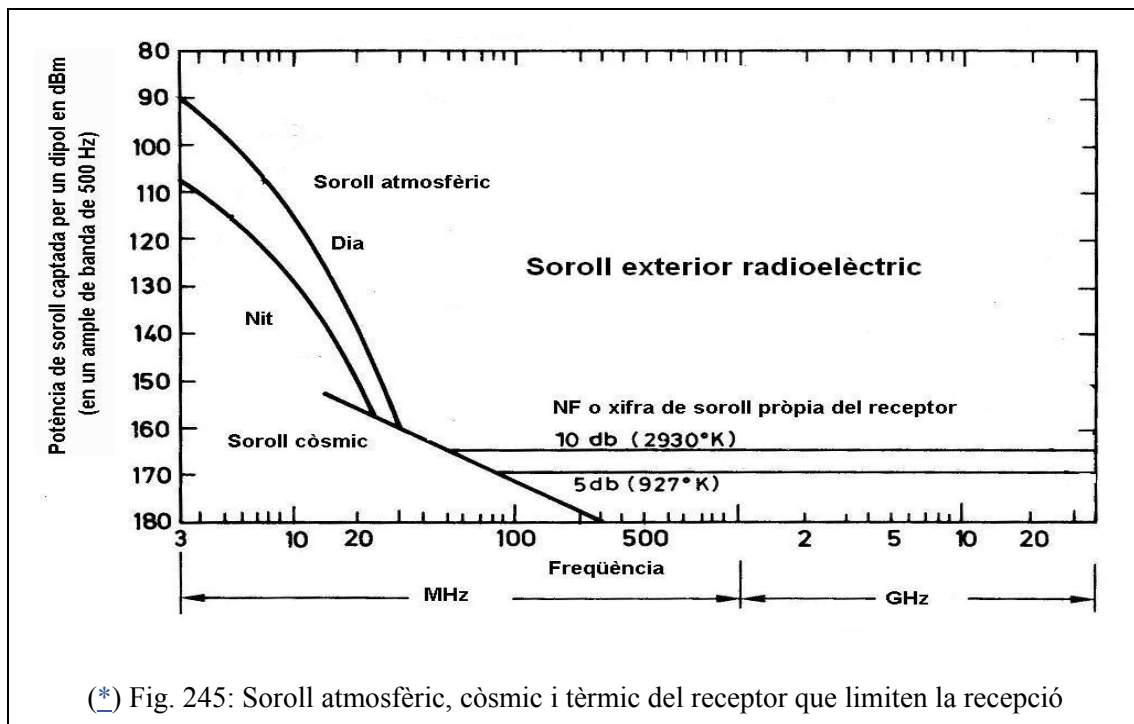
Actualment, la dificultat d'aquestes comunicacions està donant lloc a investigacions per part de nombrosos radioaficionats de tècniques de codificació digitals que permetin rebre senyals rebotats a la Lluna molt per sota del soroll.

7.16 Soroll atmosfèric (tempestes distants)

El soroll atmosfèric és degut principalment a les tempestes elèctriques que contínuament s'estan produint a la superfície terrestre, a causa de l'acumulació d'electricitat estàtica als núvols, de manera que, en descarregar-se en un període de temps molt breu en forma de llampec, generen una intensa emissió d'ones electromagnètiques de gran potència i amb un ampli ventall de freqüències.

7.17 Soroll galàctic

De tot el cosmos, especialment dels quàsars, que se suposa que són galàxies enormes, així com del centre de la nostra pròpia galàxia, ens arriba una intensa emissió de soroll electromagnètic. Aquest soroll es pot captar apuntant l'antena del nostre receptor al cel, especialment per sobre dels 15 MHz i, encara que pot semblar que és un fenomen molest, aquest soroll aporta informació valuosíssima als astrofísics, ja que els permet analitzar la naturalesa dels astres que l'emetem.



7.18 Soroll de fons (tèrmic)

Qualsevol cos calent produeix soroll electromagnètic, tu, jo, una taula... tot, qualsevol cosa que tingui una temperatura superior al 0 absolut (0° Kelvin). Aquest soroll és aleatori, no segueix cap patró de repetició, per la qual cosa està present en totes les freqüències de l'espectre. La potència del soroll generat depèn només de la temperatura de l'objecte que el genera i, per tant, la potència de soroll es pot expressar tant en graus com en decibels:

$$T \text{ (dB)} = 10 \times \log (1 + K/120)$$

on **T** és la temperatura equivalent de soroll en dB i **K** és la temperatura en graus Kelvin.

7.19 Fonaments de la predicció de la propagació

La predicció de la propagació és molt difícil, perquè depèn de tots els factors exposats en aquest tema i molts més. Però sí que ens podem fer una idea o una aproximació de les freqüències màximes utilitzables a cada banda al llarg de cada dia del mes.

Existeixen programes d'ordinador que, mitjançant la introducció de gran quantitat de factors variables, calculen la propagació al llarg de cada dia d'un mes, és a dir, les zones i les freqüències cap a on hi pot haver propagació, amb una certa aproximació per a cada banda de freqüències de l'espectre electromagnètic de HF.

Existeixen també pàgines web consultables que aporten informació en temps real sobre les condicions atmosfèriques i del flux solar per a la propagació, obtinguda d'instal·lacions de sondeig automàtic de la ionosfera,

situades a molts observatoris distribuïts per tot el món. Aquesta informació és molt fiable perquè no és una predicció, sinó que és el resultat obtingut a cada moment de la ionització de cada una de les capes de l'atmosfera terrestre.

TEMA 8: MESURES

8.1 Presa de mesures

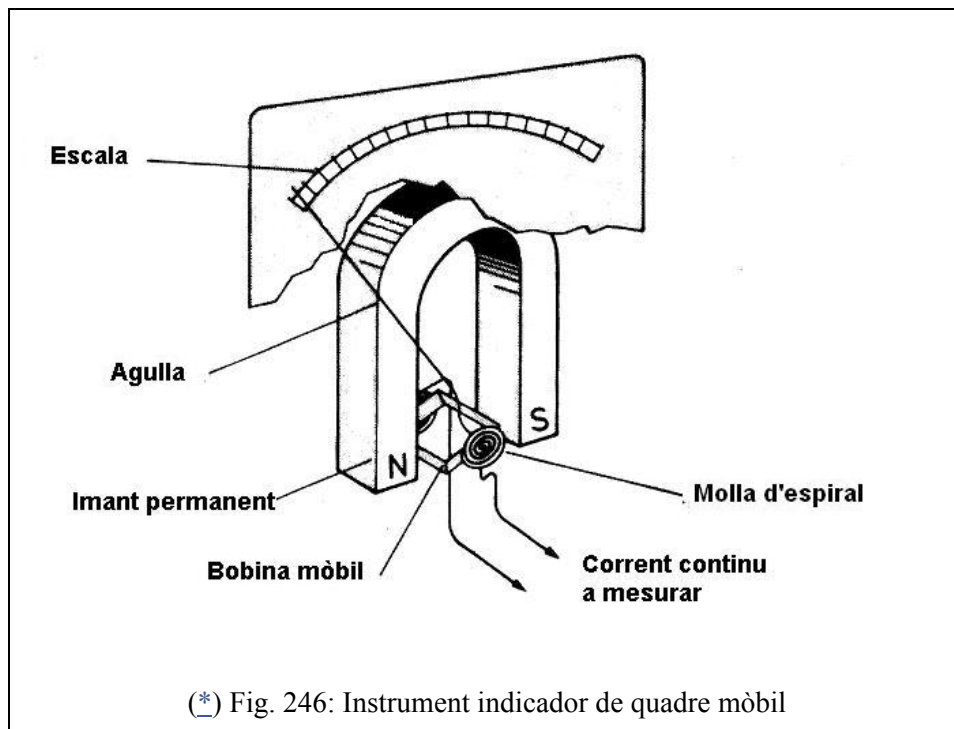
Realitzar una mesura consisteix a obtenir un valor quantitatiu. Realitzar una prova és prendre una sèrie de mesures i obtenir diversos valors quantitatius per veure si un dispositiu funciona satisfactòriament. Per prendre mesures, s'utilitzen aparells que es poden dividir en dos grans grups:

Els instruments de mesura, que són els que prenen les mesures dels nostres dispositius a prova i els generadors de senyals, que són els aparells que usem per injectar als nostres dispositius a prova els senyals necessaris per a comprovar el seu correcte funcionament i, a més, mesurar les seves característiques principals amb els instruments de mesura.

En realitzar mesures es poden cometre errors de diferent índole. Els errors poden ser de disseny, de mesura, provocats per l'entorn de mesurament o personals.

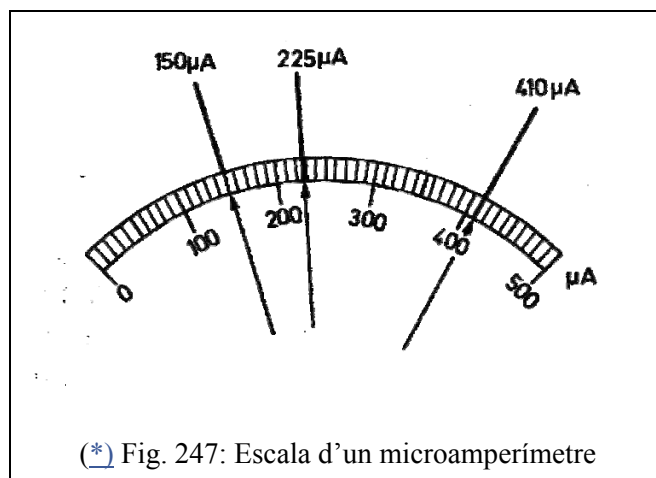
8.1.1 Mesura de corrents i voltatges

Per mesurar el corrent que circula per una branca d'un circuit es pot usar un amperímetre o un mil·liamperímetre connectat en sèrie amb la branca d'interès. L'amperímetre ha de presentar una resistència comparativament molt baixa, per no modificar apreciablement la impedància de la branca a la qual es connecti, i no pertorbar el seu funcionament normal.



Una altra manera de mesurar les característiques d'un corrent és usar un voltímetre connectat en paral·lel a algun element de la branca on es vol mesurar el corrent. El procediment és llegir la diferència de potencial existent entre els extrems d'una resistència o impedància de la branca i, si

coneixem la impedància entre els dos punts de mesura, amb la llei d'Ohm podrem calcular el corrent que circula.



Els voltímetres sempre es col·loquen en paral·lel, mai en sèrie, i han de presentar una impedància molt elevada, en comparació amb la del circuit a mesurar, de manera que no modifiquin apreciablement el corrent que circula pel circuit, una vegada col·locats en paral·lel.

Existeixen dos grans grups, tant d'amperímetres com de voltímetres: els analògics i els digitals. Els analògics ens mostren el resultat a través d'una agulla que indica el valor sobre una escala graduada prefixada. Els digitals donen el valor directament en una pantalla LCD.

A més, normalment els voltímetres i els amperímetres són capaços de llegir tensions i corrents alterns, ja que habitualment contenen els circuits adequats per rectificar el corrent altern i poder estimar el valor eficaç, en la suposició que té forma sinusoidal.

Finalment, existeixen a la venda els anomenats multímetres o polímetres que, com el seu nom indica, són capaços de realitzar mesures de resistències, corrents i tensions en un gran marge d'escala.

8.1.2 Errors de mesura: Influència de la freqüència. Influència de la forma d'ona. Influència de la resistència interna dels mesuradors

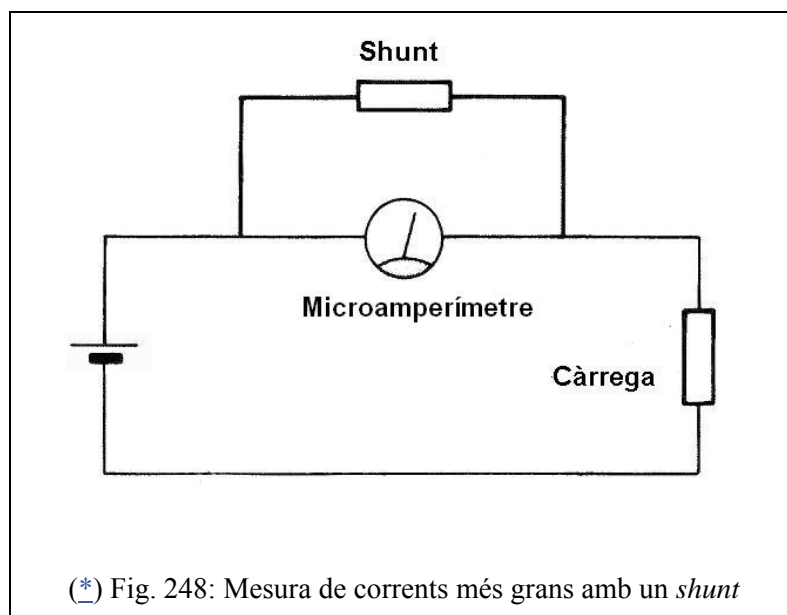
Si intentem utilitzar un voltímetre o un amperímetre de corrent continu per llegir tensions o corrents de senyals alterns, la mesura serà incorrecta perquè l'aparell no podrà seguir les alternances del senyal altern. De tota manera, utilitzant díodes rectificadors (per prendre mesures de tensió i corrent) de corrent altern, es podrà mesurar, però amb limitacions en la freqüència, perquè només podrà prendre mesures vàlides fins una freqüència màxima. A més, si la forma de l'ona no és sinusoidal, també la mesura serà incorrecta.

El més recomanable és prendre les mesures de corrent altern amb oscil·loscopis, de manera que es pugui veure la forma de l'ona i la seva amplitud sense pràcticament cap limitació, perquè avui en dia un

oscil·loscopi pot llegir senyals de freqüències molt elevades i, sens dubte, amb qualsevol forma d'ona.

La resistència interna del mesurador de tensió ha de ser la més elevada possible perquè el corrent que circuli pel mesurador no afecti a la del circuit, i la seva qualitat vindrà donada pel nombre d'ohms per volt de la seva escala de mesura. Els millors instruments analògics no superen els 50.000 ohms/V. Per tant, és preferible utilitzar voltímetres electrònics amb una impedància molt elevada d'entrada i superior a algun milió d'ohms, perquè el corrent que passi pel mesurador sigui com a màxim de l'ordre d'un microamper.

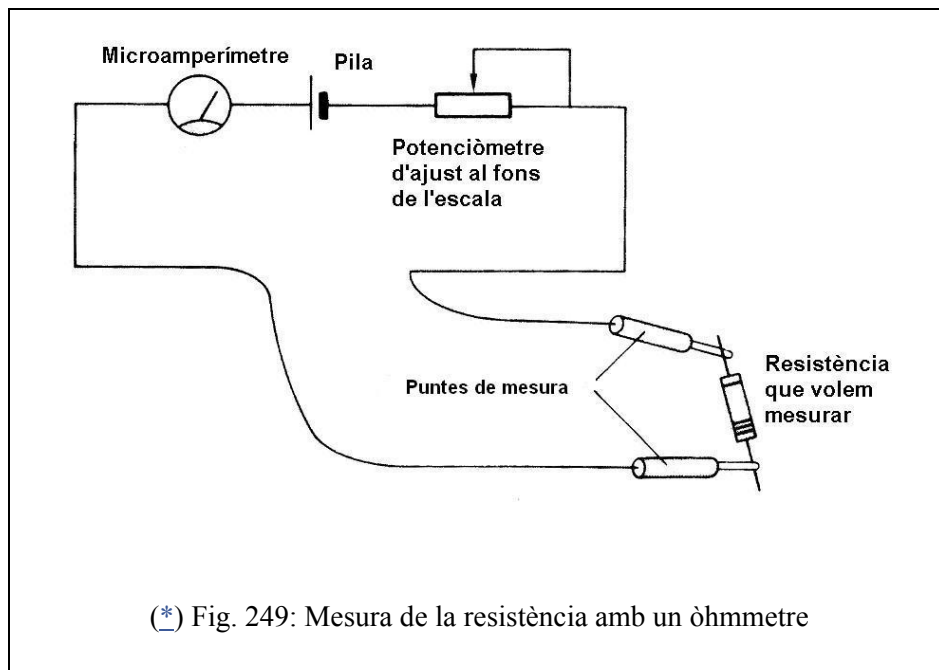
Pel que fa al mesurament de corrent, és important que la sonda a intercalar al circuit tingui una resistència mínima, de manera que la seva intercalació no l'afecti de cap manera. Si volem obtenir una precisió de l'1% en la mesura, lògicament la resistència interna del mesurador de corrent ha de ser inferior a l'1% de la resistència total del circuit al qual volem mesurar el corrent. Per aconseguir mesurar corrents importants amb precisió s'intercalen unes resistències de valor molt reduït, resistències anomenades shunts, per les quals fem passar el 90% o el 99% del corrent a mesurar, de manera que l'instrument ens permetrà lectures x10 i x100 de la seva escala més gran.



(*) Fig. 248: Mesura de corrents més grans amb un *shunt*

8.1.3 Mesura de la resistència

La mesura de la resistència d'un circuit es realitza amb un òhmmetre, el qual disposa d'una bateria interna en sèrie amb el mesurador, perquè proporcioni una tensió a les puntes de prova perquè, en connectar-los als extrems de la resistència, la recorri un corrent que serà proporcional a la resistència del circuit, de manera que podrà reduir la resistència. L'òhmmetre s'ha de connectar als borns de la resistència que es desitja llegir, de manera que quedin en sèrie la bateria, l'indicador i la resistència. Els polímetres també tenen incorporat un òhmmetre.



Quan es llegeixi la resistència d'una part del circuit, aquest ha d'estar desconnectat de l'alimentació i és convenient aïllar la branca a mesurar de la resta del circuit, perquè la mesura sigui correcta.

8.1.4 Mesura de la potència del corrent continu i de la radiofreqüència: Potència mitja. Potència de cresta de l'envoltant

Un wattímetre és l'instrument utilitzat per llegir la potència del nostre circuit. Pren una lectura de la tensió i del corrent eficaç, de manera que en multiplicar-los ens dóna el valor de la potència. Usat per a lectures de corrent continu o altern, ens donarà el valor de la potència eficaç.

Quan modulem un emissor en banda lateral únic, la potència mitja que observem al mesurador no té res a veure amb la potència de cresta de l'envoltant de l'emissió, perquè el mesurador no pot seguir els moviments ràpids de la potència instantània i no pot assolir les crestes de potència, sinó que marca una potència mitja.

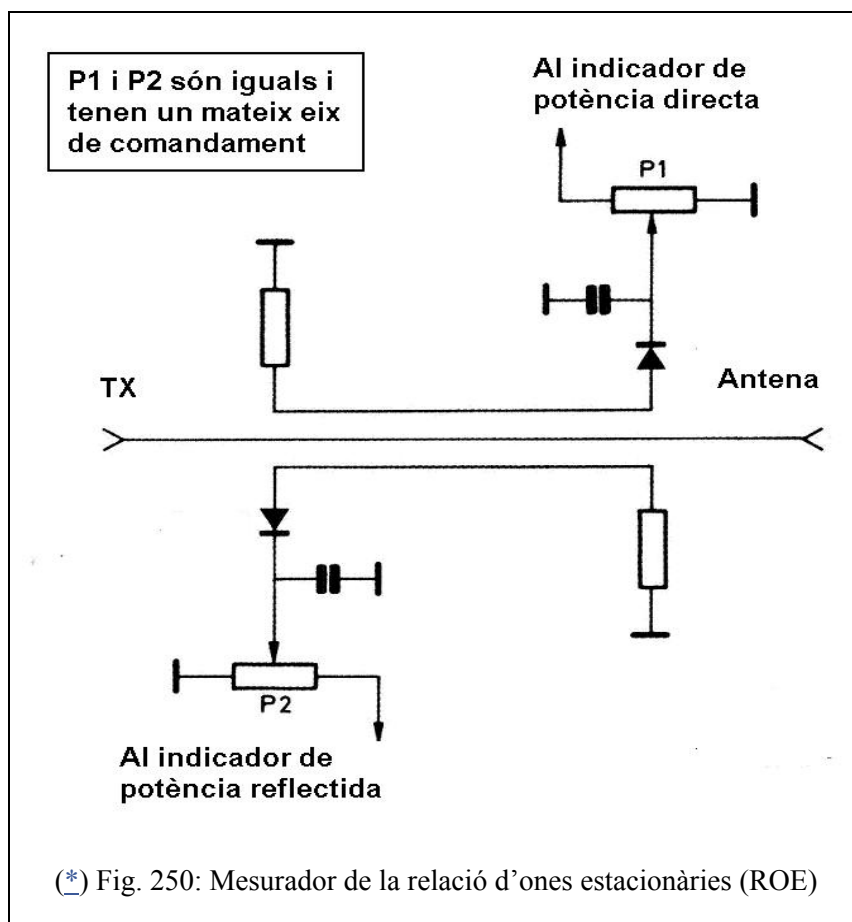
La potència de cresta de l'envoltant és la mitjana de la potència subministrada pel transmissor a la línia d'alimentació de l'antena, durant un cicle de radiofreqüència, pres a la cresta més elevada de l'envoltant de modulació.

Aquesta potència de cresta d'envoltant d'un emissor ve normalment limitada per les tensions i els corrents màxims que poden manejar els amplificadors finals, de manera que un transmissor s'ha d'ajustar perquè la potència de cresta de l'envoltant no intenti superar els esmentats límits i sempre quedi per sota, ja que no només seria perillós per als transistors finals superar-los, sinó que a més la forma de l'ona sofriria un retall que produiria una gran distorsió i espúries.

8.1.5 Mesura de la relació d'ones estacionàries (ROE)

Els mesuradors de ROE consisteixen en dos acobladors direccionals que s'intercalen a la sortida de l'emissor abans de la línia de transmissió, i que mesuren i comparen la potència que va en el sentit de l'emissor cap a l'antena i també mesuren la potència que torna reflectida des de l'antena cap a l'emissor.

Normalment consisteixen en dues línies paral·leles al conductor central d'un cable coaxial, mitjançant les quals es prenen dues mostres dels corrents que circulen en els dos sentits, es rectifica cada una d'elles amb un díode i es mostren en un instrument de mesura. Amb aquestes dues lectures, podem comparar la magnitud de la potència directa i de la reflectida i deduir la Relació d'Ones Estacionàries ROE.



També s'utilitzen els anomenats wattímetres direccionals, que mesuren la potència mitja efectiva que circula en ambdues direccions i la mostren en un indicador de doble agulla.

8.1.6 Mesura de la forma d'ona de l'envoltant d'un senyal de RF

Per poder veure la forma d'ona d'un senyal modulad o d'un senyal sense modular, l'instrument apropiat és un oscil·loscopi. L'oscil·loscopi disposa d'un tub de raigs catòdics amb un feix d'electrons que es mou per l'atracció electrostàtica de dos jocs de plaques: les plaques verticals controlen la

deflexió horitzontal i estan comandades per una base de temps ben cronometrada. Les plaques horitzontals, estan connectades al senyal a mesurar i desvien el feix verticalment, per la qual cosa a la pantalla fluorescent s'observa l'evolució temporal del senyal.

L'eix horitzontal representa les unitats de temps i l'eix vertical representa l'amplitud del senyal. Ambdós eixos es poden ajustar a l'escala de temps i tensió que vulguem, de manera que podem utilitzar l'oscil·loscopi per veure senyals d'amplituds grans o petites, des de mil·livolts fins a desenes de volts. L'eix temporal, és a dir, la desviació controlada per una base de temps, es pot ajustar des de nanosegons fins a segons, de manera que podem veure senyals de freqüències molt petites o molt grans, des de tensió contínua fins a cents de Megahertz.

Per aconseguir una visió estable de la traça del senyal a la pantalla, és necessària la sincronització de la base de temps amb el senyal a mesurar, per mitjà d'un sincronitzador de tret que inicia cada cicle de la base de temps al mateix temps que s'inicia el senyal a mesurar.

Existeixen tant oscil·loscopis analògics com digitals, en els quals el senyal ha estat prèviament digitalitzat, cada un amb els seus avantatges i inconvenients.

8.1.7 Mesura de la freqüència

Un freqüencímetre és aquell instrument que ens dona informació de quantes vegades es repeteix el nostre senyal en la unitat de temps, dit d'una altra manera, ens indica la freqüència en hertzs del nostre senyal.

Normalment el freqüencímetre consisteix en un comptador digital que compta el nombre de cicles a cada unitat de temps, basada en un generador de freqüència interna de gran precisió (normalment termostatat) que proporciona la base de temps necessària per iniciar i acabar el recompte.

Per mesurar la freqüència també es pot utilitzar un analitzador d'espectres que ens mostra en una pantalla un eix horitzontal en el qual es representa la freqüència i un eix vertical on es representa la potència o la tensió. Un analitzador d'espectres és molt útil, perquè si tenim un senyal que no és un sinusoide pur, podrem veure en quantes freqüències harmòniques presenta energia i l'ample de banda que ocupa. Un freqüencímetre només ens aportarà informació de la freqüència si li introduïm una ona sinusoïdal pura o, en alguns casos, polsos quadrats.

8.1.8 Mesura de la freqüència de ressonància

Un dipmeter o mesurador per mínim de reixa és l'instrument que s'usa per mesurar freqüències de ressonància. Consisteix en una bobina captadora i un condensador variable que formen un oscil·lador de RF. Quan es vol saber la freqüència de ressonància d'un circuit ressonant L-C, se li apropa la bobina captadora del dipmeter que genera una oscil·lació, sintonitzada per un condensador variable amb una escala graduada, al qual se li varia la

seva capacitat fins que al mesurador es troba una absorció o una disminució del corrent de l'oscil·lador.

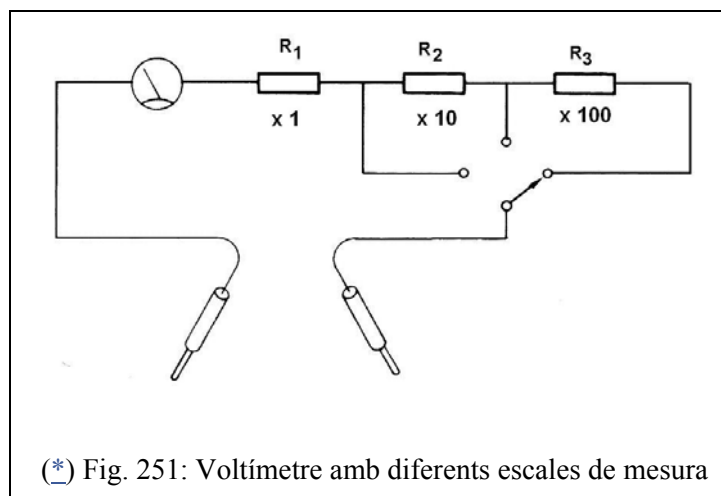
Aquest dip de corrent (d'allà el seu nom) indica que hem passat pel punt de ressonància del circuit ressonant L-C a mesurar, ja que ha absorbit energia del nostre circuit oscil·lant acoblat del dipmeter. La freqüència apareix indicada a l'escala corresponent a cada bobina captadora, marcant la freqüència de ressonància a la qual s'ha produït l'absorció. Existeixen dipmeters automàtics i manuals.

8.2 Instruments de mesura

8.2.1 Mesures amb un polímetre

Com hem explicat anteriorment, un polímetre és un instrument que ofereix funcions de voltímetre, d'amperímetre i d'òhmmetre.

Quan anem a usar-lo, el primer que hem de fer és seleccionar la funció que desitgem i ajustar la seva escala. Si desitgem llegir senyals que sabem que seran de l'ordre de, per exemple, mil·livolts, hem d'ajustar l'escala a mil·livolts. Si no sabem la magnitud del senyal que llegirem, l'ajustarem a l'escala de màxima lectura i, a partir d'allà, anirem reduint-la fins a obtenir un valor prou precís. El sistema és el mateix per mesurar els corrents i les resistències.



En llegir tensions o resistències els connectors es connectaran en paral·lel al circuit. Per llegir corrents es connectaran en sèrie al circuit.

8.2.2 Mesura de potència de RF

Existeixen tal varietat de dispositius per mesurar la potència en un circuit que no és possible donar unes directrius generals, ja que dependrà de cada dispositiu. N'hi ha incorporats al propi transmissor, n'hi ha d'externs com ara wattímetres, o mesuradors de ROE, etc.

El que sí que és indispensable tenir en compte és que totes les mesures de potència en RF s'han de realitzar amb l'amplificador o transmissor connectat a una càrrega artificial, capaç de resistir i dissipar la potència estimada de l'amplificador de potència a mesurar.

Si les mesures les fem connectant-lo a una antena, no podrem assegurar que la seva impedància real sigui de 50 ohms, que és la impedància especificada normalment per a transmissors i amplificadors lineals i, per tant, que els valors llegits siguin correctes.

8.2.3 Utilització d'un reflectòmetre (mesurador de ROE)

L'instrument es col·loca intercalat entre el transmissor i la línia de transmissió connectada a l'antena. La mesura es realitza senzillament col·locant el commutador de l'instrument en lectura de potència de sortida directa de manera que llegirem la potència des del transmissor cap a la càrrega (antena) i ajustem la lectura al fons de l'escala de l'instrument.

Després es canvia el commutador a lectura de potència reflectida per comprovar la fracció de la potència tornada per l'antena i l'instrument ens indicarà el percentatge relatiu de potència reflectida i el valor de la ROE o Relació d'Ones Estacionàries corresponent a aquest percentatge.

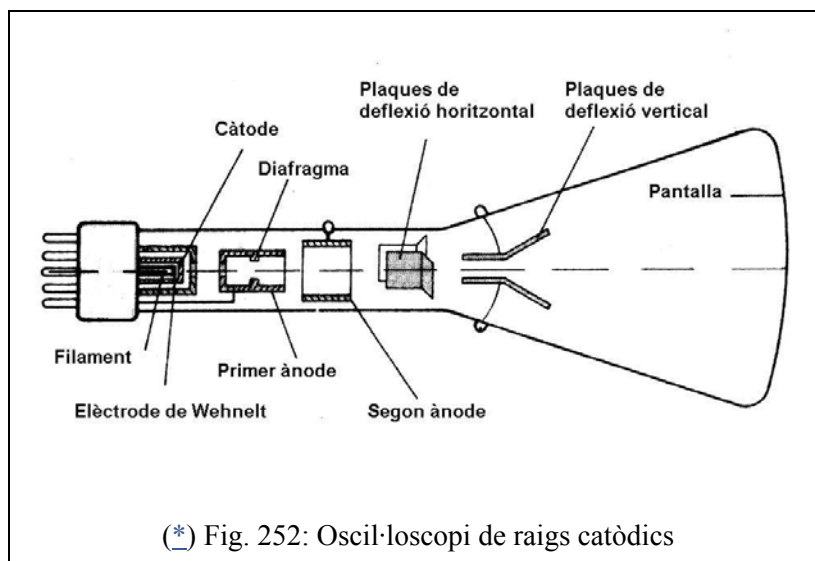
8.2.4 Mesures amb un freqüencímetre

Tan sols s'ha d'introduir una mostra del senyal que es desitja mesurar a l'entrada del freqüencímetre i ajustar l'escala. Normalment, el freqüencímetre consisteix en un comptador digital que compta el nombre de cicles en cada unitat de temps, basant-se en un oscil·lador patró intern de gran precisió (normalment termostatat) que proporciona la base de temps necessària per iniciar i acabar el recompte.

Hem d'anar amb compte amb la potència de RF subministrada al freqüencímetre, ja que normalment no s'han d'ultrapassar els 10 mil·livats de potència.

8.2.5 Realització de mesures amb un oscil·loscopi

Un oscil·loscopi té uns borns i connectors d'entrada, els quals es connecten de manera idèntica als d'un voltímetre i que passen els senyals a mesurar als amplificadors d'escombrada vertical.



(* Fig. 252: Oscil·loscopi de raigs catòdics

La immensa majoria dels oscil·loscopis digitals actuals disposen d'un botó anomenat PRESET que ajustarà de manera automàtica l'escala temporal i de tensió a la freqüència i amplitud del senyal.

D'altra banda, normalment disposen d'un sincronitzador SYNC de tret que enclava l'escombrada horitzontal al senyal entrant per estabilitzar la traça del senyal a la pantalla.

Els oscil·loscopis vénen amb deu divisions a cada eix, de manera que, si s'ajusta la tensió i la base de temps, aquest s'ajusta en X volts/div i Y segons/div. Això significa que cada divisió de cada eix representa X volts i Y segons. Així és molt fàcil saber els valors de tensió i de període del nostre senyal.

A més, alguns oscil·loscopis presenten funcions de càlcul de certs paràmetres que ens calcularan tensions, freqüències, períodes, etc.

Si l'oscil·loscopi no disposa d'un comandament PRESET que preajusta l'amplitud i la freqüència d'escombrada automàticament, haurem d'ajustar manualment l'escala d'amplificació a l'amplitud a mesurar i la base de temps a un submúltiple de la freqüència del senyal, segons el nombre d'ones completes que vulguem veure a la pantalla.

Finalment, un oscil·loscopi presenta habitualment una impedància d'uns quants Megohms, de manera que, a la pràctica, no alterarà el circuit en ser connectats els cables de prova en paral·lel.

8.2.6 Realització de mesures amb un analitzador d'espectre

L'analitzador d'espectre analitza el senyal al domini de la freqüència, de manera que indica com es reparteix la potència del senyal al llarg de l'eix de freqüències entre la freqüència fonamental i els components harmònics del senyal.

És molt útil per analitzar senyals complexos, senyals que tenen energia a diferents freqüències, com per exemple senyals sinusoidals distorsionats que presenten gran quantitat d'harmònics, així com emissions espúries d'oscil·ladors i transmissors en general.

Un analitzador d'espectres presenta una baixa impedància d'entrada, típicament de 50 ohms (alguns amb possibilitat de commutar 75 ohms). Això és així perquè es pugui substituir l'antena per un analitzador d'espectres i saber quina és la potència lliurada a la càrrega. Els analitzadors especifiquen quina és la potència màxima a la qual pot ser sotmès i, per tant, si superem aquesta potència hem d'usar atenuadors.

8.2.7 Realització de mesures amb un ondàmetre

Els ondàmetres són instruments totalment passius que funcionen absorbint una petita fracció del senyal a mesurar per mitjà d'un circuit ressonant LC i un díode detector que la rectifica i ens permet veure la petita tensió generada en un instrument indicador molt sensible.

Normalment, s'utilitzen per a verificar el funcionament dels emissors a les seves diverses etapes. Un ondàmetre ens pot donar mesures de longitud d'ona que poden traduir-se sense problemes a mesures de freqüències aproximades.

8.3 Generadors de senyals

Per ajustar els aparells i veure el seu comportament a diferents freqüències, cal utilitzar generadors de senyals, dels quals la característica més important és la puresa del senyal sinusoidal generat, perquè tingui el menor soroll de fase i la menor quantitat d'harmònics. Es divideixen en dos grans grups, segons generin senyals d'àudio o senyals de radiofreqüència.

8.3.1 Els generadors de senyals de baixa freqüència

Normalment s'utilitzen per a l'anàlisi del comportament dels circuits i amplificadors en freqüències d'àudio (B.F. o baixes freqüències) i, en conseqüència, generen senyals sinusoidals de freqüències entre 1 i 200.000 Hz. Generalment s'utilitzen per comprovar la resposta dels circuits a senyals de tot tipus.

També són capaços de generar ones quadrades i ones triangulars, les quals consisteixen en una rampa de pujada lenta i una baixada brusca. La resposta dels circuits a aquests senyals es comprova i observa en un oscil·loscopi.

8.3.2 Els generadors de senyals de R.F.

Són generadors que cobreixen diverses bandes de freqüències i que poden ser simples oscil·ladors analògics amb sortides de nivell ben calibrat, encara que poden estar o no equipats amb un freqüencímetre digital, però en general els analògics ja estan pràcticament en desús per a instrumentació, doncs els generadors més moderns són gairebé tots de síntesi digital directa o DDS (*Direct Digital Synthetizers*).

Per a certes proves senzilles, és suficient la RF generada per un mesurador per mínim de reixa o dipmeter, descrit en el punt 8.1.8

8.3.3 Els ponts d'impedància i de soroll

Un pont d'impedàncies és un instrument passiu que ens permet mesurar la resistència i reactància d'una antena per mitjà d'un mil·liamperímetre molt sensible, en el qual es busca una lectura mínima de la tensió rectificada de RF quan el pont està equilibrat, perquè les impedàncies a les dues branques, la coneguda i la desconeguda, son iguals.

Disposa d'un potenciòmetre variable que permet determinar la resistència real entre 10 i 200 ohms i d'un condensador variable que ens permet trobar la reactància del circuit, normalment en una escala entre 10 i 400 ohms.

Quan el pont està equilibrat havent buscat la lectura mínima a l'instrument de mesura, la posició dels comandaments del potenciòmetre i del condensador en una escala calibrada ens permet deduir la resistència i la reactància inductiva o capacitiva present a l'antena.

Com l'instrument és totalment passiu, normalment es necessita disposar també d'una font de RF, que normalment procedeix d'un generador de RF, però ens serveix perfectament el petit senyal generat per un mesurador per mínim de reixa (dipmeter) per activar-lo.

Un pont de soroll és una versió millorada del pont d'impedàncies, ja que incorpora el seu propi generador, consistent en un generador de soroll de

banda ampla que cobreix tota la gamma d'HF i l'instrument de mesura és el nostre propi receptor.

El pont s'ajusta movent el potenciòmetre i el condensador d'ajust de la mateixa forma que amb el pont d'impedàncies, però buscant el mínim soroll del generador captat pel receptor a la freqüència a la qual volem mesurar l'antena. En aquest punt les posicions dels dos comandaments ens proporcionaran la resistència i la reactància de l'antena igual que amb el pont d'impedàncies.

TEMA 9: INTERFERÈNCIES I IMMUNITAT

9.1 Interferències a equips electrònics: La compatibilitat electromagnètica

Per evitar que les nostres emissions afectin equips electrònics hem de prendre tot tipus de precaucions i especialment han de complir tots certes normes que consisteixen en demostrar que no generem senyals d'un nivell excessiu. Aquesta prova que s'anomena d'homologació de compatibilitat electromagnètica els exigeix passar per unes proves d'homologació que a la Unió Europea es demostren per l'obligació d'ostentar les lletres CE al xassís de l'equip.

9.1.1 Bloqueig en recepció

El bloqueig d'un receptor pot produir-se quan un senyal no desitjat, en una freqüència pròxima a aquella que volem rebre, té una amplitud tal que arriba a saturar algun pas amplificador i redueix l'amplificació dels senyals febles que volem escoltar, produint una disminució del senyal desitjat, de forma que ens dificulta la seva recepció.

La resistència al bloqueig d'un receptor es mesura pels decibels relatius que ha de tenir un senyal no desitjat en una freqüència 20 kHz per sobre o per sota del senyal que desitgem captar i en el qual produeix una disminució en 3 dB del senyal sintonitzat i desitjat.

Un receptor de bona qualitat ha de tenir un rang dinàmic de bloqueig superior als 90 dB, és a dir, no ha d'afectar a la recepció del senyal desitjat cap altre senyal 90 dB més fort i que es trobi a ± 20 kHz de l'estació que desitgem rebre.

9.1.2 Interferències als senyals desitjats

El nostre equip en condicions de funcionament normal estarà preparat per rebre certs senyals en determinades freqüències, però tot i així pot veure's afectat per altres senyals de diferents freqüències i magnituds, que li produeixen efectes no desitjats i que poden provenir del propi equip, tals com a soroll intern, espúries de l'oscil·lador o oscil·ladors locals, deficient rebuig del senyal imatge, bloqueig per sobrecàrrega, intermodulacions, distorsions d'àudio o un funcionament estrany i no desitjat, etc.

La font d'interferència també pot ser exterior i procedir de qualsevol altre equip electrònic, tal com vam veure en un tema anterior. Si no és possible eliminar-la a la font o a l'equip al qual es genera, el primer que hem de fer és allunyar tot el possible l'antena de l'equip receptor de la font de la interferència. A més també existeixen altres solucions com ara un blindatge que impedeixi l'entrada directa al receptor, l'ús de filtres als cables d'alimentació, les preses de terra comunes, els limitadors de sorolls elèctrics, etc.

9.1.3 Intermodulació

Les interferències per intermodulació (IMD) es produeix quan dos senyals travessen un sistema (normalment un amplificador) que no és perfectament lineal. En donar-se aquesta situació, a la sortida, a més dels dos senyals entrats, apareixen una sèrie de combinacions d'aquests dos senyals, produïts tant per la barreja d'elles dues, com per la barreja de cada una d'elles amb els harmònics de l'altra.

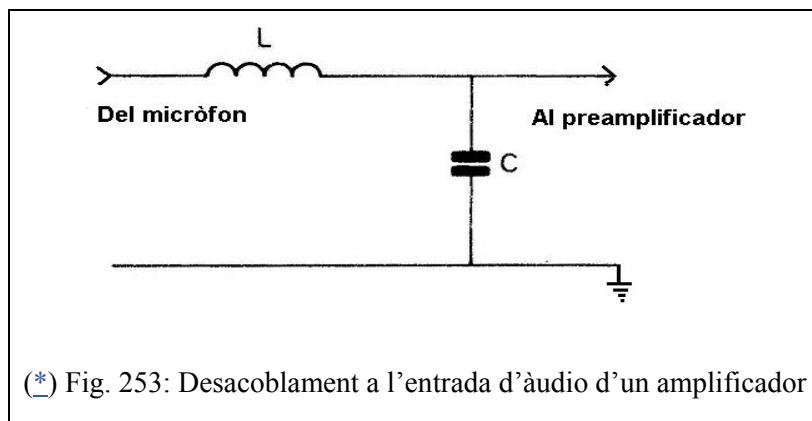
En un sistema d'àudio, l'amplificador treballa dins d'uns límits dins dels quals es considera que és bastant lineal, encara que mai cap amplificador no n'és perfectament lineal. Així doncs, dos senyals de suficient potència a la seva entrada sempre poden arribar a provocar que l'amplificador deixi de treballar a la zona lineal i així produir productes d'IMD que sonen desagradables a l'oïda i que anomenem distorsió.

En un receptor de ràdio, la intermodulació pot produir-se en radiofreqüència, generant-se senyals o productes de tercer ordre de la barreja de dos senyals en freqüències que apareixen justament a la freqüència en la qual intentem escoltar una estació feble. La mesura de la intermodulació ens la donarà l'amplitud relativa dels dos senyals que generen finalment un senyal apreciable d'intermodulació en una freqüència aparentment buida anteriorment.

Un bon receptor ha de tenir una resistència a l'IMD superior a 90 dB, amb la qual cosa volem dir que els senyals no desitjats han de tenir almenys una amplitud relativa superior en 90 dB respecte al llindar de sensibilitat del receptor, abans de generar un producte no desitjat de tercer ordre en una freqüència aparentment buida.

9.1.4 Detecció en circuits d'àudio

En qualsevol equip de música, les interferències solen arribar de manera conduïda, és a dir, han estat captades pels cables que entren a l'equip. Això significa que poden arribar a través dels cables d'alimentació o dels cables dels altaveus o del micròfon o els dels controls si n'hi haguessin. Si això fos així, s'hauran de col·locar condensadors de desacoblament a cada cable, filtres de desacoblament a l'entrada dels cables d'alimentació, cables d'àudio blindats amb condensadors de desacoblament per eliminar la radiofreqüència, però sempre mirant de no pertorbar la resposta plana a les audiofreqüències.



(* Fig. 253: Desacoblament a l'entrada d'àudio d'un amplificador

9.2 Causes de les interferències en equips electrònics

Les causes principal de les interferències als equips electrònics es poden classificar en dos grans grups: Les degudes a la gran intensitat del camp de l'emissor al lloc inadequat i les degudes a la mala protecció o la desprotecció total dels equips interferits que es veuran al punt 9.3. Examinarem cada una d'elles a continuació.

9.2.1 Intensitat de camp del transmissor

Abans hem parlat d'equips que eren víctimes d'interferències no desitjades. Perquè un equip rebi una interferència, hi ha d'haver un altre equip que les produeixi. El nostre equip, com a transmissor de ràdio, produirà intensos camps electromagnètics que han de ser radiats per l'antena i, si aquests camps són massa potents, podrien produir interferències en altres equips que no estiguessin preparats per suportar-los.

La millor precaució és que les antenes emissores estiguin allunyades al màxim possible dels equips que puguin ser afectats per la seva emissió i de manera que radiïn tota la seva energia a l'antena, com ha de ser, mitjançant una bona adaptació a la línia de transmissió. Hem d'assegurar-nos per tant que tota la radiació s'efectuï només a l'antena i no es produeix radiació per la línia de transmissió, especialment a l'interior dels edificis i de la pròpia estació.

Si la línia de transmissió instal·lada és una línia balancejada, és possible que sigui ressonant o formi part de l'antena o que presenti una gran ona estacionària a la línia, com succeeix habitualment amb les antenes G5RV i les antenes Windom alimentades amb línia d'escaleta. En aquest cas, al llarg de la línia paral·lela, hi pot haver grans tensions de RF molt superiors a les d'una línia aperiòdica ben adaptada (normalment un cable coaxial), tensions que poden afectar aparells electrònics simplement per proximitat. En cas de produir fortes interferències, ens haurem de plantejar canviar a algun tipus d'antena que pugui alimentar-se amb cable coaxial.

En els equips amb línia de transmissió coaxial, ens hem d'assegurar que no circula cap corrent de RF per l'exterior del coaxial o d'un mode comú al cable interior i exterior, independent de la RF que transporta al seu interior. Per a això és recomanable col·locar baluns d'algun tipus que cancel·lin aquests corrents al punt d'alimentació de l'antena. Per a freqüències superiors a 10 MHz, és molt fàcil construir xocs de RF eficaços que impedeixin aquest corrents, enrotllant simplement el cable coaxial amb unes 10 voltes d'uns 15 cm de diàmetre just al costat del punt d'alimentació de l'antena. També aquests corrents exteriors poden produir-se a les antenes verticals i s'han d'evitar de la mateixa forma. Per a freqüències més baixes, serà imprescindible utilitzar als cables coaxials xocs fets amb anells de ferrita d'alta permeabilitat, perquè bloquegin aquests corrents exteriors.

9.2.2 Radiacions espúries del transmissor

Un transmissor hauria d'emetre tan sols les freqüències per a les quals ha estat dissenyat. Tanmateix, també podria produir altres senyals anomenats espúries, que són les emissions de senyals no essencials o no desitjades, com per exemple les oscil·lacions espúries dels oscil·ladors locals o sintetitzadors, els harmònics de la freqüència portadora, els productes d'intermodulació produïts per la manca de linealitat dels seus amplificadors i oscil·lacions paràsites d'alguns passos amplificadors i hem de prendre precaucions perquè es redueixin a un nivell mínim, molt per sota de la nostra transmissió principal.

Normalment aquestes precaucions consisteixen en la utilització de filtres passabaix a la sortida del transmissor i, en casos molt especials, en filtres passabanda, que només deixin passar els senyals emeses dins de la banda que treballem.

9.2.3 Influències no desitjables sobre l'equip

Les vies d'entrada d'interferències al nostre equip poden ser molt diverses, encara que la principal és la pròpia antena. Si l'etapa d'entrada no és de bona qualitat i no filtra prou, podem captar les interferències capturades per la nostra pròpia antena. Això es comprova fàcilment si la interferència desapareix en desconnectar l'antena.

Totes les connexions exteriors que utilitzen cables no apantallats són com antenes que captaran ones electromagnètiques que propagaran la interferència cap al nostre receptor. D'altra banda, els cables no apantallats han d'estar degudament desacoblats per mitjà de condensadors que derivin a massa qualsevol radiofreqüència.

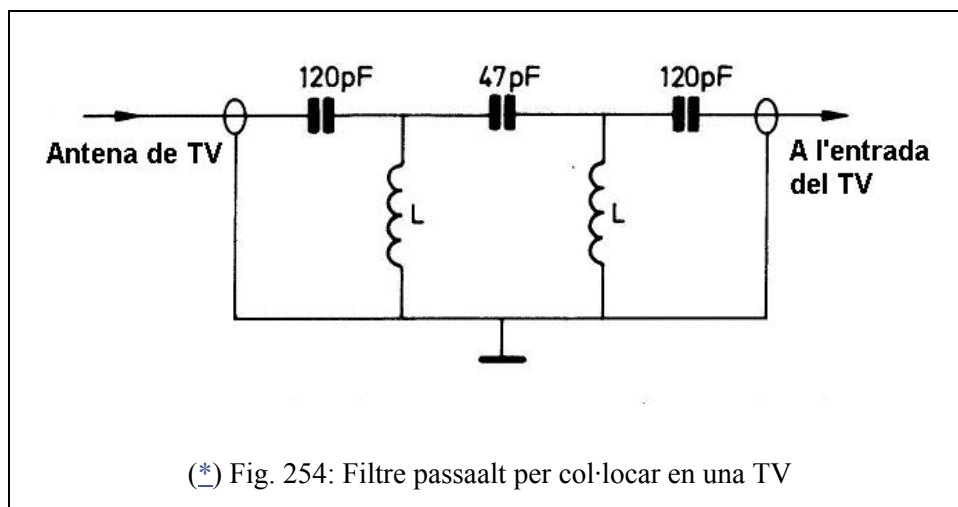
Una altra via d'entrada és la captació directa. Si el nostre equip està sota la influència d'un camp electromagnètic prou potent, el nostre equip resultarà afectat podent deixar de treballar amb normalitat. L'única solució serà apartar-se de la font d'interferència o eliminar-la.

Fins i tot els cables apantallats coaxials poden arribar a captar radiofreqüència en una manera anomenada comuna, que consisteix en la radiofreqüència captada per l'exterior de la malla del coaxial, que només pot evitar-se col·locant xocs de ferrita que impedeixin la seva circulació per l'exterior del cable.

9.3 Mesures contra les interferències. Filtrat. Desacoblament. Blindatge i apantallament. Xocs de ferrita

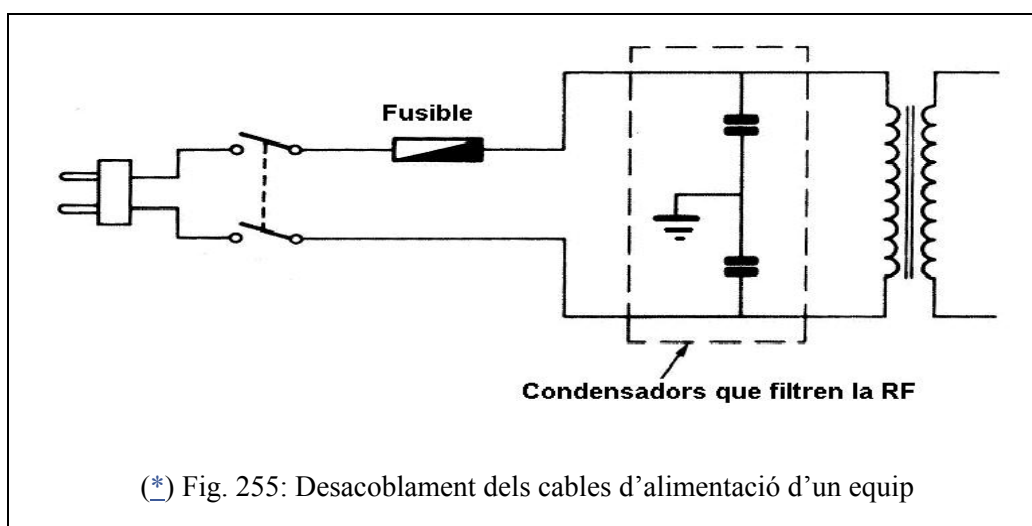
El filtrat de senyals només permet simplement el pas de certs senyals en funció de la seva freqüència i evita el pas o, com a mínim, atenua els senyals que es consideren no desitjables. És útil per evitar interferències conduïdes.

Com ja hem vist anteriorment en altres apartats, existeixen filtres passabaix, passaalt, passabanda i de rebuig de banda que tenen precisament aquesta funció.



En l'operació de concursos multioperador-multibanda, quan transmeten diverses estacions simultàniament, emetent cada una en una banda diferent, és indispensable l'ús de filtres passabanda que impedeixin l'entrada del senyal de l'operador veí per captació directa d'una antena a l'altra, encara que estiguin allunyades.

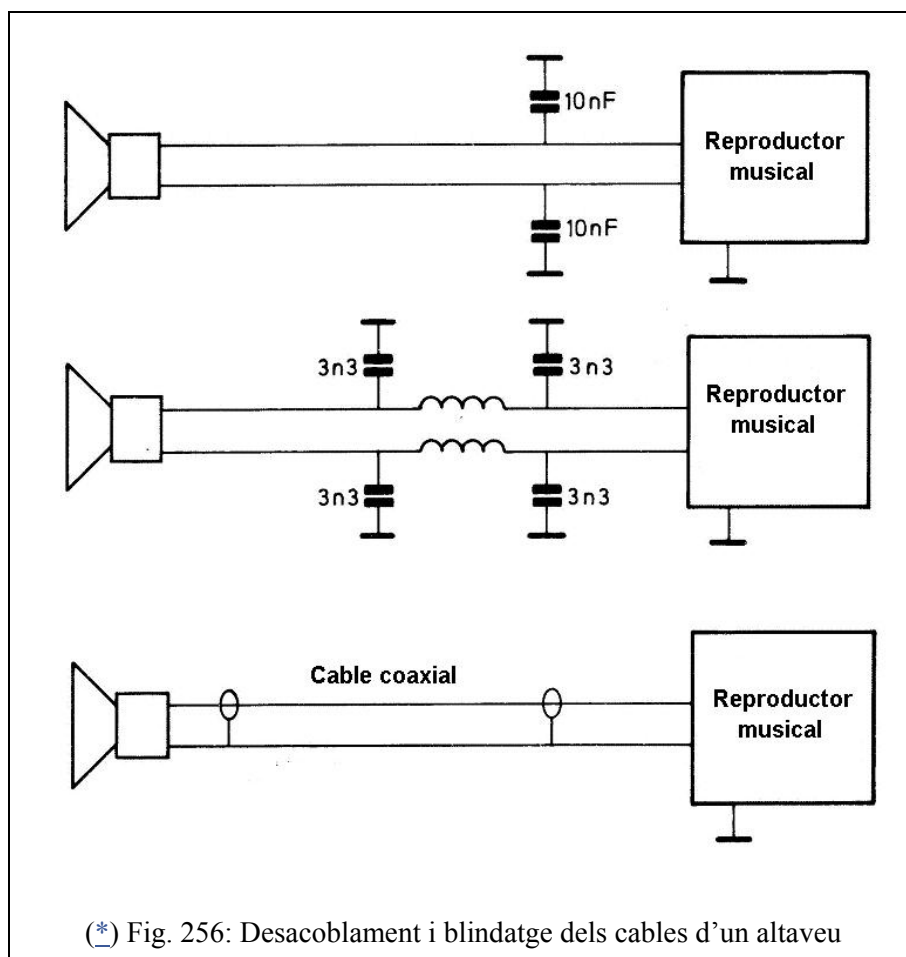
El desacoblament de tots els cables que arriben als equips, excepte l'antena, està basat en l'ús de condensadors en paral·lel connectats a massa, que estan destinats a evitar que l'equip introdueixi RF pels cables de connexió a la xarxa elèctrica, i viceversa, de manera que no puguin ser captades interferències de RF a través dels cables que el connecten a la xarxa d'alimentació.



És important evitar interferències conduïdes per cables i és també de la màxima importància utilitzar-los als cables que connecten altaveus i micròfons d'àudio.

El blindatge o apantallat impedeix que s'emetin o rebin interferències radiades des de o cap al nostre equip. El blindatge atenua de forma molt

important el pas dels camps elèctrics a l'exterior de l'aparell emissor. El més important és que emboliqui completament al presumpte emissor, obligant a que la radiofreqüència surti únicament per l'antena emissora, des d'on serà correctament radiada. De tota manera, es procurarà que tots els cables que surten a l'exterior equipin el seu corresponent condensador de desacoblament i algun tipus de xoc per evitar la sortida de RF a l'exterior.



També modernament s'utilitzen molt xocs d'anells de ferrita col·locats a l'exterior dels cables que connecten entre si els diferents aparells, ja sigui col·locant les ferrites embolicant els conductors de manera que impedeixen el pas de la RF per tots els conductors alhora, o, fins i tot si és necessari, enrotllant els conductors en un nucli toroidal de ferrita per augmentar la inductància del xoc en manera comuna i evitar la seva propagació.

Aquests xocs que eviten els corrents de RF, que es denominen en "manera comuna", perquè afecten de la mateixa manera als dos conductors, són especialment importants a les baixades de cable coaxial per impedir que l'exterior de la malla del cable coaxial es comporti com un captador d'energia de RF que pot afectar el propi equip transmissor i produir realimentacions i distorsions no desitjades en l'emissió.

TEMA 10: SEGURETAT

El radioaficionat és responsable de la seguretat a la seva estació i a la instal·lació de la seva antena i no pot permetre's córrer cap risc per a ell i per a tota la seva família.

10.1 Efectes del corrent elèctric al cos humà. Tensions i corrents perillosos

Una persona s'electritza quan el corrent elèctric passa pel seu cos o parts del seu cos, la qual cosa, depenent de la seva intensitat, pot produir-li tota classe d'efectes perillosos, que poden arribar a l'electrocució o a la mort pel pas del corrent.

Entre els efectes importants que produeix el pas del corrent, trobem els següents:

-Tetanització, que significa la contracció i el moviment incontrolat dels músculs del cos pels quals passa el corrent i que, generalment, ens impedeix deixar anar l'element conductor que ens ha comunicat la descàrrega elèctrica.

-Cremades a les zones de contacte i de pas, a causa de l'increment brusc de la temperatura de les zones per les quals passa el corrent, especialment la pell, que pot arribar a carbonitzar-se.

-Asfíxia, quan el pas del corrent pel cos afecta el funcionament del centre de control respiratori i paralitza totalment la respiració, el que pot arribar a ser causa de mort.

-Fibril·lació ventricular del cor, que perd el seu moviment sincronitzat i regular i es mou de forma anàrquica, deixant d'enviar sang a tots els òrgans del cos, efecte que es converteix en mortal si en pocs minuts el cor no recupera la seva funcionalitat.

Corrents perillosos

Els efectes del corrent elèctric depenen de la intensitat del corrent que circula pel cos i aquesta al seu torn depèn de la resistència del cos humà, però aquesta resistència és molt variable d'una persona a una altra i del tipus de corrent aplicat, si és altern o continu.

El llindar de percepció del pas d'un corrent elèctric altern és molt baix i es considera com a llindar de percepció el pas d'un corrent altern de 0,5 mA. En canvi, el corrent continu només es percep quan varia la intensitat, principalment al contacte i a la desconexió del corrent, ja que no es nota el seu pas constant excepte pels efectes tèrmics de la seva circulació. Per tant, el llindar de percepció és superior i s'estima en 2 mA.

Un problema addicional és el de la tetanització, ja que impedeix el funcionament normal del reflex de deixar anar un cable o un conductor en

percebre la descàrrega. Aquesta tetanització es considera que es produeix ja en corrent altern a partir de 10 mA.

En canvi, el llindar de fibril·lació pot produir-se a partir de 100 mA si el corrent es manté durant un temps superior a 5 segons, encara que es considera que la probabilitat és només del 5% a aquesta intensitat de 100 mA, mentre que és del 50% a partir d'un corrent de 200 mA i superiors.

Tensions perilloses

Encara que ja sabem que els corrents són els causants dels efectes de l'electrificació, també sabem que, en complir-se la llei d'Ohm, els corrents varien d'acord amb la tensió aplicada i la resistència que oposi el cos humà. La relació entre la intensitat i la tensió no és lineal, ja que la resistència del cos humà varia amb la tensió de contacte. I no només depèn de la resistència del cos, sinó també de la trajectòria del corrent pel cos i del grau d'humitat de la pell de la persona en aquell moment.

La norma a aplicar són les tensions de seguretat establertes pel Reglament de Baixa Tensió MIBT-21/2.2, que estableix com a màxim els 24 V per a llocs humits i els 50 V per a llocs secs, i s'aplica tant per a corrent continu com per a corrent altern de 50 Hz.

10.2 Precaucions davant de tempestes elèctriques: els llamps

En cas de tempesta, és convenient desconnectar les línies de baixada de les antenes i cables d'alimentació dels equips de ràdio i, si és possible, deixar els extrems de les línies de baixada desconnectades a l'exterior de l'estació. Un llamp directe o col·lateral podria impactar la nostra antena i arribar fins al transceptor, fins i tot saltant en forma d'arc de descàrrega fins a ell si es troba a poca distància de l'extrem de la línia de baixada.

I no només hauríem de desconnectar les antenes, sinó també hauríem de desendollar tots els aparells elèctrics de la xarxa elèctrica, perquè moltes vegades es produeixen descàrregues de llamps a les línies de conducció elèctrica que fan arribar pics de tensions elevades als consumidors finals. A través de la xarxa de distribució, poden propagar-se pics elevats de tensió de durada molt curta, però que produeixen avaries als equips electrònics, fins i tot encara que estiguin apagats per mitjà d'un interruptor simple, però no totalment desconnectats de la xarxa.

El més freqüent és que els aparells i equips disposin només d'un interruptor monopolar que apaga l'aparell, però no el desconnecta totalment de la xarxa de distribució, doncs l'altre pol queda connectat a la xarxa i per allà pot arribar-li el pic de tensió, que algunes vegades és tan elevat que assoleix l'interior de l'equip i destrueix alguns components sense estar en funcionament.

Per protegir-nos de les petites descàrregues d'estàtica que puguin produir-se per la caiguda de llamps al veïnat i l'acumulació d'estàtica en dies molt secs i de vent, també és recomanable utilitzar descarregadors de gas a les

baixades de les antenes. Aquests descarregadors es col·loquen a l'entrada del cable coaxial de cada equip i, encara que no condueixen per a les potències i tensions normals, es tornen conductors i curtcircuiten tensions elevades que puguin produir-se per descàrregues d'estàtica acumulada o induïda a les nostres antenes.

Així mateix és convenient que disposem d'una presa de terra per a la nostra estació que no tingui res a veure amb la presa de terra d'algun possible parallamps instal·lat a l'edifici. Això és molt important, ja que és l'única forma d'evitar que un llamp caigut al parallamps de l'edifici pugui arribar a afectar la nostra estació a través d'una presa de terra comuna.

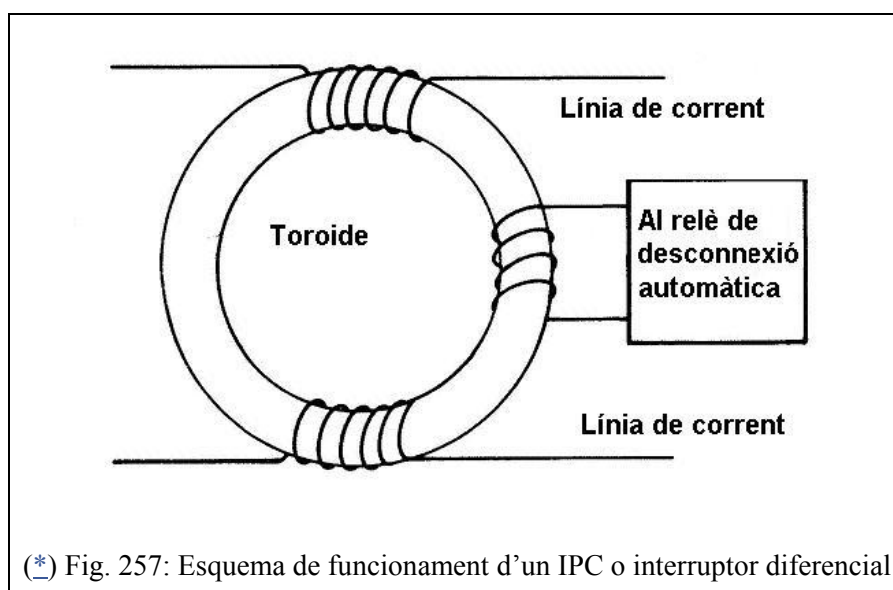
10.3 Locals aptes per a estacions de radioaficionats

En escollir el lloc on instal·lar una estació de radioaficionat ha de prevaldre, abans que res, el sentit comú. L'elecció del lloc hauria de facilitar, entre altres coses, la connexió de l'equip amb l'antena. Com més propera es trobi l'estació de l'antena, menors seran les pèrdues als cables de baixada de les antenes. És una regla general per a totes les instal·lacions de ràdio.

La instal·lació en soterranis humits o en llocs inundables també ha de ser descartada perquè s'incrementa el perill d'electrocució, que augmenta amb la humitat i l'aigua.

D'altra banda i, per raons de convivència, també seria recomanable la instal·lació de l'estació en una habitació insonoritzada per no molestar la resta dels habitants de l'habitatge.

10.4 Generalitats sobre instal·lació i protecció d'una estació de radioaficionat. Subministrament d'electricitat



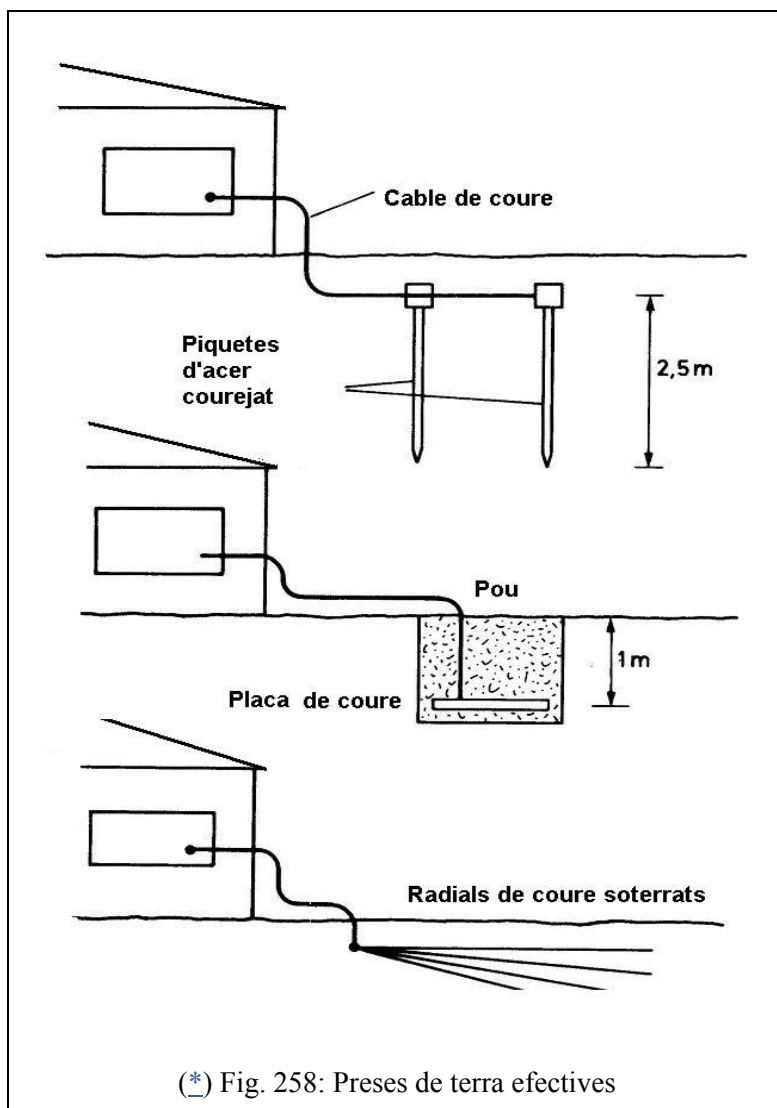
A tota estació de radioaficionat hi ha d'haver un interruptor general l'accionament del qual permeti desconectar l'alimentació de tots els equips

de l'estació. Es dona per fet que la instal·lació elèctrica compleix amb tots els requisits que exigeix el reglament d'instal·lacions de baixa tensió i que estan instal·lats limitadors de corrent correctament dimensionats que, en cas de curtcircuit, tallin l'alimentació, així com un interruptor diferencial o IPC que desconnecti la instal·lació en cas de fuga per descàrrega a terra superior a 30 mA i que tots els endolls disposen d'una presa de terra comuna.

Si algun dels equips no disposés en el seu cable d'alimentació a la xarxa del tercer fil de terra al seu cable d'alimentació, hauria d'estar connectat a una presa de terra general de l'estació per augmentar el grau de protecció contra descàrregues elèctriques.

Tot equip ha de disposar d'un fusible amb l'amperatge corresponent a la tensió de connexió a la xarxa. Cal tenir en compte que qualsevol canvi de tensió de xarxa (220/125 V) en equips bitensió suposa el canvi dels fusibles al valor adequat que el protegeixen de curtcircuits, ja que són els que impedeixen l'incendi de l'aparell en cas de curtcircuit intern.

Tots els equips hauran d'estar connectats entre si i a una presa de terra comuna a fi d'evitar descàrregues per la presència de potencials diferents flotants entre cadascun dels equips. Les preses de terra han de ser realitzades a l'exterior de l'habitatge, ja sigui per mitjà de piquetes o de radials enterrats en zona humida.



Altres precaucions són que l'equip no estigui a l'abast d'un nen, o que estigui ben ventilat, etc.

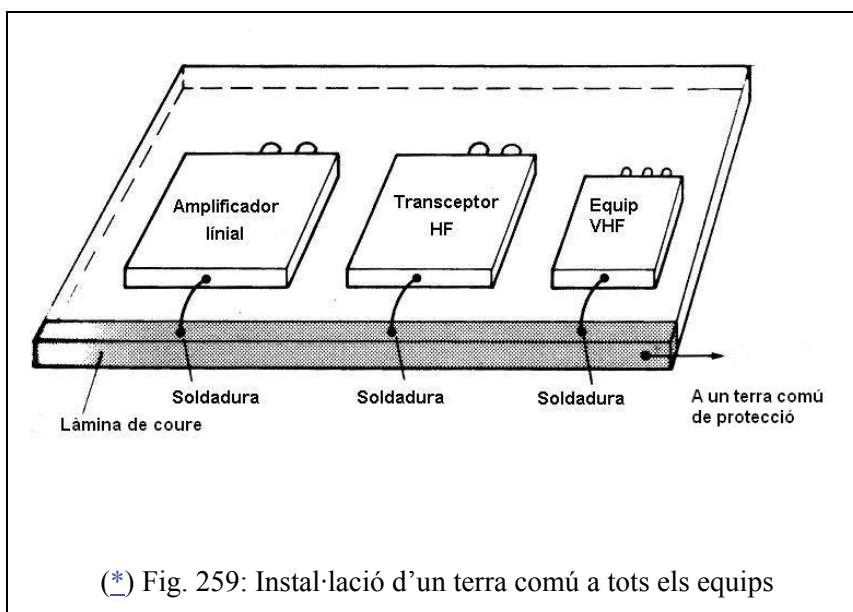
En qualsevol cas, en manipular l'interior d'un equip, sempre hem d'assegurar-nos que està desconnectat de la xarxa elèctrica.

10.5 Precaucions i proteccions en l'ús de les instal·lacions

Les precaucions elèctriques a tenir en compte són les generals que s'apliquen al maneig de qualsevol electrodomèstic, tals com:

- No s'han d'usar ni tocar els aparells elèctrics estant descalç.
- No s'han d'usar ni tocar aparells elèctrics estant l'usuari moll o humit.
- No s'han de connectar a la xarxa aparells molls que no hagin estat prèviament assecats totalment.
- No hem d'augmentar l'amperatge dels fusibles de protecció contra curtcircuits interns per sobre dels valors recomanats pel fabricant.

- Tots els aparells han de disposar de tercer fil de terra propi i estar degudament connectats a la presa de terra de cada endoll de la xarxa elèctrica.
- En cas que algun equip no disposi del tercer cable de massa, o no es disposi de presa de terra en els endolls, han de connectar-se tots a una presa de terra comuna exterior, a la qual aniran connectats tots els equips.
- No s'han d'usar com a presa de terra les canonades de gas, aigua o calefacció, ni la presa de terra de cap parallamps.
- Les antenes i tots els seus elements, tant radiants com paràsits, no han de quedar a l'abast de les mans de les persones que puguin circular per la seva proximitat.



10.6 Primers auxilis en cas d'accident

Si es produeix un accident per electrocució per contacte amb fils, fusibles, interruptors, etc., s'ha de suprimir el corrent per mitjà de l'interruptor general i avisar al servei d'urgències.

S'apartarà a la víctima immediatament, sense tocar-li la pell i deixant-la en un lloc sec i aïllat. Per apartar-la, s'utilitzarà sempre un pal de fusta o algun element aïllant no conductor que tingui la forma adequada.

Si l'accident s'ha produït per contacte amb conductors de distribució o transport d'energia no domèstica, s'haurà de sol·licitar la supressió de la connexió a la xarxa trucant per telèfon a l'empresa elèctrica i a urgències.

Mai no s'ha d'intentar intervenir ni tocar a un accidentat fins a estar ben segur que el corrent ha estat tallat del tot, llevat que s'utilitzi un instrument aïllant per apartar la víctima del cable.

Si la persona respira, l'hem de col·locar en posició lateral de seguretat.

Si no respira o no té pols, hem d'iniciar les maniobres de reanimació bàsica, consistents principalment en el massatge cardíac i el boca a boca, encara que aquest últim es considera actualment més secundari.

En cas de cremades per electricitat, s'ha de protegir les ferides amb unes gases esterilitzades fins que les examini un metge.

Convé que l'operador i els seus familiars coneguin les pràctiques de primers auxilis, el massatge cardíac i els procediments d'estimulació de la respiració artificial.

SEGONA PART

REGLES I PROCEDIMENTS D'OPERACIÓ NACIONALS I INTERNACIONALS

TEMA 11: ALFABET FONÈTIC INTERNACIONAL

El codi internacional ICAO és el que s'ha d'utilitzar per lletrejar els noms propis en tot tipus de comunicacions. No és que es prohibeixi la utilització, per part dels radioaficionats, d'altres paraules, però qualsevol altra que s'utilitzi contribueix a la confusió en lloc d'aclarir. (Entre parèntesi s'afegeix la pronunciació en català, quan és molt diferent de l'original.)

LLETRES

A	Alfa
B	Bravo
C	Charlie (<i>txarli</i>)
D	Delta
E	Echo (<i>eco</i>)
F	Foxtrot
G	Golf
H	Hotel
I	India
J	Julieta
K	Kilo
L	Lima
M	Mike (<i>maik</i>)
N	November
O	Oscar
P	Papa
Q	Quebec
R	Romeo
S	Sierra
T	Tango
U	Uniform (<i>iuniform</i>)
V	Victor
W	Whiskey (<i>üisqui</i>)
X	X-ray (<i>ex raí</i>)
Y	Yankee (<i>ianquí</i>)
Z	Zulu

NÚMEROS

1	One (<i>uan</i>)
2	Two (<i>tu</i>)
3	Three (<i>zruí</i>)
4	Four (<i>four</i>)
5	Five (<i>five</i>)
6	Six
7	Seven
8	Eight (<i>eit</i>)
9	Nine (<i>nain</i>)
0	Zero (<i>tsero</i>)

TEMA 12: EL CODI Q

Els senyals del codi Q utilitzats pels radioaficionats són els següents:

QRA Quin és el nom de la seva estació? El nom de la meua estació és...

QRG Vol dir-me la meua freqüència exacta (o la de...)? La seva freqüència exacta (o la de...) és... kHz.

QRH Varia la meua freqüència? La seva freqüència varia.

QRI Quin és el to de la meua emissió? El to de la seva emissió és... (1 = bo; 2 = variable; 3 = dolent).

QRK Són intel·ligibles els meus senyals (o les de...)? La intel·ligibilitat dels seus senyals és... (1 = dolenta; 2 = escassa; 3 = passable; 4 = bona; 5 = excel·lent).

QRL Està vostè ocupat? Estic ocupat (o estic ocupat amb...). Si us plau, no interfereixi.

QRM Sofreix vostè interferència? Sofreixo interferència: (1 = nul·la; 2 = lleugera; 3 = moderada; 4 = considerable; 5 = extremada).

QRN El pertorba l'estàtica? Em pertorba l'estàtica: (1 = res; 2 = lleugerament; 3 = moderadament; 4 = considerablement; 5 = extremadament).

QRO He d'augmentar la potència? Augmenti la potència.

QRP He de disminuir la potència? Disminueixi la potència.

QRQ He de transmetre més de pressa? Transmeti més de pressa (... paraules per minut).

QRS He de transmetre més a poc a poc? Transmeti més a poc a poc (... paraules per minut).

QRT He de cessar la transmissió? Cessi la transmissió.

QRU Té alguna cosa per a mi? No tinc res per a vostè.

QRV Està preparat? Estic preparat.

QRW He d'avisar a... que el crida vostè en... kHz? Li prego avisi a... que l'estic cridant en... kHz.

QRX Quan tornarà a cridar-me? El tornaré a cridar a les... hores (en... kHz).

QRY Quin és el meu torn de transmissió? El seu torn de transmissió és el... (número d'ordre).

QRZ Qui em crida? L'està cridant a vostè... (en... kHz)

QSA Quina és la intensitat dels meus senyals (o les de...)? La intensitat dels seus senyals és... (1 = amb prou feines perceptible; 2 = feble; 3 = bastant bona; 4 = bona; 5 = molt bona).

QSB S'esvaeixen els meus senyals? Els seus senyals s'esvaeixen.

QSD Són defectuosos els meus senyals? Els seus senyals són defectuosos.

QSG He d'enviar... missatges d'una vegada? Envïi... missatges d'una vegada.

QSK Pot sentir-me entre els seus senyals i, en cas afirmatiu, puc interrompre la seva transmissió? Puc sentir-lo entre els meus senyals; interrompi la meva transmissió.

QSL Pot acusar-me recepció? Li acuso recepció.

QSM He de repetir l'últim missatge que li he transmès (o algun anterior? Repeteixi l'últim missatge que m'ha transmès (o missatges número/s...).

QSN Pot sentir-me (o a...) en... kHz? Puc sentir-lo (o a...) en... kHz.

QSO Pot comunicar directament (o per repetidor) amb...? Puc comunicar directament (o per repetidor) amb...

QSP Retransmetrà a...? Retransmetré a...

QSU He de transmetre o respondre en aquesta freqüència (o en... kHz? Transmeti o respongui en aquesta freqüència (o en... kHz).

QSV He de transmetre una sèrie de Vs en aquesta freqüència (o en... kHz)? Transmeti una sèrie de Vs en aquesta freqüència (o en... kHz).

QSW Vol transmetre en aquesta freqüència (o en... kHz)? Transmetré en aquesta freqüència (o en... kHz).

QSX Vol escoltar a... a... kHz? Estic escoltant a... a... kHz.

QSY He de passar a transmetre en una altra freqüència? Transmeti en una altra freqüència (o en... kHz).

QSZ He de transmetre cada paraula o grup de paraules diverses vegades? Transmeti cada paraula o grup dues vegades (o... vegades).

QTA He d'anul·lar el missatge número...? Anul·li el missatge número...

QTB Està d'acord amb el meu còmput de paraules? No n'estic d'acord amb el seu còmput de paraules, repetiré la primera lletra de cada paraula i la primera xifra de cada número.

QTC Quants missatges té per enviar? Tinc... missatges per a vostè (o per a...).

QTH Quina és la seva ubicació? La meva ubicació és...

QTR Quina hora és? Són les... hores.

TEMA 13: ABREVIATURES

13.1 Abreviatures més habituals utilitzades en les comunicacions dels radioaficionats, principalment en la telegrafia o CW.

AA	Tot després de...	OC	Vell camarada
AB	Tot abans de...	OM	Col·lega, amic
ABT	Sobre...	OP-OPR	Operador
ADR	Adreça	OT	Veterà en ràdio
AGN	Una altra vegada	PBL	Preàmbul
ANT	Antena	PSE	Si us plau
BCI	Interferència de radiodifusió	PWR	Potència
BCL	Escolta de radiodifusió	PX	Premsa
BK	Tall en la transmissió	R	Rebut
BN	Entre	RCD	Rebut
BUG	Manipulador semiautomàtic	RCVR	Receptor
B4	Abans	REF.	Referència
C	Sí, confirmat	RFI	Interferència de RF
CFM	Confirma/at	RIG	Equip
CK	Comprovació	RPT	Repeteixi
CL	Tancament de l'estació	RTTY	Radioteletip
CLD-CLG	Cridat per en...; cridant a...	RX	Receptor
CQ	Crida general	SAE	Sobre autodirigit
CUD	Podria	SASE	Sobre autodirigit i franquejat
CUL	Fins després	SED	Dit
CW	Ona contínua (Morse)	SIG	Firma; senyal
DE	Des de	SINE	Inicials o apel·latiu de l'operador
DLD-DLVD	Entregat a..	SKED	Cita , comunicació regular
DR	Estimat	SRI	Ho sento
DX	Distància, països estrangers	SVC	Servei
ES	i (preposició)	T	Número Zero o 0
FB	Bon treball	TFC	Tràfic
FM	Modulació de freqüència	TMW	Demà
GA	Endavant	TNX-TKS	Gràcies
GB	Adéu	TU	Gràcies i adéu
GE	Bones tardes (al capvespre)	TVI	Interferència a la televisió
GG	Vaig a...	TX	Transmissor
GM	Bon dia	TXT	Text
GN	Bona nit	UR-URS	El teu – el vostre
GND	Terra, massa	VFO	Oscil·lador de freqüència variable
GUD	Bo	VY	Molt
HI	Riure o alt	WA	Paraula després de...
HR	Aquí o sentir	WB	Paraula abans de...
HV	Tenir	WD-WD	Paraula, paraules
HW	Com	WKD-WKG	Treballat, treballant
LID	Operador dolent	WL	Bé. Utilitzat per al futur
MA, MILS	Mil·liamperes	WUD	Voldria
MSG	Missatge	WX	Temps atmosfèric
N	No de negociació o número 9	XCVR	Transceptor
NCS	Estació de control	XMTR	Transmissor
ND	Res a fer	XTAL	Cristall
NIL	Res; no tinc res per a tu	XYL (YF)	Esposa, senyora
NM	Res més	YL	Dona jove, senyoreta
NR	Número	73	Salutacions cordials
NW	Ara; continuo la transmissió	88	Petons i abraçades
OB	Vell amic		

13.2 Abreviatures de procediment en CW

Morse	Fonia	Significat
AR	Canvi	Després de cridar a una estació determinada
AR	Fi del missatge	Fi del missatge
AS	A l'aguait	Si us plau, roman a l'espera
BK	Interrupció	Perquè transmeti l'estació receptora
CL	Tanco l'estació	Apago l'estació
K	Transmet	Qualsevol estació pot transmetre
KN	Transmet només tu	Dirigit només a tu
R	Rebut	Rebut tot correctament
SK	Fi definitiu	Final del contacte

TEMA 14: SENYALS INTERNACIONALS DE PERILL, TRÀFIC D'EMERGÈNCIA I COMUNICACIONS EN CAS DE DESASTRES NATURALS

14.1 Senyals radiotelegràfics i radiotelefònics de socors, urgència, alarma i seguretat

En cas de socors, urgència o seguretat, la transmissió no excedirà en radiotelegrafia de setze paraules per minut; en radiotelefonía serà lenta, separant les paraules i pronunciant clarament cada una d'elles a fi de facilitar la seva transcripció.

Els **senyals d'alarma** serveixen per atreure l'atenció dels operadors i anuncien que seguirà una crida o un missatge de socors o la transmissió d'un avís urgent. L'avís anirà precedit del senyal de seguretat de la que després parlarem.

El senyal d'alarma radiotelegràfica es compon d'una sèrie de dotze ratlles de quatre segons de durada cada una, transmises en un minut amb intervals d'un segon entre ratlla i ratlla. Podrà transmetre's manualment, però es recomana la transmissió automàtica.

El senyal d'alarma radiotelefònica consistirà en dos senyals, aproximadament sinusoidals d'audiofreqüència, que són transmises alternativament; la primera tindrà una freqüència de 2.200 Hz i la segona 1.300 Hz. Cada una d'elles es transmetrà durant un quart de segon.

Els **senyals de seguretat** anuncien que l'estació transmetrà un missatge important. Es transmet en una o més de les freqüències internacionals de socors, com són els 500 KHz, 2.182 KHz, 156,8 MHz.

El senyal de seguretat en radiotelegrafia consisteix a transmetre tres vegades seguides el grup **TTT**, separant bé les lletres de cada grup i els grups successius. El senyal de seguretat es transmetrà abans de la crida.

El senyal de seguretat en radiotelefonía consisteix en la paraula «**securité**» pronunciada clarament en francès («sequiurité»), i repetida tres vegades. Es transmetrà abans de la crida.

Els **senyals de socors** signifiquen que un vaixell, aeronau o similar es troba en perill greu i imminent i sol·licita auxili immediat.

El senyal de socors en radiotelegrafia està formada pel grup **SOS** en Morse, és a dir, l'agrupació telegràfica ...- - - ... transmesa com un únic senyal i fent ressaltar les ratlles de manera que es distingeixin clarament les ratlles dels punts.

El senyal de socors en radiotelefonía la forma la paraula **mayday** (en espanyol, «meidéi»).

El missatge de socors comprèn la crida que s'ha descrit abans i les dades relatives a l'estació mòbil en perill, la seva situació i altres informacions explicatives.

La crida de socors en radiotelegrafia comprendrà: **SOS de...** (el distintiu de trucada de l'estació mòbil en perill transmès tres vegades). Per si mateix, aquestes tres parts comprenen tota la crida.

La crida de socors en radiotelefonía comprèn: **mayday (tres vegades)**, la paraula *aquí* i el distintiu de trucada o un altre senyal que identifiqui l'estació mòbil en perill (tres vegades).

Els **senyals d'urgència** signifiquen que hi ha un missatge molt urgent relatiu a la seguretat d'un vaixell, aeronau, vehicle o persona.

El senyal d'urgència en radiotelegrafia el forma el grup **XXX** transmès tres vegades. Es transmet abans d'una crida d'urgència.

El senyal d'urgència en radiotelefonía consisteix a transmetre el grup **pan pan** repetit tres vegades.

14.2 Ús internacional de les radiocomunicacions a les bandes de freqüències del servei d'aficionats en cas de catàstrofes naturals (Res. 640 R.R.)

En la Resolució 640 del Reglament de Radiocomunicacions, aprovada el 1979, la Unió Internacional de Telecomunicacions (UIT) considera que:

a) En cas de catàstrofes naturals, els sistemes de comunicació normals solen sofrir sobrecàrregues, danys o la interrupció total.

b) El ràpid establiment de comunicacions és fonamental per facilitar les operacions mundials de socors.

c) Les bandes del servei d'aficionats no estan subjectes a plans o a procediments de notificació i són, per tant, idònies per a la seva utilització a curt termini en casos d'emergència.

d) En cas de catàstrofes, la utilització temporal de certes bandes de freqüències atribuïdes al servei d'aficionats facilitaria les comunicacions internacionals.

e) Existeixen xarxes nacionals i regionals de radioaficionats per a casos d'urgència.

f) En cas de catàstrofe natural, la comunicació directa entre estacions d'aficionat i altres estacions pot ser també útil per cursar comunicacions d'importància vital fins que es restableixi la comunicació normal; Reconeix que els drets i responsabilitats relatius a les comunicacions, en cas de catàstrofes naturals, incumbeixen a les administracions interessades. Resol que:

1) les bandes atribuïdes al servei d'aficionats poden ser utilitzades per les administracions per satisfer les necessitats de comunicacions internacionals en cas de catàstrofe.

2) la utilització de les esmentades bandes s'aplicarà només a les comunicacions relacionades amb les operacions de socors en casos de catàstrofe natural.

3) l'ocupació de les bandes específiques atribuïdes al servei d'aficionats per estacions d'altres serveis per a comunicacions en cas de catàstrofe, es limitarà a la durada de l'emergència i a les zones geogràfiques específiques que determini l'autoritat responsable del país afectat.

4) les comunicacions en cas de catàstrofe s'efectuaran dins de la zona sinistrada i entre aquesta i la seu permanent de l'organització que proporciona el socors.

5) aquestes comunicacions només s'efectuaran amb el consentiment de l'administració del país on s'ha produït la catàstrofe.

6) les comunicacions de socors provinents d'una font exterior al país on s'ha produït la catàstrofe no substitueixen a les xarxes nacionals o internacionals d'aficionats existents previstes per a casos d'urgència.

7) és aconsellable una estreta cooperació entre les estacions d'aficionat i les estacions d'altres serveis de radiocomunicació que puguin jutjar necessari utilitzar les bandes de freqüències atribuïdes al servei d'aficionats per a comunicacions en cas de catàstrofe.

8) en aquestes comunicacions internacionals amb finalitat de socors, s'evitarà, en la mesura que sigui possible, la interferència a les xarxes del servei d'aficionats.

Es convida a les administracions que satisfacin les necessitats de comunicacions d'emergència en cas de catàstrofe i que prevegin, dins de la seva legislació nacional, els mitjans per satisfer les necessitats de comunicacions d'emergència.

14.3. Freqüències d'emergència recomanades al servei d'aficionats

Les bandes atribuïdes al servei d'aficionats estan incloses a l'annex 1 del Reglament d'Ús del Domini Públic Radioelèctric per Aficionats (veure capítol 18).

Les freqüències que recomana la IARU (*International Amateur Radio Union*) per a emergències al seu pla de bandes de HF (veure capítol 16) són: **3.760 kHz, 7.060 kHz, 14.300 kHz, 18.160 kHz i 21.360 kHz.**

TEMA 15: DISTINTIUS DE TRUCADA

Tota estació d'aficionat ha de disposar d'un distintiu (o **indicatiu**, com se'l denomina més comunament) de trucada, assignat per l'administració de cada país, que ha de transmetre's al principi i al final de cada emissió i, si aquesta és de llarga durada, almenys cada deu minuts. Si es tracta d'una estació mòbil o portable, ha d'identificar-se afegint al seu distintiu de trucada les expressions /M, /MM, /MA o /P en telegrafia, o les paraules mòbil, mòbil marítima, mòbil aeronàutica o portable. La normativa prohibeix les comunicacions o senyals no identificats, és a dir, aquelles en les quals no es transmet el distintiu de l'estació emissora. Els distintius de trucada estan constituïts per un grup alfanumèric, que consta de tres parts: un prefix que identifica el país, segons les sèries internacionals atribuïdes per la Unió Internacional de Telecomunicacions (UIT); una xifra, que correspon a la zona de residència, i un sufix d'una, dues o tres lletres. Per exemple, el distintiu EA3URE ens indica que es tracta d'una estació espanyola (EA) ubicada en algun lloc de Catalunya (3). Els prefixos que corresponen a Espanya són: **AM, AN, AO, EA, EB, EC, ED, EE, EI, EG i EH**, precedint el distintiu individual.

Els distintius que atorga habitualment l'Administració espanyola es componen d'un prefix EA, EB o EC; d'una xifra que correspon al districte de residència del titular, i d'un sufix de dues o tres lletres; per exemple, EA3URE. La resta de prefixos atribuïts a Espanya els concedeix l'Administració per a concursos, experiments, assaigs, demostracions o altres situacions especials.

Quan un radioaficionat es trobi en un altre país que permeti l'ús temporal de la seva estació, ha de transmetre el seu distintiu, precedit del prefix principal del país o del prefix més el districte, depenent de la normativa del país visitat. Per exemple, un extremeny de visita a Lisboa haurà de transmetre com a CT1/EA4XYZ, i un francès de vacances a Catalunya com EA3/F1XXX.

Per a més detalls, veure la reglamentació nacional al tema 20.

TEMA 16: PLANS DE BANDA DE LA IARU

La IARU (*International Amateur Radio Union*), entitat que agrupa a les associacions més representatives de cada un dels països, va instituir aquests **Plans de Banda**, que han anat modificant i adaptant als temps al llarg dels anys. Són un instrument bàsic per regular l'ús de les bandes i serveixen de guia als radioaficionats de tot el món. La majoria de les legislacions nacionals, com l'espanyola, recomanen el seu compliment i, en alguns països, fins i tot imposen l'obligatorietat de seguir-los.

La IARU està dividida en tres Regions, seguint la divisió mundial establerta per la UIT, i cada una d'elles té els seus propis plans, adaptats a les bandes assignades a cada una de les Regions, que difereixen lleugerament. A la Regió 1^a de la IARU, que inclou Europa, l'Àfrica i el Pròxim Orient, aquests són els plans en vigor l'any 2006:

135,7 kHz a 29,7 MHz

Freqüències (kHz)	Amplada de banda (Hz)	Modalitats preferides i ús	
135,7 - 137,8	200	CW	QRSS i modalitats digitals de banda estreta
1.810 - 1.838	200	CW	1.836 kHz: centre d'activitat QRP (<i>A Espanya, de 1.810 a 1.830 només en determinats concursos</i>)
1.838 - 1.840	500	Modalitats de banda estreta	
1.840 - 1.843	2.700	Totes les modalitats	Modalitats digitals (*)
1.843 - 2.000	2.700	Totes les modalitats	(<i>A Espanya, de 1.850 a 2.000 només en determinats concursos</i>)
3.500 - 3.510	200	CW	Prioritat per a operacions intercontinentals
3.510 - 3.560	200	CW	Preferida per a concursos CW 3.555 kHz: centre d'activitat QRS
3.560 - 3.580	200	CW	3.560 kHz: centre d'activitat QRP
3.580 - 3.590	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals
3.590 - 3.600	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
3.600 - 3.620	2.700	Totes les modalitats	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses) (*)
3.600 - 3.650	2.700	Totes les modalitats	Preferida per a concursos SSB, 3.630 kHz: centre d'activitat de veu digital (*)
3.650 - 3.700	2.700	Totes les modalitats	Totes les modalitats, 3.690 kHz: centre d'activitat QRP SSB
3.700 - 3.800	2.700	Totes les modalitats	Preferida per a concursos SSB 3.725 kHz: centre d'activitat d'imatge 3.760 kHz: centre d'activitat d'emergència a la Regió 1
3.775 - 3.800	2.700	Totes les modalitats	Prioritat per a operacions intercontinentals
7.000 - 7.025	200	CW	Preferida per a concursos CW
7.025 - 7.040	200	CW	7.030 kHz: centre d'activitat QRP
7.040 - 7.047	500	Modalitats banda	Modalitats digitals

		estreta	
7.047 - 7.050	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
7.050 - 7.053	2.700	Totes les modalitats	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
7.053 - 7.060	2.700	Totes les modalitats	Modalitats digitals (*)
7.060 - 7.100	2.700	Totes les modalitats	Preferida per a concursos SSB 7.070 kHz: centre d'activitat de veu digital 7.090 kHz: centre d'activitat QRP SSB
7.100 - 7.130	2.700	Totes les modalitats	7.110 kHz: centre d'activitat d'emergència de la Regió 1
7.130 - 7.200	2.700	Totes les modalitats	Preferit per a concursos SSB 7.165 kHz: centre d'activitat d'imatge
7.175 - 7.200	2.700	Totes les modalitats	Prioritat per a operacions intercontinentals
10.100 - 10.140	200	CW	10.116 kHz: centre d'activitat QRP
10.140 - 10.150	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals
14.000 - 14.060	200	CW	Preferida per a concursos CW, 14.055 kHz: centre d'activitat QRS
14.060 - 14.070	200	CW	14.060 kHz: centre d'activitat QRP
14.070 - 14.089	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals
14.089 - 14.099	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
14.099 - 14.101		Balises internacionals	Exclusivament per a balises
14.101 - 14.112	2.700	Totes les modalitats	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
14.112 - 14.125	2.700		Totes les modalitats
14.125 - 14.300	2.700	Totes les modalitats	Preferida per a concursos SSB, 14.130 kHz: centre d'activitat de veu digital, 14.195 ± 5: prioritats per a expedicions 14.230 kHz: centre d'activitat d'imatge 14.285 kHz: centre d'activitat QRP SSB
14.300 - 14.350	2.700	Totes les modalitats	14.300 kHz: centre d'activitat d'emergència mundial
18.068 - 18.095	200	CW	18.086 kHz: centre d'activitat per a QRP CW
18.095 - 18.105	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals
18.105 - 18.109	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
18.109 - 18.111		Balises internacionals	Exclusivament per a balises
18.111 - 18.120	2.700	Totes les modalitats	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
18.120 - 18.168	2.700	Totes les modalitats	18.120 kHz: centre d'activitat QRP SSB, 18.150 kHz: centre d'activitat de veu digital, 18.160 kHz: centre d'activitat d'emergència

			mundial
21.000 - 21.070	200	CW	21.055 kHz: centre d'activitat QRS 21.060 kHz: centre d'activitat QRP
21.070 - 21.090	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals
21.090 - 21.110	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
21.110 - 21.120	2.700	Totes les modalitats (no SSB)	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)no SSB
21.120 - 21.149	500	Modalitats banda estreta	
21.149 - 21.151		Balises internacion als	Exclusivament per a balises
21.151 - 21.450	2.700	Totes les modalitats	21.180 kHz: centre d'activitat de veu digital 21.285 kHz: centre d'activitat QRP SSB, 21.340 kHz: centre d'activitat d'imatge 21.360 kHz: centre d'activitat d'emergència. mundial
24.890 - 24.915	200	CW	24.906 kHz: centre d'activitat QRP
24.915 - 24.925	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals
24.925 - 24.929	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
24.929 - 24.931		Balises internacion als	Exclusivament per a balises
24.931 - 24.940	2.700	Totes les modalitats	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
24.940 - 24.990	2.700	Totes les modalitats	24.960 kHz: centre d'activitat de veu digital
28.000 - 28.070	200	CW	28.055 kHz: centre d'activitat QRS 28.060 kHz: centre d'activitat QRP
28.070 - 28.120	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals
28.120 - 28.150	500	Modalitats banda estreta	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
28.150 - 28.190	500	Modalitats banda estreta	Totes les modalitats
28.190 - 28.199		Balises internacion als	Balises de la Regió 1 a temps compartit
28.199 - 28.201		Balises internacion als	Balises mundials a temps compartit
28.201 - 28.225		Balises internacion als	Balises en servei continu
28.225 - 28.300	2.700	Totes les modalitats	Balises
28.300 - 28.320	2.700	Totes les modalitats	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)

28.320 - 29.200	2.700	Totes les modalitats	28.330 kHz: centre d'activitat de veu digital, 28.360 kHz: centre d'activitat QRP SSB, 28.680 kHz: centre d'activitat d'imatge
29.200 - 29.300	6.000	Totes les modalitats	Modalitats digitals, estacions de dades automàtiques (desateses)
29.300 - 29.510	6.000	Satèl·lits	Baixada de satèl·lits
29.510 - 29.520		Canal de reserva	
29.520 - 29.550	6.000	Totes les modalitats	FM símplex - canals de 10 kHz
29.560 - 29.590	6.000	Totes les modalitats	Entrada de repetidors FM (RH1 - RH4)
29.600	6.000	Totes les modalitats	Canal de crida FM
29.610 - 29.650	6.000	Totes les modalitats	FM símplex - canals de 10 kHz
29.660 - 29.700	6.000	Totes les modalitats	Sortida de repetidors FM (RH1 - RH4)

(*) Els ajustos més baixos del dial per a LSB són: 1.843, 3.603 i 7.043 kHz.

DEFINICIONS

Totes les modalitats: SSB, CW i les relacionades com a centre d'activitat, a més l'AM (s'ha de tenir consideració amb els usuaris dels canals adjacents).

Imatge: Qualsevol modalitat d'imatge analògica o digital dins dels límits d'amplada de banda, com per exemple SSTV i FAX.

Modalitats de banda estreta: Totes les modalitats amb una ample de banda de fins a 500 Hz, i que inclou CW, RTTY, PSK, etc.

Modalitats digitals: Qualsevol modalitat digital dins dels límits d'ample de banda, com per exemple RTTY, PSK, MT63, etc.

NOTES

- L'AM es pot usar a totes les subbandes de fonia, tenint tota la consideració possible cap als canals adjacents.

- Els QSO en CW s'accepten a totes les bandes, llevat dels segments de balises.

- No s'han de realitzar concursos en 10, 18 i 24 MHz.

- Als radioaficionats no concursants se'ls recomana que utilitzin les bandes de HF lliures de concursos (30, 17 i 12 metres) durant els grans concursos internacionals.

- El terme "estacions de dades automàtiques" inclou les estacions d'emmagatzemament i tramesa.

- Les freqüències anunciades al pla de bandes s'entén que són "freqüències de transmissió" (no les de portadora suprimida).

Estacions transmissores desateses: Es recomana que les estacions transmissores desateses s'activin només sota control d'un operador, llevat del cas de les balises o les estacions experimentals amb llicència especial.

Ús de la banda lateral: Per sota de 10 MHz usar la banda lateral inferior (LSB) i per sobre de 10 MHz, la banda lateral superior (USB).

135,7 kHz: La potència màxima radiada en aquesta banda serà d'1 W i s'evitarà causar interferències a estacions del servei de navegació que operin en aquesta banda.

1,8 MHz: Aquelles societats que tinguin una atribució de SSB per sota de 1840 kHz només poden continuar utilitzant-la, però se'ls demana que prenguin les mesures pertinents davant de la seva Administració perquè ajusti els segments de fonia al pla de bandes de la IARU Regió 1.

3,5 MHz: L'activitat intercontinental és prioritària als segments de 3500-3510 i 3775-3800 kHz.

Si no hi ha tràfic de DX implicat, els segments per a concursos no n'han d'incloure 3500-3510 ni 3775-3800 kHz. Les societats nacionals poden establir altres límits (més reduïts) per als concursos nacionals (dins d'aquests límits).

El segment de 3510-3600 kHz pot utilitzar-se per a balises ARDF desateses (CW).

Les societats membres haurien de contactar amb les seves autoritats per demanar-les que no assignin freqüències a altres serveis als segments de banda que la IARU té assignat per a tràfic internacional de llarga distància.

10 MHz: La SSB pot usar-se en situacions d'emergència.

El segment de 10120-10140 kHz pot utilitzar-se a l'Àfrica subequatorial per a transmissions en SSB durant les hores diürnes. No s'han d'emetre butlletins de notícies en aquesta banda.

28 MHz: Les societats membre haurien d'advertir als operadors que no transmetin en les freqüències compreses entre 29,3 i 29,51 MHz per evitar interferències amb la baixada de satèl·lits.

Les freqüències d'operació en FM de banda estreta seran cada 10 kHz des de 29.210 fins 29.290 kHz. Hi pot haver una desviació de $\pm 2,5$ kHz amb 2,5 kHz com a màxim de freqüència de modulació.

50 a 51 MHz

Frequència (kHz)	Amplada banda (-6 dB)	Modalitat	Ús
50.000 50.100	500 Hz	Telegrafia (a)	50.020 - 50.080 Balises 50.090 Centre d'activitat en telegrafia
50.100 50.500	2.700 Hz	Totes les modalitats en banda estreta (telegrafia, SSB, MGM, etc.)	50.100 - 50.130 Crida intercontinental CW/SSB 50.110 Frequència de cridada DX (b) 50.150 Centre d'activitat en SSB 50.185 Centre d'activitat banda creuada 50.200 Centre d'activitat en MS 50.255 JT44 50.260 - 50.280 FSK441 50.270 Frequència crida en FSK441 50.285 Centre d'activitat en PSK31 50.400 ± 500 Hz Balises WSPR
50.500 52.000	12 kHz	Todos los modalitats	50.510 SSTV (AFSK) 50.520 - 50.540 Passarel·les de veu a Internet en símplex FM 50.550 Frequència de treball amb fax 50.600 RTTY (FSK) 50.620 - 50.750 Comunicacions digitals 51.210 - 51.390 Entrada repetidores FM/DV, canals de 20 kHz (c) 51.410 - 51.590 FM/DV símplex (d) 51.510 Frequència de crida en FM 51.630 Crida DV (veu digital) 51.810 - 51.990 Sortida de repetidores FM, canals de 20 kHz (c)

NOTES AL PLA DE BANDES DE 50 MHz

- a) La telegrafia està permesa a tota la banda, i en exclusiva entre 50.000 i 50.100 kHz.
- b) La freqüència de crida intercontinental de 50.110 kHz no s'ha d'usar en cap moment per a crides dins d'Europa.
- c) Equips canalitzats: En aquesta banda, l'espaiat dels canals de la FM en banda estreta és de 20/10 kHz.
- d) Aquest canal és per a ús en símplex sense passarel·les de veu digital (DV). Es permet el tràfic de dades amb veu digitalitzada, però en aquest cas els usuaris de DV han de verificar abans que el canal no està en ús en altres modalitats.

Per a la numeració dels canals, veure annex més avall.

En aquells països europeus on es permeti la instal·lació de repetidors de FM a la banda de 50 MHz, es recomanen els canals indicats per tal d'establir una uniformitat.

En aquells països on no es permetin repetidors que operin amb freqüències de sortida per sobre de 51 MHz, les freqüències de sortida poden ser 500 kHz per sota de les freqüències d'entrada del repetidor.

144 - 146 MHz

Frequència (kHz)	Amplada banda (-6 dB)	Modalitat	Ús	
144.000 144.110	500 Hz	Telegrafia (a) EME	144.050 144.100	Crida en telegrafia MS sense cita prèvia
144.110 144.150	500 Hz	Telegrafia MGM	144.110 - 144.180 144.138	EME, MGM Centre d'activitat en PSK31
144.150 144.180	2.700 Hz	Telegrafia, SSB, MGM	144.160 - 144.180 144.170	Assignació alternativa MGM Crida alternativa MGM
144.180 144.360	2.700 Hz	Telegrafia y SSB	144.195 - 144.205 144.300	MS en SSB Crida en SSB
144.360 144.399	2.700 Hz	Telegrafia, SSB, MGM	144.370	Crida en FSK441
144.400 144.491	500 Hz	Telegrafia MGM	144.4905 ± 500 Hz	Balises en exclusiva Balises WSPR
144.500 144.794	20 kHz	Totes les modalitats (f)	144.500 144.525 144.600 144.630 - 144.660 144.660 - 144.690 144.700 144.750	Crida en SSTV Crida/resposta ATV SSB Crida en RTTY Sortida transponedor lineal Entrada transponedor lineal Crida en fax Crida/resposta en ATV
144.794 144.990	12 kHz	MGM (h)	144.800	APRS
144.994 145.194	12 kHz	FM/Veu digital		Entrada de repetidors en exclusiva (c)
145.194 145.206	12 kHz	FM/Veu digital (i)		Comunicacions espacials (p)
145.206 145.5935	12 kHz	FM/Veu digital (i)	145.2375 145.2875 145.300 145.3375 145.375 145.500	Passarel·les de veu a Internet en FM Passarel·les de veu a Internet en FM RTTY local Passarel·les de veu a Internet en FM Crida de veu digital Crida (mòbil)
145.594 145.7935	12 kHz	FM/Veu digital		Sortida de repetidores en exclusiva (c, d)
145.794 145.806	12 kHz	FM/Veu digital (i)		Comunicacions espacials (p)
145.806 146.000	12 kHz	Totes les modalitats (e)		Satèl·lits en exclusiva

NOTES AL PLA DE BANDES DE 144-146 MHz

a) La telegrafia es permesa a tota la banda, però no es recomana a la banda de balises; la CW disposa en exclusiva de 144.000 a 144.110 kHz.

c) Si hi hagués una necessitat real de més canals de repetidors, es recomana instal·lar-los a les bandes de freqüència més elevades. A part d'això, a De Haan 1993 es va adoptar la següent recomanació: per a l'operació per repetidor i en símplex a la banda de 144 -146 MHz. La IARU Regió 1 canviarà a un genuí sistema de canalització a 12,5 kHz. I a Tel Aviv 1996 es va decidir que les societats promoguessin l'ús de l'espai de

canals a 12,5 kHz per a canals NBFM en banda estreta amb la finalitat d'implantar eficaçment el sistema de 12,5 kHz.

Per a la numeració dels canals, veure annex més avall.

d) Les freqüències en símplex establertes als canals de d'un circuit sortida de repetidors poden quedar-se allà.

e) Vista la importància que tenen els satèl·lits de cara a les relacions públiques, els satèl·lits poden usar la banda de 145,8 a 146,0 MHz.

f) Cap estació desatesa no utilitzarà el segment tota modalitat, excepte els transponedors lineals i les balises ARDF.

h) Les estacions de xarxa operaran només en el segment de la banda de 145 MHz assignats a les comunicacions digitals i només per un temps limitat. Les esmentades estacions de xarxa hauran de tenir també ports d'accés a altres bandes de VHF/UHF o microones i no utilitzaran la banda de 144 MHz per reexpedir tràfic a altres estacions de xarxa. Vista la limitació de temps, es desaconsella la instal·lació de noves estacions de xarxa.

Les estacions desateses de radiopaquet només es permeten en el segment de 144.800 -144.990 kHz. Fora d'aquest segment, el nivell de senyal produït per aquestes estacions no ha de ser més gran de 60 dB per sota del nivell de portadora (mesurat amb 12,5 kHz d'ample de banda). Qualsevol altra estació desatesa de radiopaquet i punts d'accés digitals hauran de deixar de funcionar abans del 31 de desembre de 1997.

i) Aquest canal és per a ús símplex sense passarel·les de veu digital (DV). Es permet el tràfic de dades amb veu digitalitzada, en el cas de la qual els usuaris de DV han de verificar abans que el canal no està en ús en altres modalitats.

p) Per a les comunicacions de veu NBFM, tant amb estacions especials com amb naus espacials, es recomana l'ús de 145.200 per a operació en símplex o 145.200/145.800 kHz per a l'operació en dúplex.

430 a 440 MHz

Freqüència (kHz)	Amplada banda (-6 dB)	Modalitat	Ús	
430.000	20 kHz	Totes les modalitats	430.025 - 430.375	Sortida repetidores FM (F/PA/ON), canals de 12,5 kHz, desplaçament de 1,6 MHz (f)
Pla de banda subregional (nacional) (d)			430.400 - 430.575	Enllaços de comunicacions digitals (g, j)
			430.600 - 430.925	Repetidores de comunicacions digitals (g, j, l)
			430.925 - 431.025	Canals multimodal (j, k, l)
431.975			431.050 - 431.825	Entrada repetidores (HB/DL/OE), canals de 25 kHz, desplaçament de 7,6 MHz (f)
		431.625 - 431.975	Entrada repetidors (F/PA/ON), canals de 12,5 kHz, desplaçament de 1,6 MHz (f)	
432.000	500 Hz	Telegrafia	Rebot lunar	

432.025		(a)		
432.025 432.100	500 Hz	Telegrafia (a) , MGM	432.050 432.088	Centre d'activitat en telegrafia Centre d'activitat en PSK31
432.100 432.400	2700 Hz	Telegrafia SSB MGM	432.200 432.350 432.370	Centre d'activitat en SSB Centre d'activitat trucada-resposta en FSK441 sense cita prèvia
432.400 432.490	500 Hz	Telegrafia MGM		Balises en exclusiva (b)
432.500	12 kHz	Totes les modalitats	432.500 432.500 - 432.600 432.600 432.700 432.600 - 432.800	Freqüència APRS alternativa Entrada transponedors lineals (e) RTTY (ASK/PSK) FAX (ASK) Sortida transponedors lineals (e) Entrada repetidores, canals de 25 kHz, desplaçament de 2 MHz (canals: 433.600-431.975) Al Regne Unit són per a la sortida de repetidors.
432.975				
433.000 433.375	12 kHz	FM Veu digital Repetidors		Entrada repetidors, canals de 25 kHz, desplaçament de 1,6 MHz (canals: 433.000-433.375)
433.400	12 kHz	FM Veu digital	433.400 433.450 433.500	SSTV (FM/AFSK) Trucada veu digital Trucada FM (mòbil) Canals símplex de 25 kHz (433.400 a 433.575)
433.575				
433.600	20 kHz	Totes les modalitats	433.600 433.625 - 433.775 433.700 433.800	RTTY (AFSK/FM) Comunicacions digitals (g, h, i) Fax (FM/AFSK) APRS (només si no es pot usar 144,800 MHz). Freqüència central per a experiments digitals (m)
434.000			434.000	
434.000 434.594	12 kHz	Totes les modalitats i ATV (c)	434.450 - 434.475	Canals per a comunicacions digitals (excepcionalment) (i)
434.594	12 kHz	ATV i FM (c)		Sortida repetidors, canals de 25 kHz, desplaçament de 1,6 MHz (canals: 434.600 - 434.975.) Al Regne Unit són per a l'entrada de repetidors
434.981				
435.000 438.000	20 kHz	Satèl·lits i ATV (c)		
438.000			438.025 - 438.175 438.200 - 438.525	Comunicacions digitals (g) Repetidors de comunicacions digitals (g, j, l) Canals multimodals (j, k, l) Sortida repetidors (HB/DL/OE), canals de 25 kHz, desplaçament de 7,6 MHz (f) Enllaç de comunicacions digitals (g, j) Centre POCSAG
ATV (c) y pla banda subregional (nacional (d)		Totes les modalitats	438.550 - 438.625 438.650 - 439.425	
440.000			439.800 - 439.975	
			439.9875	

NOTES AL PLA DE BANDES DE 430-440 MHz

a) La telegrafia es permesa a tot el segment de DX en banda estreta; la telegrafia en exclusiva, entre 432.000 i 432.100 kHz. La modalitat PSK31 pot usar-se també en aquest segment.

b) Les freqüències de balises de més de 50 vats de potència estan sota control del coordinador de balises de la IARU Regió 1.

c) Els operadors d'ATV se'ls anima que utilitzin els segments de microones allà on estiguin autoritzats, però poden continuar utilitzant la banda de 430 MHz, tenint en compte que, en cas d'interferències entre ATV i satèl·lits, tenen prioritat els satèl·lits.

Les transmissions en ATV han de tenir lloc en el segment de 434.000-440.000 kHz. La portadora de vídeo ha d'estar per sota de 434.500 o per sobre de 438.500 kHz.

d) "Subregional" significa que aquestes bandes han de coordinar-se no a nivell de la Regió 1, sinó entre els països que les tenen atribuïdes. "Nacional" es refereix a les bandes o segments que estan permesos en un sol país o en uns quants.

e) A Torremolinos 1990, la sortida dels transponedors lineals es va ampliar a 432.700-432.800 kHz sota la condició que es respectessin els segments de 432.600 per a RTTY i 432.700 per a fax.

f) El sistema de repetidors de gran desplaçament de Suïssa, Alemanya i Àustria, en ús des de fa molt temps, és important de cara a un millor utilització de tota la banda, i per això la IARU Regió 1 fa seu el sistema. Això també s'aplica al sistema francès, holandès i belga, que la IARU Regió 1 recolza com una mesura útil per omplir una part no utilitzada de la banda.

g) En el pla de bandes s'han designat els següents segments per a comunicacions digitals:

I) 430.544 -430.991 kHz - Extensió de l'entrada del sistema de repetidors de 7,6 MHz a les CC.DD.

437.194 -438.531 kHz - Canals de sortida per als anteriors.

II) 433.619 -433.781 kHz

433.019 -438.181 kHz

III) 430.394 - 430.581 - Enllaços de comunicacions digitals

439.794 -439-981 - Enllaços de comunicacions digitals

h) A països on l'únic segment disponible per a comunicacions digitals sigui el de 433.619 - 433.781 kHz, no s'han d'usar les tècniques de modulació que requereixin una separació de canals superior a 25 kHz. En cas que els països veïns tinguin un altre ús diferent o incompatible en aquest segment, s'haurien de coordinar entre ells per evitar interferències.

i) Com a pla temporal, a països on l'únic segment disponible per a comunicacions digitals sigui el de 433.619 -433.781 kHz,

1. Poden usar-se les següents freqüències centrals en comunicacions digitals: 432.700, 432.725, 432.750, 432.775, 434.450, 434.475, 434.500 i 434.575.

2. L'ús d'aquests canals no han d'interferir als transponedors lineals.

3. N s'han d'usar tècniques de modulació que requereixin una separació de canals superior a 25 kHz.

j) Quan es pretengui instal·lar un repetidor o enllaç a menys de 150 km de la frontera, la societat promotora ha de coordinar la freqüència i les condicions tècniques amb la societat de la IARU del país veí. S'haurà de posar especial atenció a utilitzar antenes direccionals i el mínim de potència necessària.

Aquest acord també és vàlid per a qualsevol experiment d'enllaç que es dugui a terme als canals multimodals, segment 438.544 - 438.631 kHz.

k) Aquests canals multimodals han d'utilitzar-se per experimentar amb noves tecnologies de transmissió.

l) Al Regne Unit estan permesos els repetidors de fonia de baixa potència al segment 438.419 -438.581 kHz.

m) Els experiments en modalitats digitals de banda ampla poden realitzar-se a la banda de 435 MHz en aquells països que tinguin els 10 MHz complets concedits. Aquests experiments s'haurien de fer als voltants de 434 MHz, usant antenes de polarització horitzontal i amb la potència mínima necessària.

Notes generals

- A Europa no s'han de permetre repetidors de FM entre 432 i 433 MHz (a partir de l'1-1-2004, aquestes freqüències seran entre 432,000 i 432,600 MHz)

- Les balises, sigui quina sigui la seva potència, han d'ubicar-se exclusivament al segment que tenen reservat.

- Per a la numeració de canals, veure annex més avall.

1240 a 1300 MHz (*)

Freqüència (MHz)	Amplada banda (-6 dB)	Modalitat	Ús	
1.240,000 1.243,250	20 kHz	Totes les modalitats	1.240,000 - 1.241,000 1.242,025 - 1.242,250 1.242,250 - 1.242,700 1.242,725 - 1.243,250	Comunicacions digitals (d) Sortida repetidors, canals RS1-RS10 Sortida repetidors, canals RS11-RS28 Radiopaquet dúplex, canals RS29 - RS50
1.243,250 1.260,000	(d)	ATV	1.258,150 - 1.259,350	Sortida repetidors, canals R20-R68
1.260,000 1.270,000	(d)	Satèl·lits		
1.270,000 1.272,000	20 kHz	Totes les modalitats	1.270,025 - 1.270,700 1.270,725 - 1.271,250	Entrada repetidors, canals RS1-RS28 Radiopaquet dúplex, canals RS29-RS50
1.272,000 1.090,994	(d)	ATV		Inclou DATV
1.290,994 1.291,481	12 kHz	Entrada repetidores FM, veu digital	1.291,000 - 1.291,475	Canals de 25 kHz, RM0 a RM19
1.291,494 1.296,000	(d)	Totes les modalitats	1.293,150 - 1.294,350	Entrada repetidors, canals R20 - R68.
1.296,000 1.296,150	500 kHz	Telegrafia, MGM	1.296,000 - 1.296,025 1.296,138	Rebot lunar Centre d'activitat en PSK31

1.296,150	2700 Hz	Telegrafia, SSB, MGM	1.296,200	Centre d'activitat en banda estreta
1.296,370 1.296,400 - 1.296,600			Crida MS FKS441 Entrada de transponedors lineals	
1.296,800	500 Hz	Telegrafia, MGM	1.296,500 1.296,600 1.296,600 - 1.296,700	Centre d'imatge (SSTV, Fax) Centre de dades (RTTY, MGM) Sortida de transponedors lineals
1.296,800 1.296,994			1.296,750 - 1.296,800	Balises locals (10 W màx.)
1.296,994 1.297,481	12 kHz	Sortida repetidores FM	1.297,000 - 1.297,475	Canals de 25 kHz, RM0 - RM19
1.297,494	12 kHz	FM (c) Veu digital	1.297,000 - 1.297,975	Canals símplex de 25 kHz, SM20 - SM39
1.297,981			1.297,500 1.297,725 1.297,900 - 1.297,975	Centre d'activitat FM Crida de veu digital Passarel·la de veu a Internet
1.298,000	20 kHz	Totes les modalitats	1.298,025 - 1.298,500	Sortida repetidors, canals RS1 - RS28 (c)
1.300,000			1.298,500 - 1.300,000 1.298,725 - 1.299,000	Comunicacions digitals Radiopaquet dúplex, canals RS29 - RS40

* (Per usar aquesta banda a Espanya es requereix autorització prèvia)

NOTES AL PLA DE BANDES DE 1.240-1.300 MHz

b) Les freqüències de balises de més de 50 vats de potència estan sota control del coordinador de balises de la IARU Regió 1.

c) Als països on el segment 1298 -1300 MHz no estigui assignat al servei d'aficionats (per exemple, Itàlia), pot usar-se també el segment de FM símplex per a comunicacions digitals.

d) L'amplada màxima de banda, segons la legislació nacional.

General: Durant els concursos i obertures de banda, el tràfic local en banda estreta s'ha de realitzar entre 1296,500 i 1296,800 MHz.

ANNEX:

SISTEMA DE DENOMINACIÓ DE CANALS DE FM DE BANDA ESTRETA

El sistema es basa en els principis següents:

- 1) Una lletra específica a cada banda: 51 MHz: **F** ; 145 MHz: **V**; 435 MHz: **U**
- 2) A cada lletra li seguiran dos (per a 50 i 145 MHz) o tres (per a 435 MHz) dígits indicant el canal.
- 3) Si un canal s'usa com a sortida de repetidor, el conjunt alfanumèric anirà precedit de la lletra "R".
- 4) A la banda de 50 MHz els números dels canals començaran per "00" a 51,000 MHz i augmentaran d'un en un per cada 10 kHz.
- 5) A la banda de 145 MHz els números dels canals començaran per "00" a 145,000 MHz i augmentaran d'un en un per cada 12,5 kHz.

6) A la banda de 435 MHz els números dels canals començaran per "000" a 430 MHz i augmentaran d'un en un per cada 12,5 kHz.

Exemples:

F5 51,510 MHz - freqüència símplex
RF79 51,790 MHz - freqüència de sortida de repetidor
V40 145,500 MHz - freqüència símplex (antic S20)
RV48 145,600 MHz - freqüència de sortida de repetidor (antic R0)
U280 433.500 MHz - freqüència símplex (antic SU20)
RU002 430,025 MHz - freqüència de sortida de repetidor (antic FRU1)
RU242 433,025 MHz - freqüència de sortida de repetidor (antic RB1)
RU368 434,600 MHz - freqüència de sortida de repetidor (antic RU0)
RU692 438.650 MHz - freqüència de sortida de repetidor (antic R70)

NOTES: A la banda de 50 MHz no s'estableixen canals de FM de banda estreta per sota de 51 MHz. (Veure també nota "e" al pla de bandes de 50 MHz.)

A la banda de 145 MHz, els canals de FM de banda estreta només existeixen al segment 145.000 - 145.800 kHz (l'últim canal pot ser utilitzat com a enllaç de baixada per part de les estacions espacials).

A la banda de 435 MHz, no s'estableixen canals de FM de banda estreta al segment de 432.000 MHz - 433.000 kHz.

Significat de les sigles

AFSK (*Audio-Frequency Shift Keying*) Manipulació per desplaçament de audiofreqüència. Mètode de RTTY utilitzat en FM.

AMTOR (*Amateur Microprocessor Teleprinting Over Radio*) Modalitat semblant al RTTY que possibilita la correcció d'errors.

APRS (*Automatic Packet/Position Reporting System*) Sistema automàtic d'informació de posició, que utilitza mapes digitals per posicionar estacions i objectes.

ASK (*Amplitude-Shift Keying*) Manipulació per desplaçament d'amplitud.

ATV (*Amateur TV*) Televisió d'aficionats.

CW (*Continuous Wave*) Ona contínua (forma amb la que s'emet en Morse)

EME (*Earth-Moon-Earth*) Rebot lunar.

FAI (*Field Aligned Irregularities*) Propagació per irregularitats del camp magnètic.

FM (*Frequency modulation*) Modulació de freqüència.

FSK (*Frequency Shift Keying*) Manipulació per desplaçament de freqüència. Mètode de RTTY usat en SSB.

FSK441 Variant de la modalitat FSK a 441 bauds, dissenyada per a MS.

IBP (*International Beacon Project*) Projecte Internacional de Balises

JT44 Modalitat digital de transmissió, dissenyada per K1JT, usada en rebot lunar.

MGM (*Machine Generated Mode*) Modalitats generades per màquines (RTTY, AMTOR, PSK31, FSK441 i semblants).

MS (*Meteor Scatter*) Propagació per dispersió meteòrica.

NBFM (*Narrow Band Frequency Modulation*) FM de banda estreta.

POCSAG (*Post Office Code Standardization Advisory Group*) Protocol de transmissió de dades per a avisos.

PSK (*Phase-Shift Keying*) Manipulació per desplaçament de fase. Mètode de RTTY que s'utilitza tant en SSB com en FM.

PSK31 (*Phase-Shift Keying 31*) Modulació PSK a 31,25 bauds. Modalitat similar al RTTY per realitzar contactes en temps real i sense protocol a nivell d'enllaç.

QRP Petita potència.

QRS Morse a velocitat lenta.

QRSS Morse a velocitat molt lenta.

RTTY (*RadioTeleTYpe*) Radioteletip.

SSB (*Single Side Band*) Banda lateral única.

SSTV (*Slow Scan TV*) Televisió d'escombrada lenta.

TEMA 17: Procediments operatius i responsabilitat social del radioaficionat

17.1 Introducció als procediments operatius

Per conduir un automòbil per una carretera amb seguretat, és indubtable que no serveix de gaire conèixer a fons el funcionament del motor. Pots imaginar que a ningú no se li ocurreria deixar-te anar un dia com a conductor novell al mig d'una carretera amb trànsit molt intens, sense haver-te explicat bé anteriorment com conduir un vehicle entre centenars i quines són les normes de circulació que s'han de complir.

Llançar-se a operar a les bandes de radioaficionat, per molt bé que es conegui com funciona l'electrònica d'un equip, sense haver estat preparats per a aquest moment pot ser igualment esgarrifós. De tota manera, un dia o un altre tots hem tingut que conduir per primera vegada un vehicle a la carretera i tots hem estat novells algun dia, per la qual cosa no ens hauríem de preocupar si estem ben preparats. N'hi ha prou amb seguir unes quantes indicacions lògiques que t'exposem aquí molt resumides.

17.1.1 Un conflicte que sempre es planteja

De sobte sents algú cridant CQ (una crida general) o parlant amb algun altre en la teva mateixa freqüència (una freqüència que estaves utilitzant des de feia una bona estona). Però si tu estaves allà des de fa més de mitja hora i aquesta era una freqüència totalment lliure. Sí, això passa, és possible. Probablement l'altra estació també pensa que tu ets un intrús en la seva mateixa freqüència. Probablement la propagació ha canviat o s'ha escurçat la distància de salt.

17.1.2 Un únic camp de joc per a tots

Tots els radioaficionats han de practicar el seu hobby en un mateix camp de joc comú i únic: les bandes de radioaficionat, establertes per la I.T.U, en les quals mundialment estan permeses les comunicacions de radioaficionat amb llicència. Cents de milers de radioaficionats es troben al mateix terreny de joc i això sempre genera alguns conflictes.

Per tant, aquí pretenem donar-te unes bases mínimes per resoldre aquests conflictes, però et recomanem la lectura del text ÈTICA I PROCEDIMENTS OPERATIUS DELS RADIOAFICIONATS per John Devolvedere, ON4UN i Marc Demeuleneere, ON4WW, d'on hem tret totes aquestes idees i que es considera la Bíblia de les Pràctiques Operatives de la radioafició, doncs són els primers que les han compilat d'una manera brillant, clara i sistemàtica.

17.1.3 Les normes es basen en el propi autocontrol de la radioafició

En principi, es considera que la comunitat mundial de radioaficionats s'autogoverna a si mateixa, entenent amb aquesta paraula que l'autodisciplina és la base de la seva conducta. Els governs no es preocupen gaire del que succeeix a les bandes, sempre que els radioaficionats

compleixin unes normes mínimes de potència, freqüència i absència d'interferències a la resta de la comunitat.

Tanmateix, això no significa que la comunitat radioaficionada disposi dels seus propis serveis de vigilància i el pitjor que pot ocórrer a les bandes de radioaficionat és que alguns d'ells decideixin convertir-se en policies d'altres radioaficionats, ja que això ocasiona conflictes verbals innecessaris i inútils.

17.2 Les regles generals de comportament a les bandes

Per regular tots els aspectes del nostre comportament a les bandes, cal una mica més que l'ètica: es necessiten també unes quantes normes basades en consideracions pràctiques operatives i en els usos i costums de la radioafició que s'han demostrat com a molt apropiats al llarg de la seva història.

Estem parlant de normes pràctiques i orientatives que es refereixen a aspectes que no estan relacionats amb l'ètica. La major part dels procediments operatius (com per exemple efectuar un QSO, com cridar CQ, on operar, què significa QRZ, com utilitzar el codi Q, etcètera) formen part de tot aquest protocol.

El respecte als procediments que la tradició ha recolzat, condueix a una utilització òptima i una millor efectivitat en els nostres QSOs i serà clau per evitar els conflictes. Aquests procediments han arribat fins a nosaltres com a resultat de la pràctica diària durant molts anys de molts operadors i com a resultat dels avenços tecnològics.

17.2.1 L'escolta prèvia és l'acció fonamental

Un bon radioaficionat escolta sempre una bona estona abans de posar-se a emetre. Pots aprendre un munt de procediments escoltant, però... tinguis cura, perquè no tot el que sentis a les bandes seran bons exemples. També aprendràs un munt de coses dolentes que no has de fer tu tampoc. Si estàs actiu a totes les bandes, procura ser un bon exemple i aplica les línies de guia que aquí s'expliquen sense posar-les en qüestió i recomana als altres que se les llegeixin.

17.2.2 El llenguatge hauria de ser molt normal

Com a norma universal, els radioaficionats es dirigeixen uns als altres exclusivament pel seu nom de pila (o pel seu renom), mai no anteposant un senyor, senyoreta ni senyora, ni pel cognom. Això es compleix també per als contactes per escrit entre radioaficionats.

Procura evitar l'ús del prefix "Don" i "Senyor" (Senyor Tal, Don Tal i Don Pasqual) que tan fora de lloc resulta escoltar avui encara a les bandes de parla castellana. Els temps en què es distingia als batxillers amb aquest títol van passar ja fa molt temps i no tornaran.

Mai no utilitzis un llenguatge ofensiu o malsonant a les bandes. Aquest comportament no aporta res a la persona a qui el dirigeixes, sinó que més

aviat la molesta, però diu moltes coses desfavorables de la persona que els utilitza. Mantén el teu autocontrol a tota hora.

El llenguatge més àmpliament utilitzat en la radioafició és indubtablement l'anglès. Si vols contactar amb estacions de tot el món, el més probable que la majoria de contactes els hagis de realitzar en anglès. No hi ha ni que dir que dos radioaficionats amb llengües diferents de l'anglès poden entendre's en aquest idioma.

Queda clar, per tant, que aquesta afició pot ser una excel·lent eina per a l'aprenentatge d'idiomes. Sempre trobaràs a les bandes algú que estarà encantat d'ajudar-te a aprendre una nova llengua.

T'insistim que realitzar contactes a Morse (CW) té l'avantatge que sempre és possible comunicar-se sense conèixer ni una paraula de l'idioma del teu corresponsal. La telegrafia és la modalitat operativa que permet contactar més fàcilment amb tots els radioaficionats del món perquè requereix l'ús de menor potència, antena i domini d'idiomes de totes les modalitats disponibles actualment.

17.2.3 Els temes dels que poden i han de parlar els radioaficionats

Els temes de les nostres converses se suposa que han d'estar relacionats amb la nostra afició. Aquesta és una afició sobre la tècnica de les comunicacions per ràdio en el més ampli dels seus significats. Per exemple, no hauríem d'utilitzar la ràdio per passar a la nostra parella la llista de la compra...

17.2.4 Els temes que s'han d'evitar sempre

Especialment han de ser evitats alguns temes que, en una conversa personal, serien acceptables, però que no són adequats per exposar-los en l'aire i entre els quals es troben els següents:

- Religió
- Política
- Negocis (pots parlar de la teva professió, però no has d'anunciar els teus productes)
- Comentaris pejoratius cap a qualsevol grup ètnic, religions, racial, sexual, i de qualsevol tipus...
- Acudits bruts i obscens: si l'acudit no l'hi explicaries al teu fill de deu anys, llavors tampoc ho expliquis per ràdio.
- Qualsevol tema que no estigui relacionat amb el món de la radioafició no s'hauria d'esmentar per ràdio.
- Tampoc no sembla que sigui apropiat discutir de futbol per ràdio ni que aquesta sigui la millor forma de fer amics. És un tema que aixeca excessives passions.

17.3 Sempre s'ha d'utilitzar la identificació completa

L'indicatiu o distintiu de trucada sempre és aquí més important que el nostre nom de pila, pel que et recomanem que utilitzis sempre el teu

indicatiu complet per identificar-te. No comencis una transmissió identificant-te tu mateix o al teu corresponsal pel teu nom o el seu (com per exemple dient: "Hola, Luis, aquí Miguel").

Insistim que sempre utilitzis el teu indicatiu complet, no només les dues o tres lletres del sufix, prescindint del prefix del país. És il·legal utilitzar només el sufix d'un indicatiu, perquè no ens identifica exactament.

17.3.1 El codi Q s'utilitza també en fonia

Durant els contactes diaris, utilitza el codi Q correctament. Evita utilitzar-lo excessivament en fonia, ja que normalment no és imprescindible. Pots utilitzar expressions estàndard equivalents que tot el món comprèn. Tanmateix, alguns codis Q s'han convertit en expressions estàndard, fins i tot en fonia, com per exemple:

QRG és la freqüència d'operació

QRM són interferències d'altres estacions

QRN són sorolls atmosfèrics (descàrregues d'estàtica)

QRP és una estació de poca potència o un nen petit.

QRT (Passar a) és deixar la freqüència, tancar les transmissions.

QRV (Quedar) és quedar disponible per al que calgui.

QRX vol dir espera un moment, no transmetis encara

QRZ serveix per preguntar qui em crida?

QSB vol dir que es produeixen esvaïments en el teu senyal

QSL és la targeta que confirma un contacte

QSL també és la confirmació que s'ha rebut bé alguna cosa

QSO és un contacte entre dues estacions

QSY vol dir canviar d'una freqüència a l'altra

QTH és la ubicació en la qual es troba l'estació

QTR és l'hora (millor en Temps Universal)

17.3.2 Abreviatures de telegrafia (CW) utilitzades en fonia

A més d'aquests pocs codis Q que s'utilitzen habitualment en fonia, hi ha una sèrie d'expressions abreujades que procedeixen de la CW i que s'utilitzen també habitualment en fonia, tals com:

Harmònics: fills

R, Roger: rebut

RX: receptor

TX: transmissor

WX: El temps (*weather*)

73: Salutacions cordials

88: Petons i abraçades

OM: Operador (*Old Man* = col·lega),

YL: Senyora o senyoreta (*Young Lady* = dona)

XYL: (*XYL* = esposa), etcètera.

17.3.3 L'alfabet internacional de lletrejar

Utilitza únicament i exclusivament l'alfabet internacional per lletrejar (veure requadre) correctament. Evita utilitzar paraules de fantasia que poden sonar simpàtiques i divertides en el teu idioma, però que pot ser que

impedeixin que el teu corresposal entengui el que dius. No utilitzis mai paraules per lletrejar diferents en la mateixa frase, com per exemple: "CQ de ON4UN, Oscar November Nine Uniform November, Ocean Nancy Nine United Nations... "

17.4 El QSO

Anomenem QSO (veure requadre del codi Q) al contacte realitzat per ràdio entre dos o més radioaficionats.

17.4.1 Com es realitza un QSO?

Per establir un QSO, pots fer ja sigui una crida general (CQ) en una freqüència lliure, o bé contestar a algú que faci aquesta crida general CQ, o també trucar a una estació que acabi de finalitzar un contacte amb una altra estació. Per cortesia, has de trucar únicament a l'estació que ocupava la freqüència inicialment. Segueixen més comentaris sobre aquest tema a continuació...

17.4.2 Quin indicatiu s'ha d'anomenar primer durant el QSO?

El correcte és a dir: "W1ZZZ de (*from*) EA3ZZZ" en el qual tu ets EA3ZZZ i W1ZZZ és la persona a qui et dirigeixes. Així doncs, primer has de donar l'indicatiu de la persona amb la qual parles i després el teu.

17.4.3 La crida general CQ

Normalment, abans de transmetre, és necessari sintonitzar (o ajustar) el transmissor o l'acoblador d'antena. L'ajust s'hauria de fer amb una càrrega artificial com a primera opció. Si és imprescindible, l'ajust pot realitzar-se en una freqüència lliure amb potència reduïda, després d'haver preguntat abans si la freqüència és ocupada.

Si la freqüència sembla que està lliure, pregunta si algú l'utilitza "*Is this frequency in use?*" (Està la freqüència ocupada?).

Si ja has escoltat durant una bona estona en una freqüència aparentment neteja, per què has de preguntar a més si la freqüència és ocupada? Perquè una altra estació, la part d'un QSO, que es troba en zona de skip (zona de salt) respecte a la teva ubicació, pot estar transmetent en aquesta freqüència. Això significa que no pots sentir-la (i ell tampoc no et sent) en aquell moment, perquè és massa lluny perquè l'ona directa de la teva transmissió li arribi o massa a prop perquè li arribi via reflexió ionosfèrica. En les freqüències més altes de HF, aquesta zona inclou moltes estacions situades a cents de quilòmetres de tu. Si tu preguntes si la freqüència és ocupada, els seus corresponsals pot ser que et sentin i t'ho confirmen. Si comences a transmetre sense preguntar, hi ha probabilitats que causis interferències a almenys una de les estacions que ocupava prèviament la freqüència.

Si la freqüència està ocupada, el que l'utilitza probablement, contestarà "Sí, està ocupada, gràcies per preguntar (*"Yes, it's in use, thanks for asking"*). En aquest cas hauràs de buscar una altra freqüència per cridar CQ.

I si no contesta ningú? Torna a preguntar una altra vegada si la freqüència és ocupada.

I si ningú no respon? Llavors pots cridar CQ: "CQ, CQ, CQ de (*from*) EA3ZZZ, Eco Alfa 3 Zulu Zulu Zulu crida CQ i passa a l'escolta" (*EA3ZZZ calling CQ and standing bye*). En acabar la crida, pots dir també "... i escolta la freqüència" (*and listening*).

17.4.4 Trucada a una estació específica

Suposarem que vols trucar DL1ZZZ amb el qual tens una cita (*schedule, rendez-vous*). Aquí tens com fer-ho: "DL1ZZZ, DL1ZZZ, aquesta és EA3ZZZ que et crida i t'escolta, canvi" (*DL1ZZZ, this is EA3ZZZ calling you on schedule and listening, over*).

Si malgrat la teva trucada específica et contesta una altra estació, sempre has de ser educat. Passa-li ràpidament un control i anuncia'l: "Ho sento, però tinc una cita amb DL1ZZZ" (*Sorry, I have an skedule with DL1ZZZ*).

17.4.5 L'intercanvi de controls

En fonia, s'intercanvien els controls RS, una informació sobre la llegibilitat o comprensibilitat (*Readability*) i la força del senyal (*Strength*).

Llegibilitat o comprensibilitat (<i>Readability</i>)		Força o intensitat del senyal (<i>Strength</i>)	
R1	Incomprensible	S1	Amb prou feines perceptible
R2	Amb prou feines comprensible	S2	Senyal molt dèbil
R3	Comprensible amb dificultat	S3	Senyal dèbil
R4	Comprensible sense dificultat	S4	Senyal acceptable
R5	Perfectament copiable	S5	Senyal bastant acceptable
		S6	Senyal bo
		S7	Senyal moderadament fort
		S8	Senyal fort
		S9	Senyal molt fort

17.4.6 La resta del QSO

Si una estació contesta el teu CQ, el primer que necessites és confirmar el seu indicatiu, després del qual pots continuar explicant-li com el reps, donar-li el teu nom i QTH (ubicació): "G3ZZZ de EA1ZZZ (digues-los en l'ordre correcte), gràcies per la teva trucada, et rebo molt bé, amb comprensibilitat 5 i senyal 8 (normalment el que indica el Smeter del teu equip). El meu QTH és Lleó i el meu nom és Juan (res de "el meu nom "personal" és Juan", ja que no existeixen noms impersonals. " Com em reps? G3ZZZ de EA1ZZZ, canvi." (*G4ZZZ from EA1ZZZ, thanks for the call*).

I am receiving you very well, readability 5 and strength 8. My QTH is Lleó and my name is Juan. How do you copy me? G3ZZZ from EA1ZZZ, over).

17.4.7 Exemple de QSO típic

Està ocupada aquesta freqüència? Aquesta és EA1ZZZ.

Està ocupada aquesta freqüència? Aquesta és EA1ZZZ.
CQ CQ CQ de EA1ZZZ, Echo Alfa Un Zulu Zulu Zulu.

EA1ZZZ de EA3YYY, Eco Alfa 3 Yanky, Yanky, Yanky que et crida i escolta, canvi.

EA3YYY de EA1ZZZ, bon dia i gràcies per la teva trucada. El teu senyal és 59, R5, S9. El meu nom és Juan i el meu QTH és Lugo. Com em reps? EA3YYY de EA1ZZZ, canvi.

EA1ZZZ de EA3YYY, bon dia, Juan i gràcies pels teus controls. Et rebu amb bona senyal, un 57 al meu QTH de Barcelona. El meu nom és Lluís. Et passo el canvi, Juan, EA1XXX de EA3YYY, canvi.

EA3YYY de EA1ZZZ, gràcies, Lluís, pel control. La meva estació consisteix en un transceptor de 100 wats i una antena dipol a 10 metres d'altura. M'agradaria rebre la teva QSL i t'enviaria la meva a través del *bureau*. Gràcies pel contacte, 73 i espero que ens tornem a trobar molt aviat. EA3YYY de EA1ZZZ.

EA1ZZZ de EA3YYY, rebut al cent per cent. Jo utilitzo un equip QRP de 10 wats i una Yagi de tres elements tribanda a 15 metres d'altura. T'enviaré amb molt gust la meva QSL via *bureau*. 73 i fins molt aviat, Juan. Espero que ens tornem a trobar ben aviat a la banda. EA1ZZZ de EA3ZZZ que termina i s'acomiada.

EA3YYY de EA1ZZZ. 73 i fins aviat, Lluís. EA1ZZZ finalitza i escolta la freqüència per atendre qualsevol altra trucada.

17.4.8 Exemple de QSO típic en anglès:

Is this frequency in use? This is EA1ZZZ.

Is this frequency in use? This is EA1ZZZ.

CQ CQ CQ from EA1ZZZ Eco Alpha 1 Zulu Zulu Zulu calling CQ and listening.

EA1ZZZ from ON6XXX Oscar November 6 X-ray X-ray X-ray calling you and standing by.

ON6XXX from EA1ZZZ, good evening, thanks for your call, your report is 59. My name is Juan, I spell it Juliett Uniform Alpha November and my QTH is Lugo. How did you copy? ON6XXX from EA1ZZZ. Over.

EA1ZZZ from ON6XXX, good evening Juan, I copy you very well, 57, readability 5 and strength 7. My Name is John, Juliette Oscar Hotel

November, and my QTH is near Ghent. Back to you, Juan. EA1ZZZ from ON6XXX. Over.

ON6XXX from EA1ZZZ, thanks for the report, John. My working conditions are a 100 wats transceiver with a dipole antenna 10 posar high. I would like to receive your QSL card and I will send mine via the bureau. Many thanks for this contact, 73 and I hope to see you again,. ON6XXX from EA1ZZZ.

EA1ZZZ from ON6XXX, all received 1000%. I am using a QRP rig with 10 W output and a three elements triband Yagi 15 meters high. It will be a pleasure to send you my QSL card via the bureau, Juan. 73 and I hope to meet you again soon. EA1ZZZ from ON6XXX clear with you. 73, John and see you again soon. This is EA1ZZZ now clear and listening for any possible call.

17.5 L'intercanvi de targetes QSL i els diplomes

La targeta QSL és una targeta que acostuma tenir una mida postal i en la qual es posa de manifest el contacte realitzat i que s'intercanvia com a cortesia des dels primers temps de la radioafició. A més ens serveix per obtenir diplomes que acrediten un determinat nombre de països i contactes.

Si desitges intercanviar targetes QSL, esmenta-ho durant el contacte. "Si us plau, m'agradaria tenir la teva QSL. Jo t'enviaré la meua pel bureau (les associacions de radioaficionats nacionals disposen d'un servei d'intercanvi) i m'agradaria rebre la teva". Per evitar la despesa que aquest intercanvi representaria per al radioaficionat molt actiu si hagués d'enviar-les una a una per correu, totes les Associacions de Radioaficionats membres de l'IARU reexpedeixen les QSL dels seus associats i distribueixen les rebudes. Algunes estacions DX només envien les QSL a través d'un representant (el mànager), que maneja les targetes al seu lloc. Les adreces dels managers poden trobar-se en diverses webs.

La targeta QSL és l'element clau que ens permet acreditar la realització d'un contacte i, en conseqüència, ens permet obtenir diplomes acreditatius dels països, ciutats, activacions, etcètera, contactades. Tota QSL s'ha d'omplir amb un mínim de dades perquè la informació que apareix en ella sigui suficient per determinar el lloc amb què es va fer el comunicat, quan va tenir lloc el contacte i com es va realitzar. Per tant, perquè sigui vàlida, ha de contenir obligatòriament l'indicatiu de l'estació a la qual se li confirma el contacte, la data i hora en què es va realitzar, la modalitat amb la qual es va realitzar i la banda en la qual es va aconseguir. I sens dubte els controls intercanviats pels dos operadors. Tot això ha d'anar escrit a mà amb lletra ben clara o bé especificat en una etiqueta realitzada per mitjà de l'ordinador. En qualsevol cas, la QSL ha de contenir totes les dades identificatives del radioaficionat que la remet, incloent la seva ubicació i *locator*, i estar firmada per ell o timbrada amb un segell personal. Si la QSL no va firmada, no val absolutament per a res, ja que qualsevol podria fer-se-les imprimir i omplir-les inventant-se els contactes.

17.6 El DX

17.6.1 Què és un DX?

En HF, els DX: són només les estacions molt llunyanes, les que es troben fora del teu propi continent o en un país relativament pròxim, però amb una activitat de radioafició molt limitada, com per exemple la Muntanya Athos i l'illa de Malta a Europa, o San Marino a la península italiana, etcètera...

En VHF-UHF: els DX són les estacions que hi ha a més d'uns 300 km, ja que aquesta és més o menys la distància màxima visual coberta des d'alçàries considerables.

Si vols trucar a llarga distància, sempre crida CQ DX. Durant un CQ, pots insistir que només vols treballar estacions DX d'un determinat continent, cridant com indiquem a continuació: "CQ DX fora d'Europa, aquesta és... (*CQ DX outside Europe, this is...*)".

Com se suposa que ets ben educat, si et contesta una estació que és un principiant del teu propi continent i per a qui tu ets un "país nou", per què no donar-li una oportunitat, en lloc de menysprear-lo? Els principiants sempre t'ho agrairan.

17.6.2 Els segments específics de DX

En l'actualitat hi ha 3 segments de DX a la Regió 1 (Europa, l'Àfrica i Orient Mitjà): 3.500-3510 kHz (CW), 3.775-3.800 kHz (SSB) i 14.190-14.200 kHz (SSB).

A la regió 2 (Nord i Sud-Amèrica), hi ha 6 segments: 1.830-1.840 kHz (CW), 1840-1850 kHz (SSB), 3.500-3.510 kHz (CW), 3.775-3800 kHz (SSB), 7000-7.025 kHz (CW) i 14.000-14.025 kHz (CW).

17.6.3 Operació als repetidors de VHF i UHF

Els repetidors serveixen per augmentar l'abast dels equips portàtils i estacions mòbils en VHF i UHF, en estar situats a grans altures que augmenten l'abast visual d'aquestes bandes.

Encara així, preferentment has d'utilitzar sempre la comunicació en símplex (les dues estacions operen alternativament a la mateixa freqüència) sempre que sigui possible. Utilitzar repetidors per efectuar contactes entre estacions fixes ha de ser l'excepció i no la regla, ja que estan pensats per a estacions mòbils.

Si vols parlar a través d'un repetidor que ja s'està utilitzant, espera que es produeixi una pausa entre transmissions per anunciar el teu indicatiu.

No utilitzis la paraula "*breaki* (tallin) " ni encara menys "*break, break, break*" si no és una emergència o una situació de vida o mort. Llavors es millor dir "*break, brak, break*, per tràfic d'emergència."

Les estacions que estan en contacte a través del repetidor han d'esperar que caigui la portadora o soni un "bip" i esperar algun segon més per evitar

trepitjar inadvertidament una altra transmissió simultània i per deixar temps a què una nova estació s'identifiqui. Una pausa normalment permet reiniciar el temporitzador, evitant que es tanqui el repetidor per ultrapassar el temps límit d'utilització.

En un repetidor, s'han de mantenir els contactes el més curts que sigui possible i no t'has d'estendre mai massa. És a dir, no has de monopolitzar un repetidor. Els repetidors no estan sols pels teus contactes ni pels dels teus amics. Has de ser conscient que altres operadors poden voler utilitzar el repetidor. Has de ser sempre bé educat.

Els repetidors no s'han d'utilitzar per informar a la XYL (esposa) que ja tornes a casa i que prepari el dinar. Com sempre, els contactes dels radioaficionats en un repetidor s'han de cenyir a les radiocomunicacions i a la tècnica.

Tampoc no has d'interrompre un contacte llevat que tinguis una cosa important per dir. Les interrupcions inoportunes són de tan mala educació als repetidors com en les converses en persona.

Interrompre una conversa sense identificar-se tampoc és correcte i, en principi, es considera una interferència il·legal.

17.7 Concursos

Un contest o test (abreviatura) és el nom d'una competició o concurs entre radioaficionats. És la part esportiva i competitiva de la radioafició. Els concursos són competicions en les quals cada radioaficionat pot posar a prova les prestacions de la seva estació i antenes, així com les seves habilitats com a operador. Com es diu habitualment: l'important no és guanyar, sinó participar.

Els bons concursants i la majoria dels campions van començar participant en concursos d'àmbit local. Com en molts esports, només es pot arribar a ser un campió a base de molta pràctica.

Hi ha concursos de moltes modalitats diferents gairebé cada cap de setmana, i més de 200 concursos a l'any. Uns 20 concursos tenen la categoria de concursos internacionals importants, l'equivalent en radioafició als grans premis de fórmula 1. El calendari de concursos pots trobar-lo a Internet, com per exemple: <<http://ng3k.com/Contest/>>.

A la majoria de concursos, els participants han de realitzar tants contactes com sigui possible amb, per exemple, tots els països o entitats diferents que puguin (o Estats, o zones, etcètera). Aquests diferents enclavaments són anomenats multiplicadors, que seran utilitzats, junt amb el nombre total de QSOs, per calcular la puntuació final. Els grans concursos internacionals duren 24 o 48 hores, mentre que alguns de locals només duren 3 o 4 hores. N'hi ha molts on escollir!

Els concursos s'organitzen a la majoria de les bandes, des de les de HF fins a les de SHF. Però, atenció, no es celebren concursos a les bandes noves,

les anomenades WARC: 10 MHz, 18 MHz i 24 MHz. Això és així perquè són bandes bastant estretes. Els concursos congestionarien massa aquestes bandes perquè fossin utilitzables pels altres radioaficionats.

A part d'existir concursos i classificacions específiques per a les modalitats principals de comunicació (CW, SSB, RTTY, PSK31), també es pot escollir la forma de participar a cada esdeveniment, ja que, d'entrada, es pot concursar com a operador únic o com a multioperador, en el qual es treballa en equip. Dins d'aquestes dues divisions principals, pots escollir també participar en una sola banda, o a totes les bandes i actualment hi ha també una subcategoria en què es pot participar amb un altre operador ajudant, però amb un sol transmissor.

En un concurs, el QSO vàlid és aquell en el qual s'han intercanviat els indicatius, controls i, molt sovint, un número de sèrie, o de la zona, o un locator, l'edat de l'operador, etcètera.

L'operativa als concursos es basa en la velocitat, l'eficiència i la fiabilitat. Se suposa que es diu únicament i exclusivament només l'estrictament necessari. No és el moment de demostrar una bona educació i de donar les gràcies", ni de reiterar cortesies com "73", "fins aviat", "fins sempre", etcètera, per la qual cosa aquestes frases no s'acostumen a utilitzar als concursos. Ocasionen una pèrdua de temps.

17.8 EI QTH LOCATOR i les quadrícules en VHF i UHF

En els contactes i concursos a les bandes de VHF (i superiors), és costum intercanviar el QTH-locator. Aquest és un codi geogràfic d'identificació que situa la ubicació de la teva estació (per exemple, Barcelona es troba a la quadrícula JN11 BJ).

Aquests quadrats realment esfèrics (JN11) tenen tots unes dimensions de 10° de latitud per 20° de longitud. Per numerar-los, es divideix els 180 graus des del pol Sud al pol Nord (90°+90°) en 18 zones de 10 graus (18 x 10 = 180°), mentre que l'equador es divideix en 18 zones de 20 graus (18 x 20 = 360°). Es comença a nomenar-les des del pol Sud amb la lletra A fins a la R i es fa el mateix amb els meridians des del meridià zero (Greenwich) cap a l'est des de la A a la R.

Després es subdivideix cada quadrícula en 100 quadrats (10 x 10) més petits, utilitzant dues xifres del 0 al 9, que proporcionen dimensions de 1° de latitud per 2° de longitud, amb el que arribem a definir cada a quadrícula amb dues lletres i dos números JN11.

Per augmentar la precisió molt més encara, es torna a subdividir cada quadrícula en subquadrícules, utilitzant un parell de lletres que acostumen a proporcionar-se en minúscules, encara que no necessàriament. Per poder dividir els graus sexagesimals, es divideixen en 24 parts que es designen amb les lletres de la A a la X. D'aquesta forma queden unes dimensions de subquadrícules d'exactament 2,5' de latitud per 5' de longitud.

Arribem així a aconseguir que dues ubicacions o QTH-locators diferents difereixin només com a màxim en 12 quilòmetres, i podem passar la nostra posició molt més fàcilment que havent de passar les xifres de la longitud i latitud, ja que amb el QTH-locator només es necessiten 6 caràcters (JN11BJ) per aconseguir-ho.

17.9 Els *pile-up* o apilaments

Hi ha moltes probabilitats que tard o aviat caiguis a les xarxes del DX, si ja no has quedat atrapat. En aquest cas, inevitablement t'enfrontaràs als *pile-up*. És l'acumulació o apilament d'estacions en una mateixa freqüència, d'una manera que gairebé impedeix copiar a l'estació DX i a les estacions que li contesten.

17.9.1 *Pile-up* en *símplex* (en la mateixa freqüència)

Tant l'estació DX com els que la criden estan normalment a la mateixa freqüència. El principal mèrit d'aquest mètode és que estalvia espai, doncs només s'utilitza una freqüència i es deixa lliure la resta de la banda.

Tanmateix, aquest mètode d'operació esdevé ineficient quan criden moltes estacions simultàniament. Segons l'habilitat de l'estació DX, moltes pot significar tan poques com més de 5 estacions. Davant de tals circumstàncies, el ritme de QSOs es fa molt lent. El que comença com un *pile-up* en *símplex* ha d'evolucionar a continuació cap a un *pile-up* en *split*.

17.9.2 *Pile-up* en *split* (freqüències separades RX/TX)

La majoria de QSOs s'efectua amb les dues estacions transmetent a la mateixa freqüència exactament. Quan l'estació DX s'enfronta a un nombre creixent d'estacions apilades, una a sobre d'una altra (*pile-up*), el ritme de contactes descendirà per una o l'altra de les següents tres raons:

1. Les interferències d'estacions que criden una a sobre de l'altra a l'estació DX.
2. Les estacions que criden tenen problemes per rebre l'estació DX perquè sempre n'hi ha algun (o molts) que crida mentre transmet l'estació DX.
3. Cada vegada hi ha més estacions que no reben o no segueixen les instruccions donades per l'estació DX.

El problema persisteix en haver d'escoltar a una freqüència única el *pile-up* i captar-ne un per un els indicatius de les estacions que la criden.

Per maximitzar les probabilitats d'escoltar-les, l'estació DX intenta distribuir el *pile-up* per diferents freqüències i anuncia que escoltarà en un segment de freqüències més ampli, per exemple "entre 5 i 10 kHz més amunt".

El resultat net és que les estacions que criden ja no interfereixen amb la transmissió de l'estació DX, perquè ara estan en una altra freqüència.

Aquest mètode per descomptat que utilitza més freqüències de l'espectre que les estrictament necessàries. La dispersió s'ha de mantenir tan petita com sigui possible, per deixar la resta de la banda lliure a altres estacions.

En consideració als altres usuaris de la banda (a banda dels que desitgen contactar amb l'estació DX), es recomana utilitzar únicament el mètode *split* si el *pile-up* ha crescut tant que ja no pot ser controlat amb el mètode símplex.

17.10 L'operació en QRP

Una estació QRP és la que transmet amb una potència màxima de sortida de 5 W en CW i de 10 W en SSB. També hi ha molts radioaficionats al món que es diverteixen intentant realitzar contactes utilitzant la menor potència possible, per comprovar fins on poden arribar amb el mínim equipament (QRPP).

La utilització de petites potències, és un desafiament addicional que posa a prova les habilitats operatives de l'operador per sobre de la potència de la seva emissora, de manera que, per aconseguir realitzar contactes, ha de conèixer i aprofitar molt millor la seva experiència sobre antenes, horaris, propagació, mètodes operatius, etcètera.

De tota manera, encara que operis en QRP, no has d'enviar mai el teu indicatiu com EA4ZZZ/QRP, doncs no és legal a la majoria de països (per exemple, Bèlgica). La informació /QRP no forma part del teu indicatiu, de manera que no ha de ser enviada com formant part del mateix. A la majoria de països, els únics sufixos permesos són /P. (portable), /A (aeronàutica), /M (mòbil terrestre) i /MM (mòbil marítima).

Si ets realment una estació QRP, el més probable és que siguis relativament dèbil respecte a l'estació que truques. Afegir tanta càrrega addicional (/QRP) al teu indicatiu ho fa molt més difícil de descodificar.

Pots esmentar durant el QSO que ets una estació QRP, com per exemple "...OUTPUT 5 W 5 W ONLY... "

Si crides CQ en una estació QRP i vols anunciar-ho durant la teva crida general, pots fer el següent: "CQ CQ CQ EA4ZZZ EA4ZZZ QRP AR. Insereix un petit espai entre el teu indicatiu i les lletres QRP, i no incloguis una barra (" / " = DA-DI-DI-DA-DI) entre el teu indicatiu i QRP.

Si estàs buscant especialment estacions QRP, crida CQ tal com segueix: "CQ QRP CQ QRP EA4ZZZ EA4ZZZ QRP ONLY AR".

Existeixen determinats segments a les bandes en els quals es concentra l'operació en QRP i són les següents.

10 metres (De 28.040 a 28.060 Mhz)

15 metres (De 21.040 a 21.060 Mhz)

20 metres (De 14.040 a 14.060 Mhz)

40 metres (De 7.015 a 7.035 Mhz)

80 metres (De 3.540 a 3.570 Mhz)

17.11.1 L'operació en CW i els seus avantatges: un idioma internacional

Els radioaficionats utilitzen les lletres CW per designar la telegrafia, lletres que procedeixen de l'anglès *Continuous wave* (ona contínua), encara que la CW no té res d'ona contínua, ja que més aviat és una ona que s'interromp al ritme del codi Morse. Els radioaficionats utilitzen les paraules Morse, telegrafia i CW indistintament, ja que signifiquen les tres el mateix.

La telegrafia té el gran avantatge que realitzar contactes en Morse (CW) és sempre possible sense ser necessari saber parlar ni una paraula en l'idioma del teu corresponsal durant tot el QSO.

La CW realitza un ús molt extens del codi Q, de les abreviatures i dels signes abreujats. Tots ells són dreceres per a una comunicació més ràpida i eficient, per la qual cosa donem aquí una descripció de les més utilitzades.

17.11.2 Les abreviatures de procediment en CW

Les abreviatures de procediment (*prosigns*) són símbols formats per la combinació de dues lletres que es transmeten juntes com si fossin una de sola, sense un espai intercalat entre ambdues.

AR significa final de la transmissió.

AS Espera un moment

CL Tanco la transmissió definitivament

SK Adéu

HI Riure en CW

BK (*Break* o interrupció) i **KN** (Endavant l'estació especificada, canvi) no són pròpiament abreviatures de procediment, perquè les dues lletres d'aquests codis s'envien amb un espai entre ambdues.

17.11.3 Exemple d'un QSO en CW

QRL?

QRL?

CQ CQ CQ DE EA3ZZZ EA3ZZZ CQ CQ CQ DE EA3ZZZ EA3ZZZ AR

EA3ZZZ DE G4YYY G4YYY AR

G4YYY DE EA3ZZZ GM TKS FER CALL UR RST 579 579 MY NAME JOAN JOAN

ES QTH GIRONA GIRONA HW COPY? G4YYY DE EA3ZZZ K

EA3ZZZ DE G4YYY TNX-JOAN FER RPRT UR RST 599 499 NAME JOHN JOHN

QTH HARLOW HARLOW EA3ZZZ DE G4YYY K

G4YYY DE EA3ZZZ MNY TKS FER RPRT DR JOHN MY TX 100 W ES ANT

DIPOLE AT 12 M WILL QSL VIA BURO PSE UR QSL TKS FER QSO 73 ES GB

JOHN G4YYY DE EA3ZZZ K

EA3ZZZ DE G4YYY ALL OK JUAN HR TX 10 W ES ANT INV V AT 8 MY QSL

OK VIA BURO 73 ES TNX FER QSO CUL JOAN EA3ZZZ DE G4YYY SK

73 JOHN CUL DE EA3ZZZ SK

17.11.4 L'operació en QRS a velocitat lenta en CW

(QRS significa: transmet més a poc a poc i QRQ significa: transmet més de pressa)

80 m: 3.550 -3.570 kHz
20 m: 14.055 -14.060 kHz
15 m: 21.055 -21.060 kHz
10 m: 28.055 -28.060 kHz

17.12 Operació en modalitats digitals:

17.12.1 RTTY

El RTTY o radioteletip és la més antiga de les modalitats digitals utilitzades pels radioaficionats si excloem la CW, que en el fons és també una modalitat digital. El RTTY s'utilitza per enviar i rebre text.

El codi usat en RTTY va ser desenvolupat per ser generat i descodificat per una màquina. En els vells temps (els dies de les màquines de teletip), uns teclats mecànics generaven i descodificaven el codi Baudot, el codi original dels teleimpresors, inventat el 1870. Cada caràcter teclejat a la màquina es converteix en un codi de 5 bit, precedit per un bit d'engegada i seguit per un de parada. Amb 5 bits es poden obtenir només 32 combinacions ($2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2$). Com hi ha 26 lletres en l'alfabet (al RTTY només estan disponibles les majúscules) a més de les 10 xifres numèriques, el codi Baudot donava dos significats diferents a cada combinació de 5 bits, que depenia de l'estat de la màquina de RTTY. Aquests estats eren denominats LLETRES i NUMEROS. Si la màquina està enviant lletres i necessita enviar números, primer enviarà un codi de 5 bits que correspon a NUMEROS.

Aquest codi col·locarà la màquina (o al programa descodificador) en l'estat NUMEROS. Si no es rep aquest codi, les xifres que el seguiran es veuran impreses com a lletres (els seus equivalents). Aquest és un error freqüent amb què tots els operadors de RTTY ja compten, per exemple, mentre reben el control RST (599 apareix com a TOO). Avui en dia, el RTTY és generat i descodificat només utilitzant ordinadors amb una targeta de so, utilitzant el programa adequat.

La transmissió es pot realitzar de dues maneres diferents: En una d'elles, anomenada FSK, es desplaça la portadora del transmissor 170 Hz de la freqüència inicial, seguint els canvis d'estat de la codificació. En l'altra modalitat, anomenada AFSK, es transmeten dos tons diferents de modulació que difereixen en 170 Hz amb el transmissor connectat en la modalitat de SSB que s'alterna per indicar els canvis d'estat. Ambdues donen a la pràctica un resultat equivalent, encara que és preferible utilitzar la transmissió FSK, ja que la transmissió és molt més neta en incloure els tons d'àudio una mica més de soroll de fase a la transmissió, produït pels oscil·ladors d'àudio.

17.12.2 Freqüències en les quals es practica el RTTY

160 m: 1.838 -1.840 kHz. Mantingui el senyal entre aquestes dues freqüències. 1.800 -1.810 kHz en EUA. Tot just es practica
80 m: 3.580 -3.600 kHz i 3.525 kHz al Japó
40 m: 7.035 -7.043 kHz
7.080 - 7.100 kHz en EUA
30 m: 10.140 -10.150 kHz

20 m:	14.080 -14.099 kHz
17 m:	18.095 -18.105 kHz
15 m:	21.080 -21.110 kHz
12 m:	24.915 -24.929 kHz
10 m:	28.080 -28.150 kHz

17.13.1 El PSK31

El PSK31 és una modalitat digital, especialment dissenyada per Peter Martínez, G3PLX, per a la comunicació de teclat a teclat via ràdio, que s'ha popularitzat extraordinàriament, gràcies a la utilització de les targetes de so dels ordinadors. Aquesta modalitat utilitza la targeta de so del teu ordinador per convertir els teus missatges teclejats en un senyal bifàsic que modula una portadora mitjançant àudio i, una vegada rebuda la transmissió de PSK31 per l'altra estació, l'àudio desmodulat es torna a convertir novament en text.

El senyal de PSK31 es transmet a 31,25 bauds, una velocitat que és suficient per al teclejat manual dels textos i necessita un ample de banda teòric extraordinàriament estret de 31 Hz a -6 dB (a la pràctica, aproximadament uns 80 Hz). El PSK31 no inclou cap algorisme de correcció d'errors, però per a relacions S/N que superen els 10 dB, el PSK31 està virtualment lliure d'errors. A menors relacions S/N, el PSK31 és aproximadament 5 vegades millor que el RTTY.

Cada un dels caràcters del codi Baudot utilitzat en RTTY utilitza un codi binari compost d'un nombre fix de bits, concretament 5, el que significa que la longitud de cada un d'ells sempre és la mateixa. En canvi, el PSK31 utilitza un *varicode*, que significa un codi de longitud variable. Per exemple, la lletra "q" està codificada amb no pas menys de 9 bits ("110111111"), mentre que la lletra "i" conté només 2 bits ("11"). Com a mitjana cada caràcter conté 6,15 bits. La majoria de caràcters en minúscula en PSK31 té un nombre menor de bits que els seus equivalents en majúscules, de manera que és més ràpida la transmissió de minúscules.

A diferència del RTTY, la transmissió de PSK31 no utilitza un bit d'engegada ni de parada. En lloc de transmetre el codi per mitjà de dues freqüències com es fa en RTTY (utilitzant FSK), el PSK31 utilitza una freqüència única en què la fase es canvia (180°) per transmetre els estats lògics 1 i 0, la qual cosa dóna com a resultat que ocupa un ample de banda molt petit, d'uns 200 Hz, i permet un gran nombre d'estacions comunicant en tan sols 3 kHz.

17.13.2 Freqüències en les quals es practica el PSK31

La taula que segueix no reemplaça el Pla de Bandes de l'IARU, però ens presenta el panorama dels segments de banda en els quals s'utilitza actualment el PSK31 a pràcticament tot el món.

160m:	1.838 -1.840 kHz
80m:	3.580 -3.585 kHz
40m:	7.035 -7.040 kHz (7.080 a la regió 2)
30m:	10.130-10.140 kHz
20m:	14.070-14.075 kHz
17m:	18.100-18.105 kHz

15m: 21.070-21.080 kHz
12m: 24.920-24.925 kHz
10m: 28.070-28.080 kHz

17.14 Altres modalitats digitals: el RSID

A causa del sorprenent èxit del PSK31 i a la necessitat de millorar les comunicacions utilitzant ordinadors en casos d'emergència, s'estan assajant pels radioaficionats i professionals contínuament nous mètodes de modulació digital que permetin la detecció de senyals amb menors qualitat i relacions S/N. En pocs anys han aparegut innumbrables modalitats multitons, com al MFSK, Throb, MRTTY, Olivia, Contestia, DominoEX, THOR, MT63 , etcètera, cada un d'ells amb múltiples variants que han ampliat el ventall de modalitats digitals de comunicació fins i tot extrems que fan gairebé impossible la seva identificació a orella.

En conseqüència, ja s'ha fet necessari algun mètode de difondre quin sistema digital s'està utilitzant perquè els corresponents puguin intentar descodificar-lo i, ja en aquest moment, ha aparegut un estàndard proposat per Patrik Lindecker, F6CTE, RSID que consisteix a transmetre, durant els 2 segons inicials d'una crida de CQ, en la modalitat de MFSK de 16 tons, la modalitat concreta que s'utilitzarà a continuació i les seves característiques tècniques, perquè tot el que rebí l'anunci pugui intentar descodificar-la.

17.15.1 L'intercanvi d'imatges: SSTV

Els radioaficionats han desenvolupat una transmissió d'imatges inspirada en l'emissió de Facsímil que denominen SSTV (de l'anglès *Slow Scan TV*) i que significa Televisió per escombrada lenta, que permet l'intercanvi d'imatges fins i tot en HF, amb l'ample de banda d'una transmissió normal de banda lateral única.

La transmissió més fiable permet la tramesa d'una imatge en color de 320 x 256 píxels en 114,3 segons i es denomina Martin 1. La modalitat que permet la millor qualitat és la P7 que assoleix els 640 x 496 píxels en 406,1 segons. També els descodificadors desenvolupats per programari que funcionen sobre les targetes d'àudio dels ordinadors són capaços de deduir la modalitat transmesa i ajustar-se en conseqüència, a partir dels senyals de sincronisme emesos.

17.15.2 Freqüències en les quals es practica la SSTV:

80 m: 3.730 i 3.733 kHz
40 m: 7.033 i 7.045 kHz
20 m: 14.230 i 14.233 kHz
17 m: 18.160 kHz
15 m: 21.340 i 21.343 kHz
13 m: 24.975 kHz
10 m: 28.680 i 28.683 kHz
6 m: 50.680 kHz

TERCERA PART: NORMATIVA NACIONAL I INTERNACIONAL RELATIVA AL SERVEI D'AFICIONATS I D'AFICIONATS PER SATÈL·LIT

TEMA 18: REGLAMENTACIÓ NACIONAL

18.1. Llei d'Antenes

(B.O.E. nº 283 de 26-11-1983)

LLEI 19/1983, de 16 de novembre, sobre regulació del dret a instal·lar a l'exterior dels immobles les antenes de les estacions radioelèctriques d'aficionats.

EXPOSICIÓ DE MOTIUS

Les estacions radioelèctriques d'aficionats són instal·lacions que serveixen a unes funcions d'instrucció individual d'intercomunicació i d'estudis tècnics, efectuats per persones degudament autoritzades que s'interessin en la radiotècnia amb caràcter exclusivament personal i sense finalitats de lucre. A més de les finalitats indicades privades, aquestes instal·lacions presten serveis d'utilitat pública en determinades ocasions, havent-se reconegut aquest caràcter de manera oficial per la col·laboració que els seus titulars presten a les autoritats nacionals en circumstàncies extraordinàries. D'altra banda, es tracta d'una activitat plenament reconeguda i regulada al Reglament de Radiocomunicacions, annex al vigent Conveni Internacional de Telecomunicacions, de 25 d'octubre de 1972, firmat i ratificat per Espanya el 20 de març de 1976. En concordança amb aquesta legislació internacional integrada a la nostra ordenació jurídica, la Reglamentació nacional en la matèria, aprovada per Ordre ministerial de 28 de febrer de 1979, estableix les condicions i requisits per ser titulars d'aquestes instal·lacions, així com les obligacions que això comporta i el paper de l'Administració, a fi que es compleixin les especificacions tècniques i es faci el degut ús, tant de les instal·lacions com de les bandes de freqüències radioelèctriques, seguint les recomanacions i les normes dels Organismes internacionals competents.

Com a elements indispensables per al funcionament de les estacions radioelèctriques d'aficionats, els seus titulars necessiten instal·lar, a l'exterior dels immobles on exerceixen aquesta activitat, les antenes i els seus components complementaris, per a la qual cosa necessiten l'oportuna autorització dels propietaris, els quals, d'aquesta manera, vénen a condicionar l'efectivitat del dret que concedeix la llicència d'aficionat, vàlidament expedida per l'Administració.

Amb aquest finalitat es fa necessari promulgar la norma que, respectant el dret dels tercers usuaris de l'espectre radioelèctric i conjugant els interessos en cas de possible conflicte entre radioaficionats i propietaris dels immobles,

estableixi, amb les garanties suficients, el dret dels qui estiguin autoritzats per instal·lar antenes a l'exterior de l'immoble on tingui la corresponent estació, regulant els requisits exigits i les facultats del titular del dret de propietat per a la seva protecció.

Article primer

Qui estant legitimats per usar de la totalitat o part d'un immoble i hagin obtingut l'autorització reglamentària del Ministeri de Transports, Turisme i Comunicacions per al muntatge d'una estació radioelèctrica d'aficionat, podran instal·lar, pel seu compte, a l'exterior dels edificis que utilitzin, antenes per a la transmissió i recepció d'emissions.

Article segon

Els danys i perjudicis que s'originin amb motiu de la instal·lació, conservació desmuntatge de les antenes i altres elements annexos a les mateixes, aniran a càrrec dels titulars de les llicències d'estacions radioelèctriques d'aficionats, així com les reparacions o indemnitzacions que hi hagués lloc. L'anterior responsabilitat es garantirà mitjançant el corresponent contracte d'assegurança establert amb una entitat del ram, la pòlissa del qual haurà de cobrir, en la quantia suficient i en els termes adequats, les contingències que puguin suscitar-se.

Els drets que l'article 545, paràgraf 2, del Codi Civil reconeix a l'amo del predi servent, s'exerciran en el seu cas per la Comunitat de Propietaris, havent-n'hi prou amb que la decisió s'adopti per majoria simple.

Article tercer

La instal·lació d'antenes i dels seus elements annexos, conforme al que estableix la present Llei, no serà obstacle perquè puguin realitzar-se ulteriorment obres necessàries a l'immoble, encara que per a la realització de les mateixes hagi de procedir-se, temporalment, a desmuntar parcial o totalment les instal·lacions, sense que per això el titular de les mateixes tingui dret a cap tipus d'indemnització, havent de quedar finalment la instal·lació en condicions similars a les anteriors.

Article quart

La cancel·lació de la llicència d'estació, de l'autorització de muntatge o la falta de vigència del contracte d'assegurança a què es refereix l'article 2º de la present Llei, implicarà la pèrdua del dret que la mateixa reconeix.

DISPOSICIÓ ADDICIONAL

Reglamentàriament es determinaran les condicions per a la instal·lació de les antenes, assegurant-se la idoneïtat de l'emplaçament de les instal·lacions de l'estació, així com les seves condicions de seguretat i garantint que la mateixa no ocasioni perjudicis als elements privatis i comuns o a l'ús dels mateixos pels propietaris o titulars de drets sobre l'immoble. De la mateixa manera, s'establiran els requisits administratius, les prescripcions tècniques i quantes especificacions siguin necessàries,

quedant garantit en tot cas el dret dels tercers usuaris de l'espai radioelèctric.

18.2 Decret que desenvolupa la Llei d'Antenes

(B.O.E. nº 312 de 30-12-1986)

REIAL DECRET 2623/1986, de 21 de novembre, pel qual es regulen les instal·lacions d'antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat. La Llei 19/1983, de 16 de novembre, regula el dret a instal·lar, a l'exterior dels immobles, les antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat dels qui, estant legitimats per a l'ús de la totalitat o part dels esmentats immobles, hagin obtingut del Ministeri de Transports, Turisme i Comunicacions l'autorització reglamentària, segons el procediment general que s'estableix al Reglament d'Estacions d'Aficionat vigent.

La disposició addicional de la Llei exigeix que es determinin reglamentàriament les condicions per a la instal·lació de les antenes, assegurant la idoneïtat de l'emplaçament, les condicions de seguretat i garantint que l'antena no ocasiona perjudicis als elements privatis i comuns o a l'ús dels mateixos pels propietaris o titulars de drets sobre l'immoble, i que s'estableixin els requisits administratius, les prescripcions tècniques i quantes especificacions siguin necessàries, quedant garantit, en tot cas, el dret dels tercers usuaris de l'espai radioelèctric.

D'altra banda, la seguretat física de les persones i els béns obliga que la instal·lació de les antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat es faci amb les suficients garanties. Conseqüentment, al present Reglament s'aborda la regulació dels acords amb les Companyies d'Assegurances per cobrir la responsabilitat pels possibles danys amb motiu de la instal·lació, conservació i desmuntatge de les antenes, així com les reparacions que hi hagués lloc.

S'ha de tenir en compte, a més, el que fixa el Reglament de Zones i Instal·lacions d'Interès per a la Defensa Nacional, aprovat per Reial Decret 689/1978, de 10 de febrer, i a la normativa vigent en matèria de protecció civil.

En virtut d'això, d'acord amb el del Consell d'Estat, a proposta del Ministre de Transports, Turisme i Comunicacions, i prèvia deliberació del Consell de Ministres en la seva reunió del dia 21 de novembre de 1986:

DISPOSO:

Article únic. - S'aprova el Reglament que s'insereix com a annex al present Reial Decret, com a desenvolupament de la Llei 19/1983, de 16 de novembre, per la qual es regula el dret a instal·lar a l'exterior dels immobles les antenes de les estacions radioelèctriques d'aficionat.

DISPOSICIONS TRANSITÒRIES

Primera. - El disposat al capítol segon del present Reglament no serà d'aplicació respecte de les antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat

que, a l'entrada en vigor del present Reial Decret, estiguessin legalment ja instal·lades, que es regiran pels pactes o acords convinguts entre les parts i, en el seu defecte, pel present Reglament.

Segona. - En el termini de tres mesos, comptats a partir de la data d'entrada en vigor del present Reial Decret, l'usuari d'una antena ja instal·lada d'estació radioelèctrica de aficionat haurà de contractar, o actualitzar en el seu cas, una assegurança que compleixi amb les condicions i característiques que estableixi la Llei 19/1983, de 16 de novembre, i el present Reglament.

DISPOSICIÓ DEROGATÒRIA

Queden derogades quantes disposicions de rang igual o inferior s'oposin al disposat al present Reial Decret.

DISPOSICIÓ FINAL

Queda facultat el Ministre de Transports, Turisme i Comunicacions per dictar les disposicions necessàries per al desenvolupament d'aquest Reglament.

ANNEX

REGLAMENT PEL QUAL ES DETERMINEN LES CONDICIONS PER INSTAL·LAR A L'EXTERIOR DELS IMMOBLES LES ANTENES D'ESTACIONS RADIOELÈCTRIQUES D'AFICIONAT

CAPÍTOL PRIMER

Definicions:

Article 1. Als efectes del present Reglament, els termes que s'expressen a continuació tindran el significat que es defineix per a cada un d'ells:

Aficionat: Persona natural o jurídica que, estant en possessió de l'autorització reglamentària de la Direcció General de Telecomunicacions per a la instal·lació i utilització d'una estació radioelèctrica del servei d'aficionat, pretén instal·lar l'antena emissora corresponent a aquesta estació.

Propietat: Aquella persona, natural o jurídica, que és propietària de l'immoble on es desitja instal·lar l'antena de l'estació radioelèctrica d'aficionat.

Antena: Dispositius conductors utilitzats per a l'emissió, recepció o ambdues funcions, de l'energia electromagnètica.

Sistema radiant: Antena o conjunt d'antenes.

Línia de transmissió: Element que serveix per realitzar la connexió entre transmissor, receptor i antena.

Elements annexos: Tots aquells que no formen part de l'antena, tals com els suports, ancoratges, traves o vents, transformadors d'adaptació, rotors, etc.

Suport: Element o elements mecànics que serveixen de sustentació a l'antena.

Pal: Pal metàl·lic o d'un altre material que serveix d'antena o de suport d'ella.

Trava o vent: Cable, fil o una altra peça rígida o flexible que serveix per assegurar l'estabilitat mecànica de l'antena i suport.

Ancoratge: Punt o element de fixació de les traves o vents a l'obra civil de l'immoble, repartint els esforços mecànics.

Element repartidor de càrrega: Element que distribueix a l'obra civil de l'immoble els esforços transmesos pels suports o ancoratges, fent que aquells es situïn per sota dels límits de seguretat.

Instal·lació: Acció de muntar l'antena i els seus elements annexos per al seu correcte funcionament.

Muntatge: Equivalent a instal·lació.

Desmuntatge: Operació inversa a la instal·lació. Inclou la reposició al seu estat primitiu dels elements d'obra civil afectats per la instal·lació.

Conducte o canalització: Conjunt especialment concebut per allotjar-ne una o algunes línies de transmissió, amb els elements que les fixen i la seva protecció mecànica, si n'hi hagués.

Contacte: Efecte de tocar una persona o algunes parts actives de l'antena i els seus elements annexos.

Explotació: Conjunt d'operacions, incloent les de manteniment, que es deriven de l'ús de les antenes.

Manteniment: Conjunt d'operacions necessàries per assegurar el bon funcionament d'una antena, conservant les seves característiques radioelèctriques i mecàniques destinades a prevenir fallades.

Pla de pas: Pla o superfície situat sota l'antena i els seus elements annexos, accessible a persones.

Àrea pública: Espai o superfície de propietat no privada.

Nivell de vibració: Valoració global de les vibracions que té en compte els possibles efectes d'aquestes a l'individu.

CAPÍTOL II

Primera instal·lació

Art. 2. 1. De conformitat amb l'establert al Reglament d'Estacions d'Aficionat vigent, tot aspirant a l'obtenció de llicència d'estació d'aficionat haurà de sol·licitar-lo de la Direcció General de Telecomunicacions i

presentar la documentació necessària a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions.

2. La documentació comprendrà una Memòria descriptiva de l'estació que desitgi instal·lar, on s'especificaran les característiques tècniques dels equips transmissors i receptors radioelèctrics, sistemes radiants i elements accessoris.

3. Referent a les antenes i elements annexos, i en cas de que el sol·licitant desitgi instal·lar les antenes a l'exterior de l'edifici que habiti, la Memòria comprendrà: Un plànol o esquema detallat de la instal·lació del pal o suport de l'antena, assenyalant-se en ell la ubicació d'altres sistemes captadors o transmissors d'energia radioelèctrica, existents al mateix edifici o als seus voltants; càlcul i descripció dels suports, traves, ancoratges, resistència del terra i elements en què vagin a recolzar-se; càlcul de la resistència als agents exteriors propis del lloc de la instal·lació, tals com a vent, neu, etc., així com una fotocòpia de l'escriptura de propietat de l'immoble, de la divisió horitzontal del mateix o de qualsevol altre títol jurídic que legitimi l'ús total o parcial de l'edifici que es tracta.

4. En qualsevol cas, s'haurà de fer constar el nom i l'adreça del propietari de l'immoble o, en el seu cas, l'adreça del president de la Comunitat de Propietaris del mateix.

Art. 3. Una vegada acceptada la Memòria d'instal·lació presentada, prèvies les correccions que l'Administració estimés necessàries si fos el cas, la Direcció General de Telecomunicacions ho comunicarà de manera fefaent a la propietat o, en cas de tractar-se d'un edifici en règim de propietat horitzontal, al president de la Comunitat de Propietaris, per tal que aquests el coneguin i puguin al·legar, en el termini de dos mesos, tot el que pogués oposar-se a la idoneïtat de l'emplaçament de les instal·lacions acceptades o els perjudicis que es poguessin causar als elements privatis i comuns o a l'ús dels mateixos. Si en el termini de dos mesos no s'hagués rebut cap tipus de comunicació de la propietat, s'entendrà que tàcitament s'accepta la instal·lació esmentada.

Art. 4. 1. Sentida la propietat, o transcorregut el termini de dos mesos a què fa referència l'article precedent, la Direcció General de Telecomunicacions notificarà al sol·licitant l'aprovació de la instal·lació i muntatge de l'estació d'antenes amb les correccions i observacions pertinents a les quals s'haurà d'ajustar, continuant-se la tramitació normal de l'expedient. Aquest extrem es comunicarà de manera fefaent al propietari o president de la Comunitat, en cas d'edificis en règim de propietat horitzontal, qui, en cas de disconformitat, podrà exercitar els recursos administratius i jurisdiccionals legalment previstos.

2. Igual comunicació es farà quan s'expedeixi la llicència d'estació d'aficionat o quan, com a conseqüència de l'expedient, es decretés la nul·litat de les actuacions i la cancel·lació de l'autorització de la instal·lació.

Art. 5. Llevat que material, tècnica i radioelèctricament sigui factible, segons el parer de la Direcció General de Telecomunicacions, no es permetrà més d'una instal·lació d'antenes d'estació d'aficionat en un mateix

immoble.

CAPÍTOL III

Trasllats i variacions

Art. 6. 1. Quan la propietat de l'immoble hagi de realitzar en aquest les obres necessàries de caràcter ordinari que impliquin el desmuntatge, així com el posterior muntatge de l'antena i elements annexos, ho comunicarà així al titular de la llicència de l'estació d'aficionat, de manera fefaent, amb una antelació d'un mes, a fi que aquest pugui procedir per si al desmuntatge i posterior muntatge de la instal·lació o a presenciar-ho.

2. Tant en un cas com en un altre, de conformitat amb el que estableix l'article 3º de la Llei 19/1983, la instal·lació de l'antena haurà de quedar en condicions similars a aquelles que tenia anteriorment, no podent el titular de la llicència d'estació d'aficionat exigir cap tipus d'indemnització.

Art. 7. Quan les obres tinguin caràcter d'indubtable urgència, la propietat podrà procedir al desmuntatge de les antenes i els seus elements annexos sense necessitat d'acudir als tràmits i terminis assenyalats a l'article anterior, però haurà de posar en tot cas immediatament en coneixement del titular de la llicència d'estació d'aficionat la realització d'aquestes obres.

Art. 8. 1. Durant el temps que les antenes i elements annexos hagin de romandre desmuntats per raó de les obres, i sempre que això fos possible, es podrà autoritzar per la Direcció General de Telecomunicacions una instal·lació provisional compatible amb la realització de les mateixes.

2. Les despeses que poguessin ocasionar-se per aquesta instal·lació seran de compte del titular de la llicència d'estació d'aficionat.

Art. 9. Quan es tracti de variacions d'emplaçament d'antena que pugui promoure la propietat de l'immoble, conforme al previst a l'article 2º, paràgraf últim, de la Llei 19/1983, s'estarà al dispostat a l'article 545 del Codi Civil.

Art. 10. 1. Quan, per les inspeccions tècniques, per les variacions a l'escomesa de la línia de transmissió de les antenes o per d'altres circumstàncies que poguessin presentar-se, resultés aconsellable, segons el parer del titular de la llicència d'estació d'aficionat, el canvi d'ubicació de l'antena, ho haurà de sol·licitar així de la Direcció General de Telecomunicacions i seguir el mateix procediment com si es tractés de primera instal·lació.

2. Les despeses derivades de la realització d'aquests treballs, així com les que corresponguin a la reposició al seu estat primitiu dels elements constructius que haguessin resultat afectats per l'anterior emplaçament, seran de compte del titular de la llicència d'estació d'aficionat.

Art. 11. De conformitat amb el vigent Reglament d'Estacions d'aficionat, quan el titular vulgui realitzar amb caràcter d'experimentació qualsevol modificació de les característiques de les antenes i elements annexos que

no impliqui canvi d'ubicació del suport, ho haurà de comunicar a la Direcció General de Telecomunicacions, als efectes d'assegurar la resistència mecànica i altres característiques de seguretat que hagin de tenir les antenes i elements annexos en tot moment, en aquest cas és potestativa de l'Administració la realització de la visita d'inspecció tècnica, segons la importància de la modificació que es pretengui.

CAPÍTOL IV

Prescripcions tècniques de les antenes i els seus elements annexos

Art. 12. 1. Les antenes i elements annexos s'instal·laran de manera que no produeixin molèsties, perill o danys a persones o béns, i que es garanteixi el dret de tercers a no sofrir danys a la seva propietat derivats de la instal·lació.

2. En els casos en què les antenes es situïn en terrats o llocs transitables, es senyalitzaran els ancoratges i traves i quants elements poguessin obstaculitzar el pas o comportar perill per a les persones.

Art. 13. 1. La instal·lació de les antenes es farà de manera que es respectin les separacions entre elles i els elements, instal·lacions i antenes d'altres serveis perquè aquests no resultin degradats en el seu funcionament.

2. Aquesta separació, sobretot en cas d'antenes horitzontals, serà tal que, en les pitjors condicions ambientals previsibles, sigui la suficient i, en qualsevol cas, deixin una altura lliure de tres metres sobre qualsevol pla de pas.

Art. 14. Quan les antenes i els seus elements annexos es trobin situats en la proximitat de línies elèctriques aèries es col·locaran d'acord amb el que disposa el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i les seves instruccions complementàries, així com amb qualsevol norma que el Ministeri d'Indústria i Energia hagi dictat en la matèria i de manera que es garanteixi plenament la impossibilitat de contacte amb les esmentades línies.

Art. 15. En el cas d'antenes de les que els elements radiants sobrepassin o puguin ultrapassar l'espai de l'immoble on estiguin situades o puguin estar situades, la Direcció General de Telecomunicacions podrà exigir un tractament especial amb condicions més estrictes per al muntatge, que seran estudiades per l'òrgan corresponent en cada cas.

Art. 16. 1. Les característiques mecàniques d'antenes i elements annexos hauran de respondre a les normes de la bona construcció i ser capaços d'absorbir els esforços ocasionats pel seu ús, tenint en compte les condicions ambientals particulars del lloc d'instal·lació, tals com la pressió del vent sobre l'estructura, sobrecàrregues pel gel o altres similars.

2. Els pals o tubs que serveixin de suport de les antenes i elements annexos hauran d'estar dissenyats de manera que s'impedeixi o, almenys, es dificulti l'entrada d'aigua en ells i, en tot cas, es garanteixi l'evacuació de la que poguessin recollir.

3. Les antenes i elements annexos i, en particular, suports, ancoratges i traves, hauran de ser de materials resistents a la corrosió o tractats adequadament a aquests efectes.

Art. 17. Els suports de les antenes no podran ser fixats a suports o ancoratges de parallamps ni de les conduccions aèries d'energia elèctrica. Els esmentats suports s'hauran de fixar directament a l'obra civil en punts aptes per tolerar els esforços corresponents o mitjançant elements repartidors de la càrrega degudament dimensionats. En tot cas es garantirà que tant els suports com els ancoratges no deteriorin la resistència mecànica dels elements constructius als que es fixen, ni originin als locals habitables nivells de vibració pertorbadors superiors als que permeten les disposicions vigents.

Art. 18. 1. Les línies de transmissió i els cables d'alimentació entre els equips transmissors i receptors i l'antena distaran no pas menys de 10 centímetres de qualsevol conducte o canalització de serveis de l'edifici i de manera que s'impedeixi el seu contacte amb elements mecànics.

Discorreran preferentment per conductes d'instal·lacions de ventilació, o bé per patis interiors, de manera que, si és possible, no afectin façanes, evitant l'accessibilitat per les persones.

2. No s'admetrà la seva estesa vertical lliure, sinó que es fixaran a intervals apropiats per a les característiques de la línia.

3. En cas de que les línies de transmissió o els cables d'alimentació vagin encastats, aniran allotjats en conductes o canalitzacions per a ús exclusiu.

CAPÍTOL V

Explotació i manteniment

Art. 19. El titular de la llicència d'estació d'aficionat haurà de mantenir l'antena i elements annexos en perfecte estat de conservació i solucionarà de forma immediata els defectes que poguessin afectar la seguretat de persones i béns.

Art. 20. 1. La responsabilitat que pogués correspondre al titular de la llicència d'estació d'aficionat en la seva condició d'usuari de l'antena i els seus elements annexos, o derivada de la seva instal·lació, conservació i desmuntatge, quedarà coberta amb una pòlissa d'assegurança que inclogui la seva responsabilitat civil per danys materials i corporals que es produeixin tant a la propietat com a tercers.

2. El contracte d'assegurança haurà de formalitzar-se una vegada autoritzat el muntatge de l'antena i, en tot cas, abans de l'expedició de la llicència.

3. Aquest contracte d'assegurança haurà d'incloure necessàriament una clàusula específica, en la qual s'expressi que aquest contracte compleix amb l'establert a l'article 2º de la Llei 19/1983, de 16 de novembre, havent de lliurar-se a la propietat de l'immoble o al president de la Comunitat de

Propietaris, segons sigui el cas, una còpia d'aquest contracte, així com dels addicionals corresponents a la seva actualització.

L'incompliment de mantenir actualitzat el contracte d'assegurança serà causa de cancel·lació de l'autorització del muntatge de l'antena, per desaparició d'un requisit essencial per al seu atorgament.

Art. 21. La propietat de l'immoble queda obligada a permetre el pas als funcionaris que la Direcció General de Telecomunicacions designi per realitzar les inspeccions reglamentàries a les instal·lacions d'antenes i elements annexos.

Art. 22. En cas que per part de la propietat s'originin danys a l'antena o als seus elements annexos, la reparació dels mateixos i la indemnització, en el seu cas, serà de compte de la propietat.

DISPOSICIÓ ADDICIONAL

El disposat al present Reglament es fa sense perjudici de l'establert al Reglament de Zones d'Instal·lacions d'Interès per a la Defensa Nacional, aprovat per Reial Decret 689/1978, de 10 de febrer, i en la vigent normativa sobre protecció civil.

18.3 Reglament de d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats

(B.O.E. nº 137 de 9-6-2006 i BOE nº 281 de 23-11-2007 –CNAF-)

ORDRE ITC/1791/2006, de 5 de juny, per la qual s'aprova el Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats.

La radioafició constitueix una activitat important dins de les radiocomunicacions tant pel nombre d'usuaris que la practiquen, sense més objectius que la pura intercomunicació, com pel seu vessant d'experimentació tècnica i de propagació radioelèctrica.

La legislació actual que regula la radioafició està constituïda per un nombre important de normes disperses en el temps i amb modificacions successives que dificulten la seva aplicació resultant convenient el seu agrupament i actualització.

D'altra banda, a la Conferència Mundial de Radiocomunicacions de la Unió Internacional de Telecomunicacions celebrada a Ginebra l'any 2003, i de manera contínua als grups de treball de la Conferència Europea d'Administracions de Correus i Telecomunicacions (CEPT), s'han adoptat diverses disposicions referents al servei d'Aficionats i el Servei d'Aficionats per Satèl·lit, tendents a harmonitzar usos i procediments a escala supranacional, disposicions que és necessari incorporar la regulació nacional dels esmentats serveis de radiocomunicacions.

L'article 14 del Reglament de desenvolupament de la Llei 11/1998, de 24 d'abril, General de Telecomunicacions, pel que fa a l'ús del domini públic radioelèctric, aprovat per l'Ordre del Ministre de Foment de 9 de març de 2000, i modificat pel Reial Decret 424/2005, de 15 d'abril, estableix que l'atorgament i durada de les autoritzacions per a l'ús especial del domini públic radioelèctric, així com les condicions exigibles als seus titulars, s'establiran mitjançant una ordre específica. S'ha demanat, en l'elaboració d'aquesta norma, el tràmit d'aprovació prèvia pel Ministeri d'Administracions Públiques, d'acord amb el previst a l'article 67.4, en relació amb l'article 66 de la Llei 6/1997, de 14 d'abril, d'organització i funcionament de l'Administració General de l'Estat.

En virtut d'això, dispenso:

Article únic

S'aprova el Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats que s'insereix a continuació:

Disposició addicional única:

Modificació del Quadre Nacional d'Atribució de Freqüències

Es modifica la Nota d'Utilització Nacional UN-100 del Quadre Nacional d'Atribució de Freqüències aprovat per Ordre ITC/1998/2005, de 22 de juliol, quedant redactada com segueix: «La banda de freqüències 50,0 a 51,0 MHz podrà ser utilitzada pels radioaficionats en territori nacional sota les condicions de la Nota 5.164 del Reglament de Radiocomunicacions,

compatibilitzant el seu ús amb les emissions de televisió en aquesta banda. Aquesta utilització té la consideració d'ús especial. L'ús d'aquesta banda per radioaficionats no podrà causar interferència perjudicial a estacions de televisió dels països veïns ni reclamar protecció davant la interferència procedent d'elles.

Vegeu la nota UN-15.»

Disposició transitòria primera.

Títols atorgats abans de l'entrada en vigor d'aquesta Ordre

1. Els títols habilitants per a ús especial del domini públic radioelèctric, en les seves diferents classes, atorgats a l'empara de les normes vigents fins a l'entrada en vigor d'aquesta Ordre, continuaran tenint validesa fins a la conclusió del seu termini de vigència. Els esmentats títols s'hauran de transformar a petició de l'interessat, anteriorment al seu venciment, en les autoritzacions de caràcter personal regulades a l'article 14 del Reglament de desenvolupament de la Llei 11/1998, de 24 d'abril, General de Telecomunicacions, pel que fa a l'ús del domini públic radioelèctric, aprovat per l'Ordre del Ministre de Foment de 9 de març de 2000, i modificat pel Reial Decret 424/2005, de 15 d'abril, previ l'abonament per una sola vegada de la taxa de tramitació d'autoritzacions d'ús especial del domini públic radioelèctric del Capítol V del Reial Decret 1620/2005, de 30 de desembre, pel qual es regulen les taxes establertes a la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions.

Els actuals títols habilitants per a ús especial del domini públic radioelèctric perdran el seu vigor, si a la conclusió del seu termini de validesa de cinc anys, no han estat transformades en autoritzacions de caràcter personal conforme al disposat al paràgraf anterior.

2. Sense perjudici del disposat al paràgraf primer, i fins que s'actualitzi la seva regulació mitjançant una Ordre, els titulars d'autoritzacions per a la utilització d'equips de ràdio a la banda ciutadana CB-27, continuaran regint-se per l'Ordre de 27 de febrer de 1996 sobre reglamentació de la utilització d'equips de ràdio a la denominada banda ciutadana CB-27. Quan s'aprovi la nova Ordre, les autoritzacions per a la utilització d'equips de ràdio a la banda ciutadana CB-27 que ja hagin estat transformades de conformitat amb el disposat al paràgraf primer, seran adaptades d'ofici per l'Administració General de l'Estat, al model que s'aprovi a la nova regulació.

Disposició transitòria segona. *Règim transitori fins a la constitució efectiva de l'Agència Estatal de Radiocomunicacions*

Fins i tot l'efectiva constitució de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, la competència per a la tramitació i resolució dels procediments relatius a la gestió del domini públic radioelèctric per aficionats continuarà corresponent als òrgans del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç que la tenien atribuïda fins a l'entrada en vigor de la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions.

Disposició transitòria tercera. *Instruccions d'aplicació del Reglament d'Aficionats*

Fins a la publicació de les noves Instruccions per a l'aplicació del present Reglament s'aplicaran, en tot el que no s'oposin al disposat al present Reglament, les instruccions aprovades per Resolució de 13 de febrer de 1987, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual s'aproven les instruccions per a l'aplicació del Reglament d'Estacions d'Aficionat.

Disposició transitòria quarta. *Ús de la banda de 50 MHz*
Fins a l'efectiu alliberament de la banda 50,0 a 51,0 MHz per altres serveis de radiocomunicacions autoritzats, l'ús de la mateixa per aficionats, amb qualsevol tipus de estació, quedarà restringida als àmbits geogràfics als quals s'asseguri l'absència d'interferències perjudicials a l'esmentat servei. En funció dels plans d'abandonament d'emissions pel servei de televisió en aquesta banda de freqüència, les Instruccions que es dictin per a l'aplicació del Reglament de Radioaficionats especificaran, en cada moment, les restriccions geogràfiques d'ús pels radioaficionats.

Disposició transitòria cinquena. *Ús de la banda 7100 a 7200 kHz.*
La banda de freqüències 7100 a 7200 kHz no podrà ser utilitzada per a emissions del Servei d'Aficionats fins al 29 de març de 2009, per trobar-se atribuïda, amb caràcter primari, al servei de Radiodifusió, d'acord amb la nota 5.141 C del Reglament de Radiocomunicacions de la Unió Internacional de Telecomunicacions.

Disposició transitòria sisena. *Emissió en llengües cooficials*

El disposat a l'article 7, apartat 4, del Reglament que s'aprova per la present Ordre, resultarà d'aplicació en el termini d'un any des de l'entrada en vigor de la mateixa.

Disposició derogatòria única. *Derogació normativa*

Queden derogades les següents disposicions:

Ordre de 21 de març de 1986 per la que s'aprova el Reglament d'Estacions d'Aficionat (B.O.E. 92, de 17-4-86).

Ordre de 18 de març de 1988 sobre llicències CEPT (B.O.E. 73, de 25-3-88)

Ordre de 24 de novembre de 1988 d'estacions repetidores col·lectives d'aficionat (B.O.E. 288, d'1-12-88)

Ordre de 13 de gener de 1995, de modificació de la de 21 de març de 1986 per la que s'aprova el Reglament d'Estacions d'Aficionat (B.O.E. 17, de 20-01-95).

Ordre de 27 d'agost de 1997 sobre reglamentació específica d'estacions repetidores de radiopaquets (B.O.E. 217, de 10-9-97)

Ordre de 27 d'agost de 1997 per la que regula l'establiment de radiobalises del Servei de radioaficionats (B.O.E. 217, de 10-9-97)

Ordre d'1 d'abril de 1998, del Ministeri de Foment, per la qual es modifica l'Ordre del Ministeri de Transports, Turisme i Comunicacions, de 18 de març de 1998, sobre llicència de radioaficionat CEPT (B.O.E. 91, de 16-04-98).

Ordre d'1 d'abril de 1998, del Ministeri de Foment, per la qual es modifica el Reglament d'Estacions d'Aficionat aprovat per l'Ordre del Ministre de Transports, Turisme i Comunicacions, de 21 de març de 1986 (B.O.E. 91, de 16-04-98).

Ordre ITC 476/2005, d'1 de març, per la qual es modifica la de 21 de març de 1986, per la que aprova el Reglament d'Estacions d'aficionat (B.O.E. 2-03-2005).

Així mateix queden derogades quantes disposicions de rang igual o inferior s'oposin a l'establert en aquesta Ordre.

Disposició final primera. *Sol·licituds de diplomes d'operador*

Els actuals titulars de llicència d'estació que no disposin del diploma d'operador, podran sol·licitar la seva expedició a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions.

Disposició final segona. *Bandes de freqüència*

Els actuals titulars de llicències B i C podran fer ús de totes les bandes de freqüències atribuïdes al servei d'Aficionats i Aficionats per Satèl·lit, en les condicions assenyalades al punt 3 de l'Annex 1 del present Reglament i prèvia obtenció, en el seu cas, de les autoritzacions especials que correspongui.

Disposició final tercera. *Convalidació de proves d'examen*

Els participants en les proves per a l'obtenció del diploma d'operador que hagin estat declarats aptes en les proves primera i segona a què es refereix el Reglament aprovat per Ordre de 21 de març de 1986, podran sol·licitar el diploma d'operador a que es refereix el paràgraf segon de l'article 4 del present Reglament.

Disposició final quarta. *Facultats de desenvolupament*

Es faculta a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions per dictar les instruccions que es considerin necessàries per al desenvolupament i aplicació del present Reglament, així com per actualitzar el contingut tècnic dels seus annexos.

Disposició final cinquena. *Títol competencial*

Aquesta ordre es dicta a l'empara del disposat a l'article 149.1.21.a de la Constitució, que atribueix a l'Estat la competència exclusiva en matèria de telecomunicacions.

Disposició final sisena. *Entrada en vigor*

La present Ordre entrarà en vigor el dia següent al de la seva publicació al Butlletí Oficial de l'Estat.

Madrid, 5 de juny de 2006. - El Ministre d'Indústria, Turisme i Comerç, José Montilla Aguilera.

18.3.1 Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats

TÍTOL 1

Disposicions generals

Article 1. *Objecte.*

1. El present Reglament té per objecte la regulació de l'ús especial del domini públic radioelèctric per aficionats, en desenvolupament de la previsió establerta a l'article 14 del Reglament de desenvolupament de la Llei 11/1998, de 24 d'abril, General de Telecomunicacions, pel que fa a l'ús del domini públic radioelèctric, aprovat per Ordre del Ministre de Foment de 9 de Març de 2000, i modificat pel Reial Decret 424/2005, de 15 d'abril, i en ell es regula el règim jurídic aplicable per a l'atorgament d'autoritzacions administratives d'ús de l'espectre radioelèctric per aficionats, les condicions per a l'expedició del diploma d'operador d'estació d'aficionat, així com la concessió de llicències d'estació radioelèctrica d'aficionats.

2. En tot el no particularment previst al present reglament s'estarà a l'especificat en el desenvolupament reglamentari al que fa referència l'article 44.1 de la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions.

Article 2. *Concepte d'ús especial de l'espectre per aficionats*

1. Tindrà la consideració d'ús especial del domini públic radioelèctric per aficionats, l'ús de bandes, subbandes, canals i freqüències que s'assenyalin al Quadre Nacional d'Atribució de Freqüències (CNAF) com d'ús compartit sense exclusió de tercers, no considerades com d'ús comú, amb finalitats d'instrucció individual, intercomunicació o realització d'estudis tècnics, efectuat per persones degudament autoritzades que s'interessen en la radiotècnia amb caràcter exclusivament personal i sense finalitats de lucre ni contingut econòmic.

2. L'ús del domini públic radioelèctric reconegut en aquest Reglament no garanteix el dret al seu manteniment en el temps. Per raons d'eficiència en l'ús de l'espectre radioelèctric o per raons tècniques d'atribució de bandes, el CNAF podrà modificar el caràcter d'ús especial de determinades bandes, subbandes o freqüències, i establir la seva atribució per a altres usos. En l'esmentat cas, s'assenyalarà a l'Ordre de modificació del CNAF un període transitori d'adaptació o amortització dels equips, no originant en cap cas dret d'indemnització als actuals usuaris.

Article 3. *Terminologia.*

Als efectes d'aquest Reglament, els termes definits a l'annex 1 tindran el significat que allà se'ls assigna. Qualsevol altre terme no inclòs a l'esmentat annex tindrà el significat assignat a l'annex II de la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions o a l'article 1 del Reglament de Radiocomunicacions de la Unió Internacional de Telecomunicacions.

TÍTOL II

Autorització de l'ús de l'espectre radioelèctric per aficionats

CAPÍTOL 1 Normes generals

Article 4. Autorització administrativa d'ús de l'espectre radioelèctric

1. D'acord amb el disposat a l'article 45 de la Llei General de Telecomunicacions, l'ús especial de l'espectre radioelèctric per aficionats requerirà l'obtenció prèvia d'una autorització administrativa individualitzada, en endavant denominada autorització de radioaficionat, atorgada per l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions

2. L'obtenció de l'autorització de radioaficionat requerirà la possessió prèvia del diploma d'operador d'estació d'aficionat obtingut d'acord amb el procediment descrit als articles 11 i següents d'aquest Reglament.

3. Les autoritzacions de radioaficionat tindran caràcter personal i no transferible i conservaran la seva vigència mentre el seu titular no manifesti la seva renúncia. No obstant això, el titular haurà de comunicar fefaentment a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions cada cinc anys, comptats des de la data d'atorgament de l'autorització, la seva intenció de continuar utilitzant el domini públic radioelèctric.

4. L'autorització de radioaficionat habilita per efectuar emissions a qualssevol de les bandes i amb les característiques tècniques especificades a l'apartat 3 de l'annex 1 d'aquest Reglament i sense perjudici del disposat als articles 19 i 20 sobre restriccions d'ús de determinades bandes de freqüència i usos temporals i experimentals. Les emissions del Servei d'Aficionats per Satèl·lit quedaran restringides a aquelles bandes de l'Annex I habilitades a l'efecte en el CNAF.

Article 5. Presentació de sol·licituds i documentació annexa

Els interessats en obtenir una autorització de radioaficionat dirigiran la seva sol·licitud a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions acompanyada del resguard d'abonament de la taxa de tramitació establerta a la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions. A l'esmentada sol·licitud, a més de les dades d'identificació personal, s'indicarà la data d'obtenció i número de registre del diploma d'operador al que fa referència l'article anterior.

Article 6. Terminis per resoldre

El termini per resoldre i notificar les sol·licituds d'autoritzacions de radioaficionat serà de sis setmanes des de l'entrada de la sol·licitud en qualsevol dels registres de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions.

Transcorregut el termini al que es refereix al paràgraf anterior sense que hagi recaigut resolució expressa i s'hagi notificat, s'haurà d'entendre desestimada la sol·licitud, sense perjudici de l'obligació de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions de resoldre expressament.

Article 7. Resolució

1. L'òrgan competent en matèria de telecomunicacions dictarà resolució motivada atorgant l'autorització junt amb el distintiu de trucada, segons model que figura com a annex III a aquest Reglament, o denegant l'autorització sol·licitada.

2. Per a l'atorgament de les autoritzacions de radioaficionat seran d'aplicació el Reglament contingut a l'annex 1 del Real Decret 1773/1994, de 5 d'agost, pel qual s'adeqüen determinats procediments administratius en matèria de telecomunicacions a la Llei 30/1992, de 26 de novembre, modificada per la Llei 4/1999, de 13 de gener, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú, el Reglament de l'ús de l'espectre aprovat per l'Ordre de 9 de març de 2000 per la que s'aprova el Reglament de Desenvolupament de la Llei 11/1998, de 24 d'abril, General de Telecomunicacions, pel que fa a l'ús del domini públic radioelèctric, modificada pel Reial Decret 424/2005, de 15 d'abril, pel qual s'aprova el Reglament sobre les condicions per a la prestació de serveis de comunicacions electròniques, el servei universal i la protecció d'usuaris, aquest Reglament, i les Instruccions per a la seva aplicació.

3. El titular de l'autorització està obligat a comunicar a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions els seus canvis de domicili a efectes de notificacions.

4. En aquelles Comunitats Autònomes en què existeixi llengua cooficial a més del castellà, l'autorització s'expedirà en format bilingüe, a petició de l'interessat.

Article 8. *Revocació d'autoritzacions de radioaficionat*

Podran ser causes específiques de revocació de l'autorització de radioaficionat, prèvia tramitació del corresponent expedient:

1. L'incompliment del deure de comunicació fefaent a l'Administració, cada cinc anys, de la intenció de continuar utilitzant el domini públic radioelèctric, contemplat a l'article 14 del Reglament de desenvolupament de la Llei 11/1998, de 24 d'abril, General de Telecomunicacions, pel que fa a l'ús del domini públic radioelèctric, aprovat per l'Ordre del Ministre de Foment de 9 de març de 2000, i modificat pel Reial Decret 424/2005, de 15 d'abril. El procediment per a la revocació de l'autorització serà el general contemplat a la Llei 30/1992, de 26 de novembre, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú.

2. Les contemplades a l'article 15 del Reglament de desenvolupament de la Llei 11/1998, de 24 d'abril, General de Telecomunicacions, pel que fa a l'ús del domini públic radioelèctric, aprovat per l'Ordre del Ministre de Foment de 9 de març de 2000.

Article 9. *Autoritzacions d'aficionat per a estrangers residents a Espanya*
Els estrangers que acreditin documentalment la seva condició de residents a Espanya podran ser titulars d'autoritzacions de radioaficionat i llicències d'estació d'aficionat espanyoles en els següents casos:

Quan siguin titulars d'un diploma d'operador, segons el disposat als articles 11 i següents d'aquest Reglament.

Quan siguin titulars d'un certificat HAREC expedit per qualsevol país que hagi aplicat la Recomanació CEPT T/R 61-02.

Quan existeixi Acord o Conveni de reciprocitat en la matèria amb el país d'origen de l'aficionat.

Article 10. *Autoritzacions temporals per a estrangers*

L'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, en les condicions establertes al present Reglament, podrà autoritzar el titular d'una estació d'aficionat amb llicència expedida per un altre país, que no hagi adoptat la Recomanació CEPT T/R 61-02, a operar la seva estació mentre es trobi temporalment en territori espanyol. A l'escrit de sol·licitud es farà constar nom i cognoms, nacionalitat, adreça, marca, model i nombre de sèrie dels equips a utilitzar i original o fotocòpia fefaent de la llicència del seu país d'origen.

CAPÍTOL II

Diploma d'operador d'estació d'aficionat

Article 11. *Concepte i procediment d'obtenció.*

El diploma d'operador certifica la capacitat del seu titular per operar estacions radioelèctriques del Servei d'Aficionats i Servei d'Aficionats per Satèl·lit.

Per a l'obtenció del diploma d'operador d'estació d'aficionat serà precisa la superació de les proves d'examen corresponents, d'acord amb l'expressat als articles següents.

Article 12. *Sol·licitud de participació en les proves*

Els interessats en la realització de les proves per a l'obtenció del diploma d'operador hauran de cursar l'oportuna sol·licitud dirigida a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions segons el model contingut en les Instruccions per a l'aplicació d'aquest Reglament.

La taxa per presentació a les proves serà l'establerta a la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions i es meritiran en el moment de presentació de la sol·licitud corresponent.

Article 13. *Continguts de les proves*

Les proves per a l'obtenció del diploma d'operador versaran sobre les següents matèries:

Coneixements suficients d'electricitat i radioelectricitat per operar una estació d'aficionat.

Domini de la normativa reglamentària referent a les estacions d'aficionat. En les Instruccions per a l'aplicació del present Reglament s'inclouran els programes detallats dels continguts de les proves d'examen d'acord amb l'Annex 6 de la Recomanació T/R 61-02 de la CEPT. Els esmentats programes seran publicats al Butlletí Oficial de l'Estat.

L'òrgan competent en matèria de telecomunicacions convocarà les proves d'examen i expedirà els diplomes d'operador als declarats aptes en la totalitat de les mateixes.

Article 14. *Expedició del diploma*

Una vegada superades les proves corresponents, l'interessat podrà sol·licitar el diploma d'operador, adjuntant a la seva sol·licitud el justificant d'abonament de la taxa establerta a l'efecte a la Llei General de Telecomunicacions.

L'òrgan competent en matèria de telecomunicacions expedirà el diploma d'operador conjuntament amb el certificat HAREC conforme al previst a la

Recomanació CEPT T/R 61-02 i segons el model que es inserida com a Annex II d'aquest Reglament.

CAPÍTOL III Llicències CEPT

Article 15. Definició

Als efectes del present Reglament, s'entén per llicència de radioaficionat CEPT aquella expedida per un país, pertanyent o no a la Conferència Europea d'Administracions de Correus i Telecomunicacions (CEPT), que hagi adoptat la Recomanació T/R 61-01. Aquesta llicència habilita el seu titular a operar la seva estació de radioaficionat de forma temporal al territori de qualsevol dels països esmentats anteriorment. Les autoritzacions de radioaficionat atorgades per l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions conforme al procediment establert en aquest Reglament tindran, a tots els efectes, la consideració de llicències CEPT.

Article 16. Contingut de la llicència CEPT

En la llicència d'estació de radioaficionat CEPT hauran de constar necessàriament la següent informació:

- a) Declaració segons la qual s'autoritza en titular perquè utilitzi la seva estació d'aficionat, en els termes previstos a la Recomanació T/R 61-01, a qualsevol país que hagi adoptat l'esmentada Recomanació.
- b) Nom i adreça del titular
- c) Distintiu de trucada
- d) Període de validesa
- e) Autoritat que expedeix la llicència.

Article 17. Equivalències

Tota llicència CEPT expedida per una Administració que hagi adoptat la Recomanació T/R 61-01, gaudirà d'equiparació a l'autorització d'aficionat nacional regulada al present Reglament.

Article 18. Condicions d'utilització.

La utilització de les llicències de radioaficionat CEPT s'efectuaran conforme a les següents condicions:

1. La instal·lació i utilització de les estacions d'aficionat emparades per la llicència CEPT dins del territori espanyol estaran sotmeses a les condicions previstes al present Reglament.
2. La llicència CEPT permet la utilització de totes les bandes de freqüències atribuïdes al Servei d'Aficionats i al servei d'Aficionats per Satèl·lit que estiguin autoritzades al país on s'operarà l'estació.
3. El seu titular estarà obligat a presentar la llicència de radioaficionat CEPT a petició de les autoritats del país visitat.
4. La llicència CEPT habilita per a la utilització d'estacions portables i mòbils.
5. El titular haurà de respectar les disposicions del Reglament de Radiocomunicacions i de la Reglamentació vigent al país visitat. Així mateix, hauran d'observar totes les limitacions que li vinguin imposades en tot el

que es refereix a les condicions locals de naturalesa tècnica o relatives als poders públics i haurà de respectar les diferències d'atribucions de freqüències als serveis d'aficionats a les tres regions de la Unió Internacional de Telecomunicacions.

6. Quan transmeti al país visitat, el titular ha d'utilitzar el seu distintiu de trucada nacional precedit de la designació del país visitat, segons s'indica a la columna 2 de l'Annex IV, del present Reglament.

7. Per transmetre a Espanya, els titulars de llicència CEPT estrangers emetran el seu distintiu propi, precedit del prefix EA, seguit del número del districte des del que estan transmetent.

8. El titular no podrà sol·licitar protecció contra interferències perjudicials

CAPITULO IV

Autoritzacions especials de radioaficionat

Article 19. *Bandes de freqüències d'ús restringit.*

Requerirà autorització especial, prèvia sol·licitud e l'interessat, l'ús de les bandes de freqüències 10,10 a 10,15 MHz, 1.240 a 1.300 MHz, 2.300 a 2.450 MHz; 5.650 a 5.850 MHz; 10.00 a 10,5 GHz; 24,05 a 24,25 GHz; 76,0 a 77,5 GHz i 78,0 a 81,0 GHz, atribuïdes al servei d'Aficionats o Aficionats per Satèl·lit a títol secundari.

En les autoritzacions especials, s'establiran les limitacions geogràfiques o tècniques d'ús de les esmentades bandes pels aficionats, que assegurin la seva compatibilitat amb els serveis de radiocomunicacions autoritzats que poguessin veure's afectats.

Article 20. *Usos de caràcter temporal o experimental.*

La utilització, amb caràcter temporal, d'estacions fixes a emplaçaments diferents als autoritzats, haurà de ser notificada a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions corresponent, amb almenys cinc dies d'antelació al començament de les emissions. Malgrat l'anterior, no precisaran notificació prèvia els usos temporals no continuats, amb durada màxima de tres dies naturals consecutius, efectuats dins del districte de residència del radioaficionat.

Les utilitzacions de caràcter experimental de les bandes de freqüències atribuïdes al servei d'Aficionats i Servei d'Aficionats per Satèl·lit, amb característiques tècniques diferents a les especificades al present Reglament, requeriran una autorització especial atorgada per l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions. A la sol·licitud, amb les dades identificatives del sol·licitant, s'acompanyarà una memòria tècnica amb el contingut següent:

- Descripció de l'experiment o prova a realitzar.
- Marca, model i número de sèrie si s'usen equips comercials o descripció dels diagrames de blocs dels equips de construcció pròpia.
- Lloc on s'efectuarà la prova, incloent les coordenades geogràfiques de la ubicació de la instal·lació.
- Durada estimada.
- Banda de freqüències a utilitzar.

- Denominació de l'emissió.
- Potència de sortida del transmissor.
- Tipus i guany de l'antena.

TÍTOL III

Estacions radioelèctriques d'aficionats

CAPITULO 1

Règim general de funcionament

Article 21. *Autorització d'instal·lació i funcionament de les estacions*

La instal·lació i funcionament de qualsevol estació d'aficionat precisarà d'una llicència, la qual es considerarà associada a l'autorització de radioaficionat del seu titular. Una mateixa llicència podrà emparar els diferents equips que formin part d'una estació fixa així com els mòbils i portàtils del mateix titular.

Les sol·licituds de llicència d'estació es dirigiran a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions acompanyades de la documentació que es refereix l'article 23 d'aquest Reglament i la que, en el seu cas, s'especifiqui en les Instruccions per a l'aplicació del present Reglament.

La instal·lació i ús d'estacions d'aficionat se'n regirà pel disposat a la Llei 19/1983, de 16 de novembre, sobre regulació del dret a instal·lar a l'exterior dels immobles les antenes de les estacions radioelèctriques d'aficionat; al Reial Decret 2623/1986, de 21 de novembre pel qual es regulen les instal·lacions d'antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat; a la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions i disposicions que la desenvolupin.

Article 22. *Règim d'autorització de les estacions fixes*

L'autorització de les estacions quedarà condicionada en qualsevol cas a l'absència de perturbacions a altres serveis radioelèctrics autoritzats existents a les proximitats, així com al compliment de les disposicions vigents en matèria de seguretat nacional, de servituds radioelèctrics o aeronàutics, de medi ambient, d'ordenació del territori o qualsevol altra que li resulti d'aplicació. L'obtenció dels permisos o autoritzacions relacionades amb aquestes matèries seran per compte i a càrrec dels sol·licitants de la llicència de l'estació.

Article 23. *Sol·licitud d'autorització d'instal·lació i llicència d'estació*

Les sol·licituds d'autorització i les instal·lacions d'estacions d'aficionat s'ajustaran a les condicions següents:

1. El sol·licitant haurà de presentar una memòria descriptiva del conjunt de l'estació que desitgi instal·lar, on s'especificarà marca, model i nombre de sèrie dels equips radioelèctrics i, en el seu cas, característiques i resistència de la presa de terra. A la memòria s'adjuntarà un plànol assenyalant la ubicació de la instal·lació.

2. Els equips constitutius de l'estació, inclosos els amplificadors a què poguessin connectar-se, hauran de respectar les característiques tècniques que s'estableixen a l'annex 1 del present Reglament, i, en qualsevol cas, els equips que no siguin de construcció pròpia, hauran de complir amb el

disposat a la normativa per a l'avaluació i marcatge de conformitat dels aparells de telecomunicacions, havent d'aportar el sol·licitant fotocòpia del full de característiques tècniques i declaració de conformitat del fabricant que figuren al manual de l'equip.

Si es tracta d'equips de segona mà, comercialitzats anteriorment a l'entrada en vigor del Reial Decret 1890/2000, de 20 de novembre, hauran de disposar del certificat d'acceptació radioelèctrica exigít al seu dia, o en el seu defecte complir amb les característiques tècniques que s'estableixen a l'Annex 1 del present Reglament certificat per un laboratori acreditat. Malgrat l'anterior, es podran autoritzar equips que hagin figurat anteriorment en una altra llicència d'estació d'aficionat.

3. Referent a les antenes i elements annexos instal·lats a l'exterior de l'immoble que utilitzi, la memòria s'ajustarà al disposat a l'article 21 del Reglament pel qual es determinen les condicions per instal·lar, a l'exterior dels immobles, les antenes de les estacions radioelèctriques d'aficionat, aprovat per Reial Decret 2623/1986, de 21 de novembre.

4. Com a norma general, les instal·lacions hauran de ser efectuades per un instal·lador de telecomunicacions inscrit al Registre d'Empreses Instal·ladores de Telecomunicació, creat pel Reglament aprovat per Reial Decret 401/2003, de 4 d'abril, pel qual s'aprova el Reglament regulador de les infraestructures comunes de telecomunicacions per a l'accés als serveis de telecomunicació a l'interior dels edificis i de l'activitat d'instal·lació d'equips i sistemes de telecomunicacions. Una vegada finalitzada la mateixa, s'haurà de remetre a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions un butlletí d'instal·lació expedit per l'empresa instal·ladora, acreditant la seguretat mecànica i elèctrica del conjunt. Malgrat l'especificat al paràgraf anterior, els Caps Provincials d'Inspecció de Telecomunicacions, podran autoritzar que el radioaficionat efectuï, pels seus propis medis, aquelles instal·lacions que, per la seva simplicitat, en vista de la memòria tècnica de la instal·lació, no presentin raonablement riscos per a les persones o els béns.

5. L'incompliment de mantenir actualitzat el contracte d'assegurança al què fa referència l'article 20 del Reglament aprovat per Reial Decret 2623/1986, de 21 de novembre, serà causa de cancel·lació de l'autorització de muntatge de l'antena, per desaparició d'un requisit essencial per al seu atorgament.

6. Serà per compte del sol·licitant l'obtenció de qualsevol classe de permisos o autoritzacions que es precisin per a la instal·lació de les antenes.

7. Els menors d'edat hauran d'aportar un escrit d'autorització, en forma fefaent, dels seus pares o persones que ostentin la seva custòdia legal, en el qual assumiran les responsabilitats que corresponguin al menor titular de la llicència.

Article 24. Expedició de la llicència

Quan per la documentació aportada s'estimi que tant el sol·licitant com el conjunt de l'estació que es pretén instal·lar compleixen els requisits del present Reglament, l'interessat serà autoritzat a efectuar el muntatge, per si mateix o mitjançant instal·lador de telecomunicacions al que fa referència l'apartat 4 de l'article anterior. Finalitzat el muntatge de la instal·lació i

presentada la documentació requerida en cada cas, se li expedirà la llicència corresponent, que s'estendrà en el model oficial que s'especifica a l'annex III del present Reglament.

Article 25. *Cancel·lació de la llicència d'estació d'aficionat*

La llicència d'estació d'aficionat es cancel·larà en els següents casos: Quan no existeixin equips que justifiquin l'existència de l'estació, la llicència perdrà vigència sis mesos després de la baixa de l'últim equip component de l'estació. En qualsevol moment a petició del seu titular.

Per revocació, per qualsevol causa, de l'autorització de radioaficionat. Quan es cancel·li la llicència d'estació d'aficionat qualsevol que sigui la causa, l'interessat estarà obligat, amb totes les despeses al seu càrrec, a procedir al desmuntatge de les instal·lacions, fins i tot de les antenes, el que podrà comprovar-se mitjançant visita d'inspecció. No obstant l'anterior, si el titular de la llicència cancel·lada desitja mantenir la instal·lació de les antenes amb finalitats únicament de recepció, podrà fer-ho sempre que obtingui autorització per escrit de la propietat de l'immoble o, en el seu cas, de la Comunitat de Propietaris del mateix. Una còpia de l'esmentada autorització s'haurà de remetre a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions per a la seva constància a l'expedient.

CAPÍTOL II

Condicions tècniques de funcionament de les estacions

Article 26. *Classes i característiques tècniques de les estacions*

Les classes i característiques tècniques a què s'han d'ajustar-se en el seu funcionament les estacions d'aficionat es detallen a l'annex 1 del present Reglament.

Tota estació fixa d'aficionat podrà ser utilitzada amb caràcter temporal com a portable. El règim de comunicació de l'esmentada eventualitat a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions serà l'especificat per a usos de caràcter temporal a l'article 20 d'aquest Reglament.

El titular d'una llicència d'estació fixa d'aficionat que desitgi utilitzar l'esmentada estació com a portable d'una manera sistemàtica i periòdica en una ubicació fixa i determinada diferent de l'autoritzada, ho haurà de sol·licitar a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions perquè tal utilització quedi reflectida a la llicència. En aquest cas la instal·lació de les antenes a la segona ubicació estarà sotmesa al mateix règim d'autorització que el de l'estació principal.

Article 27. *Estacions col·lectives d'associacions d'aficionats*

Les associacions d'aficionats reconegudes podran ser autoritzades a instal·lar estacions col·lectives d'aficionat, de la utilització del qual serà responsable un radioaficionat membre de l'associació, designat per la seva Junta Directiva. Aquestes estacions hauran de complir les mateixes normes tècniques i administratives que les instal·lacions individuals.

La condició d'associació de radioaficionats reconeguda s'obtindrà per resolució de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, una vegada legalment constituïda i registrada al Ministeri de l'Interior, mitjançant la presentació davant de l'òrgan competent en matèria de

telecomunicacions dels estatuts corresponents. Els esmentats estatuts hauran de contemplar com a finalitats específiques les pròpies dels radioaficionats, així com recollir l'obligació de compliment del disposat en aquest Reglament.

Aquestes associacions podran ser autoritzades a instal·lar estacions automàtiques desateses (repetidors i radiobalises), que estiguin emparades per la llicència corresponent i hauran de complir les condicions assenyalades al Capítol III del Título III d'aquest Reglament.

Article 28. *Modificació de les instal·lacions*

Una vegada obtinguda la llicència d'estació d'aficionat, el seu titular queda autoritzat per realitzar amb caràcter experimental qualsevol modificació a les instal·lacions i equips que componen l'estació. En cas que les esmentades modificacions s'introdueixin amb caràcter permanent, el titular de la llicència haurà de remetre l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, en el termini de trenta dies, la documentació complementària a la prevista a l'article 23 del present Reglament, amb inclusió de les modificacions introduïdes.

Malgrat l'especificat al paràgraf anterior, quan es presentessin circumstàncies que, segons el parer del titular de la llicència, aconsellessin el canvi d'ubicació de l'antena, ho haurà de sol·licitar a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions utilitzant el mateix procediment que si es tractés de la primera instal·lació.

Article 29. *Connexió amb altres instal·lacions de telecomunicació*

Les estacions d'aficionat podran interconnectar-se a través d'altres instal·lacions de telecomunicació autoritzades, sempre que aquesta interconnexió es realitzi amb finalitats relacionades amb l'activitat de la radioafició. En cas d'ús, per a aquesta interconnexió, del domini públic radioelèctric, s'ajustarà al disposat en aquest Reglament.

Els dispositius que s'utilitzin per a la connexió a xarxes públiques de telecomunicació estaran dissenyats i construïts de manera que no puguin causar danys o interferències a les xarxes a què es connectin.

Els repetidors analògic-digital/digital-analògic només seran accessibles a través d'un codi i el distintiu de l'estació de l'operador quan l'accés es realitzi a través d'una xarxa pública. L'esmentat codi serà personal i intransferible i diferent per a cada usuari, estant obligat el responsable del repetidor a facilitar les clau d'accés a tot radioaficionat que el sol·liciti. Igualment quan a la connexió s'utilitzin enllaços entre repetidors, serà precisa la utilització dels codis abans descrits.

CAPÍTOL III

Estacions automàtiques desateses

Article 30. *Classes d'estacions*

Es consideren estacions automàtiques desateses els Repetidors analògics, Repetidors digitals, Repetidors de portadora o node, Repetidors finals, Radiobalises i qualsevol altra estació no esmentades anteriorment que s'ajusti a la definició donada a l'annex 1 d'aquest Reglament.

Les estacions automàtiques desateses que comparteixin titularitat i ubicació podran estar emparades per una única autorització d'aficionat.

Article 31. Bandes de freqüències

El funcionament de les estacions automàtiques desateses podrà ser autoritzat dins de les següents bandes de freqüència:

1. Repetidors analògics: Bandes de 28-29,7 MHz; 50-51 MHz, 144-146 MHz; 430-440 MHz i a títol experimental a la banda 1.240-1.300 MHz, així com en aquelles altres que poguessin establir-se. Els canals de funcionament dels repetidors analògics en VHF i UHF s'indiquen a l'apartat 5 de l'annex 1 al present Reglament.

2. Repetidors digitals: Els nodes utilitzaran freqüències no inferiors a la banda d'UHF, llevat dels enllaços entre les Canàries i la Península que podran realitzar-se a les bandes d'HF. Per a aquesta finalitat, no serà necessari que l'estació de HF estigui ubicada al mateix emplaçament que l'estació final a què serveix; si estigués en diferent ubicació, haurà de tenir un gestor propi, amb idèntics requisits i obligacions que el gestor de l'estació final.

3. Radiobalises: Bandes de 28-29,7 MHz; 50,0-51,0 MHz; 144-146 MHz; 430-440 MHz; 1.240-1.300 MHz i en aquelles altres que poguessin establir-se.

Article 32. Condicions generals de funcionament

El règim de funcionament de les estacions automàtiques desateses es regirà pels criteris següents:

1. El nombre d'instal·lacions d'estacions automàtiques desateses s'autoritzarà en funció de les necessitats del servei.

2. Únicament les associacions d'aficionats reconegudes podran ser autoritzades per a la instal·lació d'estacions automàtiques desateses, que estaran emparades per la llicència corresponent, i de la seva utilització serà responsable un radioaficionat membre de l'associació, designat per la seva Junta Directiva.

3. Donat el número limitat d'estacions automàtiques desateses a autoritzar i el seu interès tècnic, i amb la finalitat d'assegurar el seu funcionament el màxim temps possible, tota interrupció d'emissions per un període acumulat superior a sis mesos en el termini d'un any podrà donar lloc a l'obertura d'actuacions per a la cancel·lació de la llicència i, en el seu cas, per a l'atorgament d'autorització a una altra associació interessada.

4. L'accés als repetidors analògics i digitals finals serà necessàriament lliure i, si l'estació estigués dotada de codi d'accés, aquest haurà de ser conegut públicament.

5. Els repetidors analògics emetran de forma automàtica el seu distintiu en radiotelefonia o en radiotelegrafia amb codi Morse a una velocitat no superior a deu paraules per minut, a intervals no superiors a deu minuts, per modulació de la portadora mitjançant un to d'àudio.

6. Les radiobalises transmetran el seu distintiu a intervals no superiors a tres minuts.

7. Llevat de casos excepcionals degudament justificats la informació transmesa per una radiobalisa es referirà únicament a la seva posició i condicions de funcionament i el seu sistema radiant serà, com a norma general, omnidireccional.

8. Les estacions repetidores i les radiobalises hauran de disposar d'un dispositiu d'encès i apagat per telecomandament. Igualment hauran de disposar d'un sistema d'alimentació ininterrompuda que permeti el seu funcionament durant un període mínim de sis hores en cas de fallada de l'alimentació externa.

9. Com a norma general i llevat de circumstàncies especials degudament motivades, la potència de sortida dels transmissors de les estacions desateses a les bandes de VHF i UHF no podrà excedir de 25 W quan estiguin instal·lades fora de casc urbà i de 10 W si estan a l'interior del mateix, i el guany del seu sistema radiant no serà superior a 6 dB. Es podran autoritzar diagrames de radiació directius en el cas dels repetidors de portadora o nodes.

10. Les estacions automàtiques desateses a la banda de HF tindran una potència de sortida màxima de 50 W.

Article 33. *Gestor de les estacions desateses*

Les associacions sol·licitants proposaran el nomenament d'un gestor de les estacions desateses. La seva missió consistirà a vetllar per l'adequada utilització del sistema i assumirà les següents obligacions:

Verificar que el tràfic d'informació sigui concorde amb les disposicions del Reglament. Actualitzar periòdicament la informació existent. Procurar el manteniment tècnic de manera que es garanteixi el servei continu, sense interrupcions acumulades que excedeixin de sis mesos en el període d'un any.

Article 34. *Tramitació de les autoritzacions d'instal·lació*

Les associacions de radioaficionats reconegudes que desitgin instal·lar una estació automàtica desatesa ho sol·licitaran a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions de la seva residència, adjuntant la sol·licitud, la documentació que s'indica a continuació:

Plànol escala 1:50.000, o valor adequat, que disposi d'indicació marginal de coordenades geogràfiques referides al meridià de Greenwich, sobre el qual s'indicarà l'emplaçament de l'estació, cota i altura de l'antena i assenyalament de la ruta d'accés. En cas de repetidors interurbans es marcarà el contorn de la zona de servei i, en el cas dels urbans, al plànol de la població, amb indicació del lloc i en el seu cas del carrer i número. Memòria descriptiva redactada d'acord amb el disposat a l'article 23 del present Reglament.

Quan es tracti d'equips de fabricació en sèrie no serà obligatori presentar l'esquema d'aquest si no ha sofert modificacions essencials, substituint-se per la indicació de la marca, model i número de sèrie i característiques que dona el fabricant. Referent a les antenes i elements annexos, s'estarà al disposat a la Llei 19/1983, de 16 de novembre, sobre regulació del dret a instal·lar les antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat i al Reglament pel qual es regulen les esmentades instal·lacions aprovat per Reial Decret

2623/1986, de 21 de novembre, així com al disposat al punt 3 de l'article 23 del present Reglament.

Una vegada rebuda la documentació, examinada la mateixa en funció de les prestacions previstes, i de les estacions ja existents, l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions contestarà acceptant provisionalment la petició amb les indicacions que procedeixin, en especial si és precisa la concurrència de l'instal·lador de telecomunicacions previst a l'apartat 4 de l'article 23 d'aquest Reglament, o denegant la mateixa mitjançant resolució motivada. En cas afirmatiu, l'associació disposarà d'un termini de sis mesos per a la posada en servei de la instal·lació. L'incompliment d'aquest termini suposarà la caducitat de l'autorització provisional. Efectuada la instal·lació, l'associació ho comunicarà a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions que procedirà a inspeccionar la instal·lació si l'estima convenient.

La instal·lació es considerarà provisional durant un període de sis mesos comptats a partir de la seva posada en funcionament, condicionant-se l'atorgament de la llicència definitiva a la seva compatibilitat amb altres sistemes radioelèctrics que poguessin resultar afectats i a les normatives de protecció dels serveis radioelèctrics establerts.

En el cas que més d'una associació sol·liciti la instal·lació d'una estació automàtica desatesa per a la mateixa zona, s'atendran les peticions per ordre de presentació.

CAPÍTOL IV

Identificació de les emissions

Article 35. Distintius de trucada

Cada autorització de radioaficionat disposarà d'un distintiu de trucada, assignat per l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, que estarà constituït, seqüencialment, per un grup alfanumèric de la manera següent:

1. Dues primeres lletres d'alguna de les sèries internacionals atribuïdes a Espanya al Reglament de Radiocomunicacions, amb la següent classificació: EA, EB i EC per a les estacions individuals o col·lectives.

Resta de les sèries, per a la realització de concursos, experiments, assaigs, demostracions i altres esdeveniments d'especial interès, en qualsevol cas prèvia autorització de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions.

Les estacions automàtiques desateses s'identificaran mitjançant sèries de distintius específics utilitzant, no obstant això, dues lletres de qualsevol de les sèries atribuïdes a Espanya al Reglament de Radiocomunicacions. Tot això sense perjudici de les assignacions especials que poguessin ser autoritzades excepcionalment i amb caràcter temporal.

2. Una xifra, corresponent al districte de residència del titular de l'autorització, d'acord amb la divisió geogràfica que s'especifiqui a les Instruccions per a l'aplicació del present Reglament, quedant reservada la xifra 0 (zero) per a la seva assignació en circumstàncies especials.

3. Fins a tres lletres que s'assignaran ordenades alfabèticament per torn rigorós d'expedició (excloent els grups de lletres que expressen els senyals de socors, urgència i seguretat així com els que comencin amb la lletra Q).

En les Instruccions per a l'aplicació del present Reglament es detallarà la constitució dels distintius de trucada i identificació de les estacions.

Article 36. Identificació de les emissions

Els criteris d'identificació de les emissions seran els següents:

1. Les emissions de les estacions d'aficionats s'identificaran mitjançant la transmissió del seu distintiu de trucada al començament i final de cada emissió. En cas d'emissions de llarga durada s'haurà d'emetre el distintiu de trucada almenys cada deu minuts.

2. La identificació de les emissions de les estacions mòbils i portables s'efectuarà afegint al seu distintiu de trucada, les expressions /M, /MM, /MA o /P en telegrafia, o les paraules mòbil, mòbil marítima, mòbil aeronàutic o portable, segons procedeixi.

3. Les estacions d'aficionat amb llicència expedida per un altre país, autoritzades a funcionar temporalment en territori espanyol, s'identificaran amb el seu distintiu de trucada nacional precedit del grup EA i el número del districte al que està operant.

4. Quan un radioaficionat amb llicència expedida per un altre país operi ocasionalment una estació espanyola s'identificarà amb el seu propi distintiu precedit del distintiu del titular de l'estació espanyola que està utilitzant.

CAPÍTOL V

Obligacions del titular d'una llicència d'estació

Article 37. Normes generals d'ús

La utilització de les estacions d'aficionat s'ajustarà a les següents normes:

1. Les transmissions entre estacions d'aficionats s'hauran de limitar a comunicacions relacionades amb el servei d'aficionats definit a l'annex 1 d'aquest Reglament, i a observacions de caràcter personal.

2. Es permetran les comunicacions per ràdio entre estacions d'aficionat de diferents països tret que l'Administració d'un dels països afectats hagi notificat la seva oposició a les esmentades comunicacions.

3. Les transmissions entre estacions d'aficionat no s'hauran de codificar per ocultar el seu significat, excepte els senyals de control intercanviats entre estacions de comandament terrestres i estacions espacials del servei d'aficionats per satèl·lit.

4. Les estacions d'aficionat poden ser utilitzades per a la transmissió de comunicacions en nom de tercers només en casos d'emergència o desastre.

5. Podrà fer ús d'una estació d'aficionat, a més del seu titular i amb autorització del mateix, qualsevol altre titular d'autorització de radioaficionat. En aquest cas s'identificarà mitjançant el seu propi distintiu precedit del distintiu del titular de l'estació operada.

6. Tot titular de llicència d'estació vindrà obligat, a requeriment de l'autoritat competent, a col·laborar amb els seus medis radioelèctrics, a les

bandes de freqüències atribuïdes al servei d'aficionats, per satisfer les necessitats de comunicacions relacionades amb operacions de socors i seguretat en cas de catàstrofes.

7. Si un radioaficionat capta una comunicació de socors procedent d'una estació en perill, haurà de fer el possible perquè l'esmentada comunicació arribi com més aviat millor a l'autoritat competent en la matèria.

8. Tot l'anterior s'aplicarà, en la mesura que procedeixi, al servei d'aficionats per satèl·lit.

Article 38. *Mesures de seguretat*

Tot titular d'una llicència d'estació d'aficionat haurà de garantir l'ús correcte de la mateixa, impedit el seu ús per persones no autoritzades. Això inclou tant la manipulació física com a través d'interconnexions a altres xarxes o mitjans a què pogués connectar-se. L'esmentada obligació és extensiva als responsables d'estacions col·lectives i estacions automàtiques desateses respecte a les instal·lacions que gestionen.

El titular d'una llicència d'estació d'aficionat està obligat a observar les normes de seguretat establertes per evitar qualsevol tipus d'accident derivat de l'ús de la seva estació. Les antenes i elements annexos hauran de ser mantinguts adequadament, havent de solucionar de forma immediata qualsevol anomalia que s'observi que afecti la seva seguretat. L'òrgan competent en matèria de telecomunicacions no serà responsable, en cap cas, de l'incompliment de tals normes.

Article 39. *Interferències a altres serveis*

Les emissions de les estacions d'aficionat no han d'ocasionar interferències a altres serveis de telecomunicació degudament autoritzats o a la recepció d'emissions de radiodifusió sonora o de televisió, havent de cessar en les seves emissions fins que s'hagin eliminat les causes que la produeixen o durant el termini donat al titular de l'estació interferida per a la seva revisió i adopció de les mesures apropiades per eliminar-la, tal com s'indica al punt 2 de l'article següent.

Article 40. *Mesures a adoptar en cas d'interferència*

El procediment d'actuació en cas d'interferències a altres serveis de telecomunicacions s'ajustarà al protocol següent:

1. Si prèvia comprovació pel personal de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions o a través de reclamació de l'afectat es determinés que una estació d'aficionat causa interferència a altres instal·lacions de telecomunicació degudament autoritzades o a la recepció d'emissions de radiodifusió sonora o de televisió, el titular de la llicència deurà, a la seva costa, adoptar a la seva estació totes les mesures raonables de tipus tècnic, per eliminar l'esmentada interferència, comunicant a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions les mesures adoptades.

2. Si una vegada adoptades les mesures anteriors subsistís la interferència per causes imputables al titular de les instal·lacions interferides, es requerirà a aquest perquè, en el termini màxim d'un mes, a partir de la recepció de l'escrit de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions en el qual s'indiqui la necessitat de fer-ho, revisi les instal·lacions interferides i adopti, al seu càrrec, les mesures apropiades per eliminar-la,

advertint-lo que de no fer-ho així se li tindrà per desistit de la seva reclamació, prèvia resolució de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions.

3. En cas que no sigui possible eliminar la interferència. L'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, excepcionalment, podrà imposar a l'estació d'aficionat restriccions sobre les bandes de freqüències, potència i horari de les emissions.

TÍTOL IV

Inspecció i règim sancionador

Article 41. *Funcions inspectores i sancionadores*

Les estacions radioelèctriques d'aficionat queden sotmeses a la inspecció de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, que l'exercirà en la forma i temps que estimi oportuns, quedant obligats els titulars de les autoritzacions a facilitar l'accés als emplaçaments de les instal·lacions als funcionaris anomenats a l'efecte. Conforme al disposat al Títol VIII de la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions, tot titular d'autorització per a ús d'una estació radioelèctrica d'aficionat està obligat a facilitar al personal de la Inspecció de Telecomunicacions l'exercici de les seves funcions, la inspecció dels aparells i instal·lacions i de quants documents, permisos o autoritzacions estigui obligat a portar o posseir. Els funcionaris adscrits a la Inspecció de les Telecomunicacions tindran, a l'exercici de les seves funcions, la consideració d'autoritat pública i podran sol·licitar, a través de l'autoritat governativa corresponent, el suport necessari de les Forces i Cossos de Seguretat.

Article 42. *Règim sancionador*

La tipificació de les infraccions, sancions, prescripcions i competències sancionadores serà l'establerta al Títol VIII de la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions.

ANNEX 1

Característiques tècniques de les estacions d'aficionat:

1. Terminologia i definicions

Administració: Tot departament o servei governamental responsable del compliment de les obligacions derivades de la Constitució de la Unió Internacional de Telecomunicacions, del Conveni de la Unió Internacional de Telecomunicacions i dels seus Reglaments Administratius.

Amplada de banda necessària: Per a una classe d'emissió donada, amplada de la banda de freqüències estrictament suficient per assegurar la transmissió de la informació amb la velocitat i amb la qualitat requerides en condicions específiques.

Amplada de banda ocupada: Amplada de la banda de freqüències tal que, per sota de la seva freqüència límit inferior i per sobre de la seva freqüència límit superior, s'emetin potències mitges iguals cada una a un 0,5 per 100 de la potència mitja total d'una emissió determinada.

Associació de radioaficionats reconeguda: Associació legalment constituïda i reconeguda com a tal per l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions per figurar als seus estatuts com a finalitats específiques les pròpies del servei d'aficionats.

Autorització administrativa d'aficionat: Títol habilitant per a l'ús especial del domini públic radioelèctric.

Classe d'emissió: Conjunt de característiques que són funció de les modalitats d'una emissió, a saber: tipus de modulació de la portadora principal, naturalesa del senyal modulador, tipus d'informació que es transmetrà, així com també, en el seu cas, qualssevol altra característica; cada classe es designa mitjançant un conjunt de símbols normalitzats.

Diploma d'operador d'estació d'aficionat: Document que certifica la capacitat per operar estacions del servei d'aficionats.

Distintiu de trucada: Grup de caràcters que constitueix el senyal d'identificació de radioaficionat.

Emissió fora de banda: Emissió en una o diverses freqüències situades immediatament fora de l'amplada de banda necessària, resultant del procés de modulació, excloent les emissions no essencials.

Emissió no essencial: Emissió en una o diverses freqüències situades fora de l'amplada de banda necessària, el nivell de la qual pot reduir-se sense influir en la transmissió de la informació corresponent. Les emissions harmòniques, les emissions paràsites, els productes d'intermodulació i els productes de la conversió de freqüències estan compresos a les emissions no essencials, però estan excloses les emissions fora de banda.

Emissions no desitjades: Conjunt de les emissions no essencials i de les emissions fora de banda.

Estació automàtica desatesa: Estació col·lectiva d'aficionat que per al seu funcionament habitual no requereix la intervenció directa de l'operador.

Estació col·lectiva d'aficionat: Estació d'aficionat la titularitat de la qual correspon a una associació de radioaficionats reconeguda.

Estació d'aficionat: Estació del servei d'aficionats o aficionats per satèl·lit.

Estació digital d'aficionat: Estació d'aficionat dotada d'un conjunt de dispositius que permeten la realització d'emissions amb tècniques digitals.

Estació fixa d'aficionat: Estació d'aficionat utilitzada amb caràcter permanent en una ubicació determinada.

Estació fixa remota d'aficionat: Estació fixa d'aficionat que pot ser accionada a distància.

Estació mòbil d'aficionat: Estació d'aficionat destinada a ser utilitzada en moviment o mentre estigui detinguda en punts no determinats.

Estació portable d'aficionat: Estació fixa d'aficionat, la utilització de la qual es realitza amb caràcter temporal en una ubicació determinada diferent de l'habitual.

Estació portàtil d'aficionat: Estació mòbil d'aficionat que té antena i font d'energia incorporades al propi equip.

Estació radioelèctrica: Un o més transmissors o receptors de ràdio, o una combinació de transmissors i receptors, incloent les instal·lacions accessorïes, necessàries per assegurar un servei de radiocomunicació o el servei de radioastronomia en un lloc determinat.

Estació repetidora d'aficionat: Estació col·lectiva fixa d'aficionat, el funcionament del qual es basa en la retransmissió automàtica de les emissions rebudes a l'estació i l'objecte del qual és ampliar l'abast de les comunicacions.

Estació repetidora de portadora o node: Estació repetidora digital destinada a enllaçar únicament amb altres estacions repetidores digitals.

Estació repetidora digital: Estació repetidora d'aficionat el funcionament del qual es basa en la retransmissió de les emissions digitals rebudes i l'objecte del qual és ampliar l'abast de les comunicacions.

Estació repetidora final: Estació repetidora digital que té per objecte processar o distribuir el tràfic procedent d'altres estacions repetidores digitals a les estacions de cada aficionat i a l'inrevés.

Estació temporal d'aficionat: Estació d'aficionat utilitzada amb caràcter temporal destinada a les activitats relacionades amb concursos i diplomes, expedicions, demostracions a col·legis, fires i altres esdeveniments de similar naturalesa.

Freqüència assignada: Valor nominal de la freqüència portadora (sense modular) o de la freqüència d'emissió.

Guany d'una antena: Relació, generalment expressada en decibels, que ha d'existir entre la potència necessària a l'entrada d'una antena de referència sense pèrdues i la potència subministrada a l'entrada de l'antena en qüestió, perquè ambdues antenes produeixin, en una direcció donada, la mateixa intensitat de camp, o la mateixa densitat de flux de potència, a la mateixa distància. Llevat que s'indiqui el contrari, el guany es refereix a la direcció de màxima radiació de l'antena. Eventualment pot prendre's en consideració el guany per a una polarització especificada.

Segons l'antena de referència elegida es distingeix entre:

- a) El guany isotròpic o absolut (G_i), si l'antena de referència és una antena isotròpica aïllada a l'espai.
- b) El guany amb relació a un dipol de mitja ona (G_d), si l'antena de referència és un dipol de mitja ona aïllat a l'espai i el pla equatorial del qual conté la direcció donada.
- c) El guany amb relació a una antena vertical curta (G_v), si l'antena de referència és un conductor rectilini molt més curt que un quart de longitud d'ona i perpendicular a la superfície d'un pla perfectament conductor que conté la direcció donada.

Gestor d'estació desatesa: Persona responsable de l'adequada utilització del sistema servidor de l'estació.

Interferència: Efecte no desitjat provocat per una o diverses emissions, radiacions, induccions o les seves combinacions sobre la recepció en un sistema de radiocomunicació, que es manifesta com a degradació de la

qualitat, o pèrdua de la informació que es podria obtenir, en absència d'aquest efecte no desitjat.

Interferència perjudicial: Interferència que compromet el funcionament d'un servei de radionavegació o d'altres serveis de seguretat, o que degrada greument, interromp repetidament o impedeix el funcionament d'un servei de radiocomunicació legalment establert i explotat d'acord amb el Reglament de Radiocomunicacions.

Llicència d'estació d'aficionat: Document al qual es recullen la titularitat i les característiques generals d'una estació d'aficionat.

Mesurament de potència: El mesurament de la potència d'emissió d'un equip d'aficionat es realitzarà, sempre que això sigui possible, amb relació a la potència de la portadora. Els procediments de mesurament de potència s'ajustaran a les Recomanacions UIT-R que siguin aplicables.

Potència de la portadora: La mitjana de la potència subministrada a la línia d'alimentació de l'antena per un transmissor durant un cicle de radiofreqüència en absència de modulació.

Potència de cresta de l'envoltant: La mitjana de la potència subministrada a la línia d'alimentació de l'antena per un transmissor en condicions normals de funcionament, durant un cicle de radiofreqüència, pres a la cresta més elevada de l'envoltant de modulació.

Potència isòtropa radiada equivalent (P.i.r.e.): Producte de la potència subministrada a l'antena pel seu guany amb relació a una antena isòtropa en una direcció donada (guany isòtrop o absolut).

Potència radiada aparent (p.r.a.): Producte de la potència subministrada a l'antena pel seu guany amb relació a un dipol de mitja ona en una direcció donada.

Radiobalisa del servei d'aficionats: Estació col·lectiva fixa d'aficionat destinada a realitzar estudis de propagació, i el funcionament de la qual es basa en l'emissió automàtica de senyals d'identificació.

Radiocomunicació: Tota telecomunicació transmesa per mitjà d'ones radioelèctriques.

Repetidor analògic-digital: Estació repetidora d'aficionat dotada de convertidors analògic-digital/digital-analògic, accessible des de qualsevol sistema de telecomunicació autoritzat.

Servei d'aficionats per satèl·lit: Servei de radiocomunicació que utilitza estacions espacials situades en satèl·lits de la Terra per a les mateixes finalitats que el servei d'aficionats.

Servei d'aficionats: Servei de radiocomunicació que té per objecte la instrucció individual, la intercomunicació i els estudis tècnics efectuats per radioaficionats, això és, per persones degudament autoritzades que s'interessen a la radiotècnica amb caràcter exclusivament personal i sense finalitats de lucre.

Tolerància de freqüència: Desviació màxima admissible entre la freqüència assignada i la situada al centre de la banda de freqüències ocupada per una emissió. S'expressa en parts per milió o en hertzs.

2. Nomenclatura de les bandes de freqüències i de les longituds d'ona utilitzades en les radiocomunicacions

Número de la banda	Símbols	Gamma de freqüències	Subdivisió mètrica corresponent	Abreviatures
4	VLF	3 a 30 kHz	Ones miriamètriques	B.Mam
5	LF	30 a 300 kHz	Ones quilomètriques	B.km
6	MF	300 a 3.000 kHz	Ones hectomètriques	B.hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ones decamètriques	B.dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ones mètriques	B.m
9	UHF	300 a 3.000 MHz	Ones decimètriques	B.dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ones centimètriques	B.cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ones mil·limètriques	B.mm
12	-	300 a 3.000 GHz	Ones decimil·limètriques	-

Nota 1: La banda N (N = número de la banda) s'estén des de $0,3 \times 10^N$ Hz a 3×10^N Hz.

Nota 2: Prefixos k = quilo (10^3), M = Mega (10^6), G = Giga (10^9).

3.- Freqüències i característiques tècniques de les emissions

S'autoritza la modulació d'amplitud. ja sigui amb doble banda lateral o banda lateral única amb diferents nivells de portadora, modulació de freqüència o de fase, així com altres tipus de modulacions digitals amb senyals d'àudio, dades o vídeo, sempre que l'emissió resultant s'ajusti a les bandes de freqüències i característiques tècniques que siguin d'aplicació en cada cas dels indicats a la següent taula:

Bandes de freqüències en kHz (a)	Potència màxima d'emissió		Ample de banda màxim (-6 dB)
	Portadora	Cresta	
135,7 - 137,8	1 W	p.r.a	0,3 kHz
1.830 - 1.850	50 W	200 W	3 kHz
3.500 - 3.800 (b) 7.000 - 7.200 10.100 - 10.150 14.000 - 14.250 14.250 - 14.350 18.068 - 18.168 21.000 - 21.450 24.890 - 24.290 28.000 - 29.700	250 W	1000 W a totes les bandes	3 kHz 6 kHz

Bandes de freqüències en kHz (a)	Potència màxima d'emissió		Ample de banda màxim (-6 dB)
	Portadora	Cresta	
50.000 - 41.000	100 W	-	12 kHz
144.000 - 146.000	150 W (1)	600 W	25 kHz
430.000 - 440.000 (d)	50 W (1)	200 W	25 kHz (2)
Bandes de freqüències	Potència màxima d'emissió		

en MHz (a) (c) (d)	Portadora P.i.r.e
1.240 - 1.300	10 W 30 dBw
2.300 - 2.450	10 W 30 dBw
6.650 - 5.850	10 W 30 dBw

Bandes de freqüències en GHz (a) (c) (d)	Potència màxima d'emissió Portadora P.i.r.e
10,00 - 10,50 24,00 - 24,05 24,05 - 24,25 47,00 - 47,20 76,00 - 77,50 77,50 - 78,00 78,00 - 81,00	30 dBw a totes les bandes

(1) Per a enllaços per rebot lunar (EME) o per dispersió meteòrica (MS), dins de les subbandes de freqüències recomanades per la Unió Internacional de Radioaficionats (IARU) i, en qualsevol cas, fora dels cascs urbans, es podran utilitzar potències fins a 250 W de portadora i 1000 W de cresta.

(2) Per a comunicacions digitals es podran utilitzar amplituds de banda de fins a 100 kHz.

Observacions:

(a) En les bandes de freqüència atribuïdes al servei d'Aficionats o d'Aficionats per Satèl·lit es recomana el compliment dels Plans de Bandes de la IARU.

(b) Aquesta banda de freqüència està compartida, a títol primari, pels serveis d'aficionats, fix i mòbil (llevat de mòbil aeronàutic). S'evitaran les emissions que puguin produir interferències perjudicials a qualsevol comunicació establerta.

(c) Tenint en compte que a les bandes de freqüències de 1.240-1.300 MHz i superiors poden efectuar-se emissions amb potències elevades, s'hauran d'adoptar totes les precaucions necessàries perquè l'energia de radiofreqüència emesa sigui inferior a 3.5 mW/cm² en aquells emplaçaments als que tinguin accés o a la proximitat dels quals puguin transitar les persones.

(d) Las bandes de freqüències assenyalades a continuació estan destinades per a aplicacions industrials científiques i mèdiques (CM). Els serveis de radiocomunicacions que funcionin en aquestes bandes hauran d'acceptar la interferència perjudicial resultant de les esmentades aplicacions.

433.050-434.790 MHz.

2.400-2.500 MHz.

5.725-5.875 MHz.

24.00-24.25 GHz.

4. Prescripcions tècniques

4.1 La potència mitja de tot component d'una emissió no essencial subministrada per un transmissor a la línia de transmissió de l'antena no haurà d'excedir els següents valors:

Freqüències inferiors a 30 MHz: 40 dB (40 decibels) per sota de la potència mitja, dins de l'amplada de banda necessària, sense excedir de 50 mil·livats.

Freqüències entre 30 i 235 MHz: 60 dB (60 decibels) per sota de la potència mitja, dins de l'amplada de banda necessària, quan aquesta potència sigui superior a 25 vats. sense excedir d'un mil·livat; o 40 dB (40 decibels) per sota de la potència mitja, dins de l'amplada de banda necessària, quan aquesta sigui igual o inferior a 25 vats, sense excedir de 25 microvats.

Freqüències entre 235 i 960 MHz: 60 dB. (60 decibels) per sota de la potència mitja, dins de l'amplada de banda necessària, quan aquesta potència sigui superior a 25 vats, sense superar els 20 mil·livats; o 40 dB (40 decibels) per sota de la potència mitja, dins de l'amplada de banda necessària, quan sigui igual o inferior a 25 vats, sense excedir de 25 microvats.

Freqüències entre 960 MHz i 17.7 GHz: 50 dB (50 decibels) per sota de la potència mitja, dins de l'amplada de banda necessària, quan aquesta potència sigui superior a 10 vats, sense excedir de 100 mil·livats; a 50 dB (50 decibels) per sota de la potència mitja, dins de l'amplada de banda necessària. quan aquesta sigui igual o inferior a 10 vats, sense excedir de 100 microvats.

L'òrgan competent en matèria de telecomunicacions podrà exigir, en el seu cas. límits més estrictes que els especificats, per tal de garantir una protecció suficient a les estacions de recepció del servei de radioastronomia i serveis espacials, així com aquelles instal·lacions que específicament es determinin.

4.2 La potència emesa i la durada de l'emissió s'han de limitar a l'estrictament necessari; així mateix s'haurà d'evitar l'ús de potències altes per a comunicacions a curta distància.

4.3 Per a tots els assaigs que no requereixin una radiació des de l'antena, s'ha d'utilitzar un circuit d'antena fictícia (càrrega artificial) no radiant.

4.4 Les estacions d'aficionat deuran, en tot cas, complir la legislació sobre perturbacions radioelèctriques i interferències en vigor.

4.5 Les estacions d'aficionat hauran d'estar proveïdes dels elements adequats per comprovar que l'emissió es produeix dins de les bandes autoritzades. Així mateix, hauran de disposar d'elements per poder realitzar un mesurament indicatiu de la potència d'emissió.

4.6 Les estacions hauran de disposar de les xarxes adaptadores d'acoblament d'impedàncies i de filtres supressors d'harmònics (pas baix) que siguin precisos.

5. Freqüències dels repetidors analògics

5.1 Banda 144 a 146 MHz.

16 canals de 12.5 kHz. d'amplada de banda amb separació Tx/Rx de 600 kHz.

Freqüència Entrada (MHz)	Freqüència Sortida (MHz)
145,0000	145,6000
145,0125	145,6125
145,025	145,6250
-	-
-	-
145,1750	145,7750
145,1875	145,7875

5.2 Banda 430 a 440 MHz.

32 Canals de 25 kHz. d'amplada de banda i separació Tx/Rx de 7.6 MHz.

Freqüència Entrada (MHz)	Freqüència Sortida (MHz)
431,050	438,650
431,075	438,675
431,100	438,700
-	-
-	-
431,800	439,400
431,825	439,425

5.3 Banda 1240 a 1300 MHz.

20 canals de 25 kHz. d'amplada de banda amb separació Tx/Rx de 6 MHz.

Freqüència Entrada (MHz)	Freqüència Sortida (MHz)
1291,000	1297,000
1291,025	1297,025
1291,050	1297,050
1291,450	1297,450
1291,475	1297,475

28 canals de 25 kHz. d'amplada de banda amb separació Tx/Rx de 28 MHz.

Freqüència Entrada (MHz)	Freqüència Sortida (MHz)
1270,025	1298,025

1270,050	1298,050
1270,075	1298,075
-	-
-	-
1270,675	1298,675
1270,700	1298,700

ANEXO II
ESPAÑA / SPAIN



AGENCIA ESTATAL DE RADIOCOMUNICACIONES

CERTIFICADO DE EXAMEN DE RADIOAFICIONADO ARMONIZADO (HAREC)
Expedido en base a la Recomendación de la CEPT T/R 61-02

HARMONISED AMATEUR RADIO EXAMINATION CERTIFICATE (HAREC)
based on CEPT Recommendation T/R 61-02

CERTIFICAT D'EXAMEN RADIOAMATEUR HARMONISE (HAREC)
délivré sur la base de la Recommandation de la CEPT T/R 61-02

HARMONISIERTE AMATEURFUNK-PRÜFUNGSBESCHEINIGUNG (HAREC)
nach CEPT Empfehlung T/R 61-02

La Agencia Estatal de Radiocomunicaciones de España certifica que el titular del presente certificado ha superado un examen de radioaficionado según los requisitos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), y conforme a lo especificado en la Recomendación CEPT T/R 61-02 (HAREC).

La Agencia Estatal de Radiocomunicaciones of Spain declares herewith that the holder of this certificate has successfully passed an amateur radio examination which fulfils the requirements laid down by the International Telecommunication Union (ITU). The passed examination corresponds to the examination described in CEPT Recommendation T/R 61-02 (HAREC).

La Agencia Estatal de Radiocomunicaciones d'Espagne certifie que le titulaire du présent certificat a réussi un examen de radioamateur conformément au règlement de l'Union internationale des télécommunications (UIT). L'épreuve en question correspond à l'examen décrit dans la Recommandation CEPT T/R 61-02 (HAREC).

La Agencia Estatal de Radiocomunicaciones von Spanien erklärt hiermit, dass der Inhaber dieser Bescheinigung eine Amateurfunkprüfung erfolgreich abgelegt hat, welche den Erfordernissen entspricht, wie sie von der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) festgelegt sind. Die abgelegte Prüfung entspricht der in der CEPT-Empfehlung T/R 61-02 (HAREC) beschriebenen Prüfung.

El titular Holders name Nom du titulaire Name des Inhabers

Fecha de nacimiento Date of birth Date de naissance Geburtsdatum

Dirección/Address/Adresse/Anschrift

Teléfono/Telephone/Téléphone/Telefon: _____ Telefax:

Officials requiring information about this certificate should address their enquiries to the issuing national Authority or the issuing Administration indicated below.

Les autorités officielles désirant des informations sur ce document devront adresser leurs demandes à l'Administration ou à l'Autorité nationale compétente mentionnée ci-dessous.

Behörden, die Auskünfte über diese Bescheinigung erhalten möchten, sollten ihre Anfragen an die genannte ausstellende nationale Behörde oder die ausstellende Verwaltung richten.

(Lugar y fecha de expedición/Place and date of issue/Lieu et date d'émission/Ort und Ausstelldatum).

En a de de 200

Sello/Official stamp/

Firma/Signature/Signature/Unterschrift

Cachet Officiel/Offizieller Stempel

Traducció de l'ANEXO II

ESPANYA/ SPAIN

AGÈNCIA ESTATAL DE RADIOCOMUNICACIONS

CERTIFICAT D'EXAMEN DE RADIOAFICIONAT ARMONIZAT (HAREC)

Expedít en base a la Recomanació de la CEPT T/R 61-02

HARMONISED AMATEUR RADIO EXAMINATION

CERTIFICATE (HAREC) based on CEPT

Recommendation TIR 61-02

CERTIFICAT D'EXAMEN RADIOAMATEUR HARMONISE (HAREC)

delivré sur la base de la Recommandation de la CEPT T/R 61-02

HARMONISED AMATEURFUNK-PRÜFUNGSBESCHEINIGUNG (HAREC)

nach CEPT empfehlung T/R 61-02

L'Agència Estatal de Radiocomunicacions d'Espanya certifica que el titular del present certificat ha superat un examen de radioaficionat segons els requisits de la Unió Internacional de Telecomunicacions (UIT) i conforme a l'especificat a la Recomanació CEPT 61-02 (HAREC).

La Agencia Estatal de Radiocomunicaciones of Spain declares herewith that the holder of this certificate has successfully passed an amateur radio examination which fulfils the requirements laid down by the International Telecommunications Union (ITU). The passes examination corresponds to the examination described in CEPT Recommendation T/R 61-02 (HAREC)

La Agencia Estatal de Radiocomunicaciones d'Espagne certifie que le titulaire du présent certificat a réussi un examen de radioamateur conformément au règlement de l'Union Internationale des télécommunications (UIT). L'épreuve en question correspond a l'examen décrit dans la Recommandation CEPT T/R 61-02 (HAREC).

La Agencia Estatal de Radiocomunicaciones von Spanish erklärt hiermit dass der Inhaber dieser Bescheinigung eine Amateurfunkprüfung erfolgreich abgelegt hat welche den Erfordernissen entspricht, wie sie von der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) festgelegt sind. Die abgelegte Prüfung entspricht der in der CEPT-Empfehlung T/R 61-02 (HAREC) beschriebenen Prüfung.

El titular

Holderns name/Nom du titulaire/Name des inhabers

Data de naixement/Date of birth/Date de naissance/Geburtsdatum

Direcció/Adress/Adresee/Aneschrift

Teléfono/Telephone/Téléphone/Telefon Telefax.....

Les autoritats oficials que vulguin obtenir més informació sobre aquest certificat han d'adreçar les seves peticions a l'Administració o a l'Autoritat nacional indicada a continuació.

Officials requiring information about this certificate should address their enquiries to the issuing national Authority of the issuing Administration indicated below.

Les autorités officielles désirant des informations sur ce document devront adresser leurs demandes a l'Administration ou a l'Autorité nationale compétente mentionnée ci-dessous.

Behörden, die Auskünfte über diese Bescheinigung erhalten möchten, sollten ihre Anfragen an die genannte ausstellende nationale Behörde oder die ausstellende Verwaltung richten.

(Lloc i data d'expedició/Place and date of issue/Lieu et date d'émission/Ort un Ausstelldatum).

A a de de 20


Segell/Official stamp/ Cachet Officiel/Offizieller Stempel

Firma/Signature/Signature/Unterschrift

ANEXO III

Autorización de radioaficionado y licencia de estación

Anverso

<p style="text-align: center;">RADIOAFICIONADO CEPT</p> <p>La presente autorización tendrá a todos los efectos la consideración de licencia CEPT conforme a la Recomendación CEPT T/R 61-01, autorizando a su titular a utilizar estaciones de radioaficionado en los términos contemplados en dicha recomendación en aquellos países que la hayan adoptado.</p> <p>CEPT amateur radio licence This licence is issued in accordance with CEPT Recommendation T/R 61-01; its validity is the same that national one.</p> <p>The CEPT amateur radio licence, equivalent to Spanish national, allows the use of all frequencies authorized to the amateur service in the country visited.</p> <p>Licence de radioamateur CEPT Cette licence est délivrée en application de la Recommandation T/R 61- 01 de la CEPT et pour une durée égale a celle de la licence national.</p> <p>La licence CEPT, équivalent à le espagnole, permet d'utiliser toutes les fréquences autorisées au service amateur dans le pays visitée.</p> <p style="text-align: center;">Amateurfunkgenehmigung Diese Genehmigung wird gemäß der CEPT-Empfehlung T/R 61-01 er-teilt und zwar für den gleichen Zeitraum wie die nationale Genehmigung.</p> <p>Die CEPT , gleichwertig mit der nationalen , berechtigt zur Benutzung alle dem Amateurfunk zugestellten Frequenzen die in den Ländern, in welchen die Funkstelle betrieben, werden soll, zugelassen sind.</p>	<p>ESPAÑA/SPAIN</p>  <p>MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO</p> <p>SECRETARÍA DE ESTADO DE TELECOMUNICACIONES Y PARA LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN</p> <p>AUTORIZACIÓN DE RADIOAFICIONADO Y LICENCIA DE ESTACIÓN RADIOELÉCTRICA</p> <p><i>AMATEUR RADIO LICENCE</i></p> <p>El titular del presente documento se compromete a tomar cuantas medidas sean necesarias para que el funcionamiento de la estación cumpla estrictamente con el Reglamento de uso del dominio público radioeléctrico por aficionados.</p> <p style="text-align: right;">Firma</p>
---	--

Reverso

<p>Titular / The holder</p> <hr/> <p>Nombre y apellidos / Full name</p> <hr/> <p>NIF / Identity number</p> <hr/> <p>Nacionalidad / Nationality</p> <hr/> <p>Domicilio / Address</p> <hr/> <p>Ubicación de la estación / Location of the station Fija: Portable:</p> <hr/> <p>Equipos / Equipment</p>	<p>Distintivo de llamada / Call sign</p> <p>Esta autorización habilita a su titular para instalar y utilizar las estaciones radioeléctricas de aficionado cuyas características técnicas se reseñan al margen.</p> <hr/> <p>Lugar/fecha Place/date</p> <p style="text-align: center;">EL SECRETARIO DE ESTADO DE TELECOMUNICACIONES Y PARA LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN</p> <p>P.D. (Orden ITC/3187/2004 de 4.de octubre de 2004, (BOE 241 de 6.10.2004)</p> <p style="text-align: center;">EL JEFE PROVINCIAL DE INSPECCIÓN DE TELECOMUNICACIONES</p> <hr/> <p>VALIDA HASTA:</p>
---	---

Traducció de l'ANEXO III

Autorització de radioaficionat i llicència d'estació

Envers

RADIOAFICIONAT CEPT

La present autorització tindrà a tots els efectes la consideració de llicència CEPT conforme a la Recomanació CEPT TIR 51-01, autoritzant el seu titular a utilitzar estacions de radioaficionat en els termes contemplats a l'esmentada recomanació en aquells països que l'hagin adoptat.

CEPT amateur radio license

This license is issued in accordance with CEPT Recommendation T/R 61-01. Its validity is the same as the national one.

The CEPT amateur radio license, equivalent to Spanish national, allows the use of all frequencies authorized to the amateur service in the country visited

Licence de radioamateur CEPT

Cette licence est délivrée en application de la Recommandation T/R 61-01 de la CEPT et pour une durée égale a celle de la licence national.

La licence CEPT, équivalent a l'espagnole, permet d'utiliser toutes les fréquences autorisées au service amateur dans le pays visitée.

Amateurfunkgenehmigung

Diese Genehmigung wird gemäß der CEPT Empfehlung T/R 61-01 erteilt und zwar für den gleichen Zeitraum wie die nationale Genehmigung

Die CEPT gleichwertig mit der nationalen berechtigt zur Benutzung alle dem Amateurfunk zugestellten Frequenzen die in den Landern in welchen die Funkstelle betrieben, werden soll, zugelassen sind.

ESPANYA/SPAIN

MINISTERI D'INDÚSTRIA, TURISME I COMERÇ

SECRETÀRIA D'ESTAT DE TELECOMUNICACIONS I PER A LA SOCIETAT DE LA INFORMACIÓ

AUTORITZACIÓ DE RADIOAFICIONAT I LLICÈNCIA D'ESTACIÓ RADIOELÈCTRICA

AMATEUR RADIO LICENCE

El titular del present document es compromet a prendre quantes mesures siguin necessàries perquè el funcionament de l'estació compleixi estrictament amb el Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats

Firma

Revers

Titular / The Holder

Nom i Cognoms / Full name

NIF / Identity number

Nacionalitat / Nationality

Domicili / Address

Ubicació de l'estació / Location of the station

Fixa

Portable

Equips / Equipement

Distintiu de trucada / Call sign

Aquesta autorització habilita el seu titular per instal·lar i utilitzar les estacions radioelèctriques d'aficionat les característiques tècniques del qual es ressenyen al marge.

Lloc/data

Place/date

EL SECRETARI D'ESTAT DE TELECOMUNICACIONS I PER A LA SOCIETAT DE LA INFORMACIÓ

P.D. (Ordre ITC/3187/2004 de 4 d'octubre de 2005 (BOE 241 de 6-10-2004))

EL CAP PROVINCIAL D'INSPECCIÓ DE TELECOMUNICACIONS

VÀLIDA FINS A

Països CEPT	Prefixos dels distintius de trucada que s'han d'usar als països visitats	Llicències Nacionals equivalents a la llicència CEPT
1	2	3
Albània	ZA	(no aplicada)
Andorra	C31	(no aplicada)
Àustria	OE	1 (també antiga 2) ¹
Azerbaidjan	4J,4K	(no aplicada)
Bielorússia	EU, EV, EW	(no aplicada)
Bèlgica	ON	A
Bòsnia Hercegovina	T9	A,B,C ^{2,3}
Bulgària	LZ	1 i 2
Croàcia	9A	CEPT
Xipre	5B	1 i 2
República Txeca	OK	A
Dinamarca	OZ	A
Illes Feroes	OY	A
Grenlàndia	OX	A
Estònia	ES ⁶	A ⁶ , B ⁶
Finlàndia	OH	L, P, T, Y
Illes Aland	OH0	L, P, T, Y
França	F	E ^{2,3}
Còrsega	TK	E ^{2,3}
Guadalupe	FG	E ^{2,3}
Guyana	FY	E ^{2,3}
Martinica	FM	E ^{2,3}
Sant Bertomeu	FJ	E ^{2,3}
Sant Pere/Miquelón	FP	E ^{2,3}
Sant Martin	FS	E ^{2,3}
Illes Reunió (Glorieuse, Jean de Nova, Tromelin)	FR	E ^{2,3}
Mayotte	FH	E ^{2,3}
Antàrtida Francesa (Crozet, Kerguelen, St. Paul i Amsterdam, Terre Adelie)	FT	E ^{2,3}
Polinèsia Francesa i Clipperton	FO	E ^{2,3}
Nova Caledònia	FK	E ^{2,3}
Wallis i Futuna	FW	E ^{2,3}
Alemanya	DL	1, 2 i A
Grècia	SDV	A, B, C ^{2,3}
Hongria	HA,HG	RHB, RHC2 3
Islàndia	TF	G
Irlanda	EI	CEPT1 i CEPT2
Itàlia	I	General2 3
Letònia	YL	1, 2 ^{2,3,5}
Liechtenstein	HB0	CEPT
Lituània	LY	A
Luxemburgo	LX	General ^{2,3}
Malta	9H	A2 3
Moldàvia	ER	(no aplicada)
Mònaco	3A	General2 3
Holanda	PA	A, C i F
Noruega	LA	A
Svalbard	JW	A
Polònia	SP	1 ^{2,3}
Portugal	CT	A, B

1. Las antigues llicències de la classe "1" i "2" han estat transformades en noves llicències classe "1". Aquesta nota és d'aplicació per als titulars de llicències amb habilitació per a codi Morse (antigues llicències classe 1, que és des d'ara una opció addicional (per a països en els quals encara és requerit el codi Morse).

2 Equivalència entre llicència CEPT i la llicència nacional del màxim nivell des de setembre de 2003, i.e. abans les transformades amb codi Morse foren suprimides amb la T/R 61-01.

3 Para l'ús de les bandes de HF es requereix el codi Morse.

4 Actualment les llicències nacionals i les llicències CEPT són diferents. Les llicències nacionals inclouen més dades.

5 Al prefix del distintiu de trucada cal afegir-li el dígit que designa la regió en la qual opera l'estació de radioaficionat.

6 Las llicències A i B es corresponen amb les llicències CEPT. Els radioaficionats estrangers poden operar al territori de la República d'Estònia per un període de fins a tres mesos amb els drets que atorga la qualificació de classe B.

7 Els titulars d'ambdues llicències CEPT 1 i CEPT 2 tenen accés total a les freqüències d'HF, així com per a l'ECP per raons de reciprocitat amb països que encara utilitzen el codi Morse. Els requisits del codi Morse 3. Els requisits per al codi Morse van ser retirats el 15 de setembre de 2003. CEPT 2 no té qualificacions de Morse.

8 Els titulars amb Llicència d'Estació de Radioaficionat de Letònia no se'ls emet automàticament la llicència CEPT. Perquè un titular d'una llicència Nacional d'Estació de Radioaficionat de Letònia pugui obtenir una llicència CEPT, ha de superar un examen d'acord amb la T/R 61-02 "*Harmonised Amateur Radio Examination Certificate*".

Països CEPT	Prefixos dels distintius de trucada que s'han d'usar als països visitats	Llicències Nacionals equivalents a la llicència CEPT
1	2	3
Madeira	CT	A, B
Romania	YO	1 ²³
Federació Russa	R	(no aplicada)
Moscou i altres regions	R3a	(no aplicada)
Sant Petersburg	R1a	(no aplicada)
Sant Marino	T7	(no aplicada)
Sèrbia i Montenegro	4O	(no aplicada)
República Eslovaca	OM	(no aplicada)
Eslovènia	S5	A, B
Espanya	EA	A (antigues 1, 2, 3) ⁹
Suecia ¹⁰	SM, SA	Totes
Suïssa	HB9	Totes
Turquia	TA	1, 2, CEPT
Ucraïna	UT	A ²³
Anglaterra - Regne Unit	M	1, 2 ²³
Illa de Man	MD	Totes
Irlanda del Nord	MI	Totes
Illa de Jersey	MJ	Totes
Escòcia	MM	Totes
Illa de Guernsey	MU	Totes
Gales	MW	Totes
Ciutat del Vaticà	HV	(no aplicada)

Països NO CEPT	Prefixos dels distintius de trucada que s'han d'usar als països visitats	Llicències nacionals de països NO CEPT equivalents a la llicència CEPT	Privilegis operatius concedits per Administracions NO CEPT a titulars de llicències CEPT
1	2	3	4
Com. Illes Marianes del Nord	KH0		
Com. de Puerto Rico	KP4		
Connecticut	W1		
Delaware	W3		
Illa Desecheo	KP5		
Districte de Columbia	W3		
Florida	W4		
Geòrgia	KH2		
Guam	KH6		
Hawaii	KH1		
Illa Howland	W7		
Idaho	W9		
Illinois	W9		
Indiana	W0		
Iowa	KH5		
Illa Jarvis	KH3		
Illa Johnston	W0		
Kansas	W4		
Kentucky	KH5K		
Kingman Reef	KH7		
Illa Kure	W5		
Louisiana	W1		
Maine	W3		
Massachussets	W1		
Maryland	W8		
Michigan	KH4		
Illes Midway.	W0		
Minnesota	W5		
Mississipi	W0		
Missouri	W7		
Illa Navassa	KP1		
Nebraska	W0		
Nevada	W7		
New Hampshire	W1		
New Jersey	W2		
Nou Mèxic	W5		
Nova York	W2		
Carolina del Nord	W4		
Dakota del Nord	W0		
Ohio	W8		
Oklahoma	W5		
Oregó	W7		
Illa Palmyra	KH5		
Illa Peale	KH9		
Pennsilvania	W3		
Carolina del Sud	W1		
Rhode Island	W4		
Dakota del Sud	W0		
Tennessee	W4		
Texas	W5		
Utah	W7		
Vermont	W1		
Illes Virgin	KP2		
Virginia	W4		
Illa Wake	KH9		
Washington	W7		
West Virginia	W8		
Illes Wilkes	KH9		
Wisconsin	W9		
Wyoming	W7		

18.4 Instruccions per al desenvolupament i aplicació del Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats

(B.O.E. nº 260 de 31-10-2006)

RESOLUCIÓ de 20 de setembre de 2006, de la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació, per la qual es dicten Instruccions per al desenvolupament i aplicació del Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats.

La Disposició final quarta de l'Ordre ITC/1791/2006, de 5 de juny, per la que s'aprova el Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats (d'ara endavant Reglament de Radioaficionats), faculta a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions per dictar les instruccions que consideri necessàries per al desenvolupament i aplicació de l'esmentat Reglament, així com per actualitzar el contingut tècnic dels seus annexos. Així mateix, la Disposició Transitòria Segona de la mateixa Ordre estableix que, fins la constitució efectiva de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, la competència per a la tramitació i resolució dels procediments relatius a la gestió del domini públic radioelèctric per aficionats continuarà corresponent als òrgans competents en matèria de telecomunicacions que la tenien atribuïda fins a l'entrada en vigor de la Llei 32/2003, de 3 de novembre. En virtut d'això, dispenso el següent:

Primer. -S'aproven les Instruccions que desenvolupen el Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats aprovat per Ordre ITC/1791/2006, de 5 de juny, que figuren com annex a aquesta Resolució.

Segon. -Queden derogades les següents disposicions: Resolució de 29 de setembre de 1986, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual es dicten normes transitòries per a l'obtenció de llicències d'estacions d'aficionat.

Resolució d'11 de desembre de 1986, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual es dicten normes transitòries per a l'obtenció de llicències d'estacions d'aficionat.

Resolució de 13 de febrer de 1987, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual s'aproven les Instruccions per a l'aplicació del Reglament d'estacions d'aficionat.

Resolució de 10 de juliol de 1987, de la Direcció General de Telecomunicacions, sobre l'autorització de distintius de trucada especials a estacions radioelèctriques d'aficionat.

Resolució de 6 de març de 1990, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual es modifica l'annex 1 del Reglament d'Estacions d'Aficionat aprovat per Ordre de 21 de març de 1986.

Resolució de 4 de desembre de 1991, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual s'estableix el procediment, condicions i requisits necessaris per a l'atorgament d'autoritzacions, amb caràcter temporal i experimental, a titulars d'estacions d'aficionat per a la utilització de la banda de 50,0 MHz a 50,2 MHz.

Resolució de 8 d'abril de 1992, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual s'autoritza la utilització temporal per al servei d'aficionats de determinats distintius de trucada especials.

Resolució de 27 de juliol de 1994, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual s'estableixen el procediment, condicions i requisits necessaris per a l'atorgament d'autoritzacions, amb caràcter temporal i experimental, a titulars d'estacions d'aficionat per a la utilització de la banda de 50,0 MHz a 50,2 MHz.

Resolució de 7 de març de 1995, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual es modifica la de 13 de febrer de 1987, per la qual s'aproven les instruccions per a l'aplicació del Reglament d'Estacions d'Aficionat.

Resolució de 5 de febrer de 1996, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual es modifiquen les instruccions per a l'aplicació del Reglament d'Estacions d'Aficionat.

Resolució de 7 de maig de 1997, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual s'estableix el procediment, condicions i requisits necessaris per a l'atorgament d'autoritzacions, amb caràcter temporal, a titulars d'estacions d'aficionat per a la utilització de la banda de 50,0 a 50,2 MHz.

Resolució de 28 de març de 2005 per la que s'estableix el procediment, condicions i requisits per a la utilització de la banda de 50,0 a 51,0 MHz. Resolució de 16 de març de 2005, de la Direcció General de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació, per la qual es modifica la de 13 de febrer de 1987, per la qual s'aproven les instruccions per a l'aplicació del Reglament d'Estacions d'Aficionat.

Resolució de 13 de juliol de 2005, de la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació, per la qual es modifica la de 7 de maig de 1997, de la Direcció General de Telecomunicacions, per la qual s'estableix el procediment, condicions i requisits necessaris per a l'atorgament d'autoritzacions, amb caràcter temporal, a titulars d'estacions d'aficionat per a la utilització de la banda de 50,0 a 50,2 MHz

Igualment queda derogada qualsevol disposició de rang igual o inferior en tot el que s'oposi a aquesta Resolució.

Tercer. -La present Resolució entrarà en vigor l'endemà de la seva publicació al Butlletí Oficial de l'Estat.

Madrid, 20 de setembre de 2006. -El Secretari d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació, Francisco Ros Perán.

ANNEX

Instruccions per a l'aplicació del Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats

1. Objecte

Les presents instruccions despleguen el Reglament d'ús del domini públic radioelèctric per aficionats (Reglament de Radioaficionats) aprovat per l'Ordre ITC/1791/2006, de 5 de juny, necessitant l'aplicació administrativa d'aquells aspectes tractats genèricament al mateix.

2. Característiques tècniques de les emissions i condicions de funcionament de les estacions de radioaficionat

L'Annex 1 del Reglament de Radioaficionats especifica, de forma global, les bandes de freqüències atribuïdes al servei d'Aficionats i Aficionats per Satèl·lit, així com les característiques tècniques de les emissions, en cada una d'elles, entenent-se aquestes com els valors màxims permesos.

Les emissions a la banda de freqüències 50,0-51,0 MHz, en tant que existeixin restriccions geogràfiques d'ús, es realitzaran d'acord amb les condicions i característiques tècniques següents:

Potència màxima de l'equip: 100 W.

Guany màxim de l'antena: 6 dB.

Ample de banda màxim: 12 kHz.

Classes d'emissió: Les indicades a l'Annex 1 del Reglament de Radioaficionats.

Limitacions geogràfiques dels emplaçaments d'emissió:

Províncies des de les quals no es podran efectuar les emissions:

-Àvila, Guadalajara, Madrid, Segòvia, Sòria, Toledo i Valladolid. Províncies amb limitacions parcials:

-Palència i Burgos: Podran realitzar-se emissions en punts situats al nord del paral·lel 42°N 20' 00".

-Zamora i Salamanca: Podran realitzar-se emissions en punts situats a l'oest del meridià 5°W 40' 00".

-Conca: Podran realitzar-se emissions en punts situats a l'est del meridià 2°W 30' 00" i alhora al sud del paral·lel 41°N 00' 00".

-Càceres: Podran realitzar-se emissions en punts situats al sud del paral·lel 40°N i, al seu torn, a l'oest del meridià 5°W 30' 00".

Sense perjudici de l'obtenció de les autoritzacions especials que procedeixin, l'autorització de radioaficionat habilita el seu titular a efectuar emissions a qualsevol de les bandes atribuïdes al servei d'Aficionats o Aficionats per Satèl·lit, és susceptible d'autorització qualsevol equip o estació que, complint amb l'especificat a l'article 23.2 del Reglament de Radioaficionats, disposi de capacitat de funcionament en totes o part de les esmentades

bandes de freqüències, respectant en qualsevol cas les característiques tècniques especificades a l'esmentat Annex 1 per a cada una d'elles. L'autorització d'equips capaços de funcionar a les altres bandes de freqüència, a més de les atribuïdes al servei d'Aficionats o Servei d'Aficionats per Satèl·lit, s'entendrà, en qualsevol cas, referida exclusivament a l'ús d'aquestes últimes. La utilització d'aquests equips per a emissions diferents de les del Servei d'Aficionats i Aficionats per Satèl·lit precisarà de les autoritzacions que en cada cas procedeixin.

3. Exàmens per a l'obtenció del Diploma d'Operador

L'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, convocarà els exàmens per a l'obtenció del diploma que habilita per operar estacions del Servei d'Aficionats i Aficionats per Satèl·lit. Les proves i matèries d'examen per a l'obtenció del diploma d'operador, segons es determina a l'article 13 del Reglament de Radioaficionats, figuren a l'Annex 1 de les presents Instruccions.

4. Sol·licitud de l'Autorització de Radioaficionat

Obtingut el Diploma d'Operador conforme al procediment establert a l'article 14 del Reglament de Radioaficionats, es podrà sol·licitar l'autorització administrativa que faculta per operar les estacions d'aficionat, autorització que portarà aparellada l'assignació del distintiu de trucada.

A la sol·licitud s'acompanyarà justificant d'haver realitzat l'ingrés de les taxes de telecomunicacions previstes a l'Annex 1 de la Llei General de Telecomunicacions en la quantia que determinin les disposicions reglamentàries de taxes en vigor.

5. Validesa de l'Autorització de Radioaficionat

Les emissions a la banda de freqüències 50,0-51,0 MHz, en tant que existeixin restriccions geogràfiques d'ús, es realitzaran d'acord amb les condicions i característiques tècniques següents:

- Potència màxima de l'equip: 100 W.
- Guany màxim de l'antena: 6 dB.
- Ample de banda màxim: 12 kHz.
- Classes d'emissió: Les indicades a l'Annex 1 del Reglament de Radioaficionats.

Limitacions geogràfiques dels emplaçaments d'emissió:

Províncies des de les quals no es podran efectuar les emissions:
-Àvila, Guadalajara, Madrid, Segòvia, Sòria, Toledo i Valladolid.

Províncies amb limitacions parcials:

- Palència i Burgos: Podran realitzar-se emissions en punts situats al nord del paral·lel 42°N 20' 00".
- Zamora i Salamanca: Podran realitzar-se emissions en punts situats a l'oest del meridià 5°W 40' 00".
- Conca: Podran realitzar-se emissions en punts situats a l'est del meridià 2°W 30' 00" i alhora al sud del paral·lel 41°N 00' 00".

-Càceres: Podran realitzar-se emissions en punts situats al sud del paral·lel 40°N i, al seu torn, a l'oest del meridià 5°W 30' 00".

Sense perjudici de l'obtenció de les autoritzacions especials que procedeixin, l'autorització de radioaficionat habilita el seu titular a efectuar emissions a qualsevol de les bandes atribuïdes al servei d'Aficionats o Aficionats per Satèl·lit, és susceptible d'autorització qualsevol equip o estació que, complint amb l'especificat a l'article 23.2 del Reglament de Radioaficionats, disposi de capacitat de funcionament en totes o part de les esmentades bandes de freqüències, respectant en qualsevol cas les característiques tècniques especificades a l'esmentat Annex 1 per a cada una d'elles. L'autorització d'equips capaços de funcionar a les altres bandes de freqüència, a més de les atribuïdes al servei d'Aficionats o Servei d'Aficionats per Satèl·lit, s'entendrà, en qualsevol cas, referida exclusivament a l'ús d'aquestes últimes. La utilització d'aquests equips per a emissions diferents de les del Servei d'Aficionats i Aficionats per Satèl·lit precisarà de les autoritzacions que en cada cas procedeixin.

3. Exàmens per a l'obtenció del Diploma d'Operador

L'òrgan competent en matèria de telecomunicacions convocarà els exàmens per a l'obtenció del diploma que habilita per operar estacions del Servei d'Aficionats i Aficionats per Satèl·lit. Les proves i matèries d'examen per a l'obtenció del diploma d'operador, segons es determina a l'article 13 del Reglament de Radioaficionats, figuren a l'Annex 1 de les presents Instruccions.

4. Sol·licitud de l'Autorització de Radioaficionat

Obtingut el Diploma d'Operador conforme al procediment establert a l'article 14 del Reglament de Radioaficionats, es podrà sol·licitar l'autorització administrativa que faculta per operar les estacions d'aficionat, autorització que portarà aparellada l'assignació del distintiu de trucada.

A la sol·licitud s'acompanyarà justificant d'haver realitzat l'ingrés de les taxes de telecomunicacions previstes a l'Annex 1 de la Llei General de Telecomunicacions en la quantia que determinin les disposicions reglamentàries de taxes en vigor.

5. Validesa de l'Autorització de Radioaficionat

1. L'autorització de radioaficionat té caràcter indefinit, no obstant això, d'acord amb l'article 8 del Reglament de Radioaficionats, el seu titular té l'obligació de comunicar cada cinc anys la seva intenció de continuar utilitzant el domini públic radioelèctric.

El termini per efectuar la primera comunicació serà de l'1 d'octubre al 30 de novembre de l'any que compleixi el seu cinquè de vigència i, posteriorment, cada cinc anys en el mateix termini.

2. Sense que existeixi ànim de lucre ni cap contraprestació econòmica, les associacions de radioaficionats legalment reconegudes, podran efectuar, en representació dels seus associats, les comunicacions a què es refereix el

paràgraf anterior. A tal efecte remetran inicialment escrit d'autorització del soci interessat i per a comunicacions posteriors certificació actualitzada de pertinença a la mateixa.

La representació assortirà efecte, en tant que el radioaficionat afectat no comuniqui a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions la seva revocació.

3. L'article 8 del Reglament de Radioaficionats estableix les causes de revocació de l'autorització de radioaficionat. La revocació de l'autorització de radioaficionat portarà aparellada la cancel·lació de les llicències d'equips o estacions associades a la mateixa regulades a l'article 25 del Reglament de Radioaficionats.

4. Després de la revocació, en el seu cas, de l'autorització de radioaficionat, l'adquisició per l'interessat d'una nova autorització es regirà pel procediment general descrit a l'apartat 4 d'aquestes Instruccions.

6. Classes d'estacions

A l'Annex I del Reglament de Radioaficionats s'especifiquen les diferents classes d'estacions utilitzables pel Servei d'Aficionats i Aficionats per Satèl·lit. Amb subjecció a les condicions prescrites al Títol III del mateix, en una única llicència d'estació d'aficionat podran ser consignades les combinacions de les diferents classes d'estacions.

7. Autoritzacions d'instal·lació d'estacions de radioaficionat

Les sol·licituds d'autorització de muntatge de qualsevol instal·lació radioelèctrica de radioaficionats a que es refereixen els articles 23 i 27 del Reglament de Radioaficionats, junt amb la documentació indicada a l'esmentat article 23, es presentaran a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions que resoldrà la seva acceptació o denegació mitjançant resolució motivada. Com a Annex II a aquestes instruccions s'inclou el model de memòria tècnica descriptiva de la instal·lació a omplir pel sol·licitant.

La resolució a què es refereix l'article 24 del Reglament de Radioaficionats, per la qual, en el seu cas, s'autoritza l'interessat a efectuar el muntatge de l'estació establirà els terminis d'execució i altres condicions que li siguin d'aplicació, entre les que s'inclourà l'exigència o no que la instal·lació sigui efectuada per un instal·lador de telecomunicacions inscrit al Registre d'Empreses Instal·ladores de Telecomunicacions.

Una vegada efectuada la instal·lació, l'interessat ho comunicarà a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions corresponent en un termini màxim de 20 dies, justificant documentalment, de forma fefaent, que la responsabilitat a què es refereix l'article segon de la Llei 19/1983, de 16 de novembre, està coberta en la forma que s'assenyala a l'article 20 del Reglament pel qual es determinen les condicions per instal·lar a l'exterior dels immobles les antenes de les estacions radioelèctriques d'aficionat, aprovat per R.D. 2623/1986, de 21 de novembre, així com, en el seu cas, el butlletí assenyalat a l'article 23.4 del Reglament de Radioaficionats.

8. Llicències d'equips i estacions

El procediment a seguir pels interessats per a l'obtenció de les llicències d'ús d'equips o estacions de radioaficionats serà el següent:

a. Equips comercials amb marcat CE i documentació:

Els interessats hauran de remetre a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, fotocòpia del manual d'usuari o un altre document on aparegui el marcat de l'equip i que contingui les característiques tècniques i identificació de l'equip, així com la declaració de conformitat realitzada pel fabricant o certificat d'acceptació en el cas d'equips posats al mercat anteriorment a l'entrada en vigor del Reglament que estableix el procediment per a l'avaluació de la conformitat dels aparells de telecomunicacions, aprovat pel Reial Decret 1890/2000, de 20 de novembre.

b. Equips comercials amb marcat CE, sense o deficientment documentats:

L'equip, al costat de la documentació que es disposi, haurà de ser presentat a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions, qui després de l'anàlisi de la documentació presentada, l'estat de conservació de l'equip i, en el seu cas, la realització de proves mínimes de funcionament adequat, podrà autoritzar l'equip o exigir un certificat de compliment de les característiques tècniques contingudes a l'Annex 1 del Reglament de Radioaficionats expedit per un laboratori acreditat.

c. Equips de construcció pròpia:

Hauran de ser presentats a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions conjuntament amb una memòria descriptiva que inclogui el diagrama de blocs i esquemes elèctrics i una descripció del funcionament bàsic de l'equip. L'equip haurà de complir les condicions mínimes de muntatge que permetin la realització de proves que assegurin el compliment de les característiques tècniques contingudes a l'Annex I del Reglament de Radioaficionats, i, en qualsevol cas, els equips disposaran o vindran acompanyats dels dispositius necessaris per ser alimentats mitjançant connexió directa a la xarxa pública de corrent altern. Als equips anteriorment legalitzats en una llicència d'estació d'aficionat li serà d'aplicació la normativa en vigor en el moment de la seva autorització inicial.

9. Estacions col·lectives i estacions automàtiques desateses

Les estacions col·lectives i les automàtiques desateses precisaran per al seu funcionament d'una autorització de radioaficionat individualitzada sent-li assignat un distintiu de trucada d'acord amb els criteris especificats als apartats 13 i 14 d'aquestes instruccions. Malgrat l'anterior, les estacions automàtiques desateses que comparteixin titularitat i ubicació podran estar emparades per una única autorització de radioaficionat.

10. Autoritzacions especials d'ús de l'espectre radioelèctric per radioaficionats

D'acord amb el Reglament de Radioaficionats precisaran autorització especial:

Les emissions radioelèctriques a les bandes de freqüència relacionades a l'article 19, atribuïdes al servei d'Aficionats o Servei d'Aficionats per Satèl·lit, a títol secundari.

Les emissions de caràcter experimental regulades a l'article 20. La tramitació d'autoritzacions especials d'ús de l'espectre per radioaficionats s'ajustarà al següent procediment:

1. Els radioaficionats interessats dirigiran les sol·licituds, acompanyades, en el seu cas, dels documents especificats a l'article 20 del Reglament de Radioaficionats, a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions que correspongui amb, almenys, un mes d'antelació a la data prevista per al començament de les emissions.

2. L'autorització serà nominativa, només habilitarà per a la realització d'emissions al seu titular, i s'atorgarà pel temps necessari per a la realització de les proves i, en qualsevol cas, per un termini màxim de divuit mesos, renovables en funció del grau de desplegament d'altres serveis que amb caràcter primaris comparteixin la mateixa banda de freqüències, i quedant condicionada, en tot cas la seva validesa, a la de l'autorització de radioaficionat del titular de la mateixa.

3. A l'autorització especial s'especificaran les característiques tècniques de les emissions, així com, en el seu cas, les zones geogràfiques on, per incompatibilitat amb la utilització de l'espectre radioelèctric per altres serveis, no podran efectuar-se les emissions.

4. En cas que es produeixin interferències amb altres sistemes i específicament a instal·lacions receptores de radiodifusió de televisió s'hauran de suspendre tot seguit les emissions.

5. Les estacions utilitzades hauran de complir l'especificat a l'apartat 8 de les presents Instruccions.

6. Les emissions s'identificaran amb el distintiu propi del radioaficionat o associació de radioaficionats sol·licitants.

11. Models de sol·licitud i documentació complementària

Com a Annex III a aquestes Instruccions figura el model únic de sol·licitud a utilitzar, i la documentació complementària, en cada cas, per als diferents tipus de peticions relacionades amb el servei de radioaficionats.

12. Autorització de radioaficionat per a estrangers

Als estrangers residents a Espanya, que compleixin amb l'especificat a l'article 9 del Reglament de Radioaficionats els podrà ser expedida l'autorització de radioaficionat, prèvia sol·licitud i abonament de la taxa corresponent.

Així mateix, en les condicions que s'expressen a l'article 10 del Reglament de Radioaficionats, es podrà expedir autorització temporal de radioaficionat per operar la seva estació d'aficionat a radioaficionats estrangers no residents a Espanya. El període de validesa de l'autorització temporal que s'expedeixi no serà superior a 90 dies. El model d'autorització temporal s'insereix com a Annex IV a les presents instruccions. L'expedició d'aquesta autorització temporal no reportarà taxa.

13. Composició dels distintius de trucada

Cada autorització de radioaficionat portarà associat un distintiu de trucada que identificarà el seu titular en les emissions efectuades des de qualsevol estació associada a l'esmentada autorització. Les estacions col·lectives i automàtiques desateses també portaran associat un distintiu específic de trucada per a cada una d'elles. El distintiu de trucada estarà constituït, seqüencialment, per un grup alfanumèric de la manera següent:

1. Prefix: Dues primeres lletres d'alguna de les sèries internacionals atribuïdes a Espanya al Reglament de Radiocomunicacions, amb la següent classificació:

EA, EB i EC per a les autoritzacions individuals o estacions col·lectives.
ED, EE i EF per a usos temporals no especialment significats, per a la realització de concursos, experiments, assaigs, demostracions i altres esdeveniments d'especial interès, a nivell nacional o autonòmic, en qualsevol cas prèvia autorització de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions corresponent, mantenint-se sense variació la resta del distintiu assignat amb caràcter permanent al radioaficionat.

Per a usos temporals d'especial rellevància directament relacionats amb la radioafició, o per a esdeveniments amb exprés suport d'alguna entitat oficial relacionada amb l'esdeveniment i prèvia autorització de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions corresponent, podran ser assignats els següents prefixos:

EG i EH, per a esdeveniments de caràcter regional, autonòmic o local.

AM i AN, per a esdeveniments especials de rellevància nacional.

AO, per a esdeveniments especials de rellevància internacional.

Les estacions automàtiques desateses utilitzaran el prefix ED.

2. Districte: Una xifra, coincident amb el número de districte de residència del titular de l'autorització, d'acord amb la divisió geogràfica que s'especifica a continuació, quedant reservada la xifra 0 (zero) per a la seva assignació en circumstàncies especials:

Districte 1: Províncies d'Astúries, A Coruña, Lugo, Ourense, Pontevedra, Àvila, Segòvia, Sòria, La Rioja, Burgos, Cantàbria, Palència, Valladolid, Lleó, Zamora i Salamanca

Districte 2: Províncies de Biscaia, Àlaba, Guipúscoa, Navarra, Osca, Saragossa i Terol

Districte 3: Províncies de Barcelona, Girona, Lleida i Tarragona

Districte 4: Províncies de Madrid, Toledo, Ciudad Real, Conca, Guadalajara, Badajoz i Càceres

Districte 5: Províncies de València, Alacant, Castelló, Múrcia i Albacete.

Districte 6: Illes Balears

Districte 7: Províncies de Sevilla, Cadis, Huelva, Granada, Màlaga, Almeria, Jaén i Còrdova

Districte 8: Províncies de Santa Cruz de Tenerife i Las Palmas

Districte 9: Ceuta i Melilla

La utilització de la xifra 0 podrà ser autoritzada exclusivament per a distintius d'ús temporal amb motiu d'actes, exposicions, commemoracions, etc., que siguin inaugurades o visitades per Sa Majestat el Rei, o que estiguin vinculades a la Casa Real, i únicament el dia de la inauguració o de la visita de Sa Majestat el Rei. En aquests casos no serà preceptiu el suport exprés d'entitats oficials.

3. *Sufix:* Fins i tot tres lletres que s'assignaran per ordre alfabètic, per torn rigorós d'expedició (excloent els grups de lletres que expressen els senyals de socors, urgència i seguretat, DDD, PA, SOS, TTT, XXX, i altres, així com les sèries de tres lletres QAA a QZZ).

Els sufixos d'una, dues i tres lletres constituïran sèries independents, que s'aniran component i assignant segons rigorós ordre alfabètic a partir de l'últim assignat de la sèrie EA, fins a esgotar les seves possibilitats, continuant-se amb les sèries EB i EC.

Com a norma general, els sufixos constaran de tres lletres, iniciant-se la sèrie amb la combinació AAA.

Els sufixos de tres lletres, començant per les lletres «I» i «Z», es reservaran per a les estacions automàtiques desateses analògiques i digitals, respectivament. Així mateix, els sufixos de tres lletres que comencin per les lletres UR i RC o RK es reservaran per a estacions col·lectives d'Associacions de Radioaficionats i Radio Clubs, respectivament.

Els distintius amb sufixos de dues lletres podran ser assignats a qualsevol radioaficionat que acrediti cinc anys de pràctica en la radioafició internacional i no hagi estat sotmès a expedient sancionador en els últims cinc anys, assignant-se en funció de les disponibilitats existents. Els sufixos d'una lletra es reservaran per a la participació en concursos internacionals d'alta competitivitat per temps limitat a la durada del concurs o per als concursos que es celebrin dins de l'any natural de sol·licitud.

14. Criteris per a l'assignació dels distintius de trucada

Els criteris descrits a l'apartat anterior s'aplicaran de forma independent per a cada un dels districtes geogràfics en què es divideix el territori nacional, assignant els distintius de forma correlativa per data de sol·licitud. El distintiu associat a l'autorització de radioaficionat serà únic i no podrà ser modificat, llevat de per alguna de les causes que figuren als paràgrafs següents. No obstant això, excepcionalment i per raons objectives relacionades amb una organització més racional de les comunicacions, al

titular d'una autorització de radioaficionat li podran ser assignats mes d'un distintiu de trucada.

Els distintius ja autoritzats continuaran assignats als seus actuals titulars. No obstant això, podrà ser sol·licitat, simultàniament a la transformació de la llicència de la qual sigui titular amb autorització administrativa, el canvi del seu distintiu actual per un de nou, que li serà assignat conforme al procediment anterior, sense opció a preferències, quedant anul·lat simultàniament l'anterior i disponible per a una nova assignació. Llevat del previst al paràgraf anterior, la reassignació dels distintius ja utilitzats només s'efectuarà una vegada esgotades totes les combinacions possibles. No obstant això, es podran reassignar distintius donats de baixa que es trobin disponibles a familiars en primer grau, si la baixa es va produir per mort del seu anterior titular, o després de l'adquisició d'una nova autorització, després de la revocació per qualsevol causa de l'autorització inicial.

En els casos de canvi de domicili que impliqui canvi de districte, l'interessat podrà sol·licitar mantenir el sufix que tenia si aquest estigués disponible. Cas contrari, li serà assignat un nou sufix seguint l'ordre establert.

Un radioaficionat que utilitzi temporalment una estació fixa, mòbil o portable en un districte diferent al què correspon al seu distintiu de trucada s'identificarà afegint al seu distintiu la xifra del nou districte.

La utilització de distintius temporals requerirà la presentació d'una sol·licitud independent per a cada esdeveniment que motiva la petició, indicant el període d'utilització, el distintiu sol·licitat, el nom i distintiu del sol·licitant (en el cas d'Associacions o Ràdio Clubs la sol·licitud haurà de ser firmada per persona que el representi), el motiu de la petició i el tipus d'estació, pròpia o col·lectiva, formant una estació única. Llevat de causes degudament justificades, els períodes autoritzats per a un mateix sufix i peticionari no seran superiors a 20 dies a l'any en cas de concursos, assaigs, estudis de propagació, festivitats, commemoracions d'àmbit local, etc. ni superiors a un mes en cas d'esdeveniments d'àmbit regional o autonòmic.

ANNEX I

MATÈRIES D'EXAMEN PER A L'OBTENCIÓ DEL DIPLOMA D'OPERADOR D'ESTACIONS D'AFICIONAT

PROVA PRIMERA

1. TEORIA DE L'ELECTRICITAT, ELECTROMAGNETISME I RÀDIO

1.1. Conductivitat: Conductors, semiconductors i aïllants. Intensitat, voltatge i resistència. Unitats: ampere, volt, ohm. Llei d'Ohm. Lleis de Kirchhoff. Potència elèctrica. Unitat: el vat. Energia elèctrica. Capacitat d'una bateria (amperes/hora).

1.2. Fonts d'electricitat: Força electromotriu, diferència de potencial, corrent de curtcircuit, resistència interna i tensió als terminals. Connexió de fonts de tensió en sèrie i en paral·lel.

1.3. Camp elèctric: Intensitat del camp elèctric. Unitat: el volt/metre. Aïllament dels camps elèctrics.

1.4. Camp magnètic: Camp magnètic en les proximitats d'un conductor amb corrent. Aïllament dels camps magnètic.

1.5. Camp electromagnètic: Ones de ràdio com a ones electromagnètiques. Velocitat de propagació i la seva relació amb la freqüència i la longitud d'ona. Polarització.

1.6. Senyals sinusoidals: Representació gràfica en el temps. Valors instantani, màxim, eficaç i mig. Període i freqüència. Unitat: l'hertz. Diferència de fase.

1.7. Senyals no sinusoidals: Senyal d'àudio. Ones quadrades Representació gràfica en el temps. Component continu, senyal fonamental i els seus harmònics. Soroll, soroll tèrmic, soroll de banda, densitat de potència de soroll, potència de soroll en l'ample de banda del receptor.

1.8. Senyals modulats: Modulació per ona contínua (CW) Modulació en amplitud: Diversos tipus. Bandes laterals. Percentatge de modulació. Amplada de banda. Sobremodulació i manera d'evitar-la. Emissions en doble banda lateral i en banda lateral única. Modulació en fase, i en freqüència. Desviació de freqüència i índex de modulació. Portadora, bandes laterals i amplada de banda. Formes d'ona de CW, AM, SSB i FM i la seva representació gràfica. Espectre de CW, AM, SSB i la seva representació gràfica. Modulació digital: FSK, 2PSK, 4PSK i QAM, velocitat binària, velocitat binària i amplada de banda. Detecció i correcció d'errors (CRC i FEC).

1.9. Potència i energia: Potència dels senyals sinusoidals. Relacions de potència expressades en decibels. (dB). Relació entre potència d'entrada i potència de sortida en decibels (dB) d'amplificadors i/o atenuadors connectats en sèrie. Adaptació i màxima transferència de potència. Relació entre les potències d'entrada i sortida i el rendiment. Potència de cresta de l'envoltant (p.e.p).

1.10 Processat digital de senyal (DSP): Mostreig i quantificació. Mínima freqüència de mostreig (Freqüència de Nyquist). Filtrat *antialiasing* i de reconstrucció. Conversió analògica digital (A/D) i digital analògica (D/A).

2. COMPONENTS

2.1. Resistències: Unitat: l'ohm. Resistències: Diversos tipus. Codi de colors Característica de corrent/tensió. Dissipació de potència. Coeficients de temperatura positiu i negatiu (PTC i NTC).

2.2. Condensadors: Capacitat. Unitat: el farad. Relació entre la capacitat, les dimensions i el dielèctric. Reactància capacitiva. Relació de fase entre la tensió i el corrent. Característiques dels condensadors fixos i variables: aire, mica, plàstic, ceràmics i electrolítics. Coeficient de temperatura. Corrent de fuga.

2.3. Bobines: Autoinducció. Unitat: el henry. Efecte del nombre d'espires, diàmetre, longitud i material del nucli en la inductància. Reactància. Relació de fase entre tensió i corrent. Factor Q. Efecte pel·licular. Pèrdues al material conductor.

2.4. Transformadors, aplicacions i usos: El transformador ideal ($P_{\text{prim}} = P_{\text{sec}}$). Relacions entre nombre d'espores i tensions, corrents i impedàncies del primari i del secundari. Transformadors.

2.5. Díodes: Ús i aplicacions dels díodes: Rectificadors, díodes Zener, LED, i Varicap. Tensió inversa i corrent de fuga.

2.6. Transistors: Transistors bipolars (PNP i NPN). Factor d'amplificació Transistors d'efecte camp. Configuració de transistors: emissor (font) comú, (porta) base comuna, col·lector (drenador) comú, impedàncies d'entrada i sortida i mètodes de polarització.

2.7. Altres components: Vàlvules: característiques elementals, tipus i aplicacions més usals. Vàlvules en les etapes de potència. Circuits integrats. Circuits digitals: generalitats.

3. CIRCUITS

3.1. Combinació de components: Circuits en sèrie i paral·lel de resistències, bobines, condensadors, transformadors i díodes. Corrents, tensions i impedàncies als esmentats circuits. Comportaments reals de resistències, condensadors i bobines a altes freqüències.

3.2. Filtres: Circuits sintonitzats en sèrie i paral·lel: Impedància, freqüència de ressonància, factor Q de qualitat d'un circuit sintonitzat. Ample de banda. Filtres passabaix, passaalt, de pas de banda i rebuig de banda amb elements passius. Resposta de freqüència. Filtres en pi i en T. Filtres de quars. Filtres digitals.

3.3. Fonts d'alimentació: Rectificadors de mitja ona, d'ona completa i rectificació amb pont de díodes. Circuits de filtrat. Circuits estabilitzadors de tensió en fonts de baix voltatge. Fonts d'alimentació commutades, aïllament i compatibilitat electromagnètica.

3.4. Amplificadors: Amplificadors de baixa freqüència i radiofreqüència. Factor d'amplificació, guany. Característiques d'amplitud/freqüència i ample de banda. Polarització dels amplificadors classes A, AB, B i C. Harmònics i distorsió per intermodulació, sobrecàrrega d'etapes amplificadores.

3.5. Detectores/desmoduladors: Detectores d'AM. El díode com a detector, el detector d'envoltant. Detectores de producte i oscil·ladors de batut, detectores de CW i SSB. Desmoduladors de FM. Detectores de pendent. Discriminadors.

3.6. Oscil·ladors: Realimentació, oscil·lació intencionada i no intencionada. Factors que afecten la freqüència, estabilitat de freqüència i condicions necessàries per a l'oscil·lació. Oscil·ladors LC. Oscil·ladors controlats de cristall i oscil·ladors de sobretons. Oscil·lador controlat per tensió (VCO). Soroll de fase.

3.7 Circuits sintetitzadors de freqüència (PLL): Llaç de control amb circuit de comparació de fase. Sintetitzadors de freqüència amb divisor programable.

3.8 Circuits amb processadors digitals de senyal (DSP): Filtres digitals (IIR i FIR). Oscil·ladors per síntesi digital directa. Altres circuits amb processadors digitals de senyal.

4. RECEPTORS

4.1. Tipus de receptors: Receptors superheterodins de conversió simple i doble. Receptors de conversió directa.

4.2. Diagrames de blocs: Receptors de CW [A1 A]. Receptors d'AM (A3E). Receptors de banda lateral única amb portadora suprimida [J3E]. Receptors de FM (F3E)

4.3. Operació i funcionament de les següents etapes: Amplificador de radiofreqüència. Oscil·ladors [fix i variable]. Mesclador. Amplificador de freqüència intermèdia. Limitador. Detector. Oscil·lador de batut. Amplificador de baixa freqüència. Control automàtic de guany. Mesurador de S. Silenciador.

4.4. Característiques dels receptors [definicions]: Canal adjacent. Selectivitat. Sensibilitat, soroll al receptor i figura de soroll. Estabilitat. Freqüència imatge. Dessensibilització i bloqueig. Intermodulació, modulació creuada.

5. TRANSMISSORS

5.1. Tipus de transmissors: Transmissors amb o sense conversió de freqüència.

5.2. Diagrames de blocs: Transmissors d'ona contínua (A1 A). Transmissors de banda lateral única amb portadora suprimida (J3E). Transmissors de FM (F3E).

5.3. Operació i funcionament de les següents etapes: Mesclador. Oscil·lador. Preamplificador. Excitador. Multiplicador de freqüència. Amplificador de potència. Filtre de sortida. Modulador de freqüència. Modulador de banda lateral única. Modulador de fase. Filtres de cristall.

5.4. Característiques dels transmissors (definicions): Estabilitat de freqüència. Ample de banda de radiofreqüència. Bandes laterals. Marge d'audiofreqüència. Efectes no lineals, harmònics i distorsió d'intermodulació. Impedància de sortida. Potència de sortida. Rendiment. Desviació de freqüència. Índex de modulació. Emissions no desitjades: emissions no essencials i emissions fora de banda. Radiacions espúries. Transceptors. Repetidors de VHF i UHF. Ubicació de repetidors.

6. ANTENES I LINEAS DE TRANSMISSIÓ

6.1. Tipus d'antenes: Antena de mitja ona alimentada pel centre. Antena de mitja ona alimentada en un extrem. Dipol plegat. Antena vertical de quart d'ona amb pla de terra. Antena Yagi. Antena d'obertura, parabòlica, reflectors, botzines. Dipol amb trampes.

6.2. Característiques de les antenes: Distribució de la tensió i el corrent. Impedància al punt d'alimentació. Impedància inductiva o capacitiva de les antenes no ressonants. Polarització. Guany directivitat i eficiència d'una antena. Àrea de captura. Potència efectiva radiada. Relació endavant/endarrere. Diagrames de polarització vertical i horitzontal.

6.3. Línies de transmissió: Línia de conductors paral·lels. Cable coaxial. Guia d'ones. Impedància característica d'una línia de transmissió. Factor de velocitat. Relació d'ones estacionàries. Pèrdues a la línia de transmissió. Balun. La línia de quart d'ona com a transformador d'impedància. Línies obertes i en curtcircuit com a circuits sintonitzats. Sintonitzadors o acobladors d'antena.

7. PROPAGACIÓ

Atenuació del senyal, relació senyal/soroll. Propagació de les ones electromagnètiques segons la seva freqüència. Propagació per visió directa, propagació a l'espai lliure. Capes de la ionosfera. Influència del Sol a la ionosfera. Freqüència crítica. Freqüència màxima utilitzable. Freqüència òptima de treball. Ona de terra, ona d'espai, angle de radiació, distancia de salt. Salts múltiples a la ionosfera. Esvaiment. Troposfera. Influència de

l'altura de l'antena en l'abast (horitzó radioelèctric). Inversió de temperatura. Propagació per conducte. Reflexió esporàdica. Reflexió per aurores boreals. Reflexió per meteorits. Reflexió lunar. Soroll atmosfèric galàctic i tèrmic. Predicció de propagació, càlcul bàsic.

8. MESURES

8.1. Forma de realitzar les mesures de corrents i tensions contínues i alternes. Errors en les mesures. Influència de la freqüència, de la forma d'ona i de la resistència interna dels equips de mesura. Mesura de resistència. Mesures de potència de contínua i de radiofreqüència (potència mitja i potència de pic de l'envoltant). Mesura de les ones estacionàries. Forma d'ona de l'envoltant del senyal de radiofreqüència. Mesures de freqüència. Freqüència de ressonància.

8.2. Equips de mesura: Mesures utilitzant els següents aparells: Polímetre analògic i digital. Wattímetre de radiofreqüència. Mesurador d'ona estacionària. Comptador de freqüència. Oscil·loscopi. Wattímetre. Analitzador d'espectres.

9. INTERFERÈNCIA I IMMUNITAT

9.1. Interferència en equips electrònics: La compatibilitat electromagnètica. Bloqueig. Interferència amb el senyal desitjat. Intermodulació. Detecció en circuits d'àudio.

9.2. Causes d'interferències en equips electrònics: Intensitat de camp del transmissor. Radiacions espúries del transmissor (radiacions paràsites, harmònics) . Influències no desitjades a l'equip: Via antena. Via altres línies connectades a l'equip. Per radiació directa.

9.3. Mesures contra les interferències: Mesures per prevenir i eliminar els efectes de les interferències. Filtrat, desacoblament i apantallament

10. SEGURETAT

Precaucions especials per evitar accidents elèctrics a les estacions de ràdio. Instal·lació elèctrica: Proteccions generals i dels equips. Proteccions contra contactes de les persones. Posada a terra. Disposició d'antenes i de línies d'alimentació. Proteccions contra descàrregues atmosfèriques. Presa de terra

PROVA SEGONA

REGLES I PROCEDIMENTS D'OPERACIÓ NACIONALS I INTERNACIONALS

1. ALFABET FONÈTIC INTERNACIONAL

Codis per lletrejar lletres i xifres

2. CODI Q

Grups del codi Q més utilitzats en el servei d'aficionats

3. ABREVIATURES

Abreviatures més usals en les comunicacions d'aficionats

4. SENYALS INTERNACIONALS DE SOCORS, URGÈNCIA I SEGURETAT, TRÀFIC D'EMERGÈNCIA I COMUNICACIONS EN CAS DE DESASTRES NATURALS

Senyals radiotelegràfics i radiotelefònics d'alarma, socors, urgència i seguretat. Ús internacional de les radiocomunicacions a les bandes de freqüències del servei d'aficionats en cas de catàstrofes naturals (Res.640 R.R.). Bandes de freqüències atribuïdes al servei d'aficionats.

5. DISTINTIUS DE TRUCADA

Identificació de les estacions radioelèctriques d'aficionat. - Ús dels distintius de trucada. Composició dels distintius de trucada. - Prefixos nacionals.

6. PLANS DE BANDES DE LA IARU

Plans de bandes de la IARU. Objectius que es persegueixen als esmentats plans.

7. RESPONSABILITAT SOCIAL DEL RADIOAFICIONAT. PROCEDIMENTS OPERATIUS

8. REGLAMENTACIÓ NACIONAL I INTERNACIONAL SOBRE EL SERVEI DE RADIOAFICIONATS I RADIOAFICIONATS PER SATÈL·LIT

8.1 REGLAMENTACIÓ NACIONAL SOBRE RADIOAFICIONATS

Llei 19/1983, de 16 de novembre, sobre regulació del dret a instal·lar a l'exterior dels immobles les antenes de les estacions radioelèctriques d'aficionats. Reial Decret 2623/1986, de 21 de novembre pel qual es regulen les instal·lacions d'antenes de les estacions radioelèctriques d'aficionat. Reglament d'Ús del Domini Públic Radioelèctric per Aficionats. Instruccions per a la seva aplicació

8.2 REGLAMENTACIÓ DE LA CEPT

Recomanació T/R 61-01. Ús temporal d'estacions d'aficionat en països de la CEPT. Ús temporal d'estacions d'aficionat en països no-CEPT adherits als procediments de la Recomanació T/R 61-01. Recomanació T/R 61/02 sobre harmonització de procediments per a l'expedició i acceptació de diplomes d'operador

8.3 REGLAMENTACIÓ DE LA UNIÓ INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONS

Definicions dels Serveis d'Aficionats i d'Aficionats per Satèl·lit. - Definició d'estació radioelèctrica d'aficionat. Disposicions del Reglament de Radiocomunicacions que afecten els serveis d'aficionats i d'aficionats per satèl·lit. Condicions d'ús de les estacions d'aficionat i d'aficionat per satèl·lit. - Regions i Zones UIT

9. INSPECCIÓ I RÈGIM SANCIONADOR

Inspecció i règim sancionador en matèria de radioaficionats. Òrgans competents en matèria d'inspecció d'equips i estacions del servei de radioaficionats. Infraccions i règim sancionador en matèria de radioaficionats.

18.6 Exempció de taxes

(Llei de Mesures d'Impuls de la Societat de la Informació, article 7, BOE núm. 312 de 29-12-2007)

Article 7. Modificacions a la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions.

Es modifica la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions, en els següents aspectes:

...

Cinc. S'afegeix un nou apartat 5 a l'epígraf 4 «Taxes de telecomunicacions», de l'Annex I «Taxes en matèria de telecomunicacions», amb la següent redacció:

«5. Estaran exempts del pagament de la taxa de tramitació d'autoritzacions d'ús especial de domini públic radioelèctric aquells sol·licitants de les esmentades autoritzacions que compleixin 65 anys l'any en el qual efectuïn la sol·licitud, o que els hagin complert anteriorment, així com els beneficiaris d'una pensió pública o que tinguin reconegut un grau de minusvàlua igual o superior al 33 per 100.»

18.7 Inspecció i règim sancionador

(Llei General de Telecomunicacions 2003, títol VIII - BOE núm. 264 de 4-11-2003)

Article 50. Funcions inspectores i sancionadores.

1. La funció inspectora en matèria de telecomunicacions correspon a:

- a) Els òrgans competents en matèria de telecomunicacions
- b) La Comissió del Mercat de les Telecomunicacions

2. Serà competència dels òrgans competents en matèria de telecomunicacions, de les seves condicions de prestació, dels equips, dels aparells, de les instal·lacions i dels sistemes civils, que comptarà amb un servei central d'inspecció tècnica de telecomunicacions.

3. Correspondrà a la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions la inspecció de les activitats dels operadors de telecomunicacions respecte dels quals tinguin competència sancionadora de conformitat amb aquesta llei.

4. Correspondrà a l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions la competència de control i inspecció del domini públic radioelèctric, així com la realització d'activitats d'inspecció conforme a l'establert a l'apartat següent.

5. Per a la realització de determinades activitats d'inspecció tècnica, la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions, en matèries de la seva competència, podran sol·licitar l'actuació de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions

6. Els funcionaris de l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions i el personal de la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions específicament designat per a això, tindran, a l'exercici de les seves funcions inspectores, la consideració d'autoritat pública i podran sol·licitar, a través de l'autoritat governativa corresponent, el suport necessari dels Cossos i Forces de Seguretat.

Els operadors o els qui realitzin les activitats a què es refereix aquesta llei vindran obligats a facilitar el personal d'inspecció, a l'exercici de les seves funcions, l'accés a les seves instal·lacions. També hauran de permetre que l'esmentat personal dugui a terme el control dels elements afectes als serveis o activitats que realitzin, de les xarxes que instal·lin o explotin i de quants documents estan obligats a posseir o conservar.

Les persones físiques i jurídiques compreses en aquest paràgraf queden obligades a posar a disposició del personal d'inspecció quants llibres, registres i documents, sigui quin sigui el seu suport, que aquest consideri precisos, inclosos els programes informàtics i els arxius magnètics, òptics o de qualsevol altra classe.

Les actuacions de comprovació o investigació dutes a terme per l'òrgan competent en matèria de telecomunicacions en l'àmbit de les seves competències podran desenvolupar-se, a elecció dels seus serveis:

a) A qualsevol despatx, oficina o dependència de la persona o entitat inspeccionada o de qui les representi.

b) Als propis locals dels òrgan competents en matèria de telecomunicacions

Quan les actuacions de comprovació o investigació es desenvolupin als llocs assenyalats al paràgraf a) anterior, s'observarà la jornada laboral dels mateixos, sense perjudici dels quals es pugui actuar de comú acord en altres hores o dies.

Les obligacions establertes als paràgrafs anteriors seran també exigibles als qui, mancant de títol habilitant, apareguin com a responsables de la prestació del servei, de la instal·lació o de l'explotació de la xarxa o de l'exercici de l'activitat.

7. L'aplicació del règim sancionador correspon als òrgans competents en matèria de telecomunicacions i a la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions de conformitat amb l'establert a l'article 58 d'aquesta llei.

Article 51. Responsabilitat per les infraccions en matèria de telecomunicacions

La responsabilitat administrativa per les infraccions de les normes reguladores de les telecomunicacions serà exigible:

a) En el cas d'incompliment de les condicions establertes per a l'explotació de xarxes o la prestació de serveis de comunicacions electròniques, a la persona física o jurídica que desenvolupi l'activitat.

b) En les comeses amb motiu de l'explotació de xarxes o la prestació de serveis sense haver efectuat la notificació que es refereix l'article 6 d'aquesta llei, a la persona física o jurídica que realitzi l'activitat o, subsidiàriament, a aquella que tingui la disponibilitat dels equips i instal·lacions per qualsevol títol jurídic vàlid en dret o mancant d'aquest.

c) En les comeses pels usuaris o per altres persones que, sense estar compreses als paràgrafs anteriors, realitzin activitats regulades en la normativa sobre telecomunicacions, a la persona física o jurídica l'actuació de la qual es trobi tipificada pel precepte infringit o a qui les normes corresponents atribueixen específicament la responsabilitat.

Article 52. Classificació de les infraccions

Les infraccions de les normes reguladores de les telecomunicacions es classifiquen en molt greus, greus i lleus.

Article 53. Infraccions molt greus

Es consideren infraccions molt greus:

a) La realització d'activitats sense títol habilitant quan sigui legalment necessari o utilitzant paràmetres tècnics diferents dels propis del títol i la utilització de potències d'emissió notòriament superiors a les permeses o freqüències radioelèctriques sense autorització o diferents de les autoritzades, sempre que, en aquests dos últims casos, es produeixin danys greus a les xarxes o a la prestació dels serveis de comunicacions electròniques.

b) L'ús, en condicions diferents a les autoritzades, de l'espectre radioelèctric que provoqui alteracions que impedeixin la correcta prestació d'altres serveis per altres operadors.

c) L'incompliment greu o reiterat pels titulars de concessions, afectacions de domini o autoritzacions per a l'ús del domini públic radioelèctric de les condicions essencials que se'ls imposin pels òrgans competents en matèria de telecomunicacions.

d) La transmissió total o parcial de concessions o autoritzacions per a l'ús privatiu del domini públic radioelèctric, sense complir amb els requisits establerts a tal efecte per la normativa de desenvolupament d'aquesta llei.

e) La producció deliberada d'interferències definides com a perjudicials en aquesta llei, inclosa les causades per estacions radioelèctriques que estiguin instal·lades o en funcionament a bord d'un vaixell, d'una aeronau o de qualsevol altre objecte flotant o aerotransportat que transmeti emissions

des de fora del territori espanyol per a la seva possible recepció total o parcial en aquest.

f) Efectuar emissions radioelèctriques que incompleixin greument els límits d'exposició establerts en la normativa de desenvolupament de l'article 44 d'aquesta llei i incomplir greument les altres mesures de seguretat establerta a l'esmentada normativa, incloses les obligacions de senyalització o tancat de les instal·lacions radioelèctriques.

g) Permetre l'ús d'enllaços procedents de l'exterior del territori nacional que es facilitin a través de satèl·lits l'ús dels quals no hagi estat prèviament autoritzat.

h) La instal·lació, posada en servei o utilització de terminals o d'equips connectats a les xarxes públiques de comunicacions electròniques que no hagin avaluat la seva conformitat, conforme al títol IV d'aquesta llei, si es produeixen danys molt greus a aquelles.

i) La importació o la venda a l'engròs d'equips o aparells la conformitat dels quals no hagi estat avaluada d'acord amb el disposat en el títol IV d'aquesta llei, o amb els acords o convenis internacionals celebrats per l'Estat espanyol.

j) L'incompliment greu i reiterat pels titulars dels laboratoris designats o per les entitats col·laboradores de l'Administració de les obligacions que reglamentàriament s'estableixin per al seu funcionament o de les derivades de la seva acreditació o concert, en el procés d'avaluació dels aparells de telecomunicacions, de conformitat amb les especificacions tècniques que els siguin d'aplicació.

k) La negativa o l'obstrucció a ser inspeccionat, i la no col·laboració amb la inspecció quan aquesta sigui requerida.

l) L'incompliment greu o reiterat de les obligacions de servei públic, segons l'establert en el títol III.

m) L'incompliment reiterat de l'obligació de mantenir els nivells de qualitat establerts per a la prestació dels serveis.

n) La intercepció, sense autorització, de telecomunicacions no destinades al públic en general.

ñ) La divulgació del contingut, o de la simple existència, de missatges no destinats al públic en general, emesos o rebuts a través de serveis de telecomunicacions, als quals s'accedeixi mitjançant la intercepció voluntària o involuntària, la seva publicació o qualsevol altre ús d'ells sense l'autorització deguda.

o) L'incompliment deliberat, per part dels operadors, de les obligacions en matèria d'intercepció legal de les comunicacions imposades en desenvolupament de l'article 33 d'aquesta llei.

p) L'incompliment reiterat dels requeriments d'informació formulats per l'òrgan competent de l'Administració de l'Estat a l'exercici de les seves funcions.

q) L'incompliment de les instruccions dictades per la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions, a l'exercici de les competències que en matèria de mercats de referència i operadors amb poder significatiu li atribueix aquesta llei.

r) L'incompliment de les resolucions adoptades per la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions a l'exercici de les seves funcions en matèria de comunicacions electròniques, a excepció de les que dugui a terme en el procediment arbitral amb prèvia submissió voluntària de les parts.

s) L'incompliment greu o reiterat pels operadors de les condicions per a la prestació de serveis o l'explotació de xarxes de comunicacions electròniques.

t) L'explotació de xarxes o la prestació de serveis de comunicacions electròniques sense complir els requisits exigibles per realitzar tals activitats, establerts en aquesta llei i la seva normativa de desenvolupament.

u) L'incompliment de l'establert a l'article 6.1.

v) L'incompliment, per part de les persones físiques o jurídiques habilitades, per a l'explotació de xarxes o la prestació de serveis de comunicacions electròniques accessibles al públic, de les obligacions en matèria d'accés i interconnexió a què estiguin sotmeses per la vigent legislació.

w) L'incompliment de les condicions determinants de l'adjudicació i assignació dels recursos de numeració inclosos en els plans de numeració degudament aprovats.

x) L'incompliment reiterat dels requeriments d'informació formulats per la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions a l'exercici de les seves funcions.

y) La falta de notificació a l'Administració pel titular d'una xarxa de comunicacions electròniques dels serveis que s'estiguin prestant a través d'ella quan aquesta informació sigui exigible d'acord amb la normativa aplicable.

z) La vulneració greu o reiterada dels drets previstos per l'article 38.3, llevat del previst pel paràgraf h), la infracció del qual es regirà pel règim sancionador previst per la Llei 34/2002, d'11 de juliol, de Serveis de la Societat de la Informació i Comerç Electrònic.

Article 54. Infraccions greus

Es consideren infraccions greus:

a) La realització d'activitats sense títol habilitant quan sigui legalment necessari o utilitzant paràmetres tècnics diferents dels propis del títol i la

utilització de potències d'emissió notòriament superiors a les permeses o de freqüències radioelèctriques sense autorització o diferents de les autoritzades, sempre que les conductes referides no constitueixin infracció gaire greu.

b) La instal·lació d'estacions radioelèctriques sense autorització, quan, d'acord amb el disposat en la normativa reguladora de les telecomunicacions, sigui necessària, o d'estacions radioelèctriques a bord d'un vaixell, d'una aeronau o de qualsevol altre objecte flotant o aerotransportat, que, al mar o fora d'ell, possibiliti la transmissió d'emissions des de l'exterior per a la seva possible recepció total o parcial en territori nacional.

c) La mera producció d'interferències definides com a perjudicials en aquesta llei que no es trobin compreses a l'article anterior.

d) L'emissió de senyals d'identificació falsos o enganyosos.

e) L'ús, en condicions diferents de les autoritzades, de l'espectre radioelèctric que provoqui alteracions que dificultin la correcta prestació d'altres serveis per altres operadors.

f) No atendre el requeriment fet per l'autoritat competent per a la cessació de les emissions radioelèctriques, en els supòsits de producció d'interferències.

g) L'establiment de comunicacions amb estacions no autoritzades.

h) Efectuar emissions radioelèctriques que incompleixin els límits d'exposició establerts a la normativa de desenvolupament de l'article 44 d'aquesta llei i incomplir les altres mesures de seguretat establerta en ella, incloses les obligacions de senyalització o tancat de les instal·lacions radioelèctriques.

i) La instal·lació, posada en servei o utilització de terminals o d'equips connectats a les xarxes públiques de comunicacions electròniques que no hagin avaluat la seva conformitat, conforme al títol IV d'aquesta llei, llevat que hagi de ser considerat com a infracció molt greu.

j) La distribució, venda o exposició per a la venda d'equips o aparells la conformitat dels quals, amb els requisits essencials aplicables, no hagi estat avaluada d'acord amb el disposat en el títol IV d'aquesta llei o amb els acords o convenis internacionals celebrats per l'Estat espanyol.

k) La realització de l'activitat d'instal·lació d'aparells i sistemes de telecomunicació sense disposar del corresponent títol habilitant, així com l'incompliment dels requisits aplicables a l'accés als serveis de telecomunicacions a l'interior dels edificis i a la instal·lació als mateixos de les infraestructures de telecomunicacions.

l) L'alteració, la manipulació o l'omissió de les característiques tècniques, de les marques, de les etiquetes, dels signes d'identificació o de la documentació dels equips o dels aparells de telecomunicacions.

m) L'incompliment per les entitats col·laboradores de l'Administració per a la normalització i l'homologació de les prescripcions tècniques i del contingut de les autoritzacions o dels concerts que els afectin, d'acord amb el qual reglamentàriament es determini.

n) Els següents actes de col·laboració amb els usuaris de vaixells o aeronaus, ja sigui nacionals o de bandera estrangera, efectuats deliberadament i que possibilitin la producció de les infraccions previstes al paràgraf h) de l'article 53 i al paràgraf b) d'aquest article:

1º. El subministrament, el manteniment o la reparació del material que incorpori el vaixell o l'aeronau.

2º. El seu aprovisionament o abastament.

3º. El subministrament de mitjans de transport o el transport de persones o de material al vaixell o a l'aeronau.

4º. L'encàrrec o la realització de produccions de tot tipus des de vaixells o aeronaus, inclosa la publicitat destinada a la seva difusió per ràdio.

5º. La prestació de serveis relatius a la publicitat de les estacions instal·lades als vaixells o a les aeronaus.

6º. Qualsevol altres actes de col·laboració per a la comissió d'una infracció en matèria de telecomunicacions mitjançant l'ús de vaixells o aeronaus.

ñ) El incompliment per part dels operadors de les obligacions en matèria d'intercepció legal de les comunicacions imposades en desenvolupament de l'article 33 d'aquesta llei, llevat que hagi de ser considerat com a infracció molt greu, conforme al disposat a l'article anterior.

o) L'incompliment de les obligacions de servei públic, segons l'establert en el títol III, llevat que s'hagi de considerar com a infracció molt greu, conforme al previst a l'article anterior.

p) L'incompliment pels operadors de les condicions per a la prestació de serveis o l'explotació de xarxes de comunicacions electròniques.

q) Qualsevol altre incompliment greu de les obligacions dels operadors explotadors de xarxes o prestadors de serveis de comunicacions electròniques o dels seus usuaris, previst a les lleis vigents, llevat que hagi de ser considerat com a infracció molt greu, conforme al disposat a l'article anterior.

r) La vulneració dels drets previstos per l'article 38.3, llevat que hagi de ser reconeguda com a infracció molt greu. Queda exceptuat el dret previst pel paràgraf h), la infracció del qual es regirà pel règim sancionador previst per la Llei 34/2002, d'11 de juliol, de Serveis de la Societat de la Informació i Comerç Electrònic.

Article 55. Infraccions lleus

Es consideren infraccions lleus:

- a) La producció de qualsevol tipus d'emissió radioelèctrica no autoritzada, llevat que hagi de ser considerada com a infracció greu o molt greu.
- b) La mera producció d'interferències quan no hagi de ser considerada com a infracció greu o molt greu.
- c) Mancar dels preceptius quadres de tarifes o de preus quan la seva exhibició s'exigeixi per la normativa vigent.
- d) No facilitar les dades requerides per l'Administració o retardar injustificadament la seva aportació quan resulti exigible conforme al previst per la normativa reguladora de les comunicacions electròniques.
- e) Qualsevol altre incompliment de les obligacions imposades a operadors de xarxes o de serveis de comunicacions electròniques o dels seus usuaris, previst a les lleis vigents, llevat que hagi de ser considerat com a infracció greu o molt greu, conforme al disposat als articles anteriors.

Article 56. Sancions.

1. Els òrgans competents en matèria de Telecomunicacions imposaran, en l'àmbit de les seves respectives competències, les següents sancions:

- a) Per la comissió d'infraccions molt greus tipificades als paràgrafs q) i r) de l'article 53 s'imposarà a l'infractor multa per import no inferior al muntant, ni superior al quintuple, del benefici brut obtingut com a conseqüència dels actes o omissions en què consisteixi la infracció. En cas que no resulti possible aplicar aquest criteri o que de la seva aplicació resultés una quantitat inferior a la major de les que a continuació s'indiquen, aquesta última constituirà el límit de l'import de la sanció pecuniària. A aquests efectes, es consideraran les següents quantitats: l'1 per cent dels ingressos bruts anuals obtinguts per l'entitat infractora a l'últim exercici en la branca d'activitat afectada o, en cas d'inexistència d'aquests, a l'exercici actual: el cinc per cent dels fons totals, propis o aliens, utilitzats en la infracció, o 20 milions d'euros.
- b) Per la comissió de les altres infraccions molt greus s'imposarà a l'infractor multa per import no inferior al muntant, ni superior al quintuple, del benefici brut obtingut com a conseqüència dels actes o omissions en què consisteixi la infracció. En cas que no resulti possible aplicar aquest criteri, el límit màxim de la sanció serà de dos milions d'euros.

Les infraccions molt greus, en funció de les seves circumstàncies, podran donar lloc a la inhabilitació fins i tot per cinc anys de l'operador per a l'explotació de xarxes o a la prestació de serveis de comunicacions electròniques.

- c) Per la comissió d'infraccions greus s'imposarà a l'infractor multa per import de fins i tot el doble del benefici brut obtingut com a conseqüència dels actes o omissions que constitueixin aquelles o, en cas que no resulti aplicable aquest criteri, el límit màxim de la sanció serà de 500.000 euros.

Les infraccions greus, en funció de les seves circumstàncies, podran portar aparellada una amonestació pública, amb publicació al "Butlletí Oficial de l'Estat" i a dos diaris de difusió nacional, una vegada que la resolució sancionadora tingui caràcter ferm.

d) Per la comissió d'infraccions lleus s'imposarà a l'infractor una multa per import de fins a 30.000 euros.

Les infraccions lleus, en funció de les seves circumstàncies, podran portar aparellada una amonestació privada.

2. En tot cas, la quantia de la sanció que s'imposi, dins dels límits indicats, es graduarà tenint en compte, a més del previst a l'article 131.3 de la Llei 30/1992, de 26 de novembre, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú, el següent:

- a) La gravetat de les infraccions comeses anteriorment pel subjecte que se sanciona.
- b) La repercussió social de les infraccions.
- c) El benefici que li ha reportat a l'infractor el fet objecte de la infracció.
- d) El dany causat.

A més, per a la fixació de la sanció es tindrà en compte la situació econòmica de l'infractor, derivada del seu patrimoni, dels seus ingressos, de les seves càrregues familiars i de les altres circumstàncies personals que acrediti que l'afecten.

L'infractor vindrà obligat, en el seu cas, al pagament de les taxes que hagués hagut de satisfer en el supòsit d'haver realitzat la notificació a què es refereix l'article 6 o de haver gaudit de títol per a la utilització del domini públic radioelèctric.

3. Sense perjudici de l'establert a l'apartat 1 d'aquest article, els òrgans competents en matèria de telecomunicacions, en l'àmbit de les seves respectives competències, podran adoptar les següents mesures:

a) Les infraccions a què es refereixen els articles 53 i 54 podran donar lloc a l'adopció de mesures cautelars, que de conformitat amb l'article 136 de la Llei 30/1992, de 26 de novembre, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú, podran consistir en el precintat i, en el seu cas, la retirada del mercat dels equips o instal·lacions que hagués utilitzat l'infractor per un termini màxim de sis mesos, i en l'ordre de cessació immediata de l'activitat presumptivament infractora, sent, en el seu cas, aplicable el règim d'execució subsidiària previst a l'article 98 de l'esmentada llei.

b) Quan l'infractor manqui de títol habilitant per a l'ocupació del domini públic o el seu equip no hagi avaluat la seva conformitat, es mantindran les mesures cautelars previstes en el paràgraf anterior fins a la resolució del procediment o fins a l'avaluació de la conformitat.

c) Les sancions imposades per qualsevol de les infraccions compreses als articles 53 i 54, quan es requereixi títol habilitant per a l'exercici de

l'activitat realitzada per l'infractor, podran portar aparellada, com a sanció accessòria, el precintat o la confiscació dels equips o aparells o la clausura de les instal·lacions en tant no es disposi del títol referit.

d) Així mateix, podrà recordar, com a mesura d'assegurament de l'eficàcia de la resolució definitiva que es dicti, la suspensió provisional de l'eficàcia del títol i la clausura provisional de les instal·lacions per un termini màxim de sis mesos.

4. A més de la sanció que correspongui imposar als infractors, quan es tracti d'una persona jurídica, es podrà imposar una multa de fins i tot 60.000 euros als seus representants legals o a les persones que integren els òrgans directius que hagin intervingut en l'acord o decisió. Queden excloses de la sanció aquelles persones que, formant part d'òrgans col·legiats d'administració, no haguessin assistit a les reunions o haguessin votat en contra o salvant el seu vot.

5. Les quanties assenyalades en aquest article podran ser actualitzades pel Govern, tenint en compte la variació dels índexs de preus al consum.

Article 57. Prescripció

1. Les infraccions regulades en aquesta llei prescriuran: les molt greus, als tres anys ; les greus, als dos anys, i les lleus, als sis mesos. El termini de prescripció de les infraccions començarà a computar-se des del dia en què s'haguessin comès. Interromprà la prescripció la iniciació, amb coneixement de l'interessat, del procediment sancionador. El termini de prescripció tornarà a córrer si l'expedient sancionador estigués paralitzat durant més d'un mes per causa no imputable al presumpte responsable. En el supòsit d'infracció continuada, la data inicial del còmput serà aquella que deixi de realitzar-se l'activitat infractora o la de l'últim acte amb què la infracció es consumeix. No obstant això, s'entendrà que persisteix la infracció en tant els equips, aparells o instal·lacions objecte de l'expedient no es trobin a disposició de l'Administració o quedi constància fefaent de la seva impossibilitat d'ús.

2. Les sancions imposades per faltes molt greus prescriuran als tres anys ; les imposades per faltes greus, als dos anys, i a les imposades per faltes lleus, a l'any.

El termini de prescripció de les sancions començarà a computar-se des del dia següent a aquell en el qual adquireixi fermesa la resolució per la qual s'imposa la sanció.

Interromprà la prescripció la iniciació, amb coneixement de l'interessat, del procediment d'execució, tornant a córrer el termini si aquell està paralitzat durant més d'un mes per causa no imputable a l'infractor.

Article 58. Competències sancionadores

La competència sancionadora correspondrà:

a) A la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions, quan es tracti d'infraccions molt greus tipificades als paràgrafs q) a x) de l'article 53,

infraccions greus tipificades al paràgraf p) i, en l'àmbit material de la seva actuació, al paràgraf q) de l'article 54, i les infraccions lleus tipificades al paràgraf d) de l'article 55, respecte dels requeriments per ella formulats. Dins de la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions, la imposició de sancions correspondrà:

1. ° Al Consell, respecte de les infraccions molt greus i greus.

2. ° Al President, quant a les lleus.

b) A l'Agència de Protecció de Dades, quan es tracti de les infraccions molt greus compreses en el paràgraf z) de l'article 53 i de les infraccions greus previstes pel paràgraf r) de l'article 54.

c) Quan es tracti d'infraccions no incloses als paràgrafs anteriors, i en l'àmbit de competències de l'Administració General de l'Estat, la imposició de sancions correspondrà al Secretari d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació.

L'exercici de la potestat sancionadora es subjectarà al procediment aplicable, amb caràcter general, a l'actuació de les Administracions públiques. No obstant això, el termini màxim de durada del procediment serà d'un any i el termini d'al·legacions no tindrà una durada inferior a un mes.

TEMA 19: NORMATIVA DE LA CEPT

19.1. Recomanació T/R 61-01

La Conferència Europea d'Administracions Postals i de Telecomunicacions (CEPT), considera que:

a) el Servei d'Aficionats i el Servei d'Aficionats per Satèl·lit són serveis de radiocomunicacions, segons ho defineix l'article 1 del Reglament de Radiocomunicacions de la UIT, que es regeixen per altres disposicions d'aquest Reglament així com pels reglaments nacionals;

b) és necessari harmonitzar els procediments d'obtenció de llicència per a ús temporal d'estacions de radioaficionat en països de la CEPT i fora d'aquesta.

c) les administracions són responsables, d'acord amb l'article 32 del Reglament de Radiocomunicacions, per verificar la capacitat operativa i tècnica de tot aquell que desitgi una llicència de radioaficionat.

d) de conformitat amb l'article 25 del Reglament de Radiocomunicacions de la UIT, les administracions determinaran si la persona que desitgi obtenir una llicència de radioaficionat ha de demostrar o no la seva capacitat per enviar i rebre texts en codi Morse.

e) la capacitat per enviar i rebre texts en codi Morse no es requereix a efectes d'aquesta Recomanació.

f) la tramitació de llicències temporals a visitants estrangers, partint de convenis bilaterals, suposa un considerable augment de feina per a les administracions.

g) La IARU recolza la simplificació dels procediments perquè els visitants estrangers puguin operar temporalment en països de la CEPT i en altres països;

Tenint en compte que aquesta Recomanació no guarda relació amb la importació i exportació d'equips de radioaficionat, que estan subjectes únicament a les normes duaneres pertinents; tenint en compte a més que, malgrat els procediments descrits en aquesta Recomanació, les administracions es reserven sempre el dret de requerir acords bilaterals per reconèixer les llicències de radioaficionat expedides per administracions estrangeres, la CEPT recomana que:

1. les administracions membres de la CEPT reconeguin el principi de la **llicència de radioaficionat CEPT** expedides sota les condicions especificades més avall, sense que les administracions dels països visitats tinguin el dret a cobrar cap taxa o cànon;

2. les administracions no membres de la CEPT, prèvia acceptació del disposat en aquesta Recomanació, puguin participar d'aquest pla IV. Les **condicions d'expedició** de les llicències de radioaficionat CEPT són les següents:

La "llicència de radioaficionat CEPT" tindrà un format semblant a la llicència nacional o serà un document especial expedit per la mateixa autoritat, i estarà redactat en l'idioma nacional i en alemany, anglès i francès; serà vàlid només per als no residents durant el període de la seva estada temporal en països que haguessin adoptat la Recomanació, i amb les mateixes limitacions de la llicència nacional. Els radioaficionats que estiguin en possessió d'una llicència temporal nacional poden quedar exclosos dels beneficis d'aquesta Recomanació.

Els **requisits mínims d'una llicència de radioaficionat CEPT** seran:

- I) Indicació que el document és una llicència CEPT.
- II) Una declaració segons la qual el seu titular estigui autoritzat a usar la seva estació de radioaficionat d'acord amb aquesta Recomanació en països on aquesta s'apliqui.
- III) Nom i adreça del titular.
- IV) Distintiu de trucada.
- V) Període de validesa.
- VI) Autoritat que expedeix la llicència.

Es pot afegir una llista de les administracions que apliquen la Recomanació. La llicència CEPT permet la utilització de totes les bandes de freqüència atribuïdes al servei d'Aficionats i d'Aficionats per Satèl·lit i autoritzades al país on l'estació d'aficionat serà operada.

19.2. Ús temporal d'estacions d'aficionat als països de la CEPT i als països no-CEPT adherits a la Recomanació T/R 61-01

1. El titular d'una llicència de radioaficionat CEPT la presentarà a les autoritats pertinents del país visitat quan sigui requerit per a això.
2. El titular de la llicència observarà el disposat al Reglament de Radiocomunicacions, en aquesta Recomanació i al reglament en vigor del país visitat. A més, ha de respectar qualsevol restricció relacionada amb les condicions nacionals i locals de naturalesa tècnica o imposada per les autoritats públiques. S'ha de posar atenció especial a la diferència en les atribucions de freqüències als serveis de radioaficionat a les tres Regions de la UIT.
3. Quan es transmeti des del país visitat, el titular de la llicència ha d'usar el seu distintiu de trucada nacional precedit del prefix del país de la CEPT. El prefix del país de la CEPT i el distintiu de trucada nacional han de separar-se pel caràcter " / " (telegrafia) o per l'expressió "barra" (telefonía).
4. El titular de la llicència no podrà sol·licitar protecció contra les interferències perjudicials.

19.3. Recomanació T/R 61/02

En aquesta Recomanació, aprovada el 1990, la Conferència Europea d'Administracions Postals i de Telecomunicacions (CEPT) recomana als països que formen part de la mateixa que emetin el Certificat Harmonitzat d'Examen de Radioaficionat, conegut per les seves sigles en anglès, HAREC (*Harmonised Amateur Radio Examination Certificate*). El certificat serveix per demostrar que s'ha aprovat un examen de radioaficionat amb un programa bàsic, que la pròpia Recomanació estableix. HAREC és el programa que ha adoptat l'Administració espanyola (veure més amunt, capítol 20.4)

D'aquesta manera es facilita l'emissió de llicència als radioaficionats que resideixen durant llargs períodes de temps en un país estranger. També facilita l'obtenció de llicència al radioaficionat que retorna al seu país d'origen mostrant el certificat HAREC obtingut en un país estranger. La Recomanació va ser revisada posteriorment a fi d'obrir les portes a països no CEPT que volguessin participar en aquest sistema.

TEMA 20: REGLAMENT DE RADIOCOMUNICACIONS DE LA UIT

20.1. Definicions dels Serveis d'Aficionats i d'Aficionats per Satèl·lit

Servei d'Aficionats: Servei de radiocomunicació que té per objecte la instrucció individual, la intercomunicació i els estudis tècnics, efectuats per aficionats, això és, per persones degudament autoritzades que s'interessen a la radiotècnia amb caràcter exclusivament personal i sense finalitat de lucre.

Servei d'Aficionats per Satèl·lit: Servei de radiocomunicació que utilitza estacions espacials situades als satèl·lits de la Terra per a les mateixes finalitats que el servei d'aficionats.

20.2. Definició d'estació radioelèctrica d'aficionat

Estació radioelèctrica: Un o més transmissors o receptors de ràdio, o una combinació de transmissors i receptors, incloent les instal·lacions accessòries, necessaris per assegurar un servei de radiocomunicació o el servei de radioastronomia en un lloc determinat.

Estació d'aficionat: Estació del servei d'aficionats.

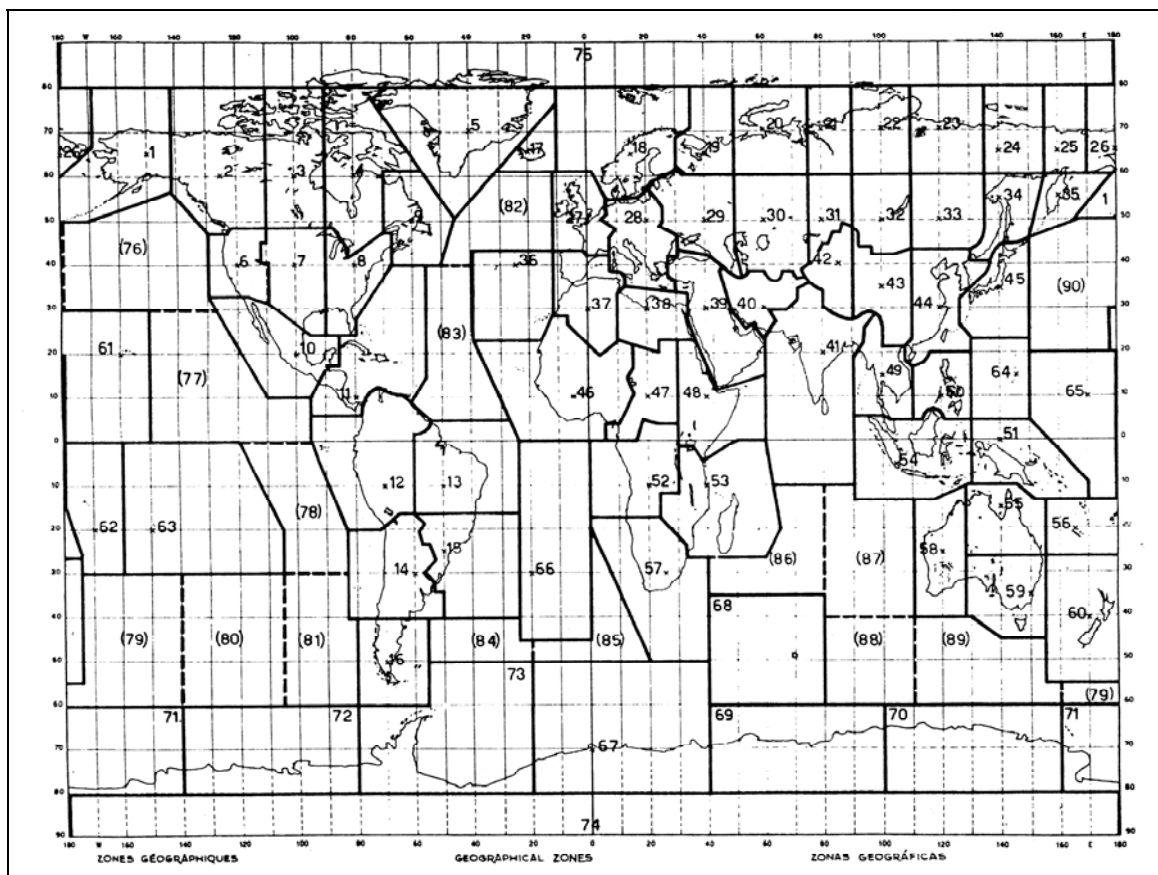
20.3. Disposicions del Reglament de Radiocomunicacions que afecten els serveis d'aficionats i d'aficionats per satèl·lit. Condicions d'ús de les estacions d'aficionat i d'aficionat per satèl·lit

L'article 25 del Reglament de Radiocomunicacions estableix les següents condicions:

- Es permetran les comunicacions per ràdio entre estacions d'aficionat de diferents països tret que l'administració d'un dels països afectats hagi notificat la seva oposició a les esmentades comunicacions.
- Les transmissions entre estacions d'aficionat de diferents països s'hauran de limitar a comunicacions irrellevants relacionades amb el servei d'aficionats i a observacions de caràcter personal.
- Les transmissions entre estacions d'aficionat de diferents països no s'hauran de codificar per ocultar el seu significat, excepte els senyals de control intercanviats entre estacions de comandament terrestres i estacions espacials del servei d'aficionats per satèl·lit.

- Les estacions d'aficionat poden ser utilitzades per a la transmissió de comunicacions internacionals en nom de tercers només en casos d'emergència o desastre. Les administracions podran determinar les condicions d'aplicació d'aquesta clàusula.
- Les administracions determinaran si les persones que volen obtenir una llicència per operar una estació d'aficionat han de demostrar o no la seva aptitud per enviar i rebre senyals del codi Morse.
- Les administracions verificaran que les persones que desitgin operar una estació d'aficionat estan qualificades operativament i tècnicament.
- La potència màxima de les estacions d'aficionat serà fixada per les respectives administracions.
- En el transcurs de les seves emissions, les estacions d'aficionat hauran de transmetre el seu indicatiu a intervals curts.
- Qualsevol administració podrà establir, sota determinades condicions o restriccions, si permet o no operar temporalment al seu territori a una persona que tingui llicència per operar una estació d'aficionat expedida per una altra administració.
- Les administracions que autoritzin estacions espacials per al servei d'aficionats s'hauran d'assegurar que existeixen suficients estacions de comandament terrestres abans del seu llançament, a fi de poder eliminar immediatament qualsevol interferència perjudicial que poguessin causar les emissions procedents d'una estació del servei d'aficionats per satèl·lit.

20.4. Regions i zones UIT



Des del punt de vista de l'atribució de les bandes de freqüències, la UIT ha dividit el món en tres Regions:

La **Regió 1** comprèn Europa, l'Àfrica i nord d'Àsia (Bahrain, l'Iraq, Israel, Jordània, Kuwait, Mongòlia, Oman, Qatar, Síria, Tadjikistan i Turkmenistan)

La **Regió 2** comprèn les dues Amèriques i Grenlàndia

La **Regió 3**, la resta d'Àsia i Oceania.

Les Zones de la UIT es mostren al mapa; són 74 en total. Espanya es troba a dues zones: la 36 (Les Canàries) i la 37 (Península, les Balears i Ceuta i Melilla).

20.5 ALTRES DISPOSICIONS I PROCEDIMENTS

MINISTERI D'INDÚSTRIA, TURISME I COMERÇ

Resolució de 22 de gener de 2009, de la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació, per la qual es publica el Conveni de col·laboració, entre el Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç i la Generalitat de Catalunya, relatiu a l'ús del domini públic radioelèctric per aficionats i de la banda ciutadana CB-27.

Subscrit Conveni de Col·laboració entre el Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç i la Generalitat de Catalunya relatiu a l'ús del domini públic radioelèctric per aficionats i de la banda ciutadana CB-27, en compliment del dispostat a l'article 8.2 de la Llei 30/1992, de 26 de novembre, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú, és procedent la publicació de l'esmentat Conveni, el text del qual figura a continuació.

Madrid, 22 de gener de 2009.

El Secretari d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació, Francisco Ros Perán.

20.5.1 Conveni de col·laboració entre el Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç i la Generalitat de Catalunya relatiu a l'ús del domini públic radioelèctric per aficionats i de la banda ciutadana CB-27

A Madrid, a 31 d'octubre de 2008.

REUNITS

D'una part, el Sr. Miguel Sebastián Gascón, Ministre d'Indústria, Turisme i Comerç, nomenat per a l'esmentat càrrec pel Reial Decret 436/2008, de 12 d'abril, i actuant en nom i representació del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç en virtut de les competències atribuïdes per l'article 12.1 g) de la Llei 6/1997, de 14 d'abril, d'Organització i Funcionament de l'Administració General de l'Estat i per la disposició addicional tretzena de la Llei 30/1992, de 26 de novembre, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú.

D'altra, el Sr. Jordi Ausàs i Coll, Conseller de Governació i Administracions Públiques, nomenat per a l'esmentat càrrec per Decret 48/2008, d'11 de març, actuant en l'exercici de les competències que té atribuïdes per la Llei 13/1989, de 14 de desembre, d'Organització, Procediment i Règim Jurídic de l'Administració de la Generalitat de Catalunya.

Intervenien ambdós en funció dels seus respectius càrrecs, que han quedat expressats, i a l'exercici de les facultats que a cada un li estan conferides, amb plena capacitat legal per formalitzar el present conveni de col·laboració i, a l'efecte.

EXPOSEN

Primer. La legislació bàsica per la qual es regula l'ús del domini públic radioelèctric per aficionats i de la banda ciutadana CB-27 està constituït per la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions i pel Reial Decret 863/2008, de 23 de maig, pel que s'aprova el reglament de desenvolupament de la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions, pel que fa a l'ús del domini públic radioelèctric i la seva normativa de desenvolupament.

Segon. El Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç, a través de la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació, ostenta les competències relatives a la convocatòria i celebració de les proves d'examen per a l'obtenció de diploma d'operador d'estació d'aficionat i l'expedició de l'esmentat diploma.

Així mateix l'esmentada Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació ostenta les competències en matèria d'atorgament d'autoritzacions d'ús de l'espectre de la denominada Banda Ciutadana CB-27.

Tercer. El Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç i la Generalitat de Catalunya, en l'exercici de les seves competències i per aconseguir un major grau d'eficàcia, han acordat establir una via de col·laboració per a la realització de les actuacions referides en els apartats anteriors.

Per tot l'exposat, ambdues parts decideixen subscriure el present conveni de col·laboració que es regirà per les següents:

CLÀUSULES

Primera. *Objecte*

Aquest conveni de col·laboració té per objecte l'establiment d'una via de col·laboració de la Generalitat de Catalunya amb el Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç, per a l'àmbit territorial de la Comunitat Autònoma de Catalunya, per a la realització de les següents actuacions administratives en l'ús del domini públic radioelèctric per aficionats i de la banda ciutadana CB-27:

La realització de les proves i l'expedició del diploma d'operador d'estacions de radioaficionats, d'acord amb la normativa estatal.

La recepció de sol·licituds, la tramitació i l'atorgament d'autoritzacions de caràcter personal per a ús de banda ciutadana CB-27.

La recepció de sol·licituds, la tramitació i l'atorgament, modificació i reconeixement d'autoritzacions relatives a la instal·lació i muntatge d'antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat, així com d'antenes col·lectives.

La comprovació dels equips tècnics utilitzats.

La inspecció de les estacions corresponents d'acord amb la normativa estatal i amb els criteris que estableixi la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació (SETSI).

Les actuacions administratives anteriorment relacionades s'exerciran en col·laboració amb la Generalitat de Catalunya respecte als sol·licitants, radioaficionats i usuaris de la banda ciutadana CB-27 que estiguin empadronats a algun municipi de la Comunitat Autònoma de Catalunya i, en el cas que es tracti d'una persona jurídica, que el seu domicili fiscal es trobi a la Comunitat Autònoma de Catalunya.

Segona. *Protocol d'Actuació*

La realització de les actuacions administratives indicades a la clàusula anterior es durà a terme d'acord amb el dispostat en el Protocol d'Actuació annex al present conveni de col·laboració, que inclou els següents aspectes:

Descripció dels procediments i de les actuacions administratives.

Establiment d'un procediment telemàtic d'intercanvi d'informació i accés a les aplicacions informàtiques de la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació relacionades amb la gestió dels serveis objecte d'aquest conveni de col·laboració.

Tercera. *Comissió de Seguiment*

Ambdues parts, de comú acord, es reuniran periòdicament per analitzar el desenvolupament del conveni de col·laboració i les possibles millores del mateix. A tal finalitat, es constitueix una Comissió de Seguiment composta per dos representants de cada una de les Administracions signants que es reunirà de forma ordinària una vegada a l'any i de forma extraordinària quan ho sol·liciti qualsevol de les parts. L'esmentada Comissió avaluarà el funcionament dels mecanismes de col·laboració establerts pel present conveni, resoldrà de forma provisional els dubtes que puguin sorgir en la seva aplicació i proposarà, en el seu cas, les mesures que consideri convenientes per incrementar l'eficàcia de les actuacions públiques afectades.

Quarta. *Règim jurídic*

El present conveni de col·laboració té la naturalesa dels previstos a l'article 4.1 c) de la Llei 30/2007, de 30 d'octubre, de Contractes del Sector Públic, i es regirà per les seves pròpies normes, si bé s'aplicaran els principis d'aquella Llei per resoldre els dubtes que poguessin suscitar-se.

Cinquena. *Modificació del conveni de col·laboració*

El present conveni de col·laboració podrà modificar-se per mutu acord quan resulti necessari per a la millor realització del seu objecte seguint els mateixos tràmits establerts per a la seva subscripció.

Sisena. *Vigència*

El present conveni de col·laboració assortirà efectes des de la seva firma i es publicarà al Butlletí Oficial de l'Estat i al Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya.

Té una durada inicial de 5 anys, prorrogables automàticament per períodes anuals si qualsevol de les parts no comunicués a l'altra, per qualsevol mitjà que permeti tenir constància de la seva recepció per la destinatària, de la seva voluntat de no renovar-lo amb una antelació mínima de dos mesos.

Setena. *Resolució del conveni de col·laboració*

El present conveni de col·laboració podrà finalitzar per acord mutu o per voluntat d'una de les parts basada en l'incompliment del mateix per l'altra, notificant prèviament l'esmentada voluntat de resolució, a més de la necessària continuïtat d'aquelles actuacions que es trobessin en execució en el moment de la resolució, per no perjudicar la seva continuïtat.

Vuitena. *Resolució de controvèrsies*

La Comissió de Seguiment resoldrà de comú acord les divergències que poguessin sorgir en l'aplicació i execució d'aquest conveni de col·laboració.

Si no es pogués assolir l'esmentat acord, les discrepàncies podran ser resoltes davant de la jurisdicció contenciós-administrativa d'acord amb l'establert a l'article 44 de la Llei 29/1998, de 13 de juliol, reguladora de la jurisdicció contenciós administrativa.

I perquè consti als efectes previstos, firmen i rubriquen el present conveni de col·laboració, en duplicat exemplar, i amb promesa de complir com en ell es conté bé i fidelment, al lloc i data indicats a l'encapçalament.

Protocol d'actuació

1. Descripció dels procediments i actuacions administratives.

1.1 Realització de l'Examen per a l'obtenció del Diploma d'Operador d'Estació d'Aficionat (Examen de radioaficionat).

La convocatòria de les proves d'examen per a l'obtenció del Diploma d'Operador d'Estació d'Aficionat s'efectuarà mitjançant Resolució del Secretari d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació que es publicarà al Butlletí Oficial de l'Estat.

La realització per la Generalitat de Catalunya de les proves d'exàmens per a l'obtenció del diploma d'operador d'estació d'aficionat s'ajustarà a l'establert en la normativa estatal i s'efectuarà d'acord amb els continguts i criteris de qualificació de les proves que figuren com a bases a la convocatòria de les proves d'examen.

A aquests efectes, s'elaborarà un conveni específic que concretarà, quan així es prevegi en la convocatòria, les condicions de realització de les proves

per part de la Generalitat de Catalunya. En aquest cas, la realització de les mateixes es subjectarà al calendari fixat per les autoritats de la Generalitat de Catalunya, sempre que aquestes prevegin un nombre d'exàmens no inferior al previst en la convocatòria.

Els interessats que desitgin participar a les proves ho hauran de fer constar en el model de sol·licitud que estableixi la Generalitat de Catalunya prenent com a base el model utilitzat per l'Administració de l'Estat que figura a l'Annex III de les Instruccions per al desenvolupament i aplicació del Reglament d'Ús del domini públic radioelèctric per aficionats.

L'esmentada sol·licitud es presentarà a través dels registres de la Generalitat de Catalunya o a qualsevol altra dels previstos a l'article 38 de la Llei 30/1992 de 26 de novembre, modificada per la Llei 4/1999, de 13 de gener, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú, i es dirigirà a la persona titular de la Secretaria de Telecomunicacions i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya.

La sol·licitud ha d'estar acompanyada de la documentació prevista en la normativa aplicable i, en especial, del justificant d'haver realitzat l'ingrés de la taxa corresponent.

La Generalitat de Catalunya registrarà les dades dels interessats que hagi declarat admesos a les proves d'examen en una aplicació informàtica creada a tal efecte i comunicarà les esmentades dades a la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació.

La Generalitat de Catalunya, una vegada que constitueixi el seu Tribunal de Valoració, procedirà a efectuar les proves d'examen.

Les llistes provisionals i definitives de participants i les qualificacions obtingudes seran registrades per la Generalitat de Catalunya en l'aplicació informàtica creada a tal efecte i seran comunicades a la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç.

Les parts establiran mitjançant «addendum» al conveni de col·laboració, la quantia que es transferirà a la Generalitat en concepte de realització de les proves d'examen de radioaficionats descrites en aquest apartat, d'acord amb la recaptació al territori de la Comunitat Autònoma de Catalunya de la taxa de telecomunicacions en concepte de presentació de la sol·licitud per prendre part en aquestes proves. Aquests "addendum" es formalitzaran amb periodicitat anual amb la Generalitat de Catalunya, llevat que ambdues parts acordin formalitzar-les amb periodicitat inferior.

1.2 Expedició del Diploma d'Operador d'Estació d'Aficionats.

Una vegada superades les proves corresponents, l'interessat podrà sol·licitar el diploma d'operador, adjuntant a la seva sol·licitud la documentació exigida per la normativa aplicable.

Els interessats presentaran la seva sol·licitud de diploma a través dels Serveis de la Generalitat de Catalunya o per qualsevol altre dels procediments previstos a l'article 38 de la Llei 30/1992 de 26 de novembre, modificada per la Llei 4/1999, de 13 de gener, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú.

Amb caràcter previ a la convocatòria, les parts establiran de comú acord el model de diploma d'operador d'estació d'aficionat a expedir als interessats que realitzin les proves a la Comunitat autònoma de Catalunya, al qual han de figurar ambdues Administracions. Aquest diploma, una vegada firmat per ambdues parts, serà remès per la Generalitat de Catalunya als sol·licitants que hagin superat les proves.

11.3 La recepció de sol·licituds, la tramitació i l'atorgament, modificació i reconeixement d'autoritzacions relatives a la instal·lació i muntatge d'antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat així com d'antenes col·lectives (Atorgament de llicències d'estacions radioelèctriques d'aficionats).

Els interessats presentaran la seva sol·licitud d'autorització relativa a la instal·lació i muntatge d'antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat, així com d'antenes col·lectives a través dels Serveis de la Generalitat de Catalunya o per qualsevol altre dels procediments previstos a l'article 38 de la Llei 30/1992 de 26 de novembre, modificada per la Llei 4/1999, de 13 de gener, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú.

La Generalitat de Catalunya registrarà les dades dels sol·licitants en l'aplicació informàtica creada a tal efecte i comunicarà les esmentades dades a la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació.

El Secretari de Telecomunicacions i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya elevarà la proposta d'atorgament o denegació de les autoritzacions d'instal·lació i muntatge d'antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat així com d'antenes col·lectives a la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació per a la seva resolució, firma i posterior devolució de la resolució que hagi de ser notificada als sol·licitants.

La Generalitat de Catalunya ajustarà la seva actuació a l'establert en la normativa estatal i, en particular, a l'establert al Reglament d'Ús del Domini Públic Radioelèctric per Aficionats.

1.4 La recepció de sol·licituds, la tramitació i l'atorgament d'autoritzacions d'ús de la Banda Ciutadana CB-27.

Els interessats podran sol·licitar l'autorització d'ús de la Banda Ciutadana CB-27, adjuntant a la seva sol·licitud la documentació exigida per la normativa aplicable i, en particular, el justificant de l'abonament de la taxa corresponent.

Els interessats presentaran la seva sol·licitud a través dels Serveis de la Generalitat de Catalunya o per qualsevol altre dels procediments previstos a l'article 38 de la Llei 30/1992 de 26 de novembre, modificada per la Llei 4/1999, de 13 de gener, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú.

La Generalitat de Catalunya registrarà les dades dels sol·licitants en l'aplicació informàtica creada a tal efecte i comunicarà les esmentades dades a la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació.

El Secretari de Telecomunicacions i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya elevarà la proposta d'atorgament o denegació de les autoritzacions d'ús de la banda ciutadana CB 27 a la Secretària d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació per a la seva resolució, firma i posterior devolució de la resolució que hagi de ser notificada als sol·licitants.

La Generalitat de Catalunya ajustarà la seva actuació a l'establert en la normativa estatal i, en particular, a l'establert al Reglament d'Ús del Domini Públic Radioelèctric de la Banda Ciutadana CB-27.

1.5 La comprovació dels equips tècnics utilitzats.

La Generalitat de Catalunya comprovarà els equips tècnics mòbils i portàtils utilitzats en l'ús del domini públic radioelèctric per radioaficionats i per a banda ciutadana CB-27 dins d'àmbit territorial de la Comunitat Autònoma de Catalunya.

Si els Serveis de la Generalitat de Catalunya aprecien un ús indegut, no autoritzat o contrari a la normativa vigent d'aquests equips, aixecaran la corresponent acta que serà remesa a la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació a fi que adopti les mesures oportunes, incloses les de caràcter sancionador.

1.6 La inspecció de les estacions corresponents d'acord amb els criteris que estableixi la SETSI i la normativa estatal.

La Generalitat de Catalunya, a través dels seus propis Serveis, podrà inspeccionar les estacions radioelèctriques d'aficionats i les estacions de la banda ciutadana CB-27, conforme a la normativa estatal i els criteris que estableixi la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació, sense perjudici que els Serveis de la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació puguin inspeccionar les mateixes.

La Generalitat de Catalunya i la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació col·laboraran en la determinació dels criteris a seguir en la realització de les inspeccions que els Serveis d'ambdues Administracions efectuïn a les esmentades estacions.

Així mateix, la Generalitat de Catalunya i la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació establiran amb

caràcter anual i de forma coordinada una planificació de les actuacions d'inspecció a realitzar sobre aquestes estacions. Igualment, i davant de supòsits puntuals d'inspecció de les antenes esmentades, ambdues Administracions perseguiran la major coordinació possible, podent establir-se una via formal o protocol d'actuació davant d'aquestes incidències.

Si els Serveis de la Generalitat de Catalunya aprecien un ús indegut, no autoritzat o contrari a la normativa vigent d'aquestes estacions, aixecaran la corresponent acta que serà remesa a la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació a fi que aquesta adopti les mesures oportunes, incloses les de caràcter sancionador.

L'Administració de l'Estat podrà demanar la cooperació i assistència actives de l'Administració de la Generalitat en l'execució material de les mesures cautelars o les sancions accessòries que la primera imposi i que hagin d'executar-se a Catalunya, en el cas que estimi que l'esmentada cooperació i assistència contribueix a un major grau d'eficàcia a l'exercici de les seves competències.

2. Acord d'un procés telemàtic per a intercanvi d'informació.

Ambdues parts establiran de comú acord al si de la comissió de seguiment prevista a la clàusula tercera del conveni de col·laboració, els formats i continguts dels fitxers que s'hagin d'intercanviar sobre les dades necessàries per a la posada en pràctica d'aquest protocol. Així mateix, s'intercanviaran els protocols d'accés a les aplicacions informàtiques emprades en l'acompliment de les actuacions previstes en aquest protocol.

3. Tractament de dades de caràcter personal i confidencialitat dels procediments.

Ambdues administracions es comprometen a aplicar un tractament de les dades de caràcter personal que concordi amb la legislació vigent. Així mateix, es comprometen a aplicar la necessària confidencialitat als procediments objecte d'aquest conveni.

20.5.2 Procediments d'exàmens d'operador/a d'estació d'aficionats

En el marc de col·laboració establert en el Reial decret 1385/2008, d'1 d'agost, de traspàs de funcions i serveis de l'Administració de l'Estat a la Generalitat de Catalunya en matèria de comunicacions electròniques, i del Conveni de col·laboració entre el Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç i la Generalitat de Catalunya relatiu a l'ús del domini públic radioelèctric per aficionats i de la de banda ciutadana CB-27, publicat per la Resolució de 22 de gener de 2009, de la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació (BOE d'11 de febrer), la realització a Catalunya dels exàmens per a l'obtenció del diploma d'operador d'estació d'aficionat els efectuarà la Generalitat de Catalunya.

Els exàmens consten de dues proves:

- a) Primera: coneixements d'electricitat i radioelectricitat per operar una estació d'aficionat.
- b) Segona: domini de la normativa reglamentària referent a les estacions d'aficionat.

L'examen es compon de seixanta preguntes tipus test, amb quatre alternatives de resposta, trenta per a la primera prova i trenta per a la segona. Per superar les proves és suficient respondre correctament quinze preguntes de cadascuna d'elles.

Les persones que hagin obtingut la qualificació d'apte en una de les dues proves estaran exemptes de tornar-les a realitzar.

Amb independència de la modalitat triada, el termini mínim per repetir una prova no superada serà de dos mesos.

Les persones interessades podran triar entre les modalitats següents per fer els exàmens:

- a) Modalitat d'exàmens individuals
- b) Modalitat d'exàmens col·lectius

a) Modalitat d'exàmens individuals

Podran fer l'examen per obtenir el diploma d'operador d'estació d'aficionat mitjançant les proves d'aptitud que farà la Generalitat de Catalunya totes les persones que ho desitgin amb la condició que estiguin empadronades a Catalunya i cursin la corresponent sol·licitud.

Les persones participants han de tenir coneixements bàsics de l'ús de l'ordinador.

Calendari i llocs de l'examen

Els exàmens individuals es faran de dilluns a divendres a la seu de la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació i als Serveis territorials del Departament d'Empresa i Ocupació.

L'examen es realitzarà per mitjans informàtics

Presentació de sol·licituds i pagament

La presentació de la sol·licitud d'inscripció a les proves es pot fer per mitjà de l'Oficina Virtual de Tràmits. També les persones interessades poden adreçar les seves sol·licituds a la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació, indicant les dates preferibles per fer l'examen. L'imprès normalitzat de sol·licitud es pot obtenir a les dependències de la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació i al seu lloc web.

Les persones interessades han de presentar juntament amb la sol·licitud, el justificant d'haver realitzat l'ingrés de la taxa de telecomunicacions (model 790 *per la presentació d'exàmens per a l'obtenció del diploma d'operador/a d'estació d'aficionat*). En el cas de pagament telemàtic, només s'ha d'indicar el codi NRC a la sol·licitud.

Alternativament, si es disposa de certificat digital es pot optar per signar electrònicament tota la documentació (sol·licitud + comprovant pagament taxa) i trametre-la per correu electrònic a radioaficionats@gencat.cat

Un cop verificada la idoneïtat de la sol·licitud i la documentació presentada es comunicarà a la persona interessada la data i l'hora de l'examen.

Exempció de proves

Les persones interessades que hagin obtingut la qualificació parcial d'apte en qualsevol de les proves efectuades amb anterioritat estaran exemptes de la seva realització i faran constar aquesta circumstància a la sol·licitud.

Adaptació de les proves

Les persones que tinguin la condició legal de discapacitats poden sol·licitar una atenció especial durant la realització de la prova. Les

sol·licituds, que han d'anar acompanyades d'un informe de l'ICASS o de la còpia d'una resolució de l'òrgan competent, s'han de presentar juntament amb la sol·licitud de participació a les proves.

Notificació de resultats

Les qualificacions provisionals es comunicaran a la persona interessada quan aquesta finalitzi les proves

b) Modalitat d'exàmens col·lectius

Podran fer l'examen per obtenir el diploma d'operador d'estació d'aficionat mitjançant les proves d'aptitud que farà la Generalitat de Catalunya, totes les persones que ho desitgin amb la condició que estiguin empadronades a Catalunya i cursin la corresponent sol·licitud.

Calendari i llocs de l'examen

A cada convocatòria s'estableix la realització de dos exàmens, com a mínim, per any per Resolució del Director General de Telecomunicacions i Societat de la Informació, per la qual es determinen les condicions de realització de les proves per obtenir el diploma d'operador/a d'estació d'aficionat

Els exàmens col·lectius es faran a Barcelona, Girona, Lleida, Tarragona i Tortosa. Les dates es concreten a les bases de la convocatòria.

Quan el nombre de persones inscrites a una localitat no arribi a 5, s'anul·larà la realització de la prova en aquesta localitat i les persones inscrites s'examinaran a Barcelona.

L'hora i la situació on es realitzaran les proves s'anunciaran al lloc web de la direcció general de Telecomunicacions i Societat de la Informació i als taulers d'anuncis, com a mínim setanta dues hores abans de la data fixada per a la seva celebració.

Els terminis per presentar les sol·licituds s'indiquen a les bases de cada convocatòria.

Presentació de sol·licituds i pagament

La presentació de la sol·licitud d'inscripció a les proves es pot fer per mitjà de l'Oficina Virtual de Tràmits. També es pot adreçar a la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació. Les persones interessades que no optin per la presentació telemàtica, poden obtenir l'imprès normalitzat de sol·licitud a les dependències de la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la

Informació (c. Salvador Espriu, 45-51, 08908 de l'Hospitalet de Llobregat) i al seu lloc web.

Les persones interessades han de presentar juntament amb la sol·licitud, el justificant d'haver realitzat l'ingrés de la taxa de telecomunicacions (*model 790 per la presentació d'exàmens per a l'obtenció del diploma d'operador/a d'estació d'aficionat*). En el cas de pagament telemàtic, la persona interessada només ha d'indicar el codi NRC a la sol·licitud.

Exempció de proves

Les persones interessades que hagin obtingut la qualificació parcial d'apte en qualsevol de les proves efectuades amb anterioritat estaran exemptes de la seva realització i faran constar aquesta circumstància a la sol·licitud.

Adaptació de les proves

Les persones que tinguin la condició legal de discapacitats poden sol·licitar una atenció especial en l'administració de la prova. Les sol·licituds, que han d'anar acompanyades d'un informe de l'ICASS o de la còpia d'una resolució de l'òrgan competent, s'han de presentar juntament amb la sol·licitud de participació a les proves.

20.5.3 Formularis normalitzats per la Generalitat de Catalunya.



Sol·licitud de llicència per a la instal·lació i funcionament d'estacions radioelèctriques per aficionats

Dades personals

Cognoms i nom		DNI / NIE
Cognoms i nom del representant legal (si escau) / del tutor/a (si la persona sol·licitant és menor)		DNI / NIE
Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)		
Codi postal	Població	Comarca
Telèfon/s	Fax	Adreça de correu electrònic

Autoritzacions i declaracions

- Autoritzo la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació a fer les consultes necessàries a l'efecte de comprovar les dades relatives al meu DNI/NIE.
- Declaro que estic en possessió de l'autorització d'ús de l'espectre radioelèctric per aficionats.
- Declaro que el meu distintiu de crida és:
- Declaro que, com a pare/mare o tutor/a de la persona sol·licitant, assumeixo les responsabilitats que corresponen a aquesta llicència (només en el cas que la persona sol·licitant sigui menor d'edat).

Mitjà de pagament i documentació annexa

Per a estacions mòbils i fixes:

- Resguard d'abonament de la taxa de telecomunicacions (790). El formulari el podeu trobar a l'adreça electrònica <http://www.oficinasvirtual.mityc.es/tasatelecomunicaciones/fm790SInCert.aspx>.
- En el cas de pagament telemàtic només cal indicar el codi NRC sense adjuntar el resguard de la taxa.
- Codi NRC
- Equips (presentació obligatòria en equips de fabricació pròpia).
- Memòria tècnica dels equips que componen l'estació radioelèctrica d'aficionat (annex I / annex II).*(Si són de fabricació pròpia ha d'incloure un diagrama de blocs i esquemes elèctrics i una descripció del funcionament bàsic de l'equip).
- Característiques tècniques de l'estació i manual d'usuari amb marcat CE, si en té (si no són de fabricació pròpia).
- Si no són de fabricació pròpia: declaració de conformitat del fabricant o certificat d'acceptació radioelèctrica exigint en el seu dia per a equips de segona mà anteriors al Reial decret 1890/2000, de 20 de novembre.
- Certificat de laboratori acreditat (si escau).

*Annex I per a noves autoritzacions; annex II per a modificacions.

En estacions fixes, també:

- Característiques tècniques de l'antena.
- Document legal acreditatiu de la propietat o capacitat d'ús de l'habitatge (escriptures públiques de propietat o contracte de lloguer).
- Edifici de propietat horitzontal:
 Propietari/a de la comunitat de propietaris: cognoms i nom:
 Adreça:
- Edifici de propietat vertical:
 Propietari/ària de l'edifici: cognoms i nom:
 Adreça:
- Plànol a escala de la situació de l'immoble (cal identificar carrers i edificis contigus).
- Plànol a escala de la ubicació de l'antena (especifiqueu, en metres, distàncies a altres antenes, instal·lacions elèctriques, façanes, llindars amb altres edificis, etc.).
- Plànol a escala d'altura de l'antena (especifiqueu, en metres, altura de la torreta, tipus i dimensió d'antenes, ancoratges, etc.).

Sol·licitud

Sol·licito	<input type="checkbox"/> Nova autorització	<input type="checkbox"/> Modificacions en una estació o estacions existent/s
Data		
Signatura		

D'acord amb la Llei orgànica 15/1999, de protecció de dades de caràcter personal, les vostres dades seran incorporades al fitxer "Gestió de radioaficionats i banda ciutadana CB-27", del qual és responsable la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació. La finalitat és gestionar els tràmits corresponents a l'autorització d'ús especial de l'espectre radioelèctric i per a l'ús de la banda ciutadana CB-27 i portar-ne el control. Podeu exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició mitjançant un escrit adreçat al Servei de Telecomunicacions: Edifici Europa, Salvador Espriu, 45-51, sector Pedrosa, 08908 L'Hospitalet de Llobregat.

Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació

ANNEX I

Memòria tècnica d'estació radioelèctrica d'aficionat (Nova autorització)

Dades sobre el tipus d'instal·lació

Fixa Mòbil

Dades equips mòbils

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marcat CE

Dades equips fixes

Ubicació de la instal·lació

Adreça (carrer, esc. pis, porta, CP i població)

Emissors, Receptors i Transceptors

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marcat CE

Antenes

Tipus	Marca	Model	Marcat CE

Suport de l'antena

Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques

Altres elements d'instal·lació

Element	Marca	Model	Característiques tècniques

Observacions

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marcat CE

ANNEX II

Memòria tècnica d'estació radioelèctrica d'aficionat (Modificacions)

Dades sobre el tipus d'instal·lació

Fixa Mòbil

Dades sobre variacions sol·licitades

Canvis

Domicili social Edifici de l'estació Ubicació de l'antena

Antenes

Alta Baixa

Marca

Equips

Alta Baixa

Marca

Dades equips mòbils que desitja donar de baixa

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marc CE
-------	-------	---------------	---------

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marc CE
-------	-------	---------------	---------

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marc CE
-------	-------	---------------	---------

Dades equips mòbils que desitja donar d'alta

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marc CE
-------	-------	---------------	---------

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marc CE
-------	-------	---------------	---------

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marc CE
-------	-------	---------------	---------

Dades equips fixes que desitja donar de baixa

Ubicació de la instal·lació

Adreça (carrer, esc. pis, porta, CP i població)

Emissors, Receptors i Transceptors

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marc CE
-------	-------	---------------	---------

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marc CE
-------	-------	---------------	---------

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marc CE
-------	-------	---------------	---------

Antenes

Tipus	Marca	Model	Marc CE
-------	-------	-------	---------

Tipus	Marca	Model	Marc CE
-------	-------	-------	---------

Tipus	Marca	Model	Marc CE
-------	-------	-------	---------

Suport de l'antena

Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques

Dades equips fixes que desitja donar d'alta**Ubicació de la instal·lació**

Adreça (carrer, esc. pis , porta, CP i població)

Emissors, Receptors i Transceptors

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Núm. de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Núm. de sèrie	Marcat CE

Antenes

Tipus	Marca	Model	Marcat CE
Tipus	Marca	Model	Marcat CE
Tipus	Marca	Model	Marcat CE

Suport de l'antena

Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques

Altres elements d'instal·lació

Element	Marca	Model	Característiques tècniques
Element	Marca	Model	Característiques tècniques
Element	Marca	Model	Característiques tècniques

Observacions

Marca	Model	Núm. de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Núm. de sèrie	Marcat CE

Respongui SI/NO, en el següent quadre, a les qüestions relacionades amb aquesta memòria relatives a la projecció de la instal·lació. Els articles esmentats, que es relacionan a sota, són del RD 2623/86

Dades sobre la projecció i càlcul de la instal·lació	SI/NO
Les antenes i elements annexos, compleixen amb la seguretat que fixa l'art. 12.1?	
Els ancoratges, traves i la resta d'elements, estan senyalitzats de la manera que indica l'art. 12.2?	
La separació entre les antenes a instal·lar i altres serveis, compleix amb la separació que fixa l'art. 13.1?	
L'altura lliure respecte al pla de passada, és igual o superior a 3 metres, tal com diu l'art. 13.2?	
La instal·lació compleix, pel que fa a les línies elèctriques aèries, amb l'article 14?	
Els elements radiants, sobrepassen l'espai de l'immoble invaint uns altres espais?	
Les característiques mecàniques d'antenes i elements annexos, compleixen amb allò que indica l'art.16?	
Els suports de les antenes, s'han projectat segons l'art. 17?	
Les línies de transmissió i cables d'alimentació, transiten a les distàncies i pels llocs que fixa l'art. 18, evitant la línia vertical lliure?	
La presa de terra de la instal·lació, està connectada a la presa general de l'edifici, amb una secció igual o superior a sis mil·límetres quadrats?	

Declaro la veracitat de les dades aportades en la present memòria, així com la documentació addicional que es lliura, per a l'obtenció de la llicència d'estació sol·licitada o per a les variacions de la meua actual llicència

_____, ____ de/d' _____ de 20__

Signat _____ DNI _____

RD 2623/86 , de 21 de novembre, pel qual es regulen les instal·lacions d'antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat
CAPÍTOL IV Prescripcions tècniques de les antenes i els seus elements annexos

Article 12

1. Les antenes i elements annexos s'instal·laran de manera que no produeixin molèsties, perill o danys a persones o béns i que es garanteixi el dret de tercers a no sofrir danys en la seva propietat derivats de la instal·lació.
2. En els casos en els quals les antenes se situïn en terrats o llocs transitables se senyalitzaran els ancoratges i traves i quants elements poguessin obstaculitzar el pas o comportar perill per a les persones.

Article 13.

1. La instal·lació de les antenes es farà de manera que es respectin les separacions entre elles i els elements, instal·lacions i antenes d'altres serveis perquè aquests no resultin degradats en el seu funcionament.
2. Aquesta separació, sobretot en el cas d'antenes horitzontals, serà tal que, en les pitjors condicions ambientals previsibles, sigui la suficient i en qualsevol cas deixin una altura lliure de tres metres sobre el pla de passada.

Article 14.

Quan les antenes i els seus elements annexos es trobin situats en la proximitat de línies elèctriques aèries es col·locaran d'acord amb el que disposa el reglament electrotècnic per a baixa tensió i les seves instruccions complementàries, així com amb qualsevol norma que el Ministeri d'Indústria i Energia hagi dictat en la matèria i de manera que es garanteixi plenament la impossibilitat de contacte amb les esmentades línies.

Article 15.

En el cas d'antenes els elements radiants de les quals sobrepassin o puguin sobrepassar l'espai de l'immoble on estiguin o puguin estar situats, la direcció general de telecomunicacions podrà exigir un tractament especial amb condicions més estrictes per al muntatge, que estudiarà l'òrgan corresponent en cada cas.[Article 16.](#)

1. Les característiques mecàniques d'antenes i elements annexos hauran de respondre a les normes de la bona construcció i ser capaços d'absorbir els esforços ocasionats per al seu ús, tenint en compte les condicions ambientals particulars del lloc d'instal·lació, tals com a pressió del vent sobre l'estructura, sobrecàrregues per gel o altres similars.

2. Els pals o tubs que serveixin de suport de les antenes i elements annexos hauran d'estar dissenyats de manera que s'impedeixi o, almenys, es dificulti l'entrada d'aigua en ells i, en tot cas, es garanteixi l'evacuació de la que poguessin recollir.

3. Les antenes i elements annexos i, en particular, suports, ancoratges i traves hauran de ser de materials resistent a la corrosió o tractats convenientment a aquests efectes.

Article 17.

Els suports de les antenes no podran ser fixats a suports o ancoratges de paral·lamps ni als de conduccions aèries d'energia elèctrica. Els esmentats suports s'hauran de fixar directament a l'obra civil en punts aptes per tolerar els esforços corresponents o mitjançant elements repartidors de la càrrega degudament dimensionats. En tot cas es garantirà que tant els suports com els ancoratges no deteriorin la resistència mecànica dels elements constructius que es fixin, ni originin nivells de vibració pertorbadors als locals habitables superiors als què permetin les disposicions vigents.

Article 18.

1. Les línies de transmissió i els cables d'alimentació entre els equips transmissors i receptors i l'antena distaran no pas menys de 10 centímetres de qualsevol conducte o canalització de serveis de l'edifici i de manera que s'impedeixi el seu contacte amb elements mecànics. Discorreran preferentment per eixides d'instal·lacions, o bé per patis interiors, de manera que, si és possible, no afectin façanes, evitant l'accessibilitat per les persones.

2. No s'admetrà la seva estesa vertical lliure, sinó que es fixaran a intervals apropiats per a les característiques de la línia.

3. En el cas que les línies de transmissió o els cables d'alimentació vagin encastats aniran allotjats en conductes o canalitzacions per a ús exclusiu.



Sol·licitud d'inscripció a les proves per obtenir el diploma d'operador/a d'estacions d'aficionat

Dades personals

Cognoms i nom		DNI / NIE
Cognoms i nom del representant legal (si escau)		DNI / NIE
Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)		
Codi postal	Població	Comarca
Telèfon/s	Fax	Adreça de correu electrònic

Declaracions i autoritzacions

- Declaro que estic empadronat/ada en un municipi de Catalunya.
- Autoritzo la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació a fer les consultes necessàries a l'efecte de comprovar el meu empadronament en un municipi de Catalunya i les dades relatives al meu DNI/NIE.

Convalidació de proves (marqueu si teniu aprovada alguna de les proves corresponents a una convocatòria anterior)

- primera prova (Coneixements tècnics) segona prova (Coneixements normatius)

A aquest efecte, autoritzo la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació a fer les consultes necessàries per comprovar-ho.

Mitjà de pagament i documentació annexa (marqueu el que correspongui)

- Resguard d'abonament de la taxa de telecomunicacions (model 790). El formulari el podeu trobar a l'adreça electrònica <http://oficinavirtual.mityc.es/tasatelecomunicaciones/frm790SinCert.aspx>

En el cas de pagament telemàtic només cal indicar el codi NRC sense adjuntar el resguard de la taxa

- Codi NRC

Sol·licitud

Sol·licito ser admès/esa a les proves per obtenir el diploma d'operador d'estacions d'aficionat, en la localitat i la data que s'especifiquen tot seguit.

Localitat de l'examen	Data de l'examen
Data	
Signatura	

D'acord amb la Llei orgànica 15/1999, de protecció de dades de caràcter personal, les vostres dades seran incorporades al fitxer "Gestió de radioaficionats i banda ciutadana CB-27", del qual és responsable la Direcció de Telecomunicacions i Societat de la Informació. La finalitat és gestionar els tràmits corresponents a l'autorització d'ús especial de l'espectre radioelèctric i per a l'ús de la banda ciutadana CB-27 i portar-ne el control. Podeu exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició mitjançant un escrit adreçat al Servei de Telecomunicacions: Edifici Europa, Salvador Espriu, 45-51, sector Pedrosa, 08908 L'Hospitalet de Llobregat.

Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació



Sol·licitud d'inscripció a les proves individuals per obtenir el diploma d'operador/a d'estacions d'aficionat

Dades personals

Cognoms i nom		DNI / NIE
Cognoms i nom del representant legal (si escau)		DNI / NIE
Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)		
Codi postal	Població	Comarca
Telèfon/s	Fax	Adreça de correu electrònic

Declaracions i autoritzacions

- Declaro que estic empadronat/ada en un municipi de Catalunya.
- Declaro que tinc coneixements bàsics d'informàtica a nivell d'usuari.
- Autoritzo la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació a fer les consultes necessàries a l'efecte de comprovar el meu empadronament en un municipi de Catalunya i les dades relatives al meu DNI/NIE.

Discapacitats

- Demano adaptació de les proves i, a aquest efecte adjunto el corresponent informe ICASS.

Convalidació de proves (marqueu si teniu aprovada alguna de les proves corresponents a una convocatòria anterior)

- primera prova (Coneixements tècnics) segona prova (Coneixements normatius)

A aquest efecte, autoritzo la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació a fer les consultes necessàries per comprovar-ho.

Proposta d'elecció: lloc i dia

Lloc Data de l'examen (laborables: de dilluns a divendres)

Mitjà de pagament i documentació annexa

- Resguard d'abonament de la taxa de telecomunicacions (model 790). El formulari el podeu trobar a l'adreça electrònica <http://oficinavirtual.mityc.es/tasatelecomunicaciones/fm790SinCert.aspx>

En el cas de pagament telemàtic només cal indicar el codi NRC sense adjuntar el resguard de la taxa.

- Codi NRC

Sol·licitud

Sol·licito ser admès/esa a les proves d'examen per obtenir el diploma d'operador d'estacions d'aficionat.

Data

Signatura

D'acord amb la Llei orgànica 15/1999, de protecció de dades de caràcter personal, les vostres dades seran incorporades al fitxer "Gestió de radioaficionats i banda ciutadana CB-27", del qual és responsable la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació. La finalitat és gestionar els tràmits corresponents a l'autorització d'ús especial de l'espectre radioelèctric i per a l'ús de la banda ciutadana CB-27 i portar-ne el control. Podeu exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició mitjançant un escrit adreçat al Servei de Telecomunicacions: Edifici Europa, Salvador Espriu, 45-51, sector Pedrosa, 09908 L'hospitalet de Llobregat.

Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació



Sol·licitud d'expedició del diploma d'operador/a d'estacions d'aficionat

Dades personals

Cognoms i nom		DNI / NIE
Cognoms i nom del representant legal (si escau)		DNI / NIE
Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)		
Codi postal	Població	Comarca
Telèfon/s	Fax	Adreça de correu electrònic

Declaracions i autoritzacions

- Declaro que he superat les dues proves necessàries per obtenir el diploma.
Any de superació de la prova sobre coneixements tècnics _____ Any de superació de la prova sobre coneixements normatius _____
- Autoritzo la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació a fer les consultes necessàries a l'efecte de comprovar les dades relatives al meu DNI/NIE.
-

Sol·licitud

Sol·lito l'expedició del diploma d'operador d'estacions d'aficionat.

Data

Signatura

D'acord amb la Llei orgànica 15/1999, de protecció de dades de caràcter personal, les vostres dades seran incorporades al fitxer "Gestió de radioaficionats i banda ciutadana CB-27", del qual és responsable la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació. La finalitat és gestionar els tràmits corresponents a l'autorització d'ús especial de l'espectre radioelèctric i per a l'ús de la banda ciutadana CB-27 i portar-ne el control. Podeu exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició mitjançant un escrit adreçat al Servei de Telecomunicacions: Edifici Europa, Salvador Espriu, 45-51, sector Pedrosa, 08908 L'Hospitalet de Llobregat.

Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació



Sol·licitud d'autorització administrativa d'ús de l'espectre radioelèctric per aficionats

Dades personals

Cognoms i nom		DNI / NIE / NIF
Cognoms i nom del representant legal (si escau)		DNI / NIE
Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)		
Codi postal	Població	Comarca
Telèfon/s	Fax	Adreça de correu electrònic
Número de diploma	Data d'expedició del diploma	

Mitjà de pagament i documentació annexa

En el cas de nova autorització, resguard d'abonament de la taxa de telecomunicacions (model 790). El formulari el podeu descarregar a l'adreça electrònica <http://oficinavirtual.mityc.es/tasatelecomunicaciones/fm790SinCert.aspx>

En el cas de pagament telemàtic només cal indicar el codi NRC sense adjuntar el resguard de la taxa.

Codi NRC

Justificant d'exempció de la taxa:

- Per ser pensionista¹
 Per ser més gran de 65 anys²
 Per discapacitat igual o superior al 33%³

1. Estan exemptes del pagament de la taxa les persones sol·licitants que abans que acabi el termini per presentar la sol·licitud tinguin la condició de pensionistes. En aquest cas hauran de presentar la documentació que acrediti aquesta circumstància, emesa per l'òrgan competent.

2. No caldrà aportar la documentació corresponent si s'autoritza la comprovació telemàtica de les dades del DNI/NIE.

3. No caldrà aportar la documentació corresponent si s'autoritza la comprovació telemàtica del grau de discapacitat.

Autoritzacions

Autoritzo la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació a fer les consultes necessàries a l'efecte de comprovar les dades relatives al meu DNI/NIE.

Autoritzo la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació a fer les consultes necessàries a l'efecte de comprovar les dades relatives al meu grau de discapacitat (si escau)

Sol·licitud

Sol·licito:

Nova autorització

Modificació

Renovació

Cancel·lació

Data

Signatura

D'acord amb la Llei orgànica 15/1999, de protecció de dades de caràcter personal, les vostres dades seran incorporades al fitxer "Gestió de radioaficionats i banda ciutadana CB-27", del qual és responsable la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació. La finalitat és gestionar els tràmits corresponents a l'autorització d'ús especial de l'espectre radioelèctric i per a l'ús de la banda ciutadana CB-27 i portar-ne el control. Podeu exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició mitjançant un escrit adreçat al Servei de Telecomunicacions: Edifici Europa, Salvador Espriu, 45-51, sector Pedrosa, 08908 L'Hospitalet de Llobregat.

Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació



Sol·licitud d'autorització especial de l'espectre radioelèctric per aficionats

Dades personals

Cognoms i nom		DNI / NIE
Cognoms i nom del representant legal (si escau)		DNI / NIE
Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)		
Codi postal	Població	Comarca
Telèfon/s	Fax	Adreça de correu electrònic

Declaracions

- Declaro que estic en possessió de l'autorització de l'ús de l'espectre radioelèctric per aficionats.
- Declaro que el meu distintiu de crida és:

Equips i documentació annexa

Per a estacions mòbils i fixes:

- Equips (presentació obligatòria en equips de fabricació pròpia).
- Memòria tècnica descriptiva de les proves a realitzar (annex I / annex II) (Si són de fabricació pròpia ha d'incloure un diagrama de blocs i esquemes elèctrics i una descripció del funcionament bàsic de l'equip).
- Característiques tècniques de l'estació i manual d'usuari amb marcat CE, si en té (si no són de fabricació pròpia).
- Si no són de fabricació pròpia: declaració de conformitat del fabricant o certificat d'acceptació radioelèctrica exigint en el seu dia per a equips de segona mà anteriors al Reial decret 1890/2000, de 20 de novembre.
- Certificat de laboratori acreditat (si escau).

En estacions fixes, també:

- Característiques tècniques de l'antena.
- Document legal acreditatiu de la propietat o capacitat d'ús de l'habitatge (escriptures públiques de propietat o contracte de lloguer).
- Edifici de propietat horitzontal:
President/a de la comunitat de propietaris: cognoms i nom:
Adreça:
- Edifici de propietat vertical:
Propietari/ària de l'edifici: cognoms i nom:
Adreça:
- Plànol a escala de la situació de l'immoble (cal identificar carrers i edificis contigus).
- Plànol a escala de la ubicació de l'antena (especifiqueu, en metres, distàncies a altres antenes, instal·lacions elèctriques, façanes, llindars amb altres edificis, etc.).
- Plànol a escala d'altura de l'antena (especifiqueu, en metres, altura de la torreta, tipus i dimensió d'antenes, ancoratges, etc.).

Sol·licitud

Sol·licito Nova autorització Renovació

Data

Signatura

D'acord amb la Llei orgànica 15/1999, de protecció de dades de caràcter personal, les vostres dades seran incorporades al fitxer "Gestió de radioaficionats i banda ciutadana CB-27", del qual és responsable la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació. La finalitat és gestionar els tràmits corresponents a l'autorització d'ús especial de l'espectre radioelèctric i per a l'ús de la banda ciutadana CB-27 i portar-ne el control. Podeu exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició mitjançant un escrit adreçat al Servei de Telecomunicacions: Edifici Europa, Salvador Espriu, 45-51, sector Pedrosa, 08908 L'Hospitalet de Llobregat.

Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació

Annex I

Memòria tècnica descriptiva de les proves a realitzar

Descripció de l'experiment o prova a realitzar

Banda de freqüències a utilitzar

Dades dels equips a utilitzar

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE

Dades geogràfiques on es realitzarà la prova

Localitat	Municipi	Comarca
Coordenades geogràfiques	Cota d'ubicacions de les instal·lacions	

Durada de les proves

Denominació de l'emissió (màxim 1 any):

Potència	Model	Número de sèrie	Marcat CE
----------	-------	-----------------	-----------

Emissors, receptors i transceptors

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE

Antenes

Tipus	Marca	Model	Marcat CE
Tipus	Marca	Model	Marcat CE
Tipus	Marca	Model	Marcat CE

Suport de l'antena

Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques

Altres elements d'instal·lació

Element	Marca	Model	Característiques tècniques
Element	Marca	Model	Característiques tècniques
Element	Marca	Model	Característiques tècniques

Observacions

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE

Annex II

Memòria tècnica d'estació radioelèctrica d'aficionat (Modificacions)

Dades sobre el tipus d'instal·lació

Fixa Mòbil

Dades sobre variacions sol·licitades

Canvis

Domicili social Edifici de l'estació Ubicació de l'antena

Antenes

Alta Baixa

Marca

Equips

Alta Baixa

Marca

Dades equips mòbils que desitja donar de baixa

Marca Model Número de sèrie Marcat CE

Marca Model Número de sèrie Marcat CE

Marca Model Número de sèrie Marcat CE

Dades equips mòbils que desitja donar d'alta

Marca Model Número de sèrie Marcat CE

Marca Model Número de sèrie Marcat CE

Marca Model Número de sèrie Marcat CE

Dades equips fixes que desitja donar de baixa

Ubicació de la instal·lació

Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)

Codi postal Població Comarca

Emissors, receptors i transceptors

Marca Model Número de sèrie Marcat CE

Marca Model Número de sèrie Marcat CE

Marca Model Número de sèrie Marcat CE

Antenes

Tipus Marca Model Marcat CE

Tipus Marca Model Marcat CE

Tipus Marca Model Marcat CE

Suport de l'antena

Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques

Dades dels equips fixos que es vol donar d'alta**Ubicació de la instal·lació**

Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)

Codi postal	Població	Comarca
-------------	----------	---------

Emissors, receptors i transceptors

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE

Antenes

Tipus	Marca	Model	Marcat CE
Tipus	Marca	Model	Marcat CE
Tipus	Marca	Model	Marcat CE

Suport de l'antena

Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques

Altres elements d'instal·lació

Element	Marca	Model	Característiques tècniques
Element	Marca	Model	Característiques tècniques
Element	Marca	Model	Característiques tècniques

Observacions

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE

Responen Sí/NO, en el següent quadre, a les qüestions relacionades amb aquesta memòria relatives a la projecció de la instal·lació. Els articles esmentats, que es detallen a continuació, són del Reial decret 2623/86

Dades sobre la projecció i càlcul de la instal·lació	Sí/NO
Les antenes i elements annexos, compleixen amb la seguretat que fixa l'article 12.1?	
Els ancoratges, traves i la resta d'elements, estan senyalitzats de la manera que indica l'article 12.2?	
La separació entre les antenes a instal·lar i altres serveis, compleix amb la separació que fixa l'article 13.1?	
L'altura lliure respecte al pla de passada, és igual o superior a 3 metres, tal com diu l'article 13.2?	
La instal·lació compleix, pel que fa a les línies elèctriques aèries, amb l'article 14?	
Els elements radiants, sobrepassen l'espai de l'immoble i envaeixen uns altres espais?	
Les característiques mecàniques d'antenes i elements annexos, compleixen amb el que indica l'article 16?	
Els suports de les antenes, s'han projectat segons l'article 17?	
Les línies de transmissió i cables d'alimentació, transiten a les distàncies i pels llocs que fixa l'article 18, evitant la línia vertical lliure?	
La presa de terra de la instal·lació, està connectada a la presa general de l'edifici, amb una secció igual o superior a sis mil·límetres quadrats?	

Declaro la veracitat de les dades aportades en aquesta memòria, així com la documentació addicional que es lliura, per a l'obtenció de la llicència d'estació sol·licitada o per a les variacions de la meua llicència actual.

Lloc i data

Signatura

DNI / NIE

Reial decret 2623/1986 , de 21 de novembre, pel qual es regulen les instal·lacions d'antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat

Capítol IV Prescripcions tècniques de les antenes i els seus elements annexos

Article 12

1. Les antenes i elements annexos s'instal·laran de manera que no produeixin molèsties, perill o danys a persones o béns i que es garanteixi el dret de tercers a no sofrir danys en la seva propietat derivats de la instal·lació.
2. En els casos en els quals les antenes se situïn en terrats o llocs transitables se senyalitzaran els ancoratges i traves i quants elements poguessin obstaculitzar el pas o comportar perill per a les persones.

Article 13

1. La instal·lació de les antenes es farà de manera que es respectin les separacions entre elles i els elements, instal·lacions i antenes d'altres serveis perquè aquests no resultin degradats en el seu funcionament.
2. Aquesta separació, sobretot en el cas d'antenes horitzontals, serà tal que, en les pitjors condicions ambientals previsibles, sigui la suficient i en qualsevol cas deixin una altura lliure de tres metres sobre el pla de passada.

Article 14

Quan les antenes i els seus elements annexos es trobin situats en la proximitat de línies elèctriques aèries es col·locaran d'acord amb el què disposa el reglament electrotècnic per a baixa tensió i les seves instruccions complementàries, així com amb qualsevol norma que el Ministeri d'Indústria i Energia hagi dictat en la matèria i de manera que es garanteixi plenament la impossibilitat de contacte amb les esmentades línies.

Article 15

En el cas d'antenes els elements radiants de les quals sobrepassin o puguin sobrepassar l'espai de l'immoble on estiguin o puguin estar situats, la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació podrà exigir un tractament especial amb condicions més estrictes per al muntatge, que estudiarà l'òrgan corresponent en cada cas.

Article 16

1. Les característiques mecàniques d'antenes i elements annexos hauran de respondre a les normes de la bona construcció i ser capaços d'absorbir els esforços ocasionats per al seu ús, tenint en compte les condicions ambientals particulars del lloc d'instal·lació, tals com a pressió del vent sobre l'estructura, sobrecàrregues per gel o altres similars.
2. Els pals o tubs que serveixin de suport de les antenes i elements annexos hauran d'estar dissenyats de manera que s'impedeixi o, almenys, es dificulti l'entrada d'aigua en ells i, en tot cas, es garanteixi l'evacuació de la que poguessin recollir.
3. Les antenes i elements annexos i, en particular, suports, ancoratges i traves hauran de ser de materials resistent a la corrosió o tractats convenientment a aquests efectes.

Article 17

Els suports de les antenes no podran ser fixats a suports o ancoratges de parallamps ni als de conduccions aèries d'energia elèctrica. Els esmentats suports s'hauran de fixar directament a l'obra civil en punts aptes per tolerar els esforços corresponents o mitjançant elements repartidors de la càrrega degudament dimensionats. En tot cas es garantirà que tant els suports com els ancoratges no deteriorin la resistència mecànica dels elements constructius que es fixin, ni originin nivells de vibració pertorbadors als locals habitables superiors als què permetin les disposicions vigents.

Article 18

1. Les línies de transmissió i els cables d'alimentació entre els equips transmissors i receptors i l'antena distaran no pas menys de 10 centímetres de qualsevol conducte o canalització de serveis de l'edifici i de manera que s'impedeixi el seu contacte amb elements mecànics. Discorreran preferentment per eixides d'instal·lacions, o bé per patis interiors, de manera que, si és possible, no afectin façanes, evitant l'accessibilitat per les persones.
2. No s'admetrà la seva estesa vertical lliure, sinó que es fixaran a intervals apropiats per a les característiques de la línia.
3. En el cas que les línies de transmissió o els cables d'alimentació vagin encastats aniran allotjats en conductes o canalitzacions per a ús exclusiu.



Sol·licitud d'autorització de distintiu temporal de l'espectre radioelèctric per aficionats

Dades de la persona sol·licitant

Cognoms i nom / Nom de l'associació o radioclub		DNI / NIE / NIF
Cognoms i nom del representant legal (si escau)		DNI / NIE
Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)		
Codi postal	Població	Comarca
Telèfon/s	Fax	Adreça de correu electrònic

Declaracions

- Declaro que estic (o l'entitat que represento està) en possessió de l'autorització de l'ús de l'espectre radioelèctric per aficionats.
 Declaro que el meu distintiu de crida o el de l'entitat que represento és:

Dades de la prova a realitzar i dels equips

Esdeveniment que motiva la petició

Motiu de la petició

Equips a utilitzar (que formen una estació única)		
Marca	Model	Número de sèrie
Banda de freqüències a utilitzar	Potència	
Durada de les proves*		

*No superior a 20 dies a l'any per a concursos, assaigs, estudis de propagació, festivitats, commemoracions d'àmbit local, etc. Ni superior a un mes en el cas d'esdeveniments d'àmbit regional o autonòmic.

Sol·licitud

Sol·licito

Data

Signatura

D'acord amb la Llei orgànica 15/1999, de protecció de dades de caràcter personal, les vostres dades seran incorporades al fitxer "Gestió de radioaficionats i banda ciutadana CB-27", del qual és responsable la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació. La finalitat és gestionar els tràmits corresponents a l'autorització d'ús especial de l'espectre radioelèctric i per a l'ús de la banda ciutadana CB-27 i portar-ne el control. Podeu exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició mitjançant un escrit adreçat al Servei de Telecomunicacions: Edifici Europa, Salvador Espriu, 45-51, sector Pedrosa, 08908 L'Hospitalet de Llobregat.

Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació



Sol·licitud de llicència per a la instal·lació i funcionament d'estacions radioelèctriques per aficionats

Dades personals

Cognoms i nom		DNI / NIE
Cognoms i nom del representant legal (si escau) / del tutor/a (si la persona sol·licitant és menor)		DNI / NIE
Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)		
Codi postal	Població	Comarca
Telèfon/s	Fax	Adreça de correu electrònic

Autoritzacions i declaracions

- Autoritzo la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació a fer les consultes necessàries a l'efecte de comprovar les dades relatives al meu DNI/NIE.
- Declaro que estic en possessió de l'autorització d'ús de l'espectre radioelèctric per aficionats.
- Declaro que el meu distintiu de crida és:
- Declaro que, com a pare/mare o tutor/a de la persona sol·licitant, assumeixo les responsabilitats que corresponen a aquesta llicència (només en el cas que la persona sol·licitant sigui menor d'edat).

Mitjà de pagament i documentació annexa

Per a estacions mòbils i fixes:

- Resguard d'abonament de la taxa de telecomunicacions (790). El formulari el podeu trobar a l'adreça electrònica <http://www.oficinavirtual.mityc.es/tasatelecomunicaciones/fm790SinCert.aspx>
- En el cas de pagament telemàtic només cal indicar el codi NRC sense adjuntar el resguard de la taxa.
- Codi NRC
- Equips (presentació obligatòria en equips de fabricació pròpia).
- Memòria tècnica dels equips que componen l'estació radioelèctrica d'aficionat (annex I / annex II).*(Si són de fabricació pròpia ha d'incloure un diagrama de blocs i esquemes elèctrics i una descripció del funcionament bàsic de l'equip).
- Característiques tècniques de l'estació i manual d'usuari amb marcat CE, si en té (si no són de fabricació pròpia).
- Si no són de fabricació pròpia: declaració de conformitat del fabricant o certificat d'acceptació radioelèctrica exigint en el seu dia per a equips de segona mà anteriors al Reial decret 1890/2000, de 20 de novembre.
- Certificat de laboratori acreditat (si escau).

*Annex I per a noves autoritzacions; annex II per a modificacions.

En estacions fixes, també:

- Característiques tècniques de l'antena.
- Document legal acreditatiu de la propietat o capacitat d'ús de l'habitatge (escriptures públiques de propietat o contracte de lloguer).
- Edifici de propietat horitzontal:
President/a de la comunitat de propietaris: cognoms i nom:
Adreça:
- Edifici de propietat vertical:
Propietari/ària de l'edifici: cognoms i nom:
Adreça:
- Plànol a escala de la situació de l'immoble (cal identificar carrers i edificis contigus).
- Plànol a escala de la ubicació de l'antena (especifiqueu, en metres, distàncies a altres antenes, instal·lacions elèctriques, façanes, llindars amb altres edificis, etc.).
- Plànol a escala d'altura de l'antena (especifiqueu, en metres, altura de la torreta, tipus i dimensió d'antenes, ancoratges, etc.).

Sol·licitud

Sol·licito Nova autorització Modificacions en una estació o estacions existent/s

Data

Signatura

D'acord amb la Llei orgànica 15/1999, de protecció de dades de caràcter personal, les vostres dades seran incorporades al fitxer "Gestió de radioaficionats i banda ciutadana CB-27", del qual és responsable la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació. La finalitat és gestionar els tràmits corresponents a l'autorització d'ús especial de l'espectre radioelèctric i per a l'ús de la banda ciutadana CB-27 i portar-ne el control. Podeu exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició mitjançant un escrit adreçat al Servei de Telecomunicacions: Edifici Europa, Salvador Espriu, 45-51, sector Pedrosa, 08908 L'Hospitalet de Llobregat. www.gencat.cat/governació-ap/radioaficionats

Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació

Salvador Espriu, 45-51
08908 L'Hospitalet de Llobregat
Tel. 93 557 40 00
radioaficionats@gencat.cat

RI156 R0398 N-Sol. 2010 v1

Annex I

Memòria tècnica d'estació radioelèctrica d'aficionat (nova autorització)

Dades sobre el tipus d'instal·lació

Fixa Mòbil

Dades dels equips mòbils

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE

Dades dels equips fixos

Ubicació de la instal·lació

Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)

Codi postal	Població	Comarca
-------------	----------	---------

Emissors, receptors i transceptors

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE

Antenes

Tipus	Marca	Model	Marcat CE
Tipus	Marca	Model	Marcat CE
Tipus	Marca	Model	Marcat CE

Suport de l'antena

Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques

Altres elements d'instal·lació

Element	Marca	Model	Característiques tècniques
Element	Marca	Model	Característiques tècniques
Element	Marca	Model	Característiques tècniques

Observacions

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE

Annex II

Memòria tècnica d'estació radioelèctrica d'aficionat (modificacions)

Dades sobre el tipus d'instal·lació

Fixa Mòbil

Dades sobre variacions sol·licitades

Canvis

Domicili social Edifici de l'estació Ubicació de l'antena

Antenes

Alta Baixa

Marca

Equips

Alta Baixa

Marca

Dades dels equips mòbils que es vol donar de baixa

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
-------	-------	-----------------	-----------

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
-------	-------	-----------------	-----------

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
-------	-------	-----------------	-----------

Dades dels equips mòbils que es vol donar d'alta

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
-------	-------	-----------------	-----------

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
-------	-------	-----------------	-----------

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
-------	-------	-----------------	-----------

Dades dels equips fixos que es vol donar de baixa

Ubicació de la instal·lació

Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)

Codi postal	Població	Comarca
-------------	----------	---------

Emissors, receptors i transceptors

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
-------	-------	-----------------	-----------

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
-------	-------	-----------------	-----------

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
-------	-------	-----------------	-----------

Antenes

Tipus	Marca	Model	Marcat CE
-------	-------	-------	-----------

Tipus	Marca	Model	Marcat CE
-------	-------	-------	-----------

Tipus	Marca	Model	Marcat CE
-------	-------	-------	-----------

Suport de l'antena

Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques

Dades dels equips fixos que es vol donar d'alta**Ubicació de la instal·lació**

Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)

Codi postal	Població	Comarca
-------------	----------	---------

Emissors, receptors i transceptors

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE

Antenes

Tipus	Marca	Model	Marcat CE
Tipus	Marca	Model	Marcat CE
Tipus	Marca	Model	Marcat CE

Suport de l'antena

Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques
Tipus (pal, torreta...)	Marca	Model	Característiques tècniques

Altres elements d'instal·lació

Element	Marca	Model	Característiques tècniques
Element	Marca	Model	Característiques tècniques
Element	Marca	Model	Característiques tècniques

Observacions

Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE
Marca	Model	Número de sèrie	Marcat CE

Responeu Sí/NO, en el quadre següent, a les qüestions relacionades amb aquesta memòria relatives a la projecció de la instal·lació. Els articles esmentats, que es detallen a continuació, són del Reial decret 2623/1986

Dades sobre la projecció i càlcul de la instal·lació	Sí/NO
Les antenes i elements annexos, compleixen amb la seguretat que fixa l'article 12.1?	
Els ancoratges, traves i la resta d'elements, estan senyalitzats de la manera que indica l'article 12.2?	
La separació entre les antenes a instal·lar i altres serveis, compleix amb la separació que fixa l'article 13.1?	
L'altura lliure respecte al pla de passada, és igual o superior a 3 metres, tal com diu l'article 13.2?	
La instal·lació compleix, pel que fa a les línies elèctriques aèries, amb l'article 14?	
Els elements radiants, sobrepassen l'espai de l'immoble i envaeixen uns altres espais?	
Les característiques mecàniques d'antenes i elements annexos, compleixen amb el que indica l'article 16?	
Els suports de les antenes, s'han projectat segons l'article 17?	
Les línies de transmissió i cables d'alimentació, transiten a les distàncies i pels llocs que fixa l'article 18, evitant la línia vertical lliure?	
La presa de terra de la instal·lació, està connectada a la presa general de l'edifici, amb una secció igual o superior a sis mil·límetres quadrats?	

Declaro la veracitat de les dades aportades en aquesta memòria, així com la documentació addicional que es lliura, per a l'obtenció de la llicència d'estació sol·licitada o per a les variacions de la meua llicència actual.

Lloc i data

Signatura

DNI / NIE

Reial decret 2623/1986 , de 21 de novembre, pel qual es regulen les instal·lacions d'antenes d'estacions radioelèctriques d'aficionat

Capítol IV Prescripcions tècniques de les antenes i els seus elements annexos

Article 12

1. Les antenes i elements annexos s'instal·laran de manera que no produeixin molèsties, perill o danys a persones o béns i que es garanteixi el dret de tercers a no sofrir danys en la seva propietat derivats de la instal·lació.
2. En els casos en els quals les antenes se situïn en terrats o llocs transitables se senyalitzaran els ancoratges i traves i quants elements poguessin obstaculitzar el pas o comportar perill per a les persones.

Article 13

1. La instal·lació de les antenes es farà de manera que es respectin les separacions entre elles i els elements, instal·lacions i antenes d'altres serveis perquè aquests no resultin degradats en el seu funcionament.
2. Aquesta separació, sobretot en el cas d'antenes horitzontals, serà tal que, en les pitjors condicions ambientals previsibles, sigui la suficient i en qualsevol cas deixin una altura lliure de tres metres sobre el pla de passada.

Article 14

Quan les antenes i els seus elements annexos es trobin situats en la proximitat de línies elèctriques aèries es col·locaran d'acord amb el què disposa el reglament electrotècnic per a baixa tensió i les seves instruccions complementàries, així com amb qualsevol norma que el Ministeri d'Indústria i Energia hagi dictat en la matèria i de manera que es garanteixi plenament la impossibilitat de contacte amb les esmentades línies.

Article 15

En el cas d'antenes els elements radiants de les quals sobrepassin o puguin sobrepassar l'espai de l'immoble on estiguin o puguin estar situats, la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació podrà exigir un tractament especial amb condicions més estrictes per al muntatge, que estudiarà l'òrgan corresponent en cada cas.

Article 16

1. Les característiques mecàniques d'antenes i elements annexos hauran de respondre a les normes de la bona construcció i ser capaços d'absorbir els esforços ocasionats per al seu ús, tenint en compte les condicions ambientals particulars del lloc d'instal·lació, tals com a pressió del vent sobre l'estructura, sobrecàrregues per gel o altres similars.
2. Els pals o tubs que serveixin de suport de les antenes i elements annexos hauran d'estar dissenyats de manera que s'impedeixi o, almenys, es dificulti l'entrada d'aigua en ells i, en tot cas, es garanteixi l'evacuació de la que poguessin recollir.
3. Les antenes i elements annexos i, en particular, suports, ancoratges i traves hauran de ser de materials resistent a la corrosió o tractats convenientment a aquests efectes.

Article 17

Els suports de les antenes no podran ser fixats a suports o ancoratges de parallamps ni als de conduccions aèries d'energia elèctrica. Els esmentats suports s'hauran de fixar directament a l'obra civil en punts aptes per tolerar els esforços corresponents o mitjançant elements repartidors de la càrrega degudament dimensionats. En tot cas es garantirà que tant els suports com els ancoratges no deteriorin la resistència mecànica dels elements constructius que es fixin, ni originin nivells de vibració pertorbadors als locals habitables superiors als que permetin les disposicions vigents.

Article 18

1. Les línies de transmissió i els cables d'alimentació entre els equips transmissors i receptors i l'antena distaran no pas menys de 10 centímetres de qualsevol conducte o canalització de serveis de l'edifici i de manera que s'impedeixi el seu contacte amb elements mecànics. Discorreran preferentment per eixides d'instal·lacions, o bé per patis interiors, de manera que, si és possible, no afectin façanes, evitant l'accessibilitat per les persones.
2. No s'admetrà la seva estesa vertical lliure, sinó que es fixaran a intervals apropiats per a les característiques de la línia.
3. En el cas que les línies de transmissió o els cables d'alimentació vagin encastats aniran allotjats en conductes o canalitzacions per a ús exclusiu.



Sol·licitud d'autorització d'ús temporal d'estació d'aficionat per a estrangers no residents

Dades personals

Cognoms i nom	PASSAPORT	
País de residència		
Adreça (via, núm., bloc, escala, pis i porta)	CP	Població
Telèfon/s	Fax	Adreça electrònica

Declaracions

- Declaro que estic en possessió de l'autorització de l'ús de l'espectre radioelèctric per aficionats
- Declaro que el meu distintiu de crida és:

Dades dels equips a utilitzar

Equips a utilitzar (que formen una estació única)		
Marca	Model	Número de sèrie
Banda de freqüències a utilitzar		Potència
Període d'utilització*		

Sol·licitud

Sol·licito autorització:

Lloc i data

D'acord amb la Llei orgànica 15/1999, de protecció de dades de caràcter personal, les vostres dades seran incorporades al fitxer "Gestió de radioaficionats i banda ciutadana CB-27", del qual és responsable la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació. La finalitat és gestionar els tràmits corresponents a l'autorització d'ús especial de l'espectre radioelèctric i per a l'ús de la banda ciutadana CB-27 i portar-ne el control. Podeu exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició mitjançant un escrit adreçat al Servei de Telecomunicacions: Edifici Europa, Salvador Espriu, 45-51, sector Pedrosa, 08908 L'Hospitalet de Llobregat. www.gencat.cat/governació-ap/radioaficionats

Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació

*El període de validesa de l'autorització temporal expedida, no serà superior a 90 dies hàbils.