



This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلًا.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.



XVII ASAMBLEA PLENARIA  
DÜSSELDORF, 1990



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**RECOMENDACIONES  
DEL CCIR, 1990**

(ASÍ COMO RESOLUCIONES Y RUEGOS)

**VOLUMEN X – PARTE 1**

**SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN (SONORA)**

**CCIR** COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES

Ginebra, 1990



## CCIR

1. El Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR) es el órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones responsable, según el Convenio Internacional de Telecomunicaciones, que «...realizará estudios y formulará Recomendaciones sobre las cuestiones técnicas y de explotación relativas específicamente a las radiocomunicaciones sin limitación de la gama de frecuencias...» (Convenio Internacional de Telecomunicaciones, Nairobi, 1982, primera parte, capítulo I, art. 11, número 83):\*

2. Los objetivos del CCIR son, en particular:

a) proporcionar las bases técnicas para uso de las diversas conferencias administrativas de radiocomunicaciones y servicios de radiocomunicaciones, para la eficaz utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas y la órbita de los satélites geoestacionarios, teniendo en cuenta las necesidades de los diversos servicios radioeléctricos;

b) recomendar normas de funcionamiento para los sistemas de radiocomunicaciones y disposiciones técnicas que garanticen su interfuncionamiento eficaz y compatible en las telecomunicaciones internacionales;

c) recopilar, intercambiar, analizar, publicar y difundir la información técnica resultante de los estudios del CCIR, así como cualquier otra información disponible, para el desarrollo, planificación y explotación de los servicios radioeléctricos, incluidas todas las medidas especiales necesarias para facilitar la utilización de esta información en los países en desarrollo.

\* Véase también la Constitución de la UIT, Niza, 1989, Capítulo I, art. 11, número 84.



XVII ASAMBLEA PLENARIA  
DÜSSELDORF, 1990



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**RECOMENDACIONES  
DEL CCIR, 1990**

(ASÍ COMO RESOLUCIONES Y RUEGOS)

**VOLUMEN X – PARTE 1**

**SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN (SONORA)**

**CCIR** COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES

92-61-04263-5

Ginebra, 1990



**PLAN DE LOS VOLÚMENES I A XV  
DE LA XVII ASAMBLEA PLENARIA DEL CCIR**

(Düsseldorf, 1990)

<b>VOLUMEN I</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. I</i> (Informes)	Utilización del espectro y comprobación técnica de las emisiones
<b>VOLUMEN II</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. II</i> (Informes)	Servicios de investigación espacial y de radioastronomía
<b>VOLUMEN III</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. III</i> (Informes)	Servicio fijo en frecuencias inferiores a unos 30 MHz
<b>VOLUMEN IV-1</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. IV-1</i> (Informes)	Servicio fijo por satélite
<b>VOLÚMENES IV/IX-2</b> (Recomendaciones) <i>Anexo a los Vol. IV/IX-2</i> (Informes)	Compartición de frecuencias y coordinación entre sistemas del servicio fijo por satélite y de relevadores radioeléctricos
<b>VOLUMEN V</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. V</i> (Informes)	Propagación en medios no ionizados
<b>VOLUMEN VI</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. VI</i> (Informes)	Propagación en medios ionizados
<b>VOLUMEN VII</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. VII</i> (Informes)	Frecuencias patrón y señales horarias
<b>VOLUMEN VIII</b> (Recomendaciones)  <i>Anexo 1 al Vol. VIII</i> (Informes)  <i>Anexo 2 al Vol. VIII</i> (Informes) <i>Anexo 3 al Vol. VIII</i> (Informes)	Servicios móviles, de radiodeterminación y de aficionados incluidos los correspondientes servicios por satélite Servicio móvil terrestre – Servicio de aficionados – Servicio de aficionados por satélite Servicio móvil marítimo Servicios móviles por satélite (aeronáutico, terrestre, marítimo, móvil y radiodeterminación) – Servicio móvil aeronáutico
<b>VOLUMEN IX-1</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. IX-1</i> (Informes)	Servicio fijo que emplea sistemas de relevadores radioeléctricos
<b>VOLUMEN X-1</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. X-1</i> (Informes)	Servicio de radiofusión (sonora)
<b>VOLÚMENES X/XI-2</b> (Recomendaciones) <i>Anexo a los Vol. X/XI-2</i> (Informes)	Servicio de radiodifusión por satélite (sonora y de televisión)
<b>VOLÚMENES X/XI-3</b> (Recomendaciones) <i>Anexo a los Vol. X/XI-3</i> (Informes)	Grabación sonora y de televisión
<b>VOLUMEN XI-1</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. XI-1</i> (Informes)	Servicio de radiodifusión (televisión)
<b>VOLUMEN XII</b> (Recomendaciones) <i>Anexo al Vol. XII</i> (Informes)	Transmisiones de televisión y radiofonía (CMTT)
<b>VOLUMEN XIII</b> (Recomendaciones)	Vocabulario (CCV)
<b>VOLUMEN XIV</b>	Textos administrativos del CCIR
<b>VOLUMEN XV-1</b> (Cuestiones)	Comisiones de Estudio 1, 12, 5, 6, 7
<b>VOLUMEN XV-2</b> (Cuestiones)	Comisión de Estudio 8
<b>VOLUMEN XV-3</b> (Cuestiones)	Comisiones de Estudio 10, 11, CMTT
<b>VOLUMEN XV-4</b> (Cuestiones)	Comisiones de Estudio 4, 9

Las referencias en el interior de los textos de las Recomendaciones, Informes, Resoluciones, Ruegos, Decisiones y Cuestiones del CCIR se refieren a la edición de 1990 a menos que se indique lo contrario, es decir que sólo se menciona el número base.

**DISTRIBUCIÓN DE LOS TEXTOS DE LA XVII ASAMBLEA PLENARIA DEL CCIR  
ENTRE LOS VOLÚMENES I A XV**

Todos los textos del CCIR vigentes en la actualidad están contenidos en los Volúmenes I a XV y sus Anexos de la XVII Asamblea Plenaria. Sustituyen a los de la edición anterior, XVI Asamblea Plenaria, Dubrovnik, 1986.

1. Las Recomendaciones, Resoluciones y Ruegos se encuentran en los Volúmenes I a XIV y los Informes y Decisiones en los Anexos a los Volúmenes I a XII.

1.1 *Indicaciones sobre la numeración de estos textos*

Cuando una Recomendación, un Informe, una Resolución o un Ruego ha sido revisado, conserva su número original al que se agrega un guión y una cifra que indica el número de revisiones. No obstante, en el interior de los textos de las Recomendaciones e Informes se menciona únicamente el número original (por ejemplo, Recomendación 253), en el entendido que la referencia debe aplicarse a la última versión del texto, a menos que se indique lo contrario.

Los números de los textos antes mencionados aparecen en los cuadros que siguen; en ellos no se menciona la cifra que indica el número de revisiones sucesivas. Para mayores detalles sobre la numeración véase el Volumen XIV.

1.2 *Recomendaciones*

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
48	X-1	368-370	V	479	II
80	X-1	371-373	VI	480	III
106	III	374-376	VII	481-484	IV-1
139	X-1	377, 378	I	485, 486	VII
162	III	380-393	IX-1	487-493	VIII-2
182	I	395-405	IX-1	494	VIII-1
215, 216	X-1	406	IV/IX-2	496	VIII-2
218, 219	VIII-2	407, 408	X/XI-3	497	IX-1
239	I	411, 412	X-1	498	X-1
240	III	415	X-1	500	XI-1
246	III	417	XI-1	501	X/XI-3
257	VIII-2	419	XI-1	502, 503	XII
265	X/XI-3	428	VIII-2	505	XII
266	XI-1	430, 431	XIII	508	I
268	IX-1	433	I	509, 510	II
270	IX-1	434, 435	VI	513-517	II
275, 276	IX-1	436	III	518-520	III
283	IX-1	439	VIII-2	521-524	IV-1
290	IX-1	441	VIII-3	525-530	V
302	IX-1	443	I	531-534	VI
305, 306	IX-1	444	IX-1	535-538	VII
310, 311	V	446	IV-1	539	VIII-1
313	VI	450	X-1	540-542	VIII-2
314	II	452, 453	V	546-550	VIII-3
326	I	454-456	III	552, 553	VIII-3
328, 329	I	457, 458	VII	555-557	IX-1
331, 332	I	460	VII	558	IV/IX-2
335, 336	III	461	XIII	559-562	X-1
337	I	463	IX-1	565	XI-1
338, 339	III	464-466	IV-1	566	X/XI-2
341	V	467, 468	X-1	567-572	XII
342-349	III	469	X/XI-3	573, 574	XIII
352-354	IV-1	470-472	XI-1	575	I
355-359	IV/IX-2	473, 474	XII	576-578	II
362-364	II	475, 476	VIII-2	579, 580	IV-1
367	II	478	VIII-1	581	V

## IV

1.2 *Recomendaciones (cont.)*

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
582, 583	VII	625-631	VIII-2	676-682	V
584	VIII-1	632, 633	VIII-3	683, 684	VI
585-589	VIII-2	634-637	IX	685, 686	VII
591	VIII-3	638-641	X-1	687	VIII-1
592-596	IX-1	642	X-1	688-693	VIII-2
597-599	X-1	643, 644	X-1	694	VIII-3
600	X/XI-2	645	X-1 + XII	695-701	IX-1
601	XI-1	646, 647	X-1	702-704	X-1
602	X/XI-3	648, 649	X/XI-3	705	X-1 <sup>(1)</sup>
603-606	XII	650-652	X/XI-2	706-708	X-1
607, 608	XIII	653-656	XI-1	709-711	XI-1
609-611	II	657	X/XI-3	712	X/XI-2
612, 613	III	658-661	XII	713-716	X/XI-3
614	IV-1	662-666	XIII	717-721	XII
615	IV/IX-2	667-669	I	722	XII
616-620	V	670-673	IV-1	723, 724	XII
622-624	VIII-1	674, 675	IV/IX-2		

1.3 *Informes*

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
19	III	319	VIII-1	472	X-1
122	XI-1	322	VI <sup>(1)</sup>	473	X/XI-2
137	IX-1	324	I	476	XI-1
181	I	327	III	478	XI-1
183	III	336*	V	481-485	XI-1
195	III	338	V	488	XII
197	III	340	VI <sup>(1)</sup>	491	XII
203	III	342	VI	493	XII
208	IV-1	345	III	496, 497	XII
209	IV/IX-2	347	III	499	VIII-1
212	IV-1	349	III	500, 501	VIII-2
214	IV-1	354-357	III	509	VIII-3
215	X/XI-2	358	VIII-1	516	X-1
222	II	363, 364	VII	518	VII
224	II	371, 372	I	521, 522	I
226	II	375, 376	IX-1	525, 526	I
227*	V	378-380	IX-1	528	I
228, 229	V	382	IV/IX-2	533	I
238, 239	V	384	IV-1	535, 536	II
249-251	VI	386-388	IV/IX-2	538	II
252	VI <sup>(1)</sup>	390, 391	IV-1	540, 541	II
253-255	VI	393	IV/IX-2	543	II
258-260	VI	395	II	546	II
262, 263	VI	401	X-1	548	II
265, 266	VI	404	XI-1	549-551	III
267	VII	409	XI-1	552-558	IV-1
270, 271	VII	411, 412	XII	560, 561	IV-1
272, 273	I	430-432	VI	562-565	V
275-277	I	435-437	III	567	V
279	I	439	VII	569	V
285	IX-1	443	IX-1	571	VI
287*	IX-1	445	IX-1	574, 575	VI
289*	IX-1	448, 449	IV/IX-2	576-580	VII
292	X-1	451	IV-1	584, 585	VIII-2
294	X/XI-3	453-455	IV-1	588	VIII-2
300	X-1	456	II	607	IX-1
302-304	X-1	458	X-1	610*	IX-1
311-313	XI-1	463, 464	X-1	612-615	IX-1
314	XII	468, 469	X/XI-3	622	X/XI-3

\* No se ha reimprimido (véase Dubrovnik, 1986).

(1) Publicado por separado.

1.3 *Informes (cont.)*

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
624-626	XI-1	790-793	IV/IX-2	972-979	I
628, 629	XI-1	795	X-1	980-985	II
630	X/XI-3	798, 799	X-1	987, 988	II
631-634	X/XI-2	801, 802	XI-1	989-996	III
635-637	XII	803	X/XI-3	997-1004	IV-1
639	XII	804, 805	XI-1	1005, 1006	IV/IX-2
642, 643	XII	807-812	X/XI-2	1007-1010	V
646-648	XII	814	X/XI-2	1011, 1012	VI
651	I	815, 816	XII	1016, 1017	VII
654-656	I	818-823	XII	1018-1025	VIII-1
659	I	826-842	I	1026-1033	VIII-2
662-668	I	843-854	II	1035-1039	VIII-2
670, 671	I	857	III	1041-1044	VIII-2
672-674	II	859-865	III	1045	VIII-3
676-680	II	867-870	IV-1	1047-1051	VIII-3
682-685	II	872-875	IV-1	1052-1057	IX-1
687	II	876, 877	IV/IX-2	1058-1061	X-1
692-697	II	879, 880	V	1063-1072	X-1
699, 700	II	882-885	V	1073-1076	X/XI-2
701-704	III	886-895	VI	1077-1089	XI-1
706	IV-1	896-898	VII	1090-1092	XII
709	IV/IX-2	899-904	VIII-1	1094-1096	XII
710	IV-1	908	VIII-2	1097-1118	I
712, 713	IV-1	910, 911	VIII-2	1119-1126	II
714-724	V	913-915	VIII-2	1127-1133	III
725-729	VI	917-923	VIII-3	1134-1141	IV-1
731, 732	VII	925-927	VIII-3	1142, 1143	IV/IX-2
735, 736	VII	929	VIII-3 (1)	1144-1148	V
738	VII	930-932	IX-1	1149-1151	VI
739-742	VIII-1	934	IX-1	1152	VII
743, 744	VIII-2	936-938	IX-1	1153-1157	VIII-1
748, 749	VIII-2	940-942	IX-1	1158-1168	VIII-2
751	VIII-3	943-947	X-1	1169-1186	VIII-3
760-764	VIII-3	950	X/XI-3	1187-1197	IX-1
766	VIII-3	951-955	X/XI-2	1198	X-1 (1)
770-773	VIII-3	956	XI-1	1199-1204	X-1
774, 775	VIII-2	958, 959	XI-1	1205-1226	XI-1
778	VIII-1	961, 962	XI-1	1227, 1228	X/XI-2
780*	IX-1	963, 964	X/XI-3	1229-1233	X/XI-3
781-789	IX-1	965-970	XII	1234-1241	XII

\* No se ha reimprimido (véase Dubrovnik, 1986).

(1) Publicado por separado.

1.3.1 *Nota relativa a los Informes*

En los diferentes Informes se ha suprimido la mención «adoptado por unanimidad». Se considera que los Informes contenidos en los Anexos a los Volúmenes han sido adoptados por unanimidad, excepto en aquellos casos en los que en una nota a pie de página se indiquen las reservas correspondientes.

1.4 *Resoluciones*

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
4	VI	62	I	86, 87	XIV
14	VII	63	VI	88	I
15	I	64	X-1	89	XIII
20	VIII-1	71	I	95	XIV
23	XIII	72, 73	V	97-109	XIV
24	XIV	74	VI	110	I
33	XIV	76	X-1	111, 112	VI
39	XIV	78	XIII	113, 114	XIII
61	XIV	79-83	XIV		

## VI

1.5 *Ruegos*

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
2	I	45	VI	73	VIII-1
11	I	49	VIII-1	74	X-1 + X/XI-3
14	IX-1	50	IX-1	75	XI-1 + X/XI-3
15	X-1	51	X-1	77	XIV
16	X/XI-3	56	IV-1	79-81	XIV
22, 23	VI	59	X-1	82	VI
26-28	VII	63	XIV	83	XI-1
32	I	64	I	84	XIV
35	I	65	XIV	85	VI
38	XI-1	66	III	87, 88	XIV
40	XI-1	67-69	VI	89	IX-1
42	VIII-1	71-72	VII	90	X/XI-3
43	VIII-2				

1.6 *Decisiones*

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
2	IV-1	60	XI-1	87	IV/IX-2
4, 5	V	63	III	88, 89	IX-1
6	VI	64	IV-1	90, 91	XI-1
9	VI	65	VII	93	X/XI-2
11	VI	67, 68	XII	94	X-1
18	X-1 + XI-1 +	69	VIII-1	95	X-1 + XI-1
	XII	70	IV-1	96, 97	X-1
27	I	71	VIII-3	98	X-1 + XII
42	XI-1	72	X-1 + XI-1	99	X-1
43	X/XI-2	76	IV-1 + X-1 +	100	I
51	X/XI-2	77	XI-1 + XII	101	II
53, 54	I	78, 79	XII	102	V
56	I	80	X-1	103	VIII-3
57	VI	81	XI-1	105	XIV
58	XI-1	83-86	VIII-3	106	XI-1
59	X/XI-3		VI		

2. **Cuestiones** (Vols. XV-1, XV-2, XV-3, XV-4)2.1 *Numeración de estos textos*

Las Cuestiones están numeradas en series distintas para cada Comisión de Estudio; en su caso, el número de orden está seguido de un guión y una cifra indica el número de revisiones a que se ha sometido el texto. El número de una Cuestión está seguido de una *cifra arábica indicando* la Comisión de Estudio. Por ejemplo:

- Cuestión 1/10 para la versión original;
- Cuestión 1-1/10 para la primera revisión; Cuestión 1-2/10 para la segunda revisión.

*Nota* – Las Cuestiones de las Comisiones de Estudio 7, 9 y 12 se numeran a partir de 101. Ello se debe, en el caso de las Comisiones de Estudio 7 y 9, a la fusión de las Cuestiones de las antiguas Comisiones de Estudio 2 y 7, y 3 y 9 respectivamente. En cuanto a las Cuestiones de la Comisión de Estudio 12 han sido transferidas de otras Comisiones de Estudio.

2.2 *Clasificación de Cuestiones*

El plan que figura en la página II indica en cuál de los Volúmenes XV se publican las Cuestiones de las diferentes Comisiones de Estudio. Un resumen de todas las Cuestiones con sus títulos, el nuevo y antiguo número será publicado en el Volumen XIV.

### 2.3 *Referencias a Cuestiones*

Según se detalla en la Resolución 109, la Asamblea Plenaria aprobó las Cuestiones y las asignó a las Comisiones de Estudio correspondientes. La Asamblea Plenaria decidió también que desapareciesen los Programas de Estudios. Por lo tanto, en la Resolución 109 se especifican los Programas de Estudios cuya conversión en nuevas Cuestiones o cuya refundición con Cuestiones existentes se aprobó. Conviene señalar que las referencias a Cuestiones y Programas de Estudios contenidas en los textos de las Recomendaciones y los Informes de los Volúmenes I a XIII son todavía las vigentes en el periodo de estudios 1986-1990.

Cuando procede, se hace referencia en las Cuestiones a los Programas de Estudios o las Cuestiones de que derivan y se ha dado un número nuevo a las Cuestiones derivadas de Programas de Estudios o transferidas a una Comisión de Estudio diferente.

---

**PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK**

**PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT**

## VOLUMEN X

## SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN (SONORA)

(Comisión de Estudio 10)

## CUADRO DE MATERIAS

	Página
Plan de los Volúmenes I a XV de la XVII Asamblea Plenaria del CCIR . . . . .	II
Distribución de los textos de la XVII Asamblea Plenaria del CCIR entre los Volúmenes I a XV . . . . .	III
Cuadro de materias . . . . .	IX
Índice numérico de los textos . . . . .	XI
Mandato de la Comisión de Estudio 10 e Introducción por el Relator Principal de la Comisión de Estudio 10 . . . . .	XIII
 <i>Sección 10A-1 – Radiodifusión sonora con modulación de amplitud en las bandas kilométricas (banda 5), hectométricas (banda 6) y decamétricas (banda 7)</i>	
Rc. 638      Términos y definiciones utilizados en la planificación de frecuencias para radiodifusión sonora . . . . .	1
Rc. 561-2    Definiciones de la radiación en radiodifusión (ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas) . . . . .	3
Rc. 559-2    Medición objetiva de las relaciones de protección en radiofrecuencia en las bandas de radiodifusión por ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas . . . . .	6
Rc. 560-3    Relaciones de protección RF en radiodifusión (ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas) . . . . .	15
Rc. 598-1    Factores que influyen en los límites de la zona de cobertura en radiodifusión sonora con modulación de amplitud en la banda 6 (ondas hectométricas) . . . . .	34
Rc. 411-4    Márgenes contra los desvanecimientos en radiodifusión (ondas decamétricas) . . . . .	59
Rc. 498-2    Transmodulación ionosférica en las bandas de radiodifusión de ondas kilométricas y hectométricas . . . . .	60
Rc. 639      Anchura de banda necesaria para la emisión en radiodifusión (ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas) . . . . .	69
Rc. 597-1    Separación entre canales para la radiodifusión sonora en la banda 7 (ondas decamétricas) . . . . .	76
Rc. 702      Sincronización y utilización de múltiples frecuencias por programa en la radiodifusión por ondas decamétricas . . . . .	77
Rc. 80-3     Antenas de emisión para radiodifusión en ondas decamétricas . . . . .	78
Rc. 705      Características y diagramas de las antenas transmisoras en ondas decamétricas . . . . .	94
Rc. 703      Características de los receptores de referencia de radiodifusión sonora con modulación de amplitud para fines de planificación . . . . .	95
Rc. 640-1    Sistema de banda lateral única (BLU) para la radiodifusión en ondas decamétricas . . . . .	101
Rc. 706      Sistema de transmisión de datos en radiodifusión sonora monofónica con modulación de amplitud . . . . .	103
 <i>Sección 10A-2 – Radiodifusión sonora en la Zona Tropical</i>	
Rc. 216-2    Relación de protección para la radiodifusión sonora en la Zona Tropical . . . . .	107
Rc. 48-2     Elección de frecuencias para la radiodifusión en la Zona Tropical . . . . .	108
Rc. 215-2    Límites de potencia de los transmisores de radiodifusión sonora en la Zona Tropical . . . . .	109
Rc. 139-3    Antenas transmisoras para la radiodifusión en la Zona Tropical . . . . .	110
Rc. 415-2    Especificaciones mínimas de los receptores de radiodifusión sonora de precio módico . . . . .	112

*Sección 10B – Radiodifusión sonora con modulación de frecuencias en las bandas de ondas métricas (banda 8) y decimétricas (banda 9)*

Rc. 642-1	Limitadores para las señales de programas radiofónicos de alta calidad . . . . .	115
Rc. 641	Determinación de la relación de protección en radiofrecuencia en la radiodifusión sonora con modulación de frecuencia . . . . .	118
Rc. 599	Directividad de las antenas de recepción en radiodifusión sonora en la banda 8 (ondas métricas) . . . . .	121
Rc. 704	Características de los receptores de referencia de radiodifusión sonora con modulación de frecuencia para fines de planificación . . . . .	122
Rc. 412-5	Normas para la planificación de la radiodifusión sonora con modulación de frecuencia en ondas métricas . . . . .	126
Rc. 450-1	Normas de transmisión para radiodifusión sonora con modulación de frecuencia en ondas métricas . . . . .	132
Rc. 467	Características técnicas de las transmisiones de radiodifusión estereofónica con modulación de frecuencia que han de ser controladas. <i>Sistema de frecuencia piloto</i> . . . . .	135
Rc. 643-1	Sistema para la sincronización automática y otras aplicaciones en los receptores radiofónicos con modulación de frecuencia para su utilización con el sistema de frecuencia piloto . . . . .	136
Rc. 707	Transmisión de varios canales de sonido en sistemas de televisión terrenales PAL B, G, H e I . . . . .	143

*Sección 10C – Características en audiofrecuencia de las señales de radiodifusión sonora*

Rc. 562-3	Evaluación subjetiva de la calidad del sonido . . . . .	149
Rc. 644-1	Parámetros de calidad en audiofrecuencia de una cadena de transmisión radiofónica de alta calidad . . . . .	155
Rc. 468-4	Medición del nivel de tensión del ruido de audiofrecuencia en radiodifusión sonora . . . . .	167
Rc. 645-1	Señales de prueba para los enlaces radiofónicos internacionales . . . . .	174
Rc. 708	Determinación de las características electroacústicas de los auriculares de control utilizados en estudios . . . . .	177
Rc. 646	Codificación en la fuente de las señales de sonido digitales en los estudios de producción de radiodifusión . . . . .	181
Rc. 647-1	Interfaz audio digital para los estudios de radiodifusión . . . . .	182

*Sección 10D – Grabación de programas de radiodifusión sonora*

Los textos relativos a esta sección figuran en la parte 3 de los Volúmenes X y XI.

*Sección 10E – Servicio de radiodifusión (sonora) por medio de satélites*

Los textos relativos a esta sección figuran en la parte 2 de los Volúmenes X y XI.

*Resoluciones y Ruegos*

Resolución 64	Determinación del nivel de ruido para la radiodifusión sonora en la Zona Tropical . . . . .	199
Resolución 76-1	Presentación de los diagramas de antenas . . . . .	200
Ruego 15-3	Radiodifusión en la banda de 26 MHz . . . . .	201
Ruego 51	Estudio de técnicas digitales por las Comisiones de Estudio del CCIR y la CMTT . . . . .	202
Ruego 59	Simulación de señales radiofónicas . . . . .	203
Ruego 74-1	Sistemas de interconexión entre los receptores de radiodifusión sonora y los equipos asociados . . . . .	204

**ÍNDICE NÚMÉRICO DE LOS TEXTOS**

	Página
SECCIÓN 10A-1: Radiodifusión sonora con modulación de amplitud en las bandas kilométricas (banda 5), hectométricas (banda 6) y decamétricas (banda 7) . . . . .	1
SECCIÓN 10A-2: Radiodifusión sonora en la Zona Tropical . . . . .	107
SECCIÓN 10B: Radiodifusión sonora con modulación de frecuencias en las bandas de ondas métricas (banda 8) y decimétricas (banda 9) . . . . .	115
SECCIÓN 10C: Características en audiofrecuencia de las señales de radiodifusión sonora . . . . .	149
SECCIÓN 10D: Grabación de programas de radiodifusión sonora . . . . .	197
SECCIÓN 10E: Servicio de radiodifusión (sonora) por medio de satélites . . . . .	197

---

RECOMENDACIONES	Sección	Página
Recomendación 48-2	10A-2	108
Recomendación 80-3	10A-1	78
Recomendación 139-3	10A-2	110
Recomendación 215-2	10A-2	109
Recomendación 216-2	10A-2	107
Recomendación 411-4	10A-1	59
Recomendación 412-5	10B	126
Recomendación 415-2	10A-2	112
Recomendación 450-1	10B	132
Recomendación 467	10B	135
Recomendación 468-4	10C	167
Recomendación 498-2	10A-1	60
Recomendación 559-2	10A-1	6
Recomendación 560-3	10A-1	15
Recomendación 561-2	10A-1	3
Recomendación 562-3	10C	149
Recomendación 597-1	10A-1	76
Recomendación 598-1	10A-1	34
Recomendación 599	10B	121
Recomendación 638	10A-1	1
Recomendación 639	10A-1	69
Recomendación 640-1	10A-1	101
Recomendación 641	10B	118
Recomendación 642-1	10B	115
Recomendación 643-1	10B	136
Recomendación 644-1	10C	155
Recomendación 645-1	10C	174
Recomendación 646	10C	181
Recomendación 647-1	10C	182
Recomendación 702	10A-1	77
Recomendación 703	10A-1	95
Recomendación 704	10B	122
Recomendación 705	10A-1	94
Recomendación 706	10A-1	103
Recomendación 707	10B	143
Recomendación 708	10C	177

**PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK**

**PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT**

## COMISIÓN DE ESTUDIO 10

## SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN (SONORA)

*Mandato:*

## Estudiar:

- Los aspectos técnicos del servicio de radiodifusión y del servicio de radiodifusión por satélite cuando estos servicios se utilizan para transmisiones radiofónicas.
- Los problemas especiales de la radiodifusión sonora en la Zona Tropical, habida cuenta de las normas requeridas para un servicio de buena calidad; las interferencias en las bandas compartidas; la potencia necesaria para un servicio aceptable; el diseño de antenas transmisoras apropiadas; el equipo receptor; las condiciones óptimas para la utilización de las bandas de frecuencias y otras cuestiones conexas.
- Las normas aplicables a equipos de audiofrecuencia, incluidos los de grabación, para facilitar el intercambio internacional de programas.

1986-1990 *Relator Principal:* C. TERZANI (Italia)  
*Relatores Principales Adjuntos:* A. KELLER (Francia)  
 O. P. KHUSHU (India)  
 H. KUSSMANN (Alemania (República Federal de))

A partir del próximo periodo de estudios, de conformidad con la Resolución 61, adoptada por la XVII Asamblea Plenaria de Düsseldorf (mayo-junio 1990), el cometido del trabajo que deberá emprenderse y los nombres del Relator Principal y los Relatores Principales Adjuntos correspondientes, se dan a continuación.

## COMISIÓN DE ESTUDIO 10

## SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN (SONORA)

*Cometido:*

Intercambio internacional de programas y aspectos técnicos y de explotación de los servicios de radiodifusión y de radiodifusión por satélite, incluido el equipo de audiofrecuencias y de grabación, así como la calidad general de funcionamiento de los medios de emitir señales para el público en general, cuando se utilicen para la transmisión de sonido y datos y otros servicios auxiliares de acompañamiento de la señal de sonido.

1990-1994 *Relator Principal:* C. TERZANI (Italia)  
*Relatores Principales Adjuntos:* H. KUSSMANN (Alemania (República Federal de))  
 A. KELLER (Francia)  
 K. P. RAMASWAMY (India)  
 M. YUNUS KHAN (Pakistán)

## INTRODUCCIÓN POR EL RELATOR PRINCIPAL DE LA COMISIÓN DE ESTUDIO 10

**1. Organización de los trabajos**

Durante el periodo de estudios 1986-1990, la Comisión de Estudio 10 celebró su Reunión Intermedia en Ginebra, del 3 al 17 de noviembre de 1987 y su Reunión Final también en Ginebra, del 9 al 23 de octubre de 1989, bajo la presidencia del Sr. C. Terzani (Italia) asistido por los tres Relatores Principales Adjuntos, el Sr. A. Keller (Francia), el Sr. O. P. Khushu (India) y el Sr. H. Kussmann (Alemania (República Federal de)).

En la XVII Asamblea Plenaria se sustituyó al Sr. Khushu, que renunció a sus funciones, por el Sr. K. P. Ramaswamy (India) y se nombró como cuarto Relator Principal Adjunto al Sr. M. Yunus Khan (Pakistán).

En la Reunión Intermedia participaron 198 delegados y en la Reunión Final 223 delegados pertenecientes, respectivamente, a 28 y 33 administraciones, a 15 y 12 empresas privadas de explotación reconocidas, a 3 y 4 organismos científicos o industriales y a 2 y 8 organizaciones internacionales.

Para efectuar sus trabajos, la Comisión de Estudio 10 constituyó los Grupos de Trabajo siguientes:

- *Grupo de Trabajo 10A*: Radiodifusión sonora con modulación de amplitud, presidido por el Sr. G. Petke (Alemania (República Federal de));
- *Grupo de Trabajo 10B*: Radiodifusión sonora con modulación de frecuencia, presidido por el Sr. A. Keller (Francia);
- *Grupo de Trabajo 10C*: Características en audiofrecuencia de las señales de radiodifusión sonora, presidido por el Sr. G. Steinke (República Democrática Alemana);
- *Grupo de Redacción*: Coordinación con la CMV y revisión de los textos, presidido por el Sr. A. Gourbeille (Francia) en la Reunión Intermedia y por el Sr. A. Komly (Francia) en la Reunión Final.

Además, la Comisión de Estudio 10 estableció con la Comisión de Estudio 11 los Grupos de Trabajo Mixtos siguientes:

- *Grupo Mixto 10-11D*: Radiodifusión de datos, presidido por el Profesor F. Cappuccini (Italia), en la Reunión Final;
- *Grupo Mixto 10-11R*: Grabación de programas de radiodifusión sonora y de televisión, presidido por el Sr. P. Zaccarian (Compañía de radiodifusión de Estados Unidos de América, CBS - «Columbia Broadcasting Systems»);
- *Grupo Mixto 10-11S*: Servicio de radiodifusión por satélite, presidido por el Sr. R. F. Zeitoun (Canadá).

## 2. Textos resultantes de los trabajos efectuados

Siguiendo el orden de los textos en el Volumen X, se indican en primer lugar las Recomendaciones y los Informes, divididos según el tema tratado, y luego las Cuestiones, los Programas de Estudios, las Resoluciones y los Ruegos y por último las Decisiones.

En cumplimiento de las decisiones adoptadas en la XVII Asamblea Plenaria, por lo general las Cuestiones se anularon y los Programas de Estudios se transformaron en Cuestiones.

Conforme a las decisiones tomadas por la XVI Asamblea Plenaria del CCIR (Dubrovnik, 1986), los textos referentes a radiodifusión por satélite y grabación de programas de radiodifusión sonora y de televisión figuran, respectivamente, en las partes 2 y 3 de los Volúmenes X y XI.

La nueva Recomendación 705 con el anexo sobre las características y diagramas de las antenas transmisoras en ondas decamétricas será publicada en un fascículo separado.

### 2.1 Recomendaciones e Informes

#### 2.1.1 Radiodifusión sonora con modulación de amplitud

Este tema fue tratado por el Grupo de Trabajo 10A, presidido por el Sr. G. Petke (Alemania (República Federal de)), que en las Reuniones Intermedia y Final de la Comisión de Estudio 10 examinó respectivamente, 26 y 34 documentos, y elaboró 18 y 28 documentos, y constituyó 4 y 6 Grupos de Redacción.

La Recomendación 559 sobre medición objetiva de las relaciones de protección en radiofrecuencia en las bandas de radiodifusión fue revisada profundamente y en particular se suprimió el punto referente al método gráfico, añadiendo un texto conciso sobre este tema en el nuevo punto sobre el método digital; por otro lado, la Recomendación 560 sobre relaciones de protección RF fue modificada en la Reunión Intermedia añadiendo la previsión sobre los desvanecimientos así como un anexo acerca de parámetros de planificación en la banda 7.

La Recomendación 598 sobre factores que influyen en los límites de la zona de cobertura en la banda 6 (ondas hectométricas), fue modificada añadiendo 4 anexos obtenidos del Informe 616 y de los anexos a dicho Informe.

En la Recomendación 411 sobre márgenes contra los desvanecimientos en radiodifusión (ondas decamétricas) se actualizó la nota que aparece al final del texto y se completó la Recomendación 498 sobre transmodulación ionosférica con los resultados en los experimentos llevados a cabo en la República Popular de China.

La Reunión Intermedia elaboró la nueva Recomendación 702 sobre sincronización y utilización de múltiples frecuencias por programa en la radiodifusión por ondas decamétricas, que sustituye a las Recomendaciones anuladas 205-2 y 410.

La Recomendación 80 sobre antenas de emisión en ondas decamétricas fue condensada y revisada añadiendo los Informes 32 y 1062; la Recomendación 414 sobre presentación de los diagramas de antenas fue anulada y sustituida por una nueva Recomendación 705 que contiene un anexo con todos los detalles para el cálculo de las características y de los diagramas de antenas de transmisión en ondas decamétricas, que será publicado en un fascículo separado, junto con los programas de computador asociados, y constituirá una nueva edición de los Diagramas de Antenas del CCIR.

Con la nueva Recomendación 703 sobre características de los receptores de referencia con modulación de amplitud se dan por finalizados los trabajos del GIT 10/7, dicha Recomendación se señalará a la atención de la CEI.

La Recomendación 640, sobre el sistema de Banda Lateral Única (BLU) en ondas decamétricas ha sufrido ligeras modificaciones; la Comisión aprobó la Recomendación 706 sobre el sistema de difusión de datos en radiodifusión sonora monofónica con modulación de amplitud, que contiene las especificaciones del sistema citado y que será señalada a la atención de la CEI.

Sobre el tema de la radiodifusión en la Zona Tropical, la Reunión Intermedia modificó ligeramente la Recomendación 139 que trata de antenas transmisoras.

Con respecto a los Informes, la Comisión de Estudio 10 aprobó el nuevo Informe 1201 sobre transmisores en la banda de ondas decamétricas que utilizan un solo canal; modificó el Informe 516 sobre intensidad de campo resultante de dos o más campos electromagnéticos, añadiendo los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en la Unión Soviética a los de las investigaciones efectuadas en Italia y Hungría; el Informe 401 sobre antenas de emisión en las bandas de ondas kilométricas y hectométricas, fue igualmente modificado para actualizarle y condensarle teniendo en cuenta los comentarios recibidos de la Comisión de Estudio 6; también se modificaron el Informe 458 sobre características de los sistemas de radiodifusión, el Informe 1059 sobre características de los sistemas de banda lateral única en ondas decamétricas, el Informe 1061 sobre transmisión de información suplementaria en radiodifusión sonora con modulación de amplitud, este Informe será señalado a la atención de la CEI, y el Informe 1060 sobre métodos para economizar energía y su influencia en la calidad de recepción.

Por lo que respecta a la radiodifusión sonora en la Zona Tropical, se han introducido ligeras modificaciones al Informe 304, sobre características de los desvanecimientos y al Informe 472 sobre recepción en banda lateral única.

Fueron anulados los Informes 32-5, 461, 616-3, 617-2, 619 y 1062.

En total la Comisión de Estudio 10 aprobó 4 nuevas Recomendaciones y 1 nuevo Informe, modificó 8 Recomendaciones y 8 Informes y anuló 3 Recomendaciones y 6 Informes, constituyendo un total de 20 Recomendaciones y 14 Informes en el campo de la radiodifusión sonora con modulación de amplitud.

Se ha indicado igualmente la utilidad de que un Grupo de Trabajo de la CEI trate el tema de las mediciones sobre las antenas de transmisión.

### 2.1.2 *Radiodifusión sonora con modulación de frecuencia*

Este tema fue tratado por el Grupo de Trabajo 10B, presidido por el Sr. A. Keller (Francia) que en las Reuniones Intermedia y Final de la Comisión de Estudio 10 examinó, respectivamente, 44 y 53 Contribuciones y elaboró 14 y 18 documentos, constituyendo 6 y 9 Grupos de Redacción.

La Reunión Intermedia modificó ligeramente la Recomendación 642 sobre limitadores para las señales de programas radiofónicos de alta calidad; basándose en los trabajos del GIT 10/7, el Grupo de Trabajo ha propuesto una nueva Recomendación 704 sobre características de los receptores en MF, que concierne a la recepción monofónica así como a la recepción estereofónica, utilizando los sistemas de frecuencia piloto y con modulación polar.

Se introdujeron modificaciones a la Recomendación 412 sobre normas de planificación, y a la Recomendación 643, sobre un sistema para la sintonización automática de los receptores; se aprobó además la nueva Recomendación 707 sobre la difusión de sonido múltiple en sistemas de televisión terrenales. Estas dos últimas Recomendaciones serán señaladas a la atención de la CEI.

Por lo que se refiere a los Informes, se modificó el Informe 1066 sobre control del nivel de modulación y el Informe 1064 sobre casos particulares de interferencia; basándose en las Contribuciones de Francia e Italia se aprobó un nuevo Informe 1202 sobre relaciones de protección en el caso del mismo programa y señales sincronizadas.

Se modificaron el Informe 464 sobre polarización de emisiones, el Informe 945 sobre métodos de cálculo de interferencias múltiples, el Informe 946 sobre limitaciones que afectan a la planificación, el Informe 300 sobre la estereofonía o sonido multidimensional y el Informe 463 sobre transmisión simultánea con un solo transmisor de varios programas.

El nuevo Informe 1203 se refiere a la difusión terrena de emisiones digitales dirigidas a receptores móviles, portátiles y fijos y el nuevo Informe 1198 trata sobre la compatibilidad entre el servicio de radiodifusión en la banda 87,5-108 MHz y los servicios aeronáuticos en la banda 108-137 MHz. Este texto, que tiene gran interés especialmente por lo que se refiere a métodos de previsión de incompatibilidades potenciales, deberá ser considerado más detenidamente por el GITM 8-10/1 con objeto de fusionarle con el Informe 929 de la Comisión de Estudio 8 a fin de obtener un texto acompañado de una Recomendación, que será examinado por la nueva Comisión de Estudio 12.

Por último, cabe señalar que el Informe 795 sobre transmisión de dos o más programas sonoros o canales de información en televisión, ha sido completamente reelaborado y en la actualidad contiene como anexo un proyecto de nueva Recomendación para el sistema de televisión M.

En el campo de la radiodifusión sonora con modulación de frecuencia, la Comisión de Estudio 10 aprobó 2 nuevas Recomendaciones y 3 nuevos Informes; y modificó 3 Recomendaciones y 8 Informes, constituyendo un total de 9 Recomendaciones y 15 Informes.

### 2.1.3 *Características en audiofrecuencia de las señales de radiodifusión sonora*

Este tema fue tratado por el Grupo de Trabajo 10C, presidido por el Sr. G. Steinke (República Democrática Alemana), que en las Reuniones Intermedia y Final de la Comisión de Estudio 10 examinó, respectivamente, 32 y 40 Contribuciones y elaboró 15 y 30 documentos por medio de 3 y 5 Grupos de Redacción.

La Recomendación 562 sobre evaluación subjetiva de la calidad del sonido fue modificada añadiendo en el anexo I un párrafo sobre la evaluación subjetiva de los sistemas de audio multidimensionales; se modificó la Recomendación 644 sobre características de calidad en audiofrecuencia añadiendo un nuevo anexo sobre mediciones especiales para las características de calidad.

La Comisión de Estudio 10 va a someter a la aprobación de la Asamblea Plenaria la nueva Recomendación 708 sobre determinación de las características electroacústicas de los auriculares de control para estudios, dicha Recomendación será señalada a la atención de la AES, de la CEI y de la ISO. A fin de asegurar una elevada calidad, las tolerancias admitidas en estos auriculares son muy rigurosas.

La Recomendación 647 sobre interfaz audio digital para los estudios de radiodifusión fue modificada a fin de definir el método de inclusión de las señales del estado del canal, además se ha añadido en dicha Recomendación un nuevo anexo sobre la evolución de la interferencia audio digital para su examen posterior. Se invita a la AES a que tome parte en las reuniones que traten este tema.

Por lo que se refiere a los Informes, se modificaron el Informe 1072 sobre sistemas audio para la televisión de alta definición y de definición mejorada y el Informe 798 sobre señales radiofónicas simuladas; se aprobaron el nuevo Informe 1199 sobre sistemas de codificación de señales de audio digitales a baja velocidad binaria, el nuevo Informe 1200 sobre el efecto del retardo en el funcionamiento de los programas radiofónicos, el nuevo Informe 1204 sobre sincronización automática de las señales de vídeo y de audio después de la transmisión y el Informe 1237 sobre el periodismo electrónico por satélite (cuyo texto será publicado en el Volumen XII).

La Comisión de Estudio 10 anuló también el Informe 465-3 sobre determinación del volumen sonoro, el Informe 797-2 sobre características acústicas de salas de audición, el Informe AE/10 sobre medición de la distorsión no lineal y el Informe AF/10 sobre auriculares de control utilizados en el estudio.

Es muy conveniente establecer una estrecha colaboración con la CEI en el campo técnico de las señales de audiofrecuencia.

Sobre el tema de las características de audiofrecuencia de las señales de radiodifusión sonora, la Comisión de Estudio 10 aprobó 1 nueva Recomendación y 4 nuevos Informes, modificó 4 Recomendaciones y 2 Informes y anuló 4 Informes; constituyendo en total 7 Recomendaciones y 13 Informes.

### 2.1.4 *Radiodifusión de datos*

Este tema fue tratado por el Grupo de Trabajo Mixto 10-11D en el dominio de los servicios, constituido en las Reuniones Finales, bajo la presidencia del Profesor F. Cappuccini (Italia).

Por lo que se refiere a la Comisión de Estudio 10, el Grupo examinó 14 Contribuciones mediante 5 Subgrupos de Trabajo.

Los textos elaborados, que fueron redactados en común con los Grupos de Trabajo 10A y 10B, comprenden la nueva Recomendación 706 sobre sistemas de transmisión de datos en radiodifusión sonora monofónica con modulación de amplitud, el Informe 795 sobre transmisión de dos o más programas de televisión y el Informe 463 sobre transmisión simultánea con un solo transmisor de varios programas radiofónicos con modulación de frecuencia.

Además, el Grupo solicitó a la Secretaría del CCIR que introdujese informaciones complementarias en la publicación que describe los sistemas de teletexto, incorporando la documentación más reciente sobre los sistemas recomendados.

Por último, el Grupo de Trabajo Mixto 10-11D propuso tomar las medidas necesarias a fin de concentrar todas las actividades relativas a la radiodifusión de datos en el seno de este Grupo y reunir en una sola publicación separada todos los textos del CCIR que se refieran a la radiodifusión de datos. La realización de estos trabajos será estudiada por el GITM 10-11/5, que presentará sus propuestas a lo largo del próximo periodo de estudios de las Comisiones de Estudio 10 y 11.

En cumplimiento de las decisiones adoptadas en la Asamblea Plenaria, no se prorrogó el mandato del GITM 10-11/5 y el estudio de la radiodifusión de datos se dividió entre las Comisiones de Estudio 10 y 11.

### 2.1.5 *Grabación de programas de radiodifusión sonora*

Este tema fue tratado por el Grupo de Trabajo Mixto 10-11R, presidido por el Sr. P. Zaccarian (CBS), que en las Reuniones Intermedia y Final de la Comisión de Estudio 10 examinó, respectivamente, 22 y 27 Contribuciones relativas a la radiodifusión sonora y de televisión y elaboró 21 documentos, mediante 2 Subgrupos de Trabajo.

Por lo que se refiere a la radiodifusión sonora, se modificó la Recomendación 407 sobre intercambio internacional de programas de radiodifusión sonora grabados en forma analógica, suprimiendo la grabación sobre discos, y la Recomendación 408 sobre normas de grabación del sonido en cinta magnética, englobando las definiciones de las cadenas de grabación-reproducción de referencia como consecuencia de la supresión del Informe 800.

El Grupo suprimió también la Recomendación 564 sobre empleo de cintas magnéticas en cartuchos y casetes para la radiodifusión sonora.

En el campo común con la televisión, el Grupo elaboró la nueva Recomendación 715 sobre intercambio internacional de grabaciones de reportajes electrónicos de actualidades; esta Recomendación será señalada a la atención de la CEI, de la SMPTE y de las Uniones de los organismos de radiodifusión.

Por lo que se refiere a los Informes, las Comisiones de Estudio 10 y 11 modificaron el Informe 468 sobre métodos de sincronización y el Informe 950 sobre grabación digital de señales de audio; además, suprimieron el Informe 800 sobre la cadena de grabación-reproducción.

Sobre el tema de la grabación de programas de radiodifusión sonora, la Comisión de Estudio 10 elaboró 1 nueva Recomendación, modificó 2 Recomendaciones y 2 Informes y suprimió 1 Recomendación y 1 Informe, constituyendo en total 5 Recomendaciones y 3 Informes.

### 2.1.6 *Radiodifusión sonora por satélite*

Este asunto fue tratado por el Grupo de Trabajo Mixto 10-11S, presidido por el Sr. R. Zeitoun (Canadá), que para las Reuniones Intermedia y Final de las Comisiones de Estudio 10 y 11 recibió, respectivamente, 62 y 83 Contribuciones referentes a radiodifusión sonora y televisión y elaboró, mediante 3 Subgrupos de Trabajo, 27 y 38 documentos.

Por lo que se refiere a la radiodifusión sonora por satélite, se actualizó la Recomendación 566 sobre terminología, a fin de tener en cuenta las definiciones establecidas por la CAMR ORB-88 y se elaboró la nueva Recomendación 712 sobre normas de sonido de alta calidad y datos en la banda de 12 GHz.

Los sistemas correspondientes aparecen descritos en el nuevo Informe 1228, mientras que el Informe 1227 se refiere a los sistemas de radiodifusión por satélite para la RDSI.

Se modificaron y actualizaron varios Informes, entre ellos el Informe 215 sobre sistemas para radiodifusión por satélite, el Informe 632 sobre tipos de modulación más apropiados, el Informe 955 sobre radiodifusión sonora por satélite para receptores portátiles y en vehículos automóviles, el Informe 953 sobre codificación digital para la transmisión de señales de sonido de alta calidad, el Informe 954 sobre métodos de multiplexación para la transmisión de varias señales de sonido digital así como señales de datos, el Informe 810 sobre antenas, y el Informe 473 sobre equipos receptores terrenos; igualmente se hizo lo propio con el Informe 631 sobre compartición con los servicios terrenales y el Informe 807 sobre emisiones no deseadas.

Sobre el tema de la radiodifusión sonora por satélite, las Comisiones de Estudio 10 y 11 van a presentar a la Asamblea Plenaria una nueva Recomendación, 2 nuevos Informes, y 1 Recomendación y 9 Informes modificados, constituyendo un total de 3 Recomendaciones y 11 Informes.

## 2.2 *Cuestiones, Programas de Estudios, Resoluciones y Ruegos*

La Cuestión 44/10 sobre radiodifusión sonora (ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas) fue modificada a fin de estudiar los factores que influyen para la obtención de una cobertura satisfactoria, también se modificaron 7 de los 12 Programas de Estudios que se derivan de esta Cuestión; además, se añadió un nuevo Programa de Estudios sobre la concepción de sistemas para la radiodifusión en ondas decamétricas.

En la XVII Asamblea Plenaria se anuló esta Cuestión, así como los Programas de Estudios 44D/10 y 44E/10.

Se modificó también el Programa de Estudios 45F/10 para precisar de manera más adecuada los estudios que deben efectuarse sobre las antenas de transmisión a corta distancia en radiodifusión sonora en la Zona Tropical y la Asamblea Plenaria propuso que se transmitiera a la Comisión de Estudio 6 el Programa de Estudios 45B/10 y que se anularan los Programas de Estudios 45C/10 y 45D/10.

La Cuestión 46/10 sobre la radiodifusión sonora con modulación de frecuencia en la banda 8 (ondas métricas), fue modificada para tener en cuenta la difusión de datos, y se modificó asimismo el Programa de Estudios 46H/10 sobre transmisión de información suplementaria, el Programa de Estudios 46J/10 sobre compatibilidad con los servicios aeronáuticos, cuya ejecución estará a cargo de la nueva Comisión de Estudio 12 salvo en la parte relativa a la compatibilidad con la televisión, y el Programa de Estudios 46N/10 sobre inmunidad contra la interferencia de los receptores de radiodifusión MF. Se elaboraron además dos nuevos Programas de Estudios: el Programa de Estudios 46P/10 sobre difusión de informaciones de datos en lugar del programa principal, que fue anulado posteriormente por la Asamblea Plenaria, y el Programa de Estudios 46Q/10 sobre características de las antenas de transmisión y recepción para la planificación de la radiodifusión en ondas métricas.

La Asamblea Plenaria anuló asimismo los Programas de Estudios 46A/10, 46D/10, 46E/10, 46F/10 y 46H/10, y las Cuestiones 47-1/10 y 48-1/10.

La Asamblea Plenaria anuló también la Cuestión 50/10 sobre características de las señales de audiofrecuencia en radiodifusión, así como los Programas de Estudios 50A/10 y 50B/10. Se modificaron los Programas de Estudios 50C/10 sobre evaluación subjetiva de la calidad de sonido y 50D/10 sobre características acústicas de las salas de control; se elaboraron también dos nuevos Programas de Estudios: el 50F/10 sobre determinación de las propiedades electroacústicas de los auriculares y el 50G/10 sobre sistemas audio para personas con dificultades de audición. Estos dos últimos programas se transformaron en Cuestiones.

Se modificó la Cuestión 51/10 sobre normas para las técnicas digitales en radiodifusión sonora con la inclusión del retardo en el trayecto de la señal, y el Programa de Estudios 51B/10 sobre normas de codificación digital del sonido, para estudiar el mismo fenómeno.

La Comisión de Estudio 10 modificó también la Cuestión 52/10 sobre grabación de programas radiofónicos para su intercambio internacional, y su Programa de Estudios 52A/10 sobre normas de grabación del sonido, que fueron ambos anulados por la Asamblea Plenaria. Se modificó el Programa de Estudios 52B/10 sobre grabación del sonido utilizando modulación digital, se elaboró un nuevo Programa de Estudios 52D/10 sobre grabación óptica y se suprimió el Programa de Estudios 52C/10 sobre programación automática en estaciones de radiodifusión.

En cumplimiento de las decisiones adoptadas en la Asamblea Plenaria, se suprimió asimismo la Cuestión 54/10 sobre sistemas de radiodifusión que utilizan fuentes de energía no convencionales.

Además, se elaboró una nueva Cuestión sobre las especificaciones relativas a la interconexión de los equipos audiovisuales asociados a la radiodifusión.

Por lo que se refiere a la radiodifusión sonora por satélite, se modificaron el Programa de Estudios 1A/10-11 sobre utilización de la banda de 12 GHz por la radiodifusión por satélite y el Programa de Estudios 2K/10-11 sobre radiodifusión sonora por satélite.

La Comisión de Estudio 10 había propuesto a la Asamblea Plenaria una modificación de la Resolución 61, consistente en añadir a su mandato un cuarto punto relativo a la calidad global de los medios que permiten suministrar señales sonoras al público en general, pero la Asamblea Plenaria, teniendo en cuenta la propuesta de la Comisión de Estudio 10, transformó el mandato en cometido.

La Comisión de Estudio 10 propuso igualmente una modificación de la Resolución 76 sobre la presentación de diagramas de antena para tener en cuenta los estudios solicitados por la CAMR HFBC(2).

La Comisión de Estudio 10 también propondrá modificaciones al Ruego 74 sobre sistemas de interconexión para los receptores de radiodifusión sonora y equipos asociados, a fin de precisar de manera más adecuada los estudios que deben ser efectuados por el CCIR, así como su transmisión a la Comisión de Estudio 11, al CCITT y a la CEI; además, ha elaborado un nuevo Ruego sobre interconexión de equipos utilizados en las instalaciones profesionales de producción de programas, que ser señalado a la atención de la CEI.

### 2.3 Decisiones y Grupos Interinos de Trabajo

La Comisión de Estudio 10 modificó la Decisión 79 de forma que el GIT 10/1 continúe su actividad, bajo la presidencia del Sr. G. Groeschel (Alemania (República Federal de)) para finalizar sus trabajos sobre antenas de radiodifusión en la banda de ondas decamétricas y los amplíe a las antenas en las bandas de ondas kilométricas y hectométricas, así como a las antenas de recepción. Posteriormente este Grupo pasó a ser el Grupo de Trabajo 10D.

El GIT 10/7, sobre receptores de referencia, bajo la presidencia del Sr. M. Schneider (Suiza), ha completado su misión y por consiguiente la Comisión de Estudio 10 la ha disuelto y ha suprimido la Decisión 52.

La Decisión 78 que constituye al GIT 10/9, bajo la presidencia del Sr. T. Magchielse (Países Bajos), para normalizar las propiedades esenciales de las cabinas de control y de las salas de escucha, se ha mantenido sin modificaciones para permitir la elaboración de un proyecto de Recomendación que sustituya al Informe 797 y que se presentará en la próxima Reunión Intermedia de la Comisión de Estudio 10. Este Grupo se disolvió y se sustituyó por un Relator Especial en el Grupo de Trabajo 10C.

La Comisión de Estudio 10 aprobó la nueva Decisión 96 que establece el GIT 10/10, bajo la presidencia del Sr. W. Richards (Estados Unidos de América), encargado de efectuar los estudios confiados al CCIR para la CAMR-93 sobre cuestiones relacionadas con el servicio de radiodifusión en la banda de ondas decamétricas. El GIT 10/10 establecerá el Informe de síntesis del CCIR a la CAMR HFBC-93, que incluirá los Informes del GIT 10/1 con la colaboración de las Comisiones de Estudio 1 y 6. Este Informe será remitido a la Conferencia con una antelación mínima de 10 meses antes de su comienzo, una vez aprobado por los Relatores Principales de las Comisiones de Estudio 10, 1 y 6.

La nueva Decisión 99 estableció el GIT 10/11, presidido por el Sr. K. Hunt (UER) para someter a la próxima Reunión Final de la Comisión de Estudio 10 un Informe sobre la concepción sistemática de la radiodifusión en la banda de ondas decamétricas. Este Grupo se disolvió y se sustituyó por un Relator Especial en el Grupo de Trabajo 10A.

La nueva Decisión 94 estableció el GIT 10/12, presidido por el Sr. G. Theile (Alemania (República Federal de)), sobre los sistemas de audio multicanal (para la TVAD y la televisión de calidad mejorada). Este Grupo presentará proyectos de Recomendación a la Reunión Intermedia de la Comisión de Estudio 10 de 1991, tras haber establecido la coordinación necesaria con el resto de los Grupos interesados en este tema. En virtud de la nueva organización del CCIR, este Grupo pasó a ser el Grupo de Tareas Especiales 10/1.

La Decisión 71, que estableció el GITM 8-10/1 sobre la compatibilidad entre los servicios aeronáuticos y las estaciones de radiodifusión sonora en MF en la banda 87-108 MHz, bajo la presidencia del Sr. J. Karjalainen (Finlandia), fue modificada de forma que el Grupo pueda continuar sus trabajos, en particular a fin de establecer un texto de síntesis que, una vez aprobado por las Comisiones de Estudio 8 y 10, sea publicado en un fascículo separado. Esta Decisión será presentada a la atención de la OACI. Este Grupo pasó a formar parte de la nueva Comisión de Estudio 12.

Las Comisiones de Estudio interesadas han aprobado la nueva Decisión 97 para la creación del GITM 10-3-6-8/1, bajo la presidencia del Sr. J. S. Finnie (Reino Unido) para definir parámetros y criterios de compartición más precisos entre la radiodifusión y los servicios fijo y móvil en la banda 2-30 MHz y establecer un Informe a este respecto antes de que finalice 1990.

La Comisión de Estudio 10 aprobó la disolución del GITM 10-3-8/1, presidido por el Sr. A. Romero Sanjinés (Perú) encargado de la preparación de las bases técnicas de la CARR para la planificación del servicio de radiodifusión en la banda 1605-1705 kHz en la Región 2, agradeciendo a dicho Grupo los servicios prestados.

La Decisión 43 sobre el establecimiento del GITM 10-11/1 bajo la presidencia del Sr. D. Sauvet-Goichon (Francia), para tratar la radiodifusión sonora por satélite y los aspectos relativos a la compartición y al espectro de la TVAD en banda ancha de RF, fue modificada para incluir los aspectos relativos a la compartición y al espectro de la TVAD.

La Decisión 51, sobre el establecimiento del GITM 10-11/3, presidido por el Sr. Ö. Mäkitalo (Suecia), para tratar la radiodifusión por satélite de las señales de TVAD y la inserción de varios canales de audio o de datos en los canales de radiodifusión terrestre y por satélite, fue modificada para incluir los aspectos de transmisión para la TVAD terrenal, así como la codificación y multiplexación de los canales de sonido en las señales de TVAD.

Esta Decisión contiene un proyecto de Resolución que encarga al GITM 10-11/3 la revisión, antes del 31 de diciembre de 1990 de la publicación especial del CCIR «Especificaciones de los sistemas de transmisión para el servicio de radiodifusión por satélite».

Una nueva Decisión específica los trabajos que deben llevar a cabo los GITM 10-11/1 y 10-11/3 como preparación de la CAMR-92, de forma que el Informe correspondiente pueda ser presentado directamente al GITM encargado de la preparación de la Conferencia indicada, Grupo que será establecido por la Asamblea Plenaria del CCIR con una antelación mínima de dos meses antes de la reunión del mismo.

La Decisión 59 que estableció el GITM 10-11/4, presidido por el Sr. P. Zaccarian (CBS), para estudiar los problemas relativos a los programas de televisión grabados en cinta magnética digital y en película, fue modificada fundamentalmente para asegurar una mejor coordinación con los GIT que tratan temas similares y para precisar que el Grupo debe finalizar sus trabajos en el transcurso del periodo de estudios 1990-1994. Esta Decisión será señalada a la atención de la CEI, de la ISO y de la SMPTE.

La Decisión 72, que estableció el GITM 10-11/5, presidido por el Profesor F. Cappuccini (Italia), para estudiar los servicios que utilizan la radiodifusión de datos, ha sido actualizada para tener en cuenta de forma particular la radiodifusión de datos en la TVAD. Posteriormente este Grupo se disolvió, al menos en lo que respecta a su participación en la Comisión de Estudio 10.

La nueva Decisión 95 estableció el GITM 10-11/6 sobre evaluación subjetiva de la calidad del sonido y de la imagen de televisión, de forma que se amplían los trabajos del antiguo GIT 11/4 para incluir la evaluación subjetiva de la calidad de sonido. Ocupó la presidencia de este Grupo el Sr. M. D. Wood (UER). Posteriormente el Grupo se disolvió y se sustituyó por un Relator Especial en el Grupo de Trabajo 10C.

La Decisión 75 estableció el GITM AFBC(2) de las Comisiones de Estudio 1, 5, 8, 9, 10 y 11 para estudiar, bajo la presidencia del Sr. H. Kussmann (Alemania (República Federal de)) los criterios de compartición entre los servicios que utilizan la banda 790-862 MHz en la Zona Africana de Radiodifusión, así como la utilización de la polarización circular, en preparación de la segunda reunión de la CARR encargada de la planificación de la televisión en la Zona Africana de Radiodifusión y países vecinos. Las Comisiones de Estudio 10 y 11 recibieron el Informe de este Grupo que, una vez finalizada su tarea, fue disuelto, con las felicitaciones y agradecimientos del caso.

La nueva Decisión 98 constituye el GITM 10-CMTT/1, presidido por el Sr. A. Komly (Francia), encargado de estudiar los sistemas digitales de codificación de audio a baja velocidad binaria. El Grupo trabajará en colaboración con los GIT que tratan temas similares y presentará un proyecto de Recomendación a las Reuniones Intermedias de 1991. La Decisión 98 será señalada a la atención de la CEI y de la ISO. Este Grupo se transformó en Grupo de Tareas Especiales 10/2.

La Decisión 76 que creó el GITM CMTT 4-10-11/1, acerca de periodismo electrónico por satélite, bajo la presidencia del Sr. J. A. Colson (NANBA), fue modificada para permitir a este Grupo continuar sus actividades a fin de establecer una estrategia global sobre periodismo electrónico por satélite. El Grupo pasa a formar parte de la CMTT en tanto que Grupo de Tareas Especiales 5.

La Decisión 18, sobre sistemas digitales para la transmisión de señales de radiodifusión sonora y de televisión, fue modificada a fin de transformar el GIT CMTT/1 en un GITM CMTT-10-11/1, que colabore con las Comisiones de Estudio I, XV y XVIII del CCITT con objeto de asegurar la máxima compatibilidad entre las Recomendaciones del CCIR y del CCITT relativas a la transmisión digital de señales de radiodifusión sonora y de televisión. El GITM CMTT-10-11/1 será presidido por el Sr. G. Simpson (Reino Unido). El GIT se disolvió y se ocupará de ese tema un Grupo de Trabajo de la CMTT.

El GITM para preparar la CAMR ORB-88, establecido por la Resolución 90, que sustituyó a la Decisión 73 que afecta a las Comisiones de Estudio 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10 y 11, bajo la presidencia del Sr. E. Hauck (Suiza), concluyó sus trabajos y fue disuelto con los agradecimientos del caso; se propuso igualmente suprimir la Resolución 90 y la Decisión 73.

El GITM sobre criterios de compartición entre el servicio de radiodifusión y los servicios fijo y móvil en la banda de ondas métricas y decimétricas, establecido por la Resolución 94, que concierne a las Comisiones de Estudio 1, 5, 6, 8, 9, 10 y 11, y está bajo la presidencia del Sr. J. N. McKendry (Australia) continúa sus trabajos de preparación de la Conferencia para elaborar los criterios indicados en la Región 3 y países implicados de la Región 1. El Grupo ha elaborado un Informe dirigido a la atención de la Comisión de Estudio 1. Este tema quedará a cargo de la nueva Comisión de Estudio 12.

El Director del CCIR presentó a las Comisiones de Estudio interesadas un proyecto de Decisión sobre los estudios a efectuar por el CCIR para su presentación a la CAMR-92, relativa a la atribución de frecuencias en ciertas partes del espectro. Esta nueva Decisión prevé la creación de un GITM de las Comisiones de Estudio 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 11 por la Asamblea Plenaria del CCIR, basándose en las propuestas de la reunión de Relatores Principales de las Comisiones de Estudio, de enero de 1990. Este Grupo estudiará en particular el problema de compartición de frecuencias entre los servicios y elaborará un Informe de síntesis dirigido a la Conferencia basándose en los Informes establecidos por las distintas Comisiones de Estudio (por lo que se refiere a la Comisión de Estudio 10, estos Informes serán elaborados por los GITM 10-11/1 y 10-11/3, como indica la nueva Decisión especificada anteriormente). La Asamblea Plenaria de Düsseldorf estableció el GITM CAMR-92.

### 3. Colaboración con las otras Comisiones de Estudio

La colaboración de la Comisión de Estudio 10 con el resto de Comisiones de Estudio tiene lugar fundamentalmente en el seno de los Grupos Interinos de Trabajo, objeto del punto anterior. La Comisión de Estudio 10 ha examinado igualmente los documentos recibidos de las Comisiones de Estudio 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, CMTT y CMV y ha expresado su opinión sobre los temas tratados en dichos documentos.

Además, las Comisiones de Estudio 10 y 11 han redactado una nota dirigida a la Comisión de Estudio 4 para solicitar los resultados de los estudios referentes a estaciones terrenas de emisión transportables para establecer los enlaces de conexión con los satélites de radiodifusión.

Las Comisiones de Estudio 10 y 11 han aprobado igualmente una nota dirigida a las Comisiones de Estudio 5 y 9 referente a la protección de los haces radioeléctricos terrenales con visibilidad directa contra la interferencia eventual que podría causar el servicio de radiodifusión por satélite en la banda de 20 GHz. Esta nota será publicada en la parte 2 de los Volúmenes X y XI.

La Comisión de Estudio 10 ha confirmado que estará representada por el Presidente del Grupo de Trabajo 10C en la CMTT, a fin de asegurar la necesaria coordinación.

Las Comisiones de Estudio 10 y 11 han dirigido una nota al CCV para señalar a su atención las modificaciones introducidas en la Recomendación 566 sobre la terminología relativa a las radiocomunicaciones espaciales y sobre los comentarios referentes a los términos definidos en los capítulos 723 y 725 del Vocabulario Electrotécnico Internacional.

La Comisión de Estudio 10 deberá nombrar un nuevo Relator de lengua española en el seno del CCV, teniendo en cuenta que la Administración de España propuso al Sr. L. del Amo Ruiz. Para las lenguas francesa e inglesa este puesto está cubierto, respectivamente por los Sres. A. Keller (Francia) y A. H. Jones (Reino Unido).

### 4. Problemas de interés para los países en desarrollo

La Resolución 33, sobre cooperación técnica, invita a los países en desarrollo a participar de manera activa en los trabajos de las Comisiones de Estudio del CCIR, invita igualmente al CCIR a consagrarse activamente al estudio de las cuestiones planteadas por los países en desarrollo y a los Relatores Principales a incluir en los Volúmenes del CCIR después de cada Asamblea Plenaria, un apartado, lo más completo posible, que trate especialmente los problemas que afectan a los países en desarrollo.

Los trabajos de la Comisión de Estudio 10 presentan un interés especial para los países en desarrollo, teniendo en cuenta la importancia de la radiodifusión sonora para la información y educación de la población de estos países.

Por lo que se refiere a la radiodifusión con modulación de amplitud, los países en desarrollo están especialmente interesados por los textos relativos a la radiodifusión en la Zona Tropical, donde se encuentran ubicados algunos de ellos.

Sobre la grabación de programas de radiodifusión sonora, la Recomendación 408 (Normas de grabación del sonido en cinta magnética para el intercambio internacional de programas) concierne a los países en desarrollo y se señala especialmente a su atención las publicaciones especiales del CCIR sobre sistemas de transmisión para la radiodifusión por satélite y sobre la grabación. Estas publicaciones han sido elaboradas conforme a la Resolución 81.

En el ámbito de la radiodifusión por satélite, un tema que interesa de forma particular a los países en desarrollo es el de la radiodifusión sonora entre un satélite y receptores portátiles o receptores en automóviles, tema éste tratado en el Informe 955.

Se señala además a la atención de los países en desarrollo la importancia de los Grupos Interinos de Trabajo para la preparación de las próximas conferencias de la UIT. Se trata en particular del GIT 10/10, para la preparación de la Conferencia de radiodifusión en la banda de ondas decamétricas, y del GITM para la preparación de la CAMR-92, que estudiará las atribuciones de frecuencias en ciertas partes del espectro.

La Resolución 108 sobre reuniones de información reviste particular interés para los países en desarrollo, pues les permite conocer los textos del CCIR que les afectan.

Aunque pueda considerarse que el interés de los países en desarrollo se dirige fundamentalmente hacia los textos que pueden guiarles en la elección y explotación de los equipos, la Comisión de Estudio 10 podría realmente contribuir de manera más adecuada a la solución de los problemas que afectan a estos países si participasen más activamente en sus trabajos, a fin de poner en evidencia los problemas que revisten más interés conforme a las disposiciones de la Resolución 95 de la XVII Asamblea Plenaria.

## 5. Conclusiones y actividades futuras

El periodo de estudios 1986-1990 se ha caracterizado por la redacción de nuevas Recomendaciones sobre los siguientes temas: diagramas de antenas de transmisión en la banda de ondas decamétricas, características de los receptores de referencia con modulación de amplitud y modulación de frecuencia, sistemas de difusión de datos en radiodifusión con modulación de amplitud, intercambio internacional de grabación de reportajes electrónicos de actualidades y normas de sonido de alta calidad y de datos en la radiodifusión por satélite. Además, la Comisión de Estudio 10 ha contribuido de forma activa a la preparación de las conferencias de la UIT, en particular en lo que respecta a la radiodifusión sonora en la banda de ondas hectométricas en la Región 2, la televisión en la zona africana de radiodifusión y la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios, para la transmisión de señales sonoras.

En el próximo periodo de estudios va a continuar la preparación de conferencias de la UIT, especialmente en lo referente a la Conferencia de 1992, para estudiar las atribuciones de frecuencias en ciertas partes del espectro, la radiodifusión en la banda de ondas decamétricas y la radiodifusión sonora por satélite en la banda 0,5-3 GHz, y a la Conferencia de 1993 encargada de estudiar las cuestiones relacionadas con el servicio de radiodifusión en la banda de ondas decamétricas.

En el curso del próximo periodo de estudios, el Informe 292 sobre medición de los niveles de programas podrá suprimirse y quedar como un anexo a la Recomendación 645.

En relación con la grabación sonora debe realizarse una gran cantidad de trabajo. En particular este trabajo se refiere a las normas y prácticas de explotación para la grabación digital de las señales de audio en cinta magnética, la grabación por métodos nuevos, los métodos de medición y los métodos de sincronización de soportes separados que incluyen componentes del mismo programa.

Se considera necesario establecer una colaboración más estrecha entre la CEI, la ISO y el CCITT por una parte y el CCIR por otra, de acuerdo con lo previsto en la Asamblea Plenaria.

Pero sobre todo será preciso que la Comisión de Estudio 10, manteniendo su competencia sobre el estudio del servicio de radiodifusión sonora y atendiendo a las decisiones de la XVII Asamblea Plenaria, pueda adoptar una organización y unos métodos de trabajo más flexibles y más rápidos que le permitan adaptarse al continuo progreso de la radiodifusión sonora a fin de suministrar las bases técnicas más actualizadas para las aplicaciones de la radiodifusión sonora y para las decisiones que tomarán las próximas conferencias que consideren este servicio.

En la XVII Asamblea Plenaria de Düsseldorf se modificó la organización, la estructura y los métodos de trabajo del CCIR. Por consiguiente, ese Volumen se publica en dos partes: la Parte A, que contiene las Recomendaciones, las Resoluciones, los Ruegos y las Cuestiones, y la Parte B, más reducida, que contiene los Informes y las Decisiones. Se dispondrá asimismo de manuales aprobados por las Comisiones de Estudio, en tanto que los Programas de Estudios serán transformados en Cuestiones o suprimidos. Cada Comisión de Estudio constituye Grupos de Trabajo para el estudio de las Cuestiones que se le asignan y Grupos de Tareas Especiales para el estudio de Cuestiones urgentes. Los Grupos de Trabajo y los Grupos de Tareas Especiales no se reúnen junto con las Comisiones de Estudio.

En la Resolución 97 se estipula el procedimiento que debe aplicarse para aprobar Recomendaciones entre Asambleas Plenarias.

En anexo se describe la estructura que tendrá la Comisión de Estudio 10 durante el periodo de estudios 1990-1994.

### Comisión de Estudio 10

#### Estructura

#### *Grupos de Trabajo (GT)*

- GT 10A:** Radiodifusión sonora con modulación de amplitud y radiodifusión sonora en la Zona Tropical
- C. (urgente): P.E. 44K-1/10, P.E. 44L-1/10  
 C. (importante): P.E. 44M/10, P.E. 46K/10, P.E. 44N/10, P.E. 44A-2/10, P.E. 44B-1/10, P.E. 44C-1/10, P.E. 44F-1/10, C. 45/10, P.E. 45A/10, P.E. 45E/10, P.E. 44J/10, C. 49/10
- GT 10B:** Radiodifusión sonora con modulación de frecuencia (excepto en la Zona Tropical)
- C. (urgente): P.E. 46B/10, P.E. 46J-2/10, P.E. 47A/10  
 C. (importante): C. 46/10, P.E. 46C/10, P.E. 46G/10, P.E. 46H-1/10, P.E. 46L/10, P.E. 46N-2/10, P.E. 47B/10, C. 49/10 (excepto las antenas)

- GT 10C:** Características de audiofrecuencia y radiodifusión sonora digital  
 C. (urgente): Nueva Cuestión derivada del P.E. 50C-2/10, P.E. 51A/10, P.E. 51B-1/10, P.E. 51C/10, P.E. 51D/10, P.E. 51E/10  
 C. (importante): P.E. 50C-2/10, P.E. 50D-1/10, P.E. 50E/10, P.E. 50F/10, P.E. 50G/10, C. 51-1/10

- GT 10D:** Antenas transmisoras y receptoras para la radiodifusión sonora  
 C. (importante): Nueva Cuestión derivada del P.E. 44G-1/10, P.E. 44H/10, P.E. 45F-1/10, P.E. 46Q/10

*Grupos de Tareas Especiales (GTE)*

- GTE 10/1:** Sistemas sonoros para TVAD y TVDM  
 C. (urgente): P.E. 47C/10
- GTE 10/2\*:** Sistemas de codificación de audio digital de baja velocidad binaria  
 C. (urgente): P.E. 51B-1/10, P.E. 51C/10, P.E. 186/CMTT

*Grupos de Redacción (GR)*  
 (Convocados por un Relator Especial)

- GR 10/A-1:** Diseño de sistemas para la radiodifusión en ondas decamétricas  
 C. (importante): P.E. 44N/10
- GR 10/A-2:** Radiodifusión sonora en la Zona Tropical  
 C. (urgente): C. 45/10, P.E. 45A/10, P.E. 45E/10, P.E. 46K/10  
 C. (importante): P.E. 45B/10 para la Comisión de Estudio 6
- GR 10/C-1:** Propiedades acústicas de las salas de control  
 C. (importante): P.E. 50D-1/10
- GR 10/C-2:** Radiodifusión sonora digital  
 C. (urgente): P.E. 51B-1/10, P.E. 51C/10, P.E. 51D/10, P.E. 51E/10  
 C. (importante): C. 51-1/10
- GR 10/C-3:** Evaluación de la calidad  
 C. (urgente): Nueva Cuestión derivada del P.E. 50C-2/10, P.E. 51A/10  
 C. (importante): P.E. 50C-2/10, P.E. 50E/10

*Grupos Mixtos de Trabajo (GTM)*

- GTM 10-11S:** Radiodifusión por satélite  
 C. (importante): P.E. 2K/10 y 11
- GTM 10-11R:** Grabación de programas  
 C. (importante): P.E. 52B-3/10, P.E. 52D/10

*Grupos Interinos de Trabajo (Mixtos) (GIT(M))*  
 (Para la preparación de las CAMR)

- GIT 10/10:** Estudios para la CAMR-93  
 C. (urgente): Nueva Cuestión derivada del P.E. 44A-2/10, P.E. 44B-1/10, P.E. 44C-1/10, P.E. 44F-1/10
- GITM 10-3-6-8/1:** Compatibilidad en la banda de 2-30 MHz en preparación de la CAMR-92  
 C. (importante): P.E. 44M/10
- GITM 10-11/1:** Radiodifusión sonora por satélite y algunos aspectos de la TVAD  
 Decisiones 43-5 y 93
- GITM 10-11/3:** TVAD por satélite y diversas señales sonoras  
 Decisiones 51-4 y 93

\* Las actividades de este Grupo de Tareas Especiales revisten también interés para la CMTT.

SECCIÓN 10A-1: RADIODIFUSIÓN SONORA CON MODULACIÓN DE AMPLITUD EN LAS BANDAS KILOMÉTRICAS (BANDA 5) HECTOMÉTRICAS (BANDA 6) Y DECAMÉTRICAS (BANDA 7)

RECOMENDACIÓN 638\*

TÉRMINOS Y DEFINICIONES UTILIZADOS EN LA PLANIFICACIÓN DE FRECUENCIAS PARA RADIODIFUSIÓN SONORA\*\*

(Cuestiones 44/10 y 46/10)

(1986)

El CCIR,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que, a efectos de la planificación de frecuencias para radiodifusión sonora y televisión, se utilicen los términos y definiciones siguientes:

1. Relaciones señal/interferencia

1.1 La *relación señal/interferencia en audiofrecuencia* (AF) es la relación (expresada en dB) entre los valores de la tensión de la señal deseada y la tensión de la interferencia, medidos en determinadas condiciones, a la salida de audiofrecuencia del receptor.

Esta relación corresponde aproximadamente a la diferencia entre el nivel sonoro, expresado en dB, del programa deseado y de la interferencia.

1.2 La *relación de protección en audiofrecuencia* (AF) es el valor mínimo convencional de la relación señal/interferencia en audiofrecuencia que corresponde a una calidad de recepción definida subjetivamente.

Esta relación puede tener diferentes valores según el tipo de servicio deseado.

1.3 La *relación señal/interferencia en radiofrecuencia* (RF) es la relación, expresada en dB, entre los valores de la tensión de radiofrecuencia de la señal deseada y de la tensión de radiofrecuencia interferente, medidos en determinadas condiciones, en los terminales de entrada del receptor.

1.4 La *relación de protección en radiofrecuencia* (RF) es el valor de la relación señal deseada/señal interferente en radiofrecuencia que, en condiciones bien determinadas, permite obtener la relación de protección en audiofrecuencia a la salida de un receptor.

Estas condiciones determinadas comprenden diversos parámetros tales como la diferencia de frecuencia,  $\Delta f$ , entre las portadoras deseada e interferente, la separación entre frecuencias portadoras, la tolerancia de frecuencia de la portadora, las características de modulación (tipo de modulación, profundidad de modulación, características de la preacentuación, excursión de frecuencia, etc.), las características de la señal AF (anchura de banda, compresión dinámica), el nivel de entrada del receptor y las características del receptor (selectividad y sensibilidad a la intermodulación, etc.).

2. Intensidades de campo concretas

2.1 *Intensidad de campo mínima utilizable* ( $E_{min}$ )

Valor mínimo de la intensidad de campo, que permite obtener una determinada calidad de recepción, en condiciones de recepción especificadas y en presencia de ruidos naturales y artificiales (véase el Informe 322), pero en ausencia de interferencias debidas a otros transmisores.

*Nota 1* — La calidad deseada viene determinada, en particular, por la relación de protección contra el ruido y, en caso de fluctuaciones de éste, por el porcentaje de tiempo durante el cual ha de lograrse esa relación de protección.

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la CMV.

\*\* Esta Recomendación combina las Recomendaciones 447 y 499, que por tanto se han suprimido.



*Nota 2* – Las condiciones de recepción incluyen, entre otras:

- el tipo de transmisión y la banda de frecuencias utilizada;
- las características de la instalación de recepción (ganancia de la antena, características del receptor, lugar de instalación, etc.);
- las condiciones de explotación del receptor, y en particular la zona geográfica, la hora y la estación del año.

*Nota 3* – De no existir ambigüedad alguna, puede utilizarse el término «intensidad de campo mínima».

*Nota 4* – El término «intensidad de campo mínima utilizable» corresponde al término «intensidad de campo a proteger» que figura en numerosos textos de la UIT.

## 2.2 *Intensidad de campo utilizable ( $E_u$ )*

Valor mínimo de la intensidad de campo, que permite obtener una calidad de recepción deseada, en condiciones de recepción especificadas, en presencia de ruidos naturales y artificiales y en presencia de interferencias, ya sean existentes, en un caso real, ya se hayan determinado mediante acuerdos o por planes de frecuencias.

*Nota 1* – La calidad deseada viene determinada, en particular, por la relación de protección contra el ruido y la interferencia y, en caso de fluctuaciones de ésta o de aquél, por el porcentaje de tiempo durante el cual ha de lograrse esa relación de protección.

*Nota 2* – Las condiciones de recepción incluyen, entre otras:

- el tipo de transmisión y la banda de frecuencias utilizada;
- las características de la instalación de recepción (ganancia de la antena, características del receptor, lugar de la instalación);
- las condiciones de explotación del receptor, y en particular la zona geográfica, la hora y la estación del año, o si el receptor es móvil, las fluctuaciones locales debidas a los efectos de la propagación.

*Nota 3* – El término «intensidad de campo utilizable» corresponde al término «intensidad de campo necesaria» que figura en numerosos textos de la UIT; no es deseable emplear esta última expresión.

*Nota 4* – En relación con la determinación de la intensidad de campo utilizable, véase el Informe 945.

## 2.3 *Intensidad de campo nominal utilizable ( $E_{ref}$ )*

Valor convencional de la intensidad de campo utilizable que puede servir de referencia o de base para la planificación de frecuencias.

*Nota 1* – Según las condiciones de recepción y la calidad deseada, puede haber, para un mismo servicio, varios valores de intensidad de campo de referencia utilizable.

*Nota 2* – De no haber ambigüedad alguna, puede utilizarse el término «intensidad de campo de referencia».

*Nota 3* – El término «intensidad de campo de referencia utilizable» corresponde al término «intensidad de campo nominal utilizable» que figura en ciertos textos de la UIT.

## 3. **Zona de cobertura de un transmisor de radiodifusión en una banda de radiodifusión determinada**

Zona en el interior de la cual la intensidad de campo de un transmisor es superior o igual a la intensidad de campo utilizable.

En caso de fluctuaciones de la interferencia o del ruido, se precisará eventualmente el porcentaje del tiempo durante el cual se satisface esta condición.

En las bandas 5, 6 y 7, esta zona puede ser diferente de día que de noche o variar en función de otros factores.

*Nota 1* – La zona de cobertura se determina exclusivamente por las condiciones técnicas especificadas, independientemente de toda consideración administrativa o reglamentaria.

*Nota 2* – Véase asimismo la Recomendación 573, Vol. XIII.

RECOMENDACIÓN 561-2\*

DEFINICIONES DE LA RADIACIÓN EN RADIODIFUSIÓN  
(ONDAS KILOMÉTRICAS, HECTOMÉTRICAS Y DECAMÉTRICAS)

(1978-1982-1986)

El CCIR,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que para determinar y definir la radiación de los transmisores de radiodifusión sonora se utilice la terminología siguiente:

**1. Fuerza cimomotriz (f.c.m.) (en una dirección dada)**

La fuerza cimomotriz es el producto de la intensidad del campo eléctrico en un punto dado del espacio, creado por una estación transmisora, por la distancia desde ese punto a la antena. Esta distancia debe ser suficiente para que las componentes reactivas de la intensidad de campo sean despreciables y, se supone, que la propagación no es afectada por la conductividad finita del suelo.

La f.c.m. es un vector; de ser preciso, pueden considerarse sus componentes según dos ejes perpendiculares a la dirección de propagación.

La f.c.m. se expresa en voltios y su valor se corresponde numéricamente con el de la intensidad de campo (expresada en mV/m) a 1 km de distancia.

**2. Potencia radiada aparente referida a una antena vertical corta (p.r.a.v.) (en una dirección dada)**

Producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a una antena vertical corta en una dirección dada (número 157 del Reglamento de Radiocomunicaciones).

En el número 154(c) del Reglamento de Radiocomunicaciones se define la ganancia de una antena en una dirección dada, con relación a una antena vertical corta  $G_v$ , como la ganancia relativa a una antena de referencia sin pérdidas, compuesta por un conductor rectilíneo mucho más corto que un cuarto de longitud de onda y perpendicular a una superficie perfectamente conductora que contiene la dirección dada.

Se considera que esta antena de referencia alimentada con 1 kW, radia una p.r.a.v. de 1 kW en todas las direcciones de la superficie perfectamente conductora. Esta antena produce un campo de 300 mV/m a 1 km (es decir una fuerza cimomotriz específica de 300 V).

Las curvas de propagación de la onda de superficie de la Recomendación 368 han sido trazadas para una p.r.a.v. de 1 kW. Las curvas de propagación de la onda ionosférica de la Recomendación 435 han sido también trazadas suponiendo una p.r.a.v. de 1 kW para cualquier ángulo de elevación.

*Nota 1* – Las definiciones 1 y 2 se usan principalmente en la radiodifusión por ondas kilométricas y hectométricas.

**3. Potencia isotrópica radiada equivalente (p.i.r.e.)**

Producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia  $G_i$  con relación a una antena isotrópica en una dirección dada (ganancia isotrópica o absoluta) (véase el número 155 del Reglamento de Radiocomunicaciones).

La antena de referencia idealizada, si se alimenta con una potencia de 1 kW, se considera que proporciona una p.i.r.e. de 1 kW en todas las direcciones y produce una intensidad de campo de 173 mV/m a 1 km de distancia.

**4. Potencia radiada aparente (p.r.a.) (en una dirección dada)**

Producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a un dipolo de media onda en una dirección dada (número 156 del Reglamento de Radiocomunicaciones).

El número 154 b) del Reglamento de Radiocomunicaciones define la ganancia de una antena en una dirección dada con relación a un dipolo de media onda,  $G_d$ , como la ganancia con relación a una antena de referencia sin pérdida aislada en el espacio y cuyo plano ecuatorial contiene la dirección dada.

La antena de referencia, si se alimenta con una potencia de 1 kW, se considera que radia una p.r.a. de 1 kW en cualquier dirección en el plano ecuatorial y produce una intensidad de campo de 222 mV/m a 1 km de distancia.

*Nota 1* – Las definiciones 3 y 4 se usan principalmente en radiodifusión por ondas decamétricas.

*Nota 2* – En el anexo I se presenta la relación entre potencias radiadas expresadas en distintas unidades.

*Nota 3* – A título informativo, en el anexo II se dan algunas orientaciones sobre la determinación de la potencia radiada.

*Nota 4* – A título informativo, en el anexo III se examinan las normas de potencia radiada para curvas de propagación.

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la CMV.

## ANEXO I

## RELACIÓN DE POTENCIAS RADIADAS EXPRESADAS EN DISTINTAS UNIDADES

## 1. Relación entre la f.c.m. y la p.r.a.v.

El valor de la p.r.a.v. está relacionado con la f.c.m. (en V) por la fórmula:

$$\text{p.r.a.v.} = (\text{f.c.m.}/300)^2 \text{ (kW)}$$

El cuadro I indica algunos ejemplos prácticos de correspondencia entre la f.c.m. y la p.r.a.v. en ausencia de pérdidas.

CUADRO I

Potencia del transmisor (kW)	Antena	Ganancia con relación a una antena vertical corta (dB)	f.c.m. (V)	f.c.m. (dB (300 V))	p.r.a.v. (kW)
0,01	} vertical corta	0	30	- 20	0,01
0,1		0	95	- 10	0,1
1		0	300	0	1
10		0	950	+ 10	10
100	} vertical $\lambda/2$	2	3 800	+ 22	160
300		2	6 600	+ 27	475
1000		2	12 000	+ 32	1600

## 2. Relación entre la p.r.a. y la p.i.r.e.

El valor de la p.r.a. se relaciona con la p.i.r.e. mediante la expresión:

$$\text{p.r.a.} = 0,61 \text{ p.i.r.e. (escala lineal)}$$

$$\text{p.r.a.} = \text{p.i.r.e.} - 2,2 \text{ dB (en escala logarítmica).}$$

## ANEXO II

## DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA RADIADA

## 1. Antenas verticales

Para las antenas verticales existentes, puede obtenerse la potencia radiada en una dirección horizontal por medio de varias mediciones de intensidad de campo efectuadas en dirección radial a una distancia comprendida entre  $2\lambda$  y  $15\lambda$ , siendo  $\lambda$  la mayor de las dos cantidades siguientes: longitud de onda o máxima dimensión de la antena, a fin de evitar la zona de intensidad de campo estacionaria. Se indica en un gráfico el producto  $Ed$ , siendo  $E$  la intensidad de campo a la distancia  $d$ . Se extrapola entonces la curva hasta  $d = 0$ , y el producto  $E_0d_0$  indica la f.c.m. El método de extrapolación ha sido propuesto por Surutka y Gavrilov [1983].

Cuando se trata de un solo mástil, es mejor utilizar la media de los valores obtenidos con distintos radios. Para una antena con varios mástiles, deben efectuarse mediciones separadas para diversos radios a fin de obtener la potencia radiada en función de la dirección.

Para las direcciones por encima del horizonte, se puede calcular teóricamente la corrección a partir del diagrama sobre un suelo plano perfectamente conductor. Pueden también efectuarse las mediciones de intensidad de campo desde un helicóptero.

Para los sistemas de antenas en proyecto, o cuando por otras causas no sea posible efectuar mediciones válidas, puede estimarse la potencia radiada calculando los diagramas de radiación sobre un suelo perfectamente conductor y determinando el rendimiento probable de la antena.

2. Antenas horizontales

En este caso, el método más práctico es un cálculo en el cual la ganancia de la antena, que se supone situada sobre un suelo perfectamente conductor, y la potencia transmitida total (menos las pérdidas del alimentador) determinan la potencia radiada. Siempre que sea posible, la potencia radiada se considerará la combinación, en valor cuadrático medio, de dos componentes ortogonales, perpendiculares a la dirección de propagación.

3. Expresión de la potencia de alimentación de la antena en función de la f.c.m.

En el caso de una antena constituida por un solo mástil, y despreciando las pérdidas, se tiene:

$$p = (F_c/300)^2 \cdot (1/G_v) \tag{1}$$

donde:

$p$ : potencia de alimentación (kW),

$F_c$ : fuerza cimomotriz en la dirección horizontal (V),

$G_v$ : ganancia en potencia de la antena con relación a una antena vertical corta.

De una forma general, la potencia total radiada en el espacio (es decir, la potencia que debe suministrarse a la antena si se desprecian las pérdidas), está relacionada con la f.c.m. por la expresión:

$$W = \frac{1}{120\pi} \int \int_{\text{esfera}} F_c^2(\varphi, \theta) \cos \theta \cdot d\theta d\varphi \tag{2}$$

siendo  $F_c(\varphi, \theta)$  la f.c.m. en cada dirección en función del acimut  $\varphi$  y del ángulo de elevación  $\theta$ . ( $W$  se da en vatios y  $F_c$  en voltios).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SURUTKA, J. V. y GAVRILOV, T. S. [1983] Determinación experimental de la fuerza cimomotriz de las antenas de polarización vertical situadas en tierra. *Boletín de Telecomunicaciones*, Vol. 50, IX, 482-486.

ANEXO III

NORMAS DE POTENCIA RADIADA PARA CURVAS DE PROPAGACIÓN

Las curvas de propagación por onda de superficie (Recomendación 368) y por onda ionosférica (Recomendación 435) están trazadas para un campo de 300 mV/m a 1 km, es decir, para una f.c.m. de 300 V. Sin embargo, las curvas para la onda ionosférica han sido trazadas a partir de medidas a las que ha sido aplicada una corrección que tiene en cuenta el diagrama vertical de la antena transmisora sobre un suelo de buena conductividad, pero no se ha aplicado ninguna corrección para tener en cuenta el efecto de la conductividad finita del suelo en la intensidad de campo de la onda ionosférica. Estas curvas, por consiguiente, incluyen el efecto de una conductividad media, lo que, comparado con el caso de un suelo perfectamente conductor, supone una reducción sustancial de la onda ionosférica para ángulos de elevación pequeños. Este efecto se examina en el Informe 401. Se puede demostrar que para todos los tipos de antena vertical utilizables en la banda 5 (ondas kilométricas) y en la banda 6 (ondas hectométricas), el efecto del suelo es casi independiente del tipo de antena, pudiendo determinarse la corrección para el diagrama vertical y para la ganancia con precisión suficiente corrigiendo el diagrama calculado para un suelo plano y perfectamente conductor.

Es práctica corriente ya establecida la de referir las curvas de propagación en ondas kilométricas y hectométricas a una p.r.a.v. de 1 kW para una antena vertical corta, lo que corresponde a una f.c.m. en la dirección horizontal de 0 dB con relación a 300 V.

Se utiliza generalmente una p.i.r.e. de 1 kW para todos los ángulos de elevación en los métodos de predicción de la propagación por ondas decamétricas.

## RECOMENDACIÓN 559-2\*

**MEDICIÓN OBJETIVA DE LAS RELACIONES DE PROTECCIÓN  
EN RADIOFRECUENCIA EN LAS BANDAS DE RADIODIFUSIÓN  
POR ONDAS KILOMÉTRICAS, HECTOMÉTRICAS Y DECAMÉTRICAS**

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44A/10)

(1978-1982-1990)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que la relación de protección en radiofrecuencia está directamente ligada con la relación de protección en audiofrecuencia (véase la Recomendación 638);
- b) que esta relación depende de una serie de parámetros técnicos, tales como:
- la diferencia de frecuencias entre las portadoras deseada y no deseada;
  - las anchuras de banda del transmisor y del receptor;
  - la pendiente de corte de los filtros de limitación de banda en los extremos de transmisión y recepción;
  - el tipo de modulación y el índice de modulación;
  - la distribución espectral de la energía de la señal moduladora;
  - la compresión dinámica;
  - las características de preacentuación y de desacentuación, en su caso;
  - la radiación fuera de banda del transmisor;
  - la respuesta amplitud/frecuencia del oído humano, que puede simularse por medio de la red de ponderación del aparato de medida (Recomendación 468);
  - la amplitud de la tensión a la entrada del receptor,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que, una vez que se haya determinado una relación de protección en audiofrecuencia, se utilice uno de los métodos objetivos de dos señales que se exponen a continuación, para determinar las relaciones de protección necesarias en radiofrecuencia para la radiodifusión sonora con modulación de amplitud.

**1. Métodos objetivos de medición**

**1.1 Principio**

El método objetivo de medición requiere en esencia, el empleo de dos señales. Consiste en modular sucesivamente el transmisor deseado y el transmisor interferente, con un determinado índice de modulación, mediante una señal normalizada de ruido coloreado cuya distribución espectral en amplitud es semejante a la de los programas de música moderna.

Se mide el efecto perturbador a la salida en audiofrecuencia del receptor por medio de un circuito de medición de un solo canal mediante un instrumento normalizado o un instrumento basado en un circuito de medición de dos canales (véase el § 1.2).

**1.2 Medición a la salida**

Para medir las señales deseada e interferente a la salida del receptor debe utilizarse:

- un instrumento normalizado que incluya una red para ponderar el efecto perturbador subjetivo de las distintas frecuencias interferentes de acuerdo con la Recomendación 468, y un voltímetro para la medición\*\* de valores eficaces; o
- un instrumento especial basado en el circuito mostrado en la fig. 1 y que tenga filtros de ponderación con una característica amplitud/frecuencia como la de la fig. 2. Este instrumento tiene circuitos para la separación de la interferencia de banda estrecha y banda ancha por medio de filtros de banda resintonizable y de rechazo, respectivamente, circuitos para ponderar cada uno de estos tipos de interferencia, máximos en la región de 4 kHz, y de 0,5 kHz y 3,0 kHz respectivamente, un sumador y un voltímetro de valores eficaces.

\* El anexo III a la Recomendación 560 contiene información complementaria.

\*\* La utilización de una medición del valor eficaz en lugar del valor cuasi-cresta especificado en la Recomendación 468, permite tener una mayor precisión de la frecuencia de batido, que predomina para las separaciones pequeñas entre frecuencias, así como otros efectos. Esta conclusión está fundada sobre la buena concordancia, constatada para todas las separaciones de frecuencias, entre los valores de las relaciones de protección en RF medidas por el método objetivo de dos señales, y las obtenidas por las pruebas subjetivas.

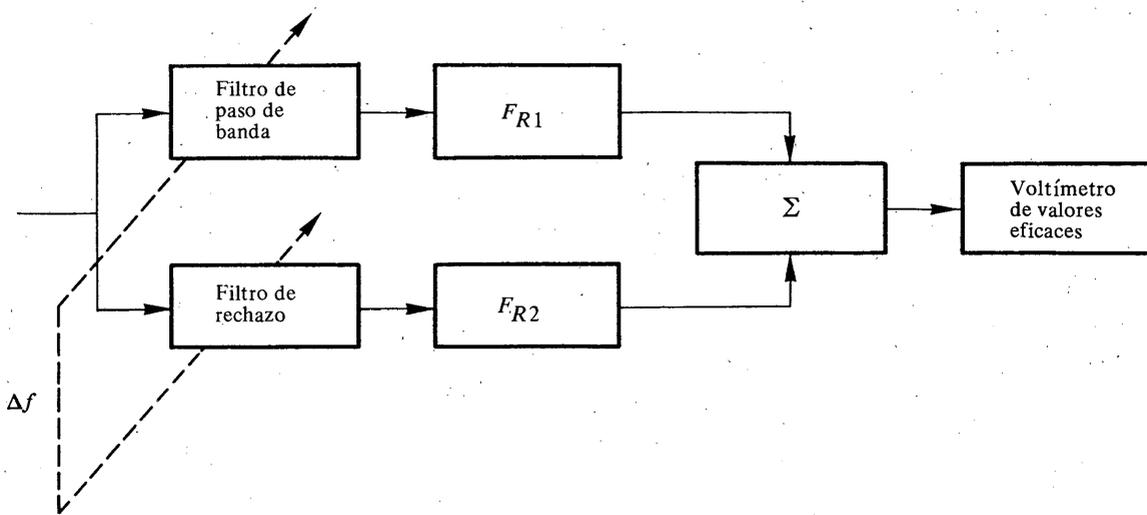


FIGURA 1 - Esquema de principio del dispositivo de medición

$F_{R1}, F_{R2}$ : Redes de ponderación

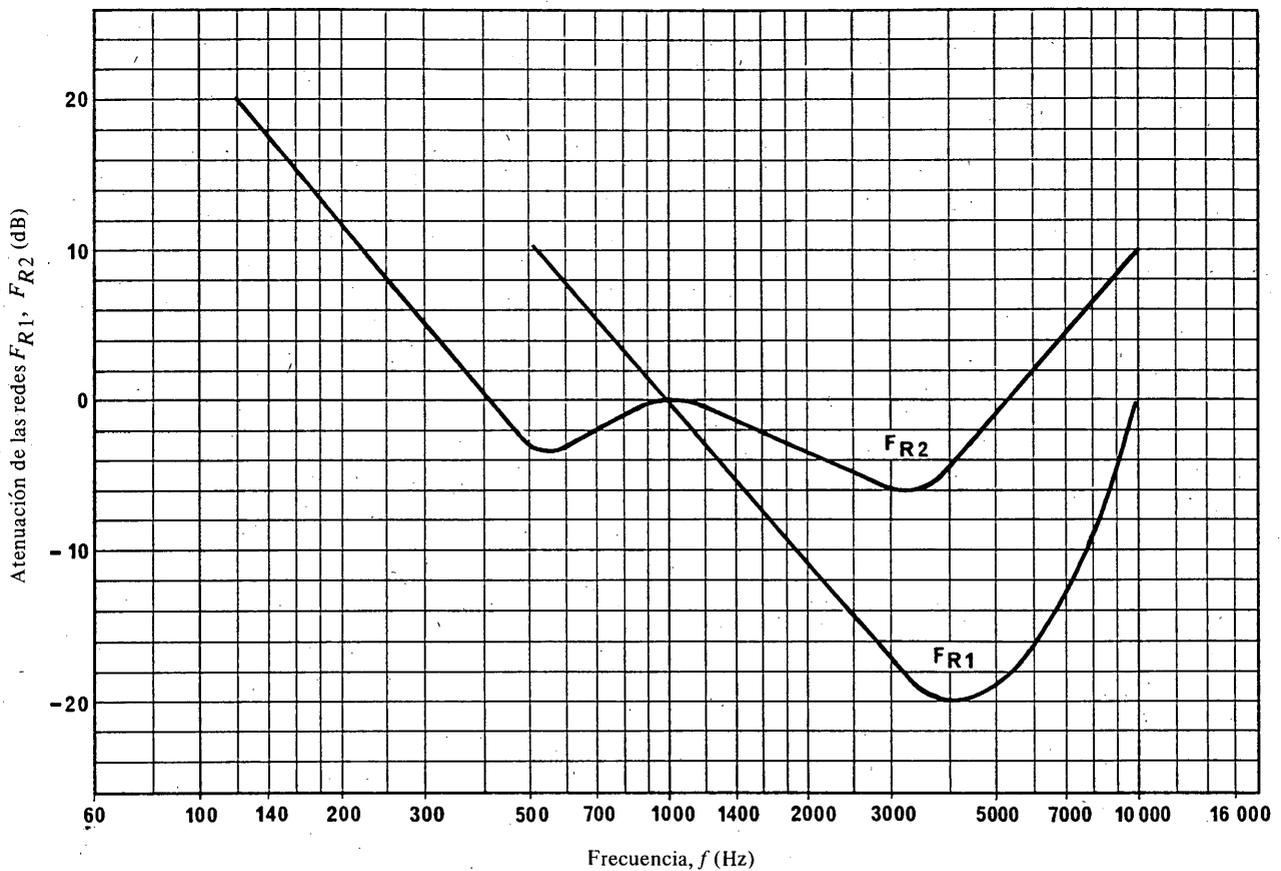


FIGURA 2 - Respuestas en frecuencia de las redes de ponderación

### 1.3 Señal de ruido utilizada para la modulación de los generadores de señales

Una señal destinada a simular la modulación debe reunir las dos condiciones siguientes:

- su composición espectral debe corresponder a un programa típico de radiodifusión;
- su dinámica debe ser lo bastante reducida para dar al instrumento una indicación constante y bien definida.

Se ha tomado como base la distribución espectral de la música de baile moderna; en efecto, este tipo de programa tiene una proporción muy grande de audiodfrecuencias elevadas, y es uno de los más corrientes. No obstante, su dinámica es demasiado amplia, y no satisface la segunda condición mencionada. La señal que conviene para este fin es un ruido coloreado normalizado, cuya distribución espectral se aproxima a la de la música de baile moderna (véase la curva A de la fig. 3 que se mide con filtros de un tercio de octava)\*.

Esta señal, correspondiente al ruido coloreado normalizado, puede obtenerse a partir de un generador de «ruido blanco» por medio de un circuito pasivo de filtrado, como se representa en la fig. 4. La característica de respuesta en frecuencia de este filtro se representa por la curva B de la fig. 3. (Conviene advertir que la diferencia entre las curvas A y B de la fig. 3 se debe a que la curva A se basa en mediciones con filtros de «tercio de octava» que dejan pasar mayores cantidades de energía a medida que crece la anchura de banda del filtro con la frecuencia.)

Más allá de la frecuencia de modulación máxima utilizada, la anchura de banda del ruido coloreado normalizado debe limitarse por medio de un filtro paso bajo cuya frecuencia de corte y pendiente hagan que la banda de paso de la señal moduladora sea aproximadamente igual a la mitad de la anchura de banda de transmisión normalizada. La característica amplitud/frecuencia en audiodfrecuencia del modulador del generador de señal no debe variar en más de 2 dB hasta la frecuencia de corte del filtro paso bajo.

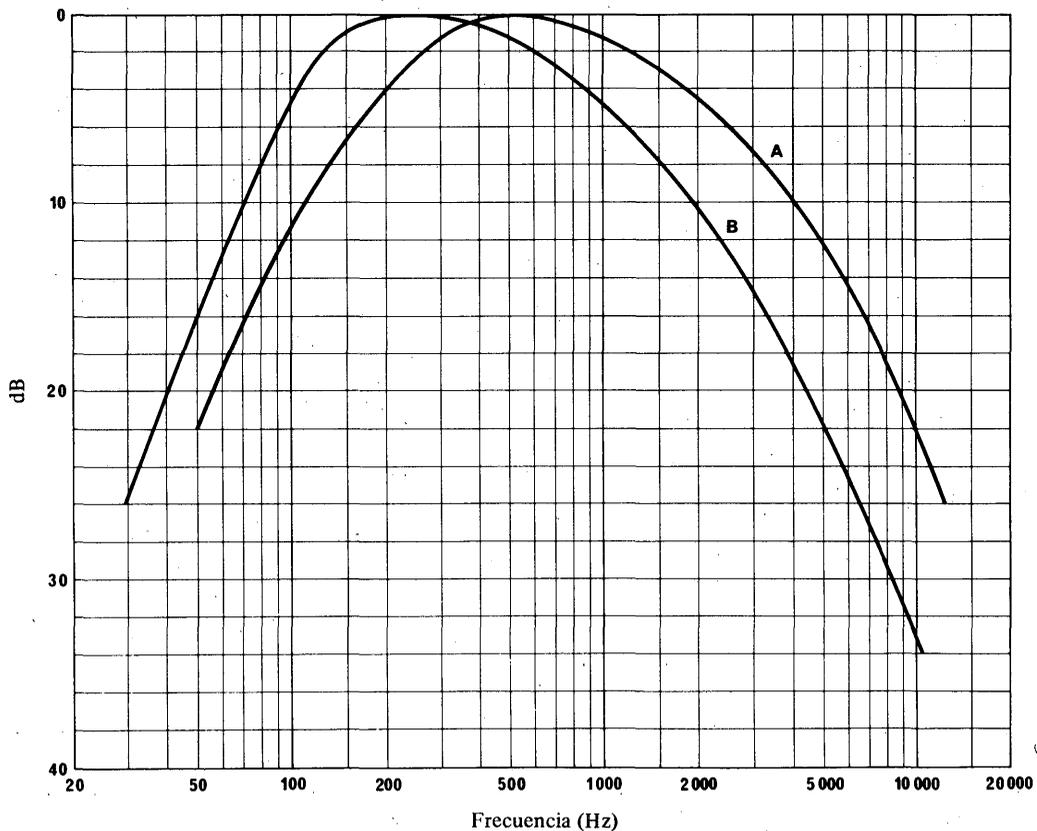


FIGURA 3

Curva A: Espectro del ruido normalizado (medido con el filtro de "tercio de octava")  
Curva B: Respuesta en frecuencia del filtro

\* En la Recomendación 571 se propone una señal de ruido coloreado distinta. El uso de esta señal, en lugar de la propuesta en la presente Recomendación conduciría a valores relativos diferentes de la relación de protección RF que sólo se justificarían si las características de una señal de programa típica fueran simuladas mejor por el ruido coloreado de la Recomendación 571 (véase el Informe 798).

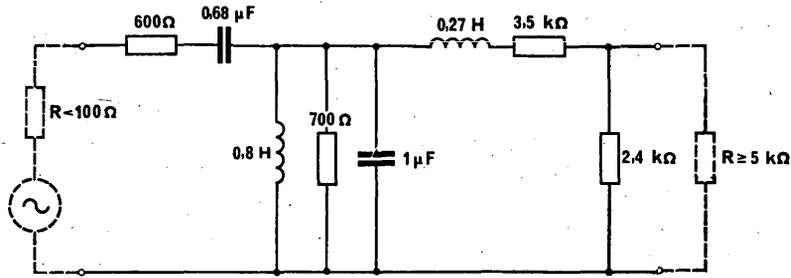


FIGURA 4 - Filtro

1.4 Dispositivo de medición

La fig. 5 muestra el esquema de principio del dispositivo de medición, con los elementos de importancia primordial indicados en trazos más gruesos. Los demás elementos son aparatos de medición y de control necesarios o útiles para la realización práctica de las pruebas.

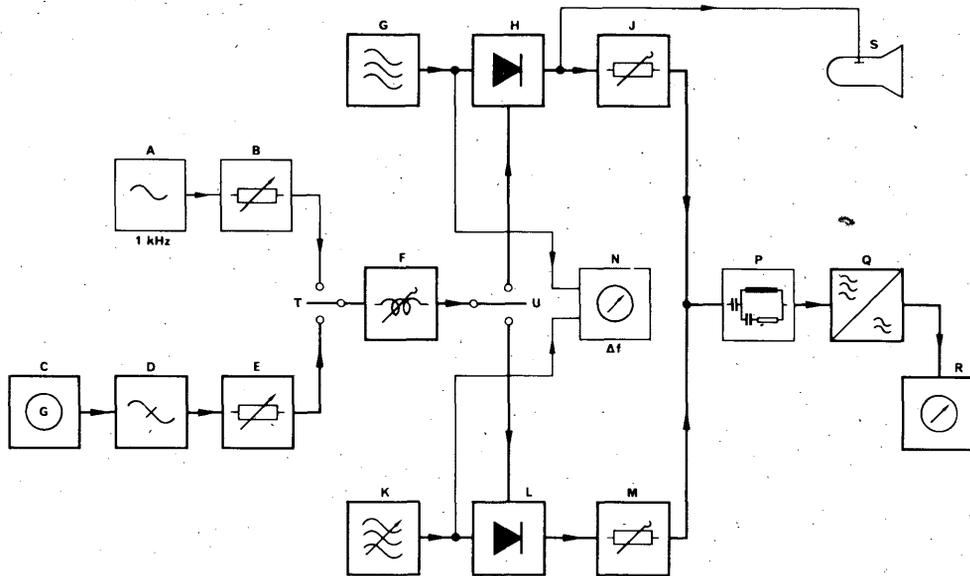


FIGURA 5 - Esquema de principio del dispositivo de medición

- |  |   |
|--|---|
| A: Generador de audiofrecuencia de 1 kHz (para calibración del índice de modulación) | M: Atenuador calibrado  |
| B: Atenuador calibrado   | N: Frecuencímetro (para la medición de la diferencia de frecuencia entre los generadores G y K) |
| C: Generador de ruido  | P: Antena artificial según la Recomendación 331   |
| D: <b>Filtro de ponderación del ruido (véase la fig. 4)</b>                          | Q: Receptor bajo prueba   |
| E: Atenuador calibrado   | R: <b>Instrumento para medir - valores eficaces de acuerdo con el § 1.2</b>                     |
| F: Filtro pasabajo   | S: Osciloscopio (para control)  |
| G: Generador de la señal deseada   | T: Conmutador de selección de modulación (frecuencia de 1 kHz o ruido normalizado)              |
| H: Modulador   | U: Conmutador de modulación (generador G o K)   |
| J: Atenuador calibrado   |   |
| K: Generador de la señal interferente  |   |
| L: Modulador   |   |

### 1.5 *Profundidad de modulación de los transmisores utilizados para la medición*

Las profundidades de modulación de las señales deseada e interferente se fijan por medio de las siguientes prescripciones de ajuste. Primero, se modulan los generadores al 50% con una señal sinusoidal de 1 kHz, que proviene del generador A. El ajuste de la amplitud se realiza mediante el atenuador B y se controla en el osciloscopio S, a las salidas de los moduladores H o L. Con el instrumento R se controlan las tensiones de audiofrecuencia aplicadas a través del conmutador U a las entradas de los moduladores. Con el mismo instrumento R se mide la amplitud de la señal de ruido (C + D) y se ajusta por medio del atenuador E de manera que la indicación correspondiente sea 6 dB inferior a la obtenida con la señal sinusoidal, si el instrumento posee una constante de tiempo de 200 ms. Se tiene entonces un porcentaje de modulación que, medido en el modulómetro clásico de valores cuasi cresta, sería del 50%. No es conveniente aumentar más la profundidad de modulación, porque el ruido, en razón de su pequeña dinámica, produciría entonces una molestia más importante que la de un programa real.

### 1.6 *Relación señal/interferencia en audiofrecuencia*

El generador correspondiente a la señal deseada (G + H + J) modulado por el ruido, de conformidad con los puntos 1.3 y 1.5, produce, a la salida de audiofrecuencia del receptor bajo prueba Q, una señal que, medida en el instrumento R, representa el nivel de referencia «cero». La modulación de ruido se transfiere entonces por medio de U, de la entrada de audiofrecuencia del generador deseado H a la entrada de audiofrecuencia del generador interferente L. Después de suprimir la modulación de la señal deseada, se ajusta el nivel de radiofrecuencia del transmisor interferente (K + L + M) de tal manera que la tensión de interferencia, medida en el instrumento R a la salida del receptor, corresponda a la relación deseada señal/interferencia en audiofrecuencia, por ejemplo, 20, 30 ó 40 dB por debajo del nivel de referencia.

### 1.7 *Nivel de radiofrecuencia de la señal deseada a la entrada del receptor*

La tensión de radiofrecuencia de salida del generador deseado (G + H + J) debe ser, ante todo, lo más baja posible, para que no deje de ser lineal el comportamiento del receptor durante la medición. No obstante, el nivel de la portadora deseada no modulada debe ser suficientemente elevado para que la tensión de salida debida al ruido propio del receptor sea, como mínimo, 3 dB inferior a la tensión de ruido debida al generador interferente modulado, de acuerdo con el punto 1.6. Se aumenta entonces progresivamente el nivel de radiofrecuencia del generador deseado (G + H + J) a fin de incluir el efecto de las características no lineales del receptor, es decir, la intermodulación.

### 1.8 *Influencia de la distorsión no lineal de los generadores de señal utilizados en la medición*

La distorsión no lineal que aparece cuando se modula el generador de señal crea componentes que determinan un aumento de la relación señal/interferencia en radiofrecuencia en el canal adyacente y en el canal siguiente, al ensanchar el espectro de radiofrecuencia.

Por consiguiente, la distorsión no lineal de los generadores no debiera exceder del 1 ó 2%.

### 1.9 *Precisión*

Los resultados obtenidos con el método objetivo se han comparado con los de pruebas subjetivas correspondientes, habiéndose comprobado que las mediciones objetivas dan una primera aproximación de los resultados obtenidos con el método subjetivo. En el caso de un programa muy sensible a las interferencias (por ejemplo, señal vocal con pausas largas), la diferencia entre las mediciones objetivas y las pruebas subjetivas puede ser superior a 5 dB [CCIR, 1974-78].

Los resultados de las mediciones de la relación de protección dependen en gran medida de la banda de paso del receptor. Para mediciones o cálculos por el método de un solo canal, en la fig. 6 [CCIR, 1986-90] se muestra el error de las mediciones de la relación de protección  $\Delta A$  en función de la diferencia de frecuencia  $\Delta f$  para dos valores de banda de paso del receptor en la frecuencia intermedia  $2\Delta f = 9$  kHz y  $2\Delta f = 5$  kHz (a -6 dB).

## 2. **Método numérico**

### 2.1 *Principio*

Para determinar la relación relativa de protección en radiofrecuencia, el procedimiento físico que sirve de base para el método objetivo, a saber, la determinación del nivel de ruido ponderado por los métodos de un solo canal y de los dos canales (véase el § 1.2) se simula por medio de un modelo matemático.

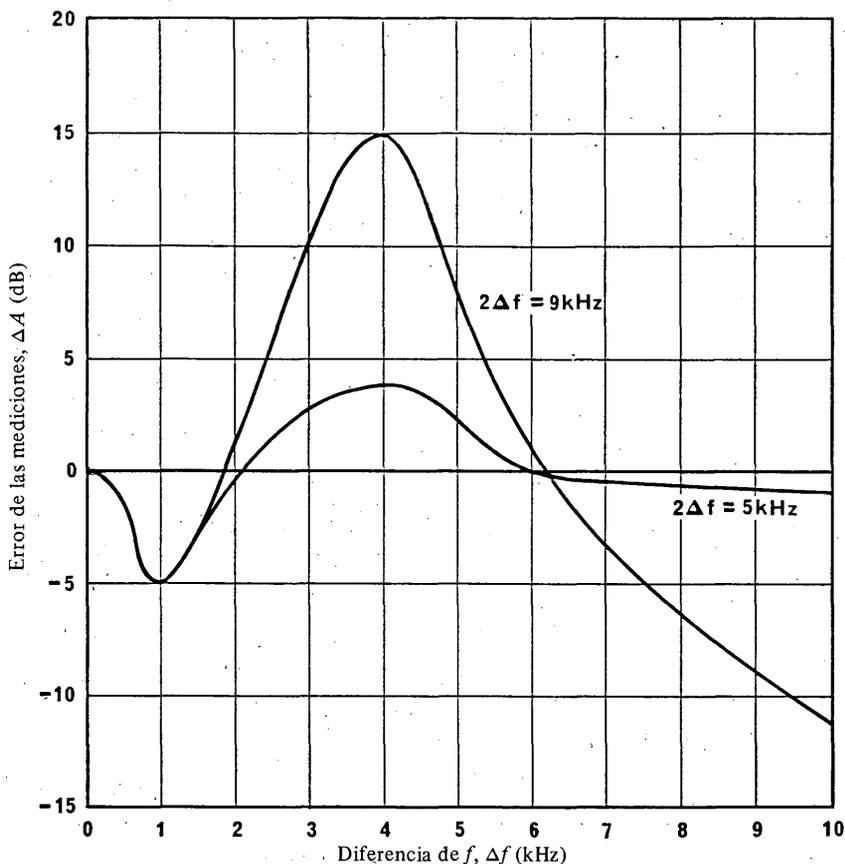


FIGURA 6 — Error de las mediciones de la relación de protección  $\Delta A$  en función de la diferencia de frecuencia  $\Delta f$

Se suponen dos canales con frecuencias portadoras  $f_T$  y  $f_R$  cuya diferencia de frecuencias es  $\Delta f$ . La densidad espectral de potencia de la emisión en relación con la anchura de banda adicional  $B_{eff}$  se simula mediante la función  $F_T$ , según la frecuencia relativa  $|f|$ . Esta función está compuesta por subfunciones de multiplicación (por ejemplo, atenuación, distribución espectral de la energía, preacentuación de las audiofrecuencias elevadas) y de suma (por ejemplo, la radiación fuera de banda) o se establece mediante trazos poligonales. Análogamente, la respuesta global del receptor, incluida la ponderación de la potencia de ruido con ayuda de los métodos de un solo canal y de los dos canales, se representa por medio de la función  $F_R$  o  $F_{R1}$  y  $F_{R2}$ , respectivamente, que dependen de la frecuencia relativa  $|\Delta f - f|$ .

En la modulación de doble banda lateral,  $F_T$  y  $F_R$  son simétricos con relación a las frecuencias portadoras respectivas. La fig. 7 muestra la forma fundamental de las funciones  $F_T$  y  $F_R$ , las subfunciones más importantes y el significado de las designaciones utilizadas:

La densidad espectral de potencia del transmisor con la frecuencia portadora  $f_T$  produce un nivel de interferencia  $\Delta P_T$  en el canal recibido con la frecuencia portadora  $f_R$  que, para una determinada diferencia de frecuencia  $\Delta f$  puede calcularse integrando el producto  $F_T \times F_R$ ; se obtiene así el siguiente resultado:

$$\Delta P_T = \int_{f_1}^{f_2} F_T(|f|) \times F_R(|\Delta f - f|) \times df \tag{1}$$

Sin embargo, al efectuar la integración con arreglo a la fórmula (1) para  $\Delta f = 0$  (el receptor está exactamente sintonizado en la frecuencia del transmisor), se obtiene la potencia útil recibida  $\Delta P_N$ . La relación relativa de protección en radio frecuencia  $A_{rel}$  es la relación potencia interferente/potencia deseada en el canal considerado.

$$A_{rel} = 10 \log (\Delta P_T / \Delta P_N) \quad \text{dB} \tag{2}$$

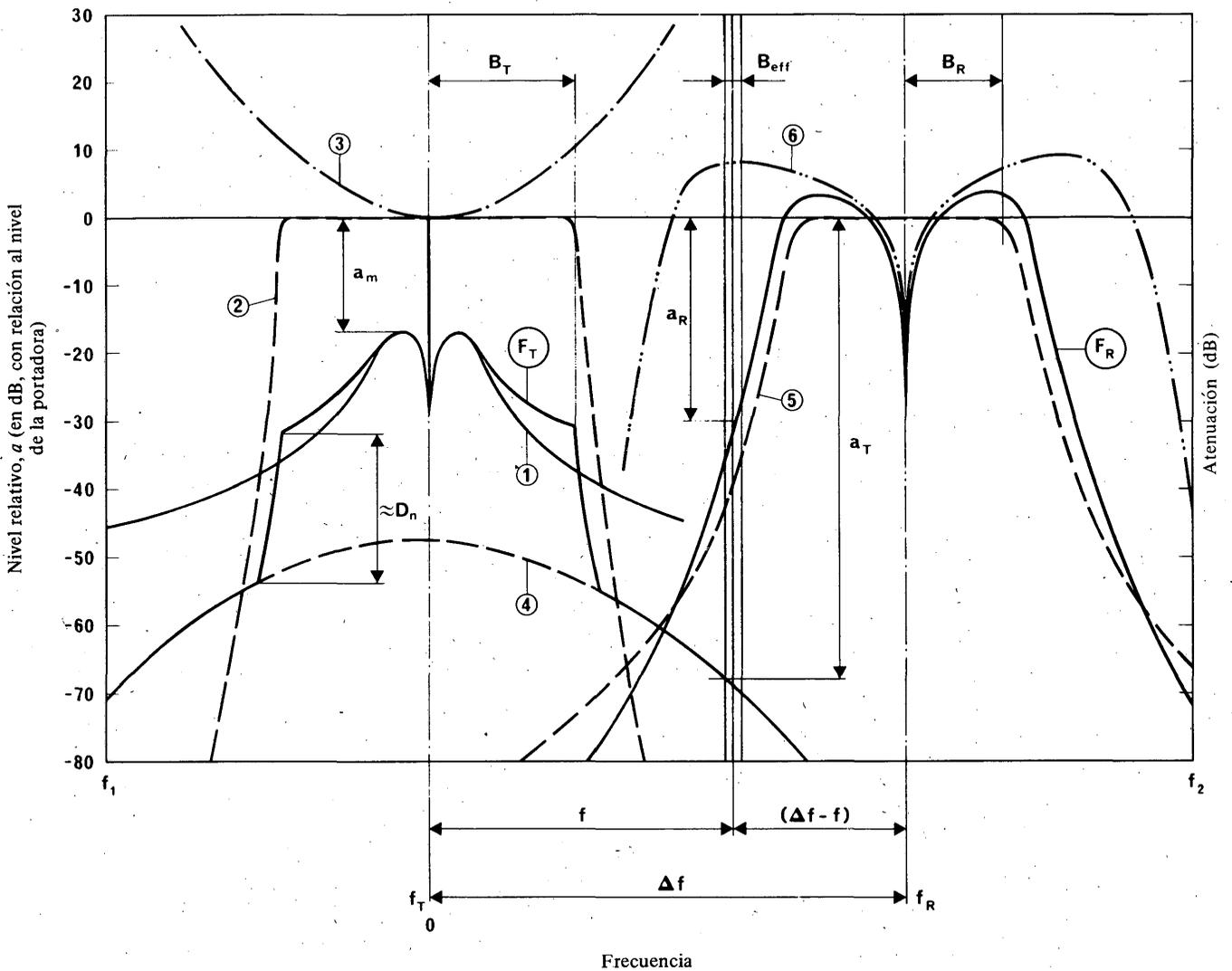


FIGURA 7 - Relaciones fundamentales

- |   |   |
|---|---|
| <p><math>B_T</math> : Anchura de banda del transmisor entre puntos a 3 dB (global)</p> <p><math>B_R</math> : Anchura de banda del receptor entre puntos a 3 dB (global)</p> <p><math>B_{eff}</math> : Anchura de banda adicional con la que está relacionado el espectro de potencia y en la que se puede suponer que la densidad de potencia y la característica de atenuación del receptor es constante en todos los casos a los efectos del cálculo</p> <p><math>f_T</math> : Frecuencia portadora del transmisor</p> <p><math>f_R</math> : Frecuencia portadora en el canal recibido</p> <p><math>\Delta f</math> : Separación de frecuencias <math> f_R - f_T </math></p> <p><math>f_1, f_2</math> : Límites inferior y superior de integración</p> <p>① : Distribución espectral de la energía de la banda lateral</p> <p>② : Características de atenuación del filtro de limitación de banda en el transmisor</p> <p>③ : Preatenuación (de altas frecuencias) en el transmisor</p> | <p>④ : Radiación fuera de banda del transmisor</p> <p><math>F_T</math> : Función que representa el espectro de densidad de potencia del transmisor</p> <p><math>D_n</math> : Atenuación de los productos de intermodulación del transmisor en caso de medición con dos tonos</p> <p><math>a_m</math> : Nivel relativo de la densidad máxima de potencia en la banda lateral, con relación al nivel de la portadora</p> <p>⑤ : Característica de atenuación del filtro de limitación de banda en el receptor</p> <p>⑥ : Curva de ponderación del filtro sofométrico</p> <p><math>F_R</math> : Función que presenta la característica de atenuación global del receptor, incluida la ponderación mediante el filtro sofométrico (atenuación ponderada del receptor)</p> <p><math>a_T</math> : Nivel de la densidad espectral de potencia del transmisor en la frecuencia <math>f</math></p> <p><math>a_R</math> : Atenuación ponderada del receptor en la frecuencia <math>f</math></p> |
|---|---|

Con el método numérico se pueden también determinar por separado las componentes de interferencia debidas al batido de la portadora y a las bandas laterales. Conviene efectuar la integración con arreglo a la fórmula (1) mediante computadores y métodos de integración numéricos. En la práctica, la mayoría de los problemas pueden resolverse satisfactoriamente mediante incrementos progresivos de la anchura de banda  $B_{eff} = 100$  Hz, mediante integración numérica.

Como el método descrito se basa en la determinación de la potencia, no proporciona la reducción adicional del ruido de 3 dB observada durante las mediciones de interferencia cocanal, realizadas en sistemas con detección de envolvente.

Por consiguiente, las relaciones relativas de protección en radiofrecuencia obtenidas con el método numérico deben corregirse en -3 dB.

En Francia se desarrolló una versión simplificada de ese método [Parreaux, 1972], que en principio sólo tiene en cuenta la frecuencia  $f$  que contribuye en mayor medida a la integral de la ecuación (1). Así pues, cabe determinar gráficamente la relación de protección mediante curvas representativas de las funciones  $F_T$  y  $F_R$ . Este método se denomina «método gráfico».

2.2 Precisión y límites del método

Los resultados obtenidos en un sistema de doble banda lateral se presentan en la fig. 8, comparados con los resultados de las mediciones.

Mientras los valores de la relación relativa de protección en radiofrecuencia no excedan de -40 dB, las diferencias entre los cálculos y las mediciones son aproximadamente de 1 dB. Más allá de -40 dB, las mediciones se ven influenciadas cada vez más por el inevitable ruido inherente al equipo utilizado y por la distorsión de intermodulación en el receptor, que ya no puede despreciarse, y que no se tuvo en cuenta en el cálculo.

El «método gráfico» se presta en general a calcular los valores de la relación de protección, siempre y cuando la interferencia venga determinada en gran medida por una parte bastante limitada del espectro de la señal interferente. Las diferencias entre tales valores, cuando se comparan con los derivados de las mediciones objetivas, no exceden de 3 dB.

Nota - El método de medición es más preciso que el método gráfico o el método numérico, ya que tiene en cuenta todos los parámetros técnicos con mayor exactitud. Sin embargo, el método gráfico y el numérico tienen la ventaja fundamental de permitir determinar inmediatamente los valores de la relación de protección en radiofrecuencia para cualquier receptor existente o en proyecto. Con un simple programa de computador puede aplicarse el método numérico en una fracción del tiempo necesario para realizar mediciones objetivas. El método numérico es, por consiguiente, adecuado para optimizar los parámetros técnicos de cualquier sistema de transmisión con modulación de amplitud para la radiodifusión sonora en las bandas 5 (ondas kilométricas) y 6 (ondas hectométricas) y con sólo ligeras modificaciones puede aplicarse a los sistemas de banda lateral única.

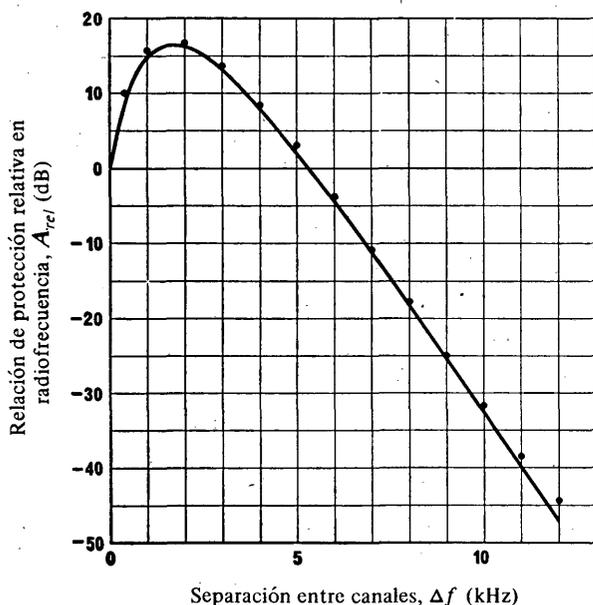


FIGURA 8 - Comparación entre los valores medidos y los valores calculados de la relación relativa de protección en radiofrecuencia (sistema de doble banda lateral)

— : Valores calculados      ● : Valores medidos

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PARREAUX, D. [agosto de 1972] A graphical method of determining protection ratios in the case of LF and MF amplitude-modulated transmissions. *EBU Rev. Tech.*, **134**, 163-167.

*Documentos del CCIR*

[1974-78]: 10/324 (URSS).

[1986-90]: 10/60 (URSS).

## BIBLIOGRAFÍA

BELGER, E. y von RAUTENFELD, F. [abril de 1965] The objective measurement of the RF wanted-to-interfering signal ratio in amplitude-modulation sound broadcasting. *EBU Rev.*, **90-A**, 57-64.

GRÖSCHEL, G. [1971] Out-of-band radiation and its influence on the adjacent channel with amplitude modulated sound broadcasting. *Nachrichtentechn. Fachber.*, **41**, 44-49.

GRÖSCHEL, G. [junio de 1978] A mathematical model for the calculation of the adjacent channel interference in single-sideband and double-sideband. AM sound broadcasting systems. *EBU Rev. Tech.*, **169**, 122-136.

KOKOREV, A.V., MUSSEL, K.M. [1980] Sposob izmereniya otnosheniya signal/pomekha (Método de medición de la relación señal/interferencia). Avtorskoe svidetelstvo N.º 907827.

PETKE, G. [octubre de 1973] Determination by calculation of the RF protection ratio for AM transmission system. *EBU Rev. Tech.*, **141**, 227-234.

TSVIKER, E. y FELDKELLER, P. [1971] Ukho kak priemnik informatsii (El oído como receptor de información). *Sviaz*, Moscú, URSS.

TÜXEN, O. [1941] Die Trennschärfe des Empfangsleichrichters (Selectividad del detector en la recepción). *Z. für Techn. Physik*, **22**, **1**, 1-9.

*Documentos del CCIR*

[1986-90]: 10/252 (URSS).

## RECOMENDACIÓN 560-3 \*

RELACIONES DE PROTECCIÓN RF EN RADIODIFUSIÓN  
(ONDAS KILOMÉTRICAS, HECTOMÉTRICAS Y DECAMÉTRICAS)

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44A/10)

(1978-1982-1986-1990)

El CCIR,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que se apliquen las relaciones de protección en radiofrecuencia (RF), para la radiodifusión sonora, en las bandas 5 (ondas kilométricas), 6 (ondas hectométricas) y 7 (ondas decamétricas), conforme se indica en los § 1 y 2.

**1. Relación de protección en radiofrecuencia en las bandas 5 (ondas kilométricas) y 6 (ondas hectométricas)**

Para emisiones cocanal ( $\pm 50$  Hz), la relación de protección en radiofrecuencia (tal y como se define en la Recomendación 638) es de 40 dB en el caso de señales deseada e interferente estables (onda de superficie).

En el caso de una señal deseada estable y de una señal interferente fluctuante (incluidas las fluctuaciones de corta duración), la relación de protección en radiofrecuencia debe ser 40 dB a la hora de referencia (véase el anexo I a la Recomendación 435) para el 50%, por lo menos, de las noches de un año. Esta relación de protección corresponde a la relación entre la intensidad de campo deseada y el valor mediano anual de las medianas horarias de las intensidades de campo interferentes en la hora de referencia.

La protección así definida se proporciona para:

- el 50% de las noches en la hora de referencia;
- más del 50% de las noches a horas distintas de la de referencia;
- el 100% de los días durante las horas diurnas.

Los valores de relación de protección en radiofrecuencia especificados permitirán ofrecer un servicio de excelente calidad en la recepción. Sin embargo, para la planificación, pueden ser necesarios valores más bajos. A este respecto, algunos países y organizaciones han formulado proposiciones (véase el anexo III).

*Nota 1* - Con esta relación de protección de 40 dB la intensidad de campo mínima utilizable varía en función de la región y de la frecuencia. En la Zona Europea, esta intensidad de campo mínima es del orden de 1 mV/m.

*Nota 2* - La Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión por onda hectométricas (Región 2) (Río de Janeiro, 1981) utilizó una relación de protección cocanal de 26 dB para los servicios establecidos tanto por onda de superficie como por onda ionosférica. La Región 2 tiene dos zonas de ruido, denominadas zonas 1 y 2, la primera de las cuales abarca la mayor parte de la Región y la segunda una zona tropical definida. En la zona de ruido 1, la intensidad de campo nominal utilizable es de 100  $\mu$ V/m de día y 500  $\mu$ V/m de noche para las estaciones de la clase A, que son las que tienen zonas de servicio secundarias. Para las clases B y C es 500  $\mu$ V/m de día y, respectivamente, 2500 y 4000 mV/m de noche.

En la zona de ruido 2, los valores son, por lo general, 2,5 veces más grandes que los indicados más arriba.

La protección nocturna, calculada dos horas después del ocaso, se extiende al 50% de las noches del año, con la excepción de los países de América del Norte para los que se ha acordado una protección durante el 90% de las noches.

*Nota 3* - Para la protección de los servicios establecidos por onda de superficie y por onda ionosférica se adoptaron, en la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión por ondas kilométricas y hectométricas (Regiones 1 y 3, Ginebra, 1975) relaciones de protección cocanal de 30 dB y 27 dB, respectivamente.

**2. Curvas del valor relativo de la relación de protección en radiofrecuencia en las bandas 5 (ondas kilométricas), 6 (ondas hectométricas) y 7 (ondas decamétricas)**

La relación de protección relativa en radiofrecuencia, expresada en decibelios, es la diferencia, entre la relación de protección cuando las portadoras de los transmisores deseado e interferente tienen una diferencia de frecuencia de  $\Delta f$  (Hz o kHz), y la relación de protección cuando las portadoras de esos transmisores tienen la misma frecuencia.

\* El anexo III a esta Recomendación contiene el Informe 794, que por tanto queda suprimido.

Una vez que se haya determinado un valor de relación de protección en radiofrecuencia para un mismo canal, esta relación, que es la misma que la relación de protección en audiofrecuencia, expresada en función de la separación de las frecuencias portadoras, se determina por las curvas de la fig. 1 (véase también el anexo I):

- la curva A, cuando se aplique una ligera compresión de la modulación a la entrada del transmisor como, por ejemplo, la utilizada corrientemente en las transmisores de buena calidad, y cuando la anchura de banda de la señal de audiofrecuencia sea del orden de 10 kHz;
- la curva B, cuando se aplique una gran compresión de la modulación por medio de un dispositivo automático (por lo menos 10 dB superior a la del caso precedente), y cuando la anchura de banda de señal audiofrecuencia sea del orden de 10 kHz;
- la curva C, cuando se aplique una ligera compresión de la modulación (como en el caso de la curva A) y cuando la anchura de banda de la señal de audiofrecuencia sea del orden de 4,5 kHz;
- la curva D, cuando se aplique una gran compresión de la modulación (como en el caso de la curva B) por medio de un aparato automático y cuando la anchura de banda de la señal de audiofrecuencia\* sea del orden de 4,5 kHz.

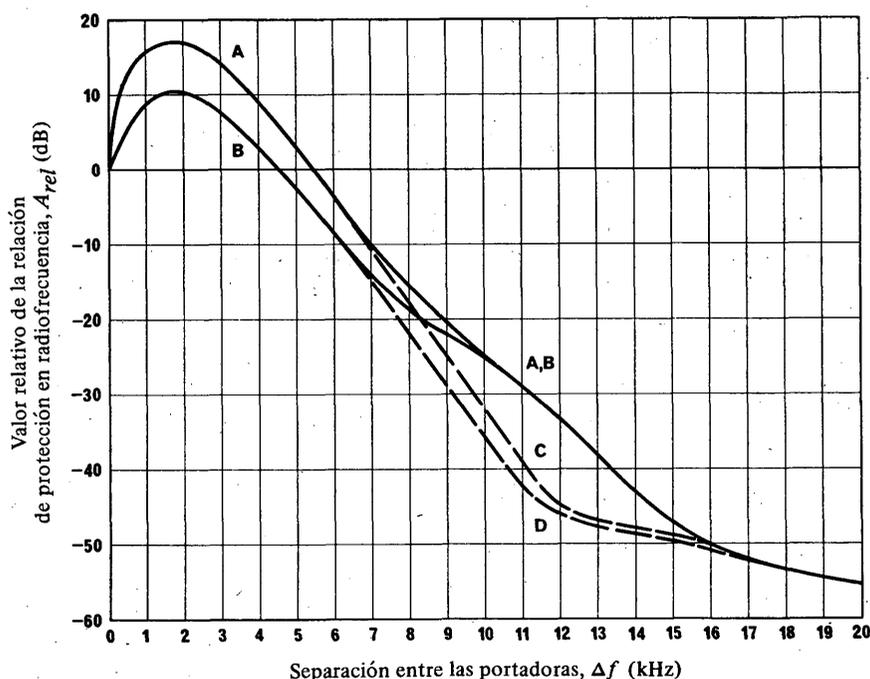


FIGURA 1 — Valores relativos de la relación de protección en radiofrecuencia en función de la separación entre las portadoras

Las curvas A, B, C y D (véase también el anexo I) sólo son aplicables cuando las transmisiones deseada e interferente tengan el mismo grado de compresión. Dichas curvas están esencialmente deducidas de medidas y de cálculos con un receptor de referencia representativo de receptores de buena calidad utilizados en las bandas 5 (ondas kilométricas) y 6 (ondas hectométricas). La curva de respuesta global del receptor de referencia de la Unión Europea de Radiodifusión (UER) pasa por los puntos  $-3$  dB a 2 kHz,  $-24$  dB a 5 kHz y  $-59$  dB a 10 kHz [Petke, 1973].

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PETKE, G. [octubre de 1973] Determination by calculation of the RF protection ratio for AM transmission systems. *EBU Rev. Tech.*, 141, 227-234.

\* La CAMR HFBC(2) decidió que el límite superior de la banda de audiofrecuencia (a  $-3$  dB) del transmisor no deberá superar 4,5 kHz y el límite inferior será de 150 Hz con una pendiente de atenuación a las frecuencias inferiores de 6 dB por octava.

En caso de utilizarse un tratamiento de señales de audiofrecuencia, la gama dinámica de la señal moduladora no será inferior a 20 dB.

## ANEXO I

La forma de las curvas de valor relativo de la relación de protección en radiofrecuencia es función de la selectividad de los receptores, de la anchura de banda de la señal moduladora de audiofrecuencia, así como también de la relación entre la energía de la portadora y la de las bandas laterales. Este último fenómeno se aprecia particularmente entre 250 Hz y 5 kHz (aproximadamente) donde la perturbación se debe esencialmente al silbido originado por el batido de las portadoras. Se desprende, pues, que la forma de las curvas de la fig. 1 depende del índice de modulación medio y de la compresión de la dinámica de las señales moduladoras.

La curva A representa una media obtenida con cálculos y pruebas efectuados con diversos receptores, esencialmente diseñados para las bandas 5 (ondas kilométricas) y 6 (ondas hectométricas), y con compresión de la modulación, como la que se aplica corrientemente en los estudios, es decir, que permiten una dinámica máxima de al menos 30 dB.

La curva B corresponde a una compresión, como mínimo 10 dB más elevada que en el caso precedente aplicada por un dispositivo automático.

Las curvas A y B, a diferencia de las curvas C y D, corresponden a una anchura de banda de la señal de audiofrecuencia transmitida de unos 10 kHz.

Las curvas C y D son aplicables cuando la compresión es del mismo orden de magnitud que en el caso de las curvas A y B respectivamente, estando, no obstante, limitada la anchura de banda de la señal de audiofrecuencia a unos 4,5 kHz. Esta limitación de banda reduce la interferencia del canal adyacente sin producir, en la práctica, una disminución sensible de la calidad de recepción.

Debe precisarse que, en determinadas circunstancias, los radioyentes tienen la posibilidad de reducir la interferencia de una transmisión, separada más de 3 kHz aproximadamente, ajustando el receptor (ligera desintonización, ajuste de la selectividad o de la tonalidad, etc.). En este caso, las curvas de la fig. 1 no son aplicables para separaciones mayores de unos 3 kHz. Sin embargo, la práctica de desajustar la sintonía da lugar a cierta distorsión y no puede aplicarse cuando hay dos interferencias aproximadamente equivalentes a uno y otro lado de la portadora deseada. Además, muchos receptores no tienen ajuste de selectividad variable ni regulador de tonalidad.

*Nota 1* – Independientemente de los valores relativos de la relación de protección en radiofrecuencia, dados en la presente Recomendación, conviene señalar que existen otros factores que han de tenerse en cuenta para determinar la separación óptima de las frecuencias (véase la Cuestión 44/10).

*Nota 2* – Se aconseja gran prudencia en cuanto a los valores relativos de la relación de protección en radiofrecuencia por debajo de  $-50$  dB deducidos de las curvas, pues, en la práctica, las distorsiones no lineales del transmisor pueden llevar a una protección real menor que la indicada.

## ANEXO II

**Presentación de los resultados de mediciones**

Siempre que sea posible, los resultados de las mediciones de la relación de protección en radiofrecuencia entre dos señales de radiodifusión deberían presentarse en función de las características y parámetros siguientes:

- tipo de modulación;
- separación, entre las frecuencias portadoras expresada en kHz (esta separación debiera estar comprendida entre 0 y 10 kHz como mínimo);
- índice de modulación de las dos señales;
- anchura de banda ocupada;
- tratamiento de la modulación (compresión y preacentuación);
- tipo de programas en la señal deseada y en la señal interferente;
- características del desvanecimiento eventual de las señales;
- tensión de la señal de radiofrecuencia deseada en la entrada (esa tensión se elegirá de tal forma que en las relaciones de protección no influyan de modo apreciable los efectos no lineales de los pasos de radiofrecuencia y de frecuencia intermedia del receptor);
- banda de paso del receptor antes de la demodulación;
- curva de respuesta global del receptor en audiofrecuencia, comprendido el altavoz;
- grado de satisfacción de los radioyentes y distribución estadística de dicho grado;
- método de medición (subjetivo y objetivo).

## ANEXO III

RELACIONES DE PROTECCIÓN EN RADIODIFUSIÓN  
EN ONDAS KILOMÉTRICAS, HECTOMÉTRICAS Y DECAMÉTRICAS**1. Introducción**

El presente anexo resume los conocimientos actuales sobre las relaciones de protección en los servicios de radiodifusión sonora con modulación de amplitud, aunque se limita a los resultados obtenidos desde 1948.

El acuerdo sobre valores de las relaciones de protección es esencial para los problemas de asignación de frecuencias en radiodifusión sonora de modulación de amplitud. Estos valores pueden servir además de referencia para evaluar las calidades y la eficacia de los diversos sistemas de transmisión con modulación de amplitud.

Las relaciones de protección se refieren, en todos los casos, a las señales a la entrada del receptor; no se ha tenido en cuenta el efecto de antenas directivas en la recepción.

Las relaciones de protección dependen de gran número de parámetros, entre los cuales desempeñan un importante papel las normas de transmisión y las características de los receptores. Aparte de los factores técnicos, también hay que tener en cuenta elementos fisiológicos y psicológicos. Por tanto, es sumamente difícil determinar valores de la relación de protección que puedan admitirse universalmente, incluso si se fijan las normas de transmisión y las características de los receptores (véase la Recomendación 559).

Es bien sabido que las relaciones de protección en radiofrecuencia para los transmisores que trabajen en el mismo canal y transmiten la misma señal pueden mejorarse considerablemente mediante técnicas de sincronización, aumentándose con ello las zonas de cobertura de los mismos (véase también el Informe 616). Los valores de estas relaciones de protección dependen de diferentes factores, incluido el método de sincronización (véase el § 10). En la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión por ondas kilométricas y hectométricas para las Regiones 1 y 3 [UIT, 1975] se adoptó el valor de 8 dB para las Regiones 1 y 3.

**2. Relación de protección en audiofrecuencia**

La relación de protección en audiofrecuencia es el valor mínimo convencional de la relación señal/interferencia en audiofrecuencia, que corresponde a una calidad de recepción definida subjetivamente como aceptable (véase la Recomendación 638).

Esta relación puede tomar distintos valores, según el tipo de servicio considerado. Depende, en gran medida, de la clase del programa deseado y del programa interferente. Por ello, es indispensable efectuar un gran número de pruebas subjetivas de audición para poder llegar a un acuerdo sobre un valor mínimo de la relación señal/ruido en audiofrecuencia.

Debe señalarse claramente que, debido a efectos fisiológicos y psicológicos, es totalmente imposible fijar valores razonables para la relación de protección en audiofrecuencia por un método distinto del de las pruebas subjetivas.

**3. Relación de protección en radiofrecuencia**

La relación de protección en radiofrecuencia es el valor de la relación señal/interferencia en radiofrecuencia que, en condiciones debidamente determinadas, permite obtener a la salida del receptor la relación de protección en audiofrecuencia.

La relación de protección en radiofrecuencia puede determinarse, pues, mediante pruebas subjetivas, como en el caso de la relación de protección en audiofrecuencia. Procediendo así, el número de factores que han de tenerse en cuenta y, por ende, la importancia del trabajo, serán mucho mayores que en el caso anterior. Sólo pueden obtenerse resultados comparables si las condiciones de prueba se asemejan bastante.

Sin embargo, la evaluación de las relaciones de protección en radiofrecuencia puede facilitarse considerablemente una vez determinada la relación de protección en audiofrecuencia. Como los efectos fisiológicos y psicológicos influyen solamente en la relación de protección en audiofrecuencia, en condiciones técnicas dadas, de la relación de protección en audiofrecuencia puede deducirse la de radiofrecuencia, bien por métodos objetivos de medida o bien con técnicas gráficas [Parreaux, 1972] o numéricas [Petke, 1973; Gröschel, 1971] (véase la Recomendación 559).

Hay que insistir en que estos tres métodos de determinación de la relación de protección en radiofrecuencia se basan en los mismos principios. Por consiguiente, deben dar los mismos resultados, lo cual se comprueba efectivamente si se aplican con precisión suficiente.

La ausencia de valores confiables adecuados de la relación de protección en radiofrecuencia en el pasado, se debía esencialmente a la complejísima vinculación entre la relación de protección en radiofrecuencia y la respuesta amplitud/frecuencia global de los receptores. Esta última depende de la selectividad de los pasos de radiofrecuencia y frecuencia intermedia, de la selectividad del demodulador y de la respuesta amplitud/frecuencia de los pasos de audiofrecuencia. Esta dificultad se ha superado parcialmente merced al método de medición objetiva con dos señales.

No obstante, pueden utilizarse los métodos numéricos citados anteriormente para establecer el nexo entre los valores de selectividad de los receptores dados por los fabricantes y las relaciones de protección en radiofrecuencia. Si bien los cálculos son complicados y requieren una calculadora electrónica, contrariamente al método de mediciones objetivas, permiten determinar la respuesta de frecuencia global del receptor para una determinada curva de la relación de protección en radiofrecuencia.

#### 4. Principio general de los métodos no subjetivos

Todos los métodos no subjetivos suponen características normalizadas en la transmisión y en la recepción, como se indica en la Recomendación 559.

En los problemas de interferencia existen dos clases de perturbación:

- la diafonía del canal interferente en el canal deseado, causada por la señal de modulación,
- el batido producido entre ambas portadoras.

La perturbación causada por el batido predomina cuando la separación entre las portadoras está comprendida entre 0,25 y 5 kHz, al menos en la mayoría de los receptores actuales.

#### 5. Relaciones de protección en radiofrecuencia para la recepción por onda de superficie

##### 5.1 Señal deseada y señal interferente estables (señal deseada por onda de superficie interferida por otra señal por onda de superficie)

En el § 1 de esta Recomendación se indica un valor de 40 dB en ondas kilométricas y hectométricas para las transmisiones cocanal.

Este valor de la relación de protección en radiofrecuencia asegurará una elevada calidad de recepción. Sin embargo, en la planificación será quizás necesario adoptar valores más bajos. Este problema ha sido estudiado por la UER [CCIR, 1970-74a] y por el Japón [CCIR, 1970-74b]. Los valores propuestos son 30 dB y 26 dB, respectivamente, y de hecho ha sido acordado un valor de 30 dB por la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión en ondas kilométricas y hectométricas para las Regiones 1 y 3, mientras que la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión en ondas hectométricas (Región 2) utilizó un valor de 26 dB.

Los valores relativos de las relaciones de protección en radiofrecuencia en función de la separación entre las portadoras deseada e interferente figuran en el § 2 de esta Recomendación. Estas curvas se basan, en parte, en mediciones realizadas con arreglo al método objetivo con dos señales y en parte en cálculos (véase la Recomendación 559).

También puede observarse en las curvas la influencia de la compresión de la dinámica y de la limitación de la anchura de banda de audiofrecuencia. Sin embargo debe señalarse que sólo puede lograrse el máximo mejoramiento de la protección resultante de la limitación de la banda de paso si la no linealidad del transmisor es lo suficientemente reducida.

##### 5.2 Señal deseada estable y señal interferente fluctuante [Belger y otros, 1965]

###### 5.2.1 Desvanecimientos de corta duración

Los desvanecimientos de la señal interferente modifican el carácter de la molestia experimentada por el oyente; si, con un valor determinado de la relación señal deseada/señal interferente en audiofrecuencia, la señal interferente está sometida a fluctuaciones, la molestia se considera subjetivamente mayor. En varios documentos [CCIR, 1963-66a, b y c] se indica que, para obtener el mismo grado de satisfacción del oyente, la protección debe aumentarse en este último caso en unos 5 dB.

En el § 1 de esta Recomendación este valor está incluido en la relación de protección en radiofrecuencia.

##### 5.3 Variaciones de larga duración de la intensidad de campo

El Informe 266 y la Recomendación 435 contienen información detallada.

## 6. Relaciones de protección para la recepción por onda ionosférica

Una de las características de la recepción por onda ionosférica, sobre todo cuando se utilizan demoduladores de envolvente, es que los efectos de propagación reducen generalmente la calidad de la señal recibida provocando, por ejemplo, una distorsión en el caso de desvanecimientos selectivos. Consiguientemente, se estima que, para una recepción por onda ionosférica, es posible aplicar relaciones de protección menores que para una recepción por onda de superficie, variando los valores precisos según se trate de un servicio primario, como la radiodifusión en la banda de ondas decamétricas o de un servicio secundario, como la radiodifusión en la banda de ondas kilométricas y en la banda de ondas hectométricas, en los que el servicio primario se asegura normalmente con la onda de superficie.

No se indica ningún valor para utilizar cuando el servicio se suministra por onda ionosférica.

### 6.1 Bandas 5 (ondas kilométricas) y 6 (ondas hectométricas)

Como resultado del estudio realizado por la UER [CCIR, 1970-74a] se propuso y se adoptó por la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión (ondas kilométricas y hectométricas) para las Regiones 1 y 3, en las bandas 5 (ondas kilométricas) y 6 (ondas hectométricas), un valor de 27 dB para la relación de protección cocanal en radiofrecuencia.

### 6.2 Banda 7 (ondas decamétricas)

En la banda 7 (ondas decamétricas), como resultado de los estudios realizados en India [CCIR, 1978-82a], Estados Unidos de América, URSS y en la UER, la relación de protección en RF para la transmisión cocanal ( $\pm 10$  Hz; véase la nota) debe estar comprendida entre 27 y 40 dB para condiciones de régimen permanente. Según evaluaciones subjetivas de la calidad de recepción hechas en Japón [CCIR, 1982-86a] y en la República Popular de China [CCIR, 1982-86b], la relación de protección cocanal de 27 dB en condiciones estables, corresponde a la nota 4 de la escala de degradación de cinco notas (Recomendación 562), con una separación de frecuencias entre portadora de 100 Hz o menos.

*Nota* — La diferencia admisible entre las frecuencias portadoras en la banda 7 (ondas decamétricas) puede llegar a ser de 600 Hz y es aplicable a los transmisores que funcionan a 20 MHz hasta enero de 1990, de conformidad con el apéndice 7 del Reglamento de Radiocomunicaciones. Después de esa fecha, este valor sólo será aplicable a los transmisores de potencia no superior a 10 kW. Para todos los demás transmisores, la tolerancia de frecuencia admisible será de 10 Hz.

Para la planificación se propone un valor mínimo de 27 dB para condiciones estables y una diferencia de frecuencia no superior a 100 Hz entre las portadoras.

En los Informes 266 y 894 puede encontrarse material de interés para la determinación de los márgenes de desvanecimiento apropiados. No obstante, conviene advertir que intervienen también otros factores como la correlación entre el desvanecimiento de la señal deseada y la señal interferente.

Pueden distinguirse dos tipos de desvanecimiento horario: desvanecimientos de corta duración debidos a la interferencia entre las diferentes componentes de la señal, con un periodo de correlación de hasta unos segundos, y fenómenos de larga duración, en los que las señales promediadas durante unos minutos se desvanecen por periodos de un orden de unidades y decenas de minutos.

Los desvanecimientos horarios debidos a la interferencia de la señal deseada afectan sólo a la calidad subjetiva de la señal, que mejora considerablemente con el Control Automático de Ganancia (CAG) del receptor. Un límite de tiempo adecuado a efectos de evaluación de la calidad es el intervalo de 1 min.

Para evaluar los márgenes de desvanecimiento o fiabilidad del canal, se pueden aplicar convenientemente los datos estadísticos de los desvanecimientos horarios, caracterizados por periodos de un orden de unidades de minutos o superiores. La desviación típica de esta clase de desvanecimiento puede variar dentro de amplios límites según las condiciones ionosféricas, así como de la ubicación del trayecto, la longitud del trayecto y su dirección. Ello se aplica por igual a la señal deseada y a la señal interferente.

## 7. Datos sobre las relaciones de protección

El anexo I a la Recomendación 639 trata de los efectos que tiene la limitación de la anchura de banda en la transmisión sobre las relaciones de protección en radiofrecuencia. En [Belger y von Rautenfeld, 1958; Liedtke, 1965]; figura más información sobre las relaciones de protección. Otros datos relativos a la radiodifusión en la banda de ondas decamétricas se encuentran en la Recomendación 411. Las curvas del Informe 302 representan los datos actualmente disponibles sobre el Programa de Estudios 45E/10, y se refieren esencialmente a la relación de protección de radiofrecuencia en la Zona Tropical para un servicio de radiodifusión en bandas compartidas.

## 8. Resultados de las mediciones

En la URSS se realizaron mediciones de la relación de protección para señales estables [CCIR, 1978-82b]. Se utilizaron los siguientes criterios de calidad, como base de una experiencia:

- perceptibilidad de la interferencia como elemento de fondo del programa deseado,
- tolerancia frente a la interferencia cuando se escucha el programa vocal deseado.

Las evaluaciones cuantitativas basadas en esos criterios fueron hechas en la URSS por un número de expertos que determinaron subjetivamente si un fragmento dado del programa cumplía el criterio predeterminado.

Los resultados de las mediciones aparecen en las figs. 2, 3 y 4.

La fig. 2 representa los resultados de las mediciones de la relación de protección cocanal. El valor de  $K$  indica la proporción de expertos que hallaron que la interferencia era admisible. El programa interferente era música moderna bailable. Las partes sombreadas corresponden a un cambio de una banda de paso ancha a otra estrecha.

La fig. 3 presenta los valores de las relaciones de protección en función de la separación de frecuencias de las portadoras deseada e interferente para  $K = 0,9$ . Las partes sombreadas de las curvas corresponden a la dispersión que viene determinada por la banda de paso del receptor.

La fig. 4 muestra las curvas de selectividad del receptor y las partes sombreadas indican la dispersión de estas curvas en receptores de diferentes tipos. La fig. 4 contiene también la curva de selectividad del receptor MBF de la UER.

Además se estudió el efecto de la anchura de banda de la señal moduladora en la relación de protección para el receptor de mayor calidad. Las anchuras de banda de la señal moduladora para las señales deseada e interferente se limitaron utilizando dos filtros conmutados idénticos con frecuencias de corte  $f = 10$  kHz, 6,8 kHz y 3,4 kHz y con pendientes de respuesta en frecuencia de 90 dB/década. Los resultados de la medición revelaron que una modificación de las anchuras de banda de la señal moduladora no tiene un efecto importante en las relaciones de protección.

## 9. Evaluación subjetiva de la calidad de recepción

### 9.1 Investigaciones realizadas en la URSS

Se han realizado pruebas estadísticas y subjetivas en la URSS sobre los efectos de la distorsión y de las interferencias en un canal de radiodifusión.

Los ensayos se efectuaron empleando un método subjetivo, basado en estadísticas, con ayuda de un equipo especial que permitía comparar una reproducción sonora exenta de distorsión con otra en la que se había introducido previamente una determinada distorsión.

Estas experiencias tenían por objeto determinar la perceptibilidad de la distorsión; participaron en ellas los siguientes grupos de oyentes:

- expertos calificados (ingenieros de sonido de la radiodifusión);
- observadores sin formación musical especial ni adiestramiento en materia de apreciación de las distorsiones.

Los resultados de las experiencias se han publicado en forma de gráficos, que indican el porcentaje de perceptibilidad en función del nivel de distorsión o de interferencia introducido.

Los ensayos están basados en numerosos datos estadísticos. La coherencia de los datos obtenidos se ha comprobado por métodos estadísticos matemáticos. Los resultados se han expuesto en función:

- de diferentes tipos de distorsión lineal (a diversos niveles y para diferentes gamas de frecuencias);
- de distorsiones no lineales (cúbica, cuadrática y del tipo de «corte central»);
- del ruido de fondo (sinusoidal), y
- del ruido blanco.

La comparación de la calidad de recepción determinada por el método objetivo o por pruebas subjetivas muestra diferencias en la relación de protección que pueden llegar hasta 10 dB para una separación de frecuencias de 9 kHz [CCIR, 1974-78a].

### 9.2 Investigaciones realizadas en Japón

Los resultados de evaluaciones subjetivas efectuadas en Japón, [CCIR, 1982-86a] sobre la relación entre la calidad de recepción y la relación señal/interferencia en radiofrecuencia se representan en la fig. 5a) para la interferencia cocanal y en la fig. 5b) para la interferencia del canal adyacente. Las pruebas de escucha se hicieron utilizando tres receptores (A, F, H) y con la participación de diez expertos.

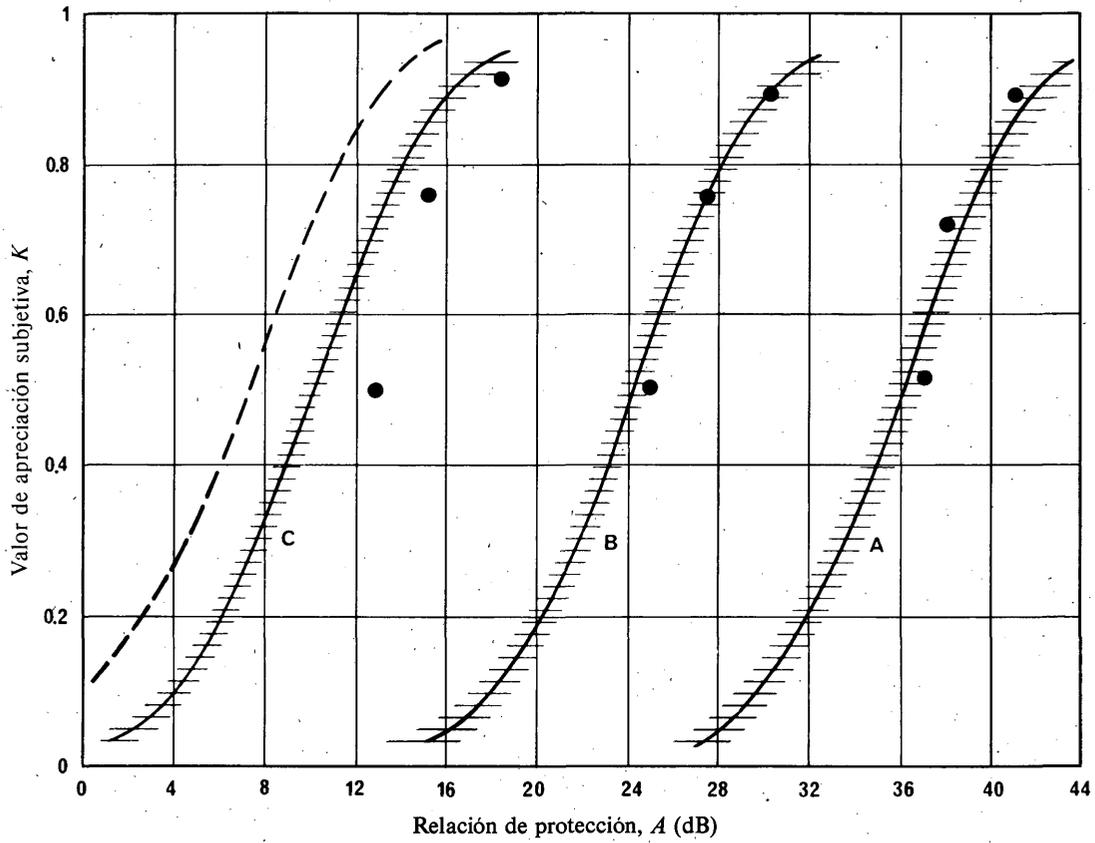


FIGURA 2 — *Medición de la relación de protección cocanal*

- : Valores medidos
- : Caso más desfavorable en el cual los programas deseado e interferente se emiten en un solo idioma, con una gran gama dinámica, sin ninguna limitación de banda y con voces de timbre similar.

Curvas A: Programa oral deseado con gran margen dinámico  
 B: Programa oral deseado con pequeño margen dinámico  
 C: Programa musical deseado con pequeño margen dinámico

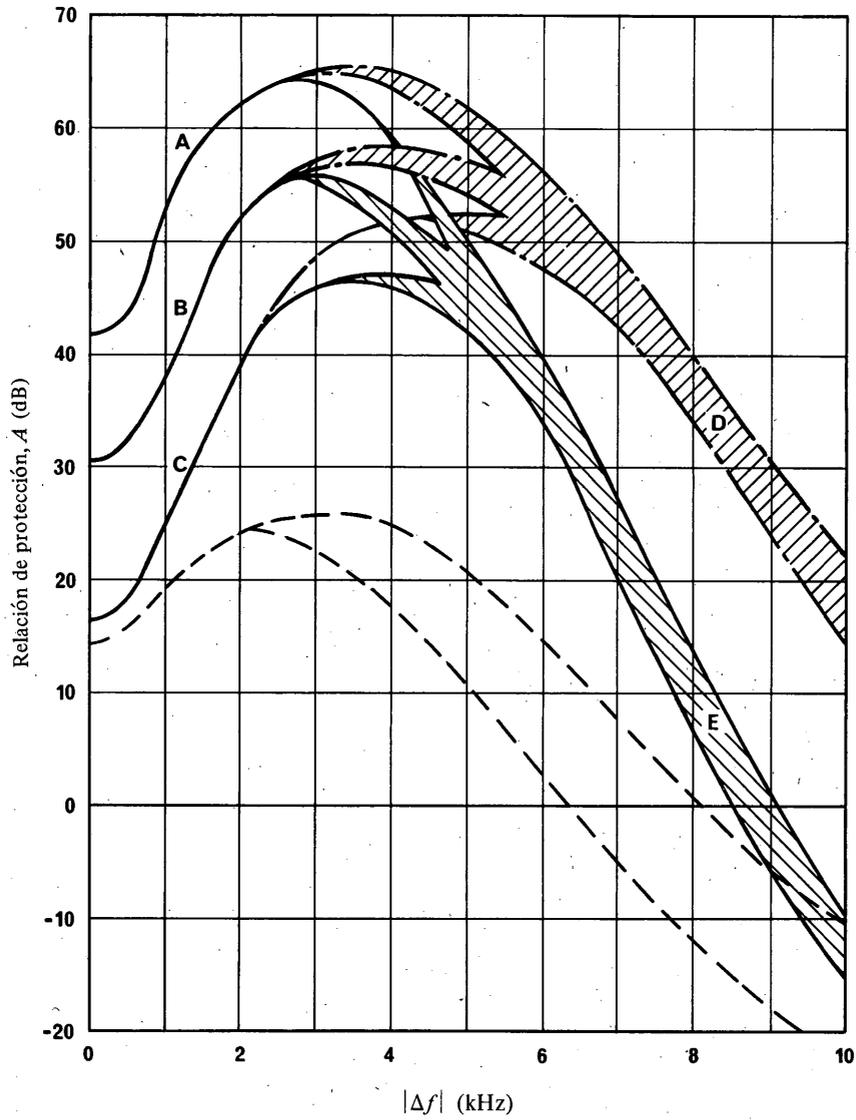


FIGURA 3 – Relación de protección en función de la separación entre portadoras

----- : Caso más desfavorable en el cual los programas deseado e interferente se emiten en un solo idioma, con una gran gama dinámica, sin ninguna limitación de banda y con voces de timbre similar.

- Curvas A: Programa oral deseado con gran margen dinámico
- B: Programa oral deseado con pequeño margen dinámico
- C: Programa musical deseado con pequeño margen dinámico
- D: Banda ancha
- E: Banda estrecha

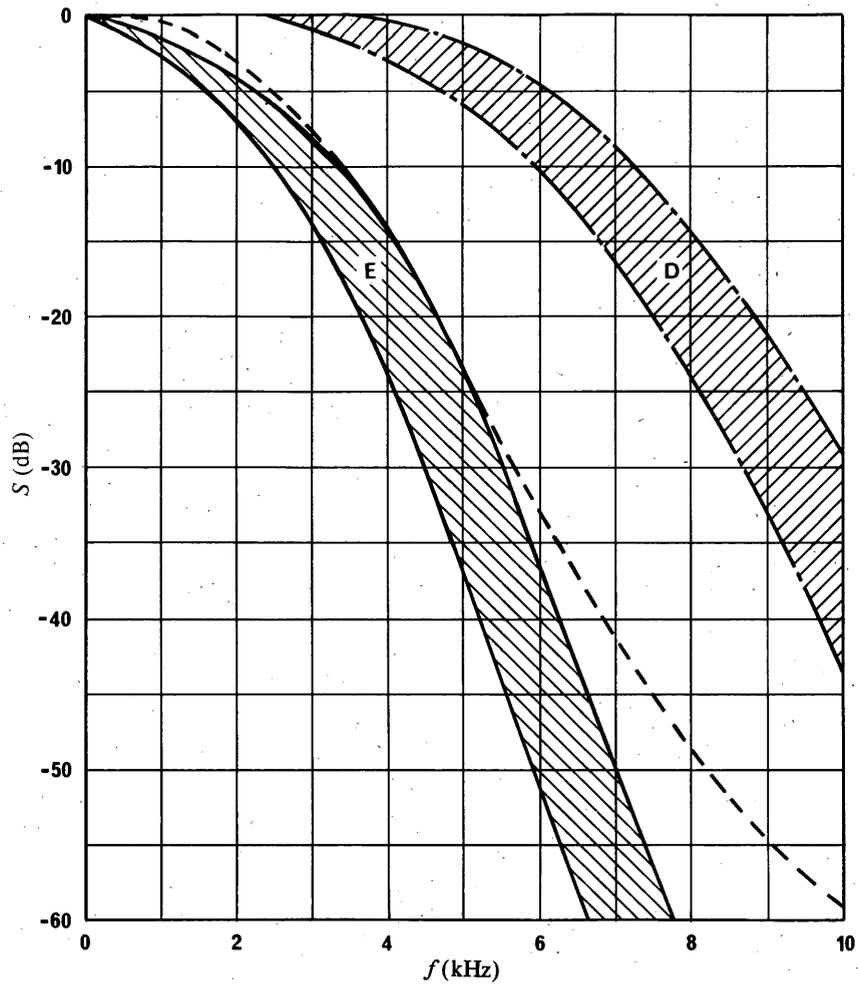
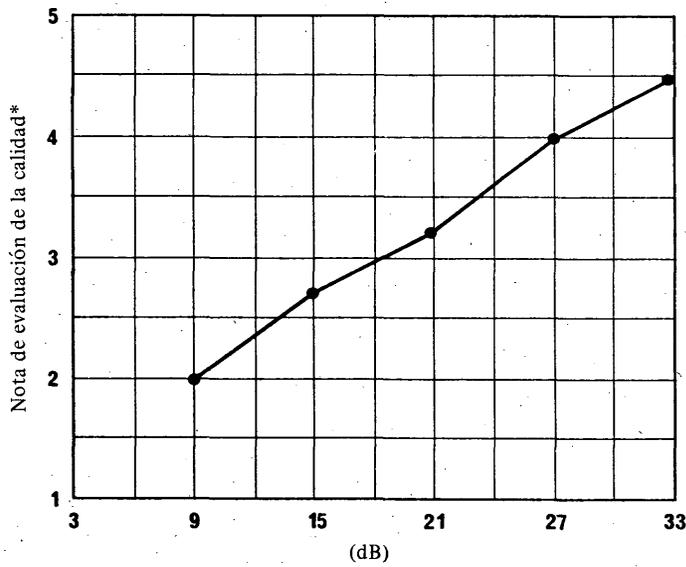


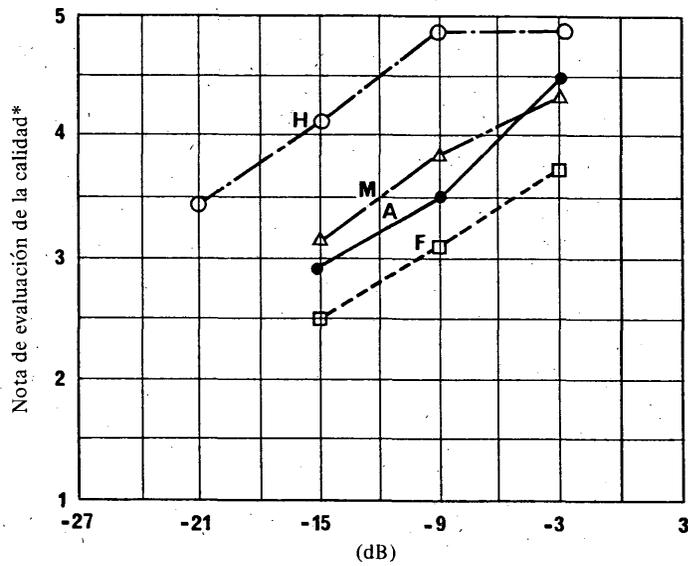
FIGURA 4 - Curvas de selectividad del receptor

--- : Receptor MBF de la UER

Curvas D: Banda ancha  
E: Banda estrecha



a) Caso de interferencia cocanal



b) Caso de interferencia del canal adyacente (separación de 10 kHz)

M: Resultados para la media de tres receptores

FIGURA 5 – Relación entre la calidad de recepción y la relación señal/interferencia en radiofrecuencia

\* Véase la Recomendación 562.

## 10. Relaciones de protección en radiofrecuencia para los transmisores de radiodifusión sincronizados

### 10.1 Estudios efectuados en la URSS

Estos estudios se realizaron para determinar la relación de protección en radiofrecuencia en la recepción de las emisiones de redes sincronizadas que comprenden dos o tres transmisores. Se han considerado métodos de sincronización, tanto de frecuencia como de fase.

#### 10.1.1 Expresión de la «relación de protección en radiofrecuencia»

En este caso, para expresar la «relación de protección en radiofrecuencia», se considera señal deseada la señal del transmisor que crea el campo más intenso y señal interferente las señales de los otros transmisores de la red sincronizada.

#### 10.1.2 Determinación del valor de la relación de protección

Para determinar la relación de protección se ha utilizado un método estadístico basado en las impresiones subjetivas de la calidad de recepción de un transmisor de una red sincronizada, por comparación con la recepción de un transmisor que no formaba parte de una red sincronizada. En las pruebas intervinieron 26 expertos del personal técnico y científico de radiodifusión.

La relación de protección se determinó, en ausencia de desvanecimientos, en laboratorio y, a continuación, se comprobó en explotación real.

Las pruebas en presencia de desvanecimiento se realizaron únicamente en redes sincronizadas en explotación real.

En todas las pruebas se empleó una profundidad máxima de modulación del 90%.

La fig. 6 muestra los valores de la relación de protección en función del defasaje entre las portadoras de dos estaciones durante el día y en ausencia de desvanecimientos. El parámetro utilizado en estas curvas es el porcentaje de expertos que dictaminaron que la calidad de la señal resultante era, por lo menos, satisfactoria. Puede observarse en esta figura que, para satisfacer al 90% de los oyentes, el valor de la relación de protección en una red de dos transmisores sincronizados tiene que ser de 4 dB (en ausencia de desvanecimientos).

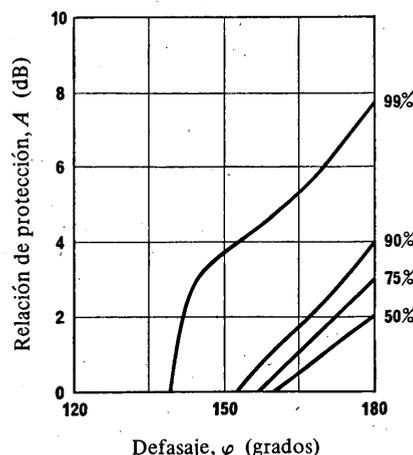


FIGURA 6 — Calidad de recepción de las emisiones habladas y musicales en función de la diferencia de fase de las frecuencias portadoras de dos transmisores sincronizados en fase (sin desvanecimientos), para diferentes porcentajes de expertos satisfechos

La fig. 7 muestra la variación de la relación de protección en función de la separación de frecuencia de dos transmisores sincronizados para diversos porcentajes de expertos que consideraron satisfactoria la calidad de recepción. Esta figura indica que, si las señales de los dos transmisores sincronizados no sufren desvanecimiento, es necesaria una relación de protección de 4 dB, lo que implica una precisión de sincronización de 0,015 a 0,02 Hz, para satisfacer al 90% de los oyentes. Con una separación de frecuencia de 0,1 Hz, la relación de protección debe alcanzar 6 dB.

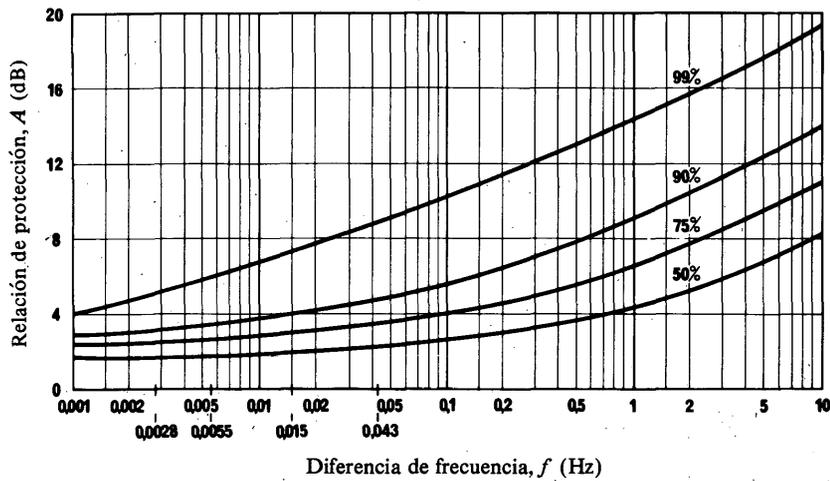


FIGURA 7 - Calidad de recepción de las emisiones habladas y musicales en función de la diferencia de frecuencia entre las portadoras de dos transmisores sincronizados en frecuencia (sin desvanecimientos)

La fig. 8 contiene resultados análogos para tres transmisores sincronizados en fase. Para satisfacer al 90% de los oyentes, la relación de protección no debe ser inferior a 3,1 dB (la norma es de 4 dB).

Se ha llegado a la conclusión de que para una calidad de recepción aceptable en presencia de desvanecimientos había que aumentar hasta 7 u 8 dB la relación de protección en el caso de dos transmisores, y hasta 6 dB en el caso de tres transmisores sincronizados.

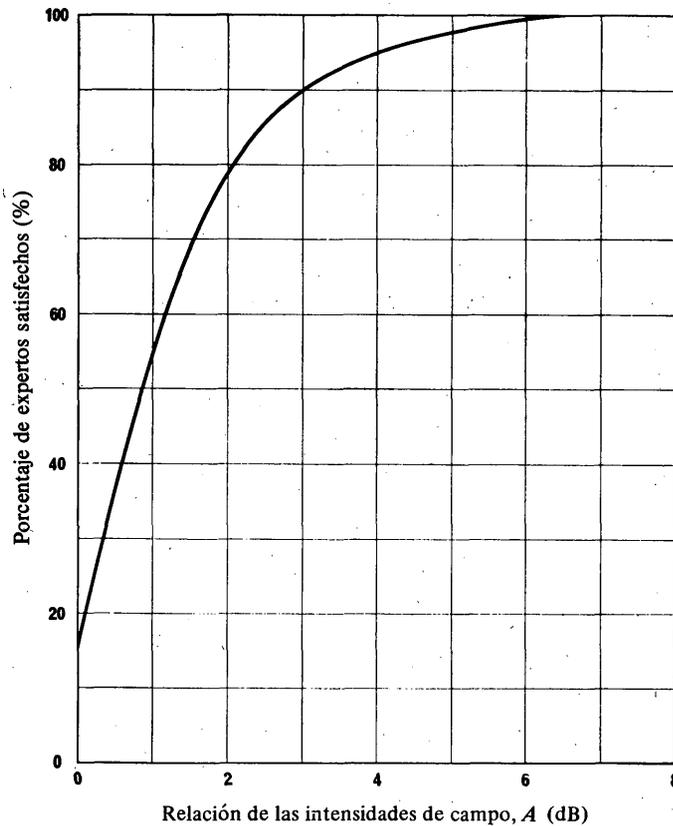


FIGURA 8 - Calidad de recepción de las emisiones habladas y musicales en función de la relación entre las intensidades de campo de tres transmisores sincronizados en fase

### 10.2 Estudios efectuados por la UER

Las técnicas de sincronización ideadas hasta 1964 (y en la mayoría de los casos todavía en uso) en diferentes países, principalmente Austria, Francia, República Federal de Alemania, Italia, Países Bajos, Noruega, Suecia, Reino Unido, Australia y Estados Unidos de América, se describen en [UER, 1974], que contiene una importante bibliografía, así como una exposición de las bases teóricas de dichas técnicas.

### 10.3 Estudios efectuados por la OIRT

La OIRT ha comprobado [Augustin y Schulze, 1973] que, en la práctica, es posible simular, con un modelo, los principales efectos de los transmisores que comparten un mismo canal (igual programa), sincronizados o no. La Rundfunk- und Fernsehtechnisches Zentralamt de la Deutsche Post, Berlín, ha desarrollado un modelo de ese tipo, interesante desde el punto de vista económico y de explotación para el estudio de los problemas de recepción en la zona en que las ondas de superficie de los transmisores sincronizados se interfieren, es decir, sin tener en cuenta los efectos del desvanecimiento ionosférico.

Utilizando el mencionado modelo, es posible estudiar en laboratorio sistemas que comparten un mismo canal, sincronizados o no. En particular, se ha observado [Augustin y Schulze, 1973] que si se mantiene una diferencia de sólo 0,1 Hz aproximadamente entre las frecuencias portadoras y se compensan los tiempos de propagación de las señales de sonido entre el estudio y los transmisores, pueden conseguirse las siguientes ventajas:

- eliminación casi total de la zona de interferencia;
- disminución de los efectos de desvanecimiento selectivo, quedando sólo los efectos de desvanecimiento en amplitud, totalmente compensados por el control automático de ganancia del receptor, sin distorsiones inaceptables.

En conclusión, puede afirmarse que es posible obtener una relación de protección de 0 dB para la recepción diurna.

Estos resultados teóricos han sido confirmados por pruebas con dos transmisores de 20 kW en ondas hectométricas entre los que mediaban unos 80 km de distancia.

### 10.4 Estudios efectuados en el Reino Unido

#### 10.4.1 Igualación del retardo de modulación

Ciertas pruebas de laboratorio realizadas por la BBC [Whyte, 1976] con objeto de estudiar la influencia del retardo de la modulación en un sistema por canal común que transmite el mismo programa, arrojaron los resultados que se indican en el cuadro I en el caso de dos portadoras con una diferencia de frecuencia del orden de 0,1 Hz moduladas por un programa musical. La degradación resultaba ligeramente inferior en el caso de modulación por la palabra.

Conocidos los contornos de la intensidad de campo en el caso de dos transmisores, los resultados del cuadro I permiten evaluar la mejora que podría resultar de la igualación del retardo de la modulación en la recepción diurna en cualquier región afectada. En la mayoría de los casos, la mejora se obtiene en la zona más extensa si los retardos de la modulación se igualan en el punto en que la recta que une ambos transmisores corta al lugar geométrico de los puntos de igual intensidad de campo; sin embargo, tal vez resulte preferible igualar los retardos de la modulación en otro punto próximo a una zona densamente poblada de la región afectada, a fin de mejorar la recepción diurna para el máximo número de oyentes.

CUADRO I

Relación entre las amplitudes de las dos portadoras (dB)	Calidad subjetiva de degradación excedida durante el 10% del tiempo en función de la diferencia de retardo de la modulación <sup>(1)</sup>					
	0	30 $\mu$ s	50 $\mu$ s	84 $\mu$ s	250 $\mu$ s	1 ms
0	4	3	2	1	1	1
- 3	5	5	4,5	2,5	1	1
6	5	5	5	5	3,5	2
9	5	5	5	5	5	5

<sup>(1)</sup> Escala de degradación subjetiva de cinco notas (Recomendación 562).

Las pruebas efectuadas en condiciones reales durante un periodo de nueve meses entre los transmisores de la BBC en ondas hectométricas (1214 kHz) de Brookmans Park (50 kW, antena directiva) y Droitwich (30 kW, antena omnidireccional) entre los que media una distancia de 145 km, han confirmado ampliamente los resultados del cuadro I y han demostrado que la disposición es viable y estable y plantea muy pocas exigencias desde el punto de vista de la explotación. Las pruebas pusieron de manifiesto los aspectos prácticos siguientes:

- Se observó que era posible conseguir y mantener en el punto de recepción elegido una ecualización de fase en unos límites de  $\pm 30^\circ$  para la banda de modulación comprendida entre 50 Hz y 4 kHz.
- Después de introducir la ecualización de fase, la distorsión residual seguía siendo apreciable en la práctica en las zonas en que la diferencia entre las intensidades de campo era inferior a 1,5 dB; en otras palabras, para una buena recepción seguía siendo necesaria una relación de protección de 1,5 dB.

#### 10.4.2 Enganche de fase de la portadora

En el Reino Unido se utiliza actualmente un sistema de enganche de fase de la portadora [Millard y otros, 1979] para tres transmisores sincronizados en la frecuencia de 200 kHz. Esos transmisores están situados en Droitwich (región central de Inglaterra), en Westerglen (cerca de Edimburgo) y en Burghead (noreste de Escocia). El enganche de fase se utiliza conjuntamente con la igualación del retardo de modulación (véase el § 10.4.1) para que las señales recibidas en las zonas entre estaciones adyacentes, (es decir, entre Droitwich y Westerglen y entre Westerglen y Burghead), con intensidades de campo aproximadamente iguales, se mantengan con las portadoras en fase y con los retardos de las envolventes de modulación igualados. Además, son excitados los tres transmisores con osciladores de rubidio de alta estabilidad. Por lo tanto, en las zonas críticas, las ondas estacionarias permanecen fijas y la distorsión se reduce al mínimo, con lo que se ofrecen a los radioyentes condiciones de escucha estables. Cuando se utilizan receptores con antenas de ferrita, la recepción sólo puede ser deficiente en las líneas que unen a los transmisores o en las proximidades de dichas líneas. En los demás lugares, los campos magnéticos tienen direcciones distintas y no se anulan [Knight, 1980].

Las experiencias adquiridas hasta la fecha indican que este método permite una buena calidad del servicio en todo el territorio nacional.

Se estudia actualmente la aplicación de la técnica a la radiodifusión por ondas hectométricas.

#### 10.5 Estudios efectuados en la India

En la India se han realizado pruebas subjetivas con el fin de determinar la relación de protección aplicable a grupos de transmisores sincronizados en la banda 7 (ondas decamétricas). Tales pruebas han indicado que la mayoría de los oyentes no observan ninguna degradación de la calidad de los programas ni siquiera en la zona donde la intensidad de campo de los transmisores sincronizados difería solamente en 2 ó 3 dB, a una distancia de unos 2000 km de los transmisores. Por tanto, se ha llegado a la conclusión de que, en el caso de transmisores sincronizados en la banda 7 (ondas decamétricas), la relación de protección cocanal apropiada sería tan sólo de 3 dB si los transmisores son excitados por un oscilador común y utilizan antenas de características de radiación vertical similares [CCIR, 1978-82c; CCIR, 1982-86c].

#### 10.6 Estudios efectuados en Japón

Desde enero de 1984 funciona en Okayama, Japón, una red sincronizada compuesta por siete transmisores en ondas hectométricas que utilizan una frecuencia de portadora idéntica en la banda de radiodifusión en ondas hectométricas [CCIR, 1982-86d]. Para mejorar la calidad de las señales recibidas en las zonas de interferencia deben cumplirse las siguientes condiciones:

- Los transmisores que constituyen una red tienen una frecuencia de portadora idéntica y están enganchados en fase entre sí, utilizando una señal de sincronización transmitida por los enlaces de relevadores radioeléctricos existentes entre los emisores de radiodifusión. Además, las dos portadoras se mantienen en fase en la zona donde ambas portadoras se propagan en la misma dirección.
- La intensidad de campo de cada uno de los emisores no debe ser inferior a 1 mV/m en las zonas de interferencia donde el número de oyentes es elevado.
- La diferencia de fase de las señales moduladoras se mantiene dentro de un margen de  $5^\circ$  en la banda de frecuencia de 80 Hz a 4 kHz en la zona de interferencia.

Siete transmisores con una frecuencia de portadora idéntica (1494 kHz) y una potencia total de 9,2 kW ofrecen una zona de cobertura de unos 80 km  $\times$  90 km, que corresponden aproximadamente a la zona (para la zona del distrito de Okayama) que proporcionaría un transmisor único de gran potencia (150 kW) situado en la estación directora. Cuando se cumplen las tres condiciones anteriores, se alcanza en la práctica una calidad bastante buena de las señales recibidas en las zonas de interferencia, siempre que la relación señal/interferencia ( $S/I$ ) no sea inferior a 1 dB (véase la fig. 9).

En la zona de cobertura, debido a su extensión, no se ha observado interferencia debida a desvanecimientos cortos o a propagación por trayectos múltiples. No obstante, en zonas de cobertura extensas ese tipo de interferencia puede dificultar el logro de los mismos resultados.

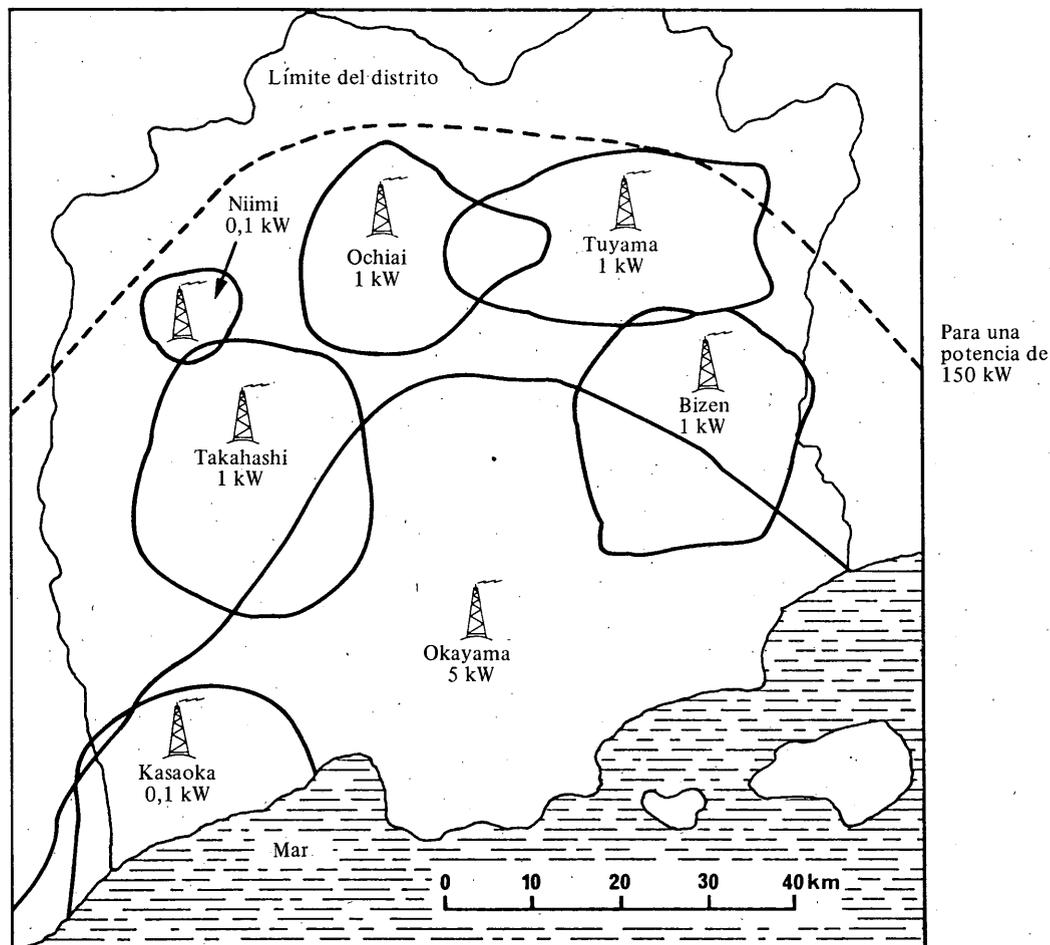


FIGURA 9— Sincronización de la cadena de transmisores radioeléctricos en ondas hectométricas que funcionan a 1494 kHz

Para todas las estaciones subordinadas: la fase de audiofrecuencia enganchada con la estación principal

Contorno: 1 mV/m

Población del distrito: 1 871 000 habitantes

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGUSTIN, E. y SCHULZE, R. [1973] Probleme des Gleichwellenrundfunks: Ein optimales Gleichwellensystem (Problemas de emisiones de radiodifusión sincronizadas: Sistema óptimo de transmisores sincronizados). *Techn. Mitt. des RFZ*, **4**, 95-97.
- BELGER, E. y von RAUTENFELD, F. [1958] Der erforderliche Gleichkanal- und Nachbarkanal-Störabstand beim amplitudenmodulierten Tonrundfunk (Relaciones de protección para las emisiones en el mismo canal y en el canal adyacente, en radiodifusión con modulación de amplitud). *Rundfunktechn. Mitt.*, **2**, 172-177.
- BELGER, E., von RAUTENFELD, F. y VOGT, K. [abril de 1965] Rapport signal/brouilleur exigé en radiodiffusion à modulation d'amplitude en présence d'un brouillage variable dans le temps. *Rev. de l'UER*, Partie A (Technique), **90**, 69-72.
- GRÖSCHEL, G. [1971] Out-of-band radiation and its influence on the adjacent channel with amplitude modulated sound broadcasting. *Nachrichtentechn. Fachber.*, **41**, 41-49.
- KNIGHT, P. [1980] Reception of phase-locked l.f. and m.f. transmissions by receivers having ferrite-rod antennas. *Electron. Lett.*, Vol. 16, 1, 40.
- LIEDTKE, G. R. [abril de 1965] Influence des caractéristiques du récepteur et de la largeur de bande émise sur le rapport signal/brouilleur HF en radiodiffusion à modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER*, Partie A (Technique), **90**, 65-68.
- MILLARD, G. H., THODAY, R. D. C. y PRICE, H. M. [1979] Synchronization of the Radio-4 (UK) transmitter chain an 200 kHz. BBC Research Report 1979/27.

- PARREAUX, D. [agosto de 1972] Détermination graphique du rapport de protection en ondes hectométriques et kilométriques (modulation d'amplitude). *Rev. de l'UER (Technique)*, **134**, 163-167.
- PETKE, G. [octubre de 1973] Calcul du rapport de protection RF en modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER (Technique)*, **141**, 227-234.
- UER [1974] Use of synchronized groups of transmitters in broadcasting. Synchronized groups of transmitters in LF and MF broadcasting. Doc. Tech., N.º 3210.
- UIT [1975] Actas Finales de la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión por Ondas Kilométricas y Hectométricas, para las Regiones 1 y 3, Ginebra, Suiza.
- WHYTHE, D. J. [1976] Reduction of mush-area distortion in common-frequency MF transmitter networks. BBC Research Report 1976/5.

*Documentos del CCIR*

- [1963-66]: a. X/5 (UER); b. X/31 (República Federal de Alemania); c. X/36 (Francia).
- [1970-74]: a. 10/266 (UER); b. 10/286 (Japón).
- [1974-78]: a. 10/324 (URSS).
- [1978-82]: a. 10/245 (India); b. 10/209 (Rev.1) (URSS); c. 10/82 (India).
- [1982-86]: a. 10/6 (Japón); b. 10/112 (China (República Popular de)); c. 10/69 (India); d. 10/209 (Japón).

BIBLIOGRAFÍA

- BACHMUTOVA, N. I., PYLAEVA, Z. D., TISHIN, S. A. y YAMPOLSKAYA, N. G. [1975] Protection ratios in LF/MF European broadcasting networks. *Elektrosviaz*, **7**, 22-24, Moscú, URSS.
- KOKOREV, A. V. [1976] Choice of adjacent channel protection ratios for LF/MF broadcasting systems. *NIIR Proc.*, **4**.
- KOKOREV, A. V. y SHLÜGER, I. S. [1977] Protection ratios in band 7 (HF). *Elektrosviaz*, **10**, 33-38.
- SHAMSHIN, V. A. y SHLÜGER, I. S. [octubre de 1975] Relaciones de protección en canales adyacentes para la radiodifusión sonora por ondas kilométricas y hectométricas (150-1605 kHz). *Boletín de Telecomunicaciones*, Vol. 42, **X**, 606-607.

*Documentos del CCIR*

- [1963-66]: X/4 + Add.1 (Alemania (República Federal de)).
- [1986-90]: 10/59 (URSS).

ANEXO IV

PARÁMETROS DE PLANIFICACIÓN EN LA BANDA 7 (ONDAS DECAMÉTRICAS)  
CONSIDERADOS POR LA CAMR HFBC(2)

La CAMR HFBC(2) estimó que las relaciones de protección en radiofrecuencia, las intensidades de campo mínimas utilizables y los márgenes de desvanecimiento de la señal son parámetros de planificación básicos que es posible mejorar mediante estudios complementarios y recomendó que la IFRB utilizase los parámetros que figuran a continuación en sus normas técnicas.

**1. Relaciones de protección en radiofrecuencia**

**1.1 Relación de protección para transmisiones no sincronizadas**

El Sistema de Planificación de la Conferencia HFBC tratará de satisfacer las necesidades con un mínima protección cocanal en RF de 17 dB sin tener en cuenta los márgenes de desvanecimiento y la interferencia de origen múltiple. En casos de congestión, esa relación puede reducirse hasta resolverla.

1.2 *Relación de protección para transmisiones sincronizadas*

La relación de protección cocanal entre transmisiones, sincronizadas de la misma red debe ser de:

Distancia $L$ entre transmisores sincronizados (km)	Relaciones de protección (dB)
$L \leq 700$	0
$700 < L \leq 2500$	4
$2500 < L$	8

1.3 *Relaciones de protección relativas en RF*

Las relaciones de protección relativas en RF ( $\alpha$ ) para las separaciones de frecuencias portadoras ( $\Delta f$ )\*, respecto a las relaciones de protección cocanal deben ser:

$\Delta f$ (kHz)	$\alpha$ (dB)
0	0
$\pm 5$	-3
$\pm 10$	-35
$\pm 15$	-49
$\pm 20$	-54

2. **Intensidad de campo mínima utilizable**

La intensidad de campo mínima utilizable debe determinarse añadiendo 34 dB al mayor de los dos valores siguientes:

- la intensidad de campo debida al ruido radioeléctrico atmosférico, contenida en el Informe 322 del CCIR,
- 3,5 dB( $\mu$ V/m), que es el nivel de ruido intrínseco del receptor.

3. **Margen de protección contra desvanecimientos de la señal**3.1 *Desvanecimientos de corta duración (durante una hora)*

La desviación de amplitud del decilo superior, respecto a la mediana de una sola señal, ha de ser de 5 dB y la desviación del decilo inferior de -8 dB.

3.2 *Desvanecimientos de larga duración (de un día a otro)*

Los valores de los desvanecimientos de larga duración, determinados por la relación entre la frecuencia de trabajo y la MUF básica aparecen en el cuadro III del Informe 266 del CCIR.

Para las transmisiones sincronizadas, debe usarse el margen de protección contra el desvanecimiento correspondiente a la señal predominante. Para los casos en que las intensidades de campo deseadas contribuyentes sean iguales, y se aplica la nota 1 del cuadro III del Informe 266 del CCIR al menos a uno de los trayectos, deben utilizarse los valores de latitudes geomagnéticas  $\geq 60^\circ$ .

\* No es necesario tener en cuenta las separaciones de frecuencia  $\Delta f$  inferiores a -20 kHz ni superiores a +20 kHz.

### 3.3 *Distribución conjunta del desvanecimiento cuando intervienen las señales deseada y no deseada*

Se considerará que los márgenes de desvanecimiento para el 10% y el 90% del tiempo son de 10 dB, excepto cuando se aplican las disposiciones de la nota. En este último caso ha de usarse un valor de 14 dB.

*Nota 1* – Si un punto del arco del círculo máximo que pasa por el transmisor y por el receptor, y que se encuentra entre puntos de control situados a 1000 km de cada extremo del trayecto llega hasta una latitud geomagnética corregida de 60° o mayor, habrá que utilizar los valores correspondientes a latitudes  $\geq 60^\circ$ .

*Nota 2* – Estos valores se refieren sólo al trayecto de la señal deseada.

*Nota 3* – Para las transmisiones sincronizadas ha de usarse el margen de desvanecimiento asociado a la señal deseada predominante. Para los casos en que las intensidades de campo deseadas contribuyentes son iguales y se aplica a la nota 1 al menos a uno de los trayectos, ha de utilizarse el valor de 14 dB para los decilos.

---

## RECOMENDACIÓN 598-1 \*

**FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS LÍMITES DE LA ZONA DE COBERTURA EN  
RADIODIFUSIÓN SONORA CON MODULACIÓN DE AMPLITUD EN  
LA BANDA 6 (ONDAS HECTOMÉTRICAS)**

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44F/10)

(1982-1990)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a)* que, en una banda de frecuencia dada, no es posible mejorar la cobertura en radiodifusión sonora con modulación de amplitud más allá de un determinado límite impuesto por factores físicos y técnicos;
- b)* que, en una determinada banda de frecuencias, la mejora de la cobertura está directamente relacionada con una utilización más eficaz del espectro;
- c)* que la utilización más eficaz del espectro únicamente puede obtenerse de la manera siguiente:
- aumentando al máximo la eficacia de todos los transmisores integrados en la red considerada;
  - reduciendo al mínimo posible los efectos de la interferencia de todos los transmisores de dicha red;
  - eligiendo una anchura apropiada para el canal;
  - disponiendo los canales radioeléctricos de manera que se reduzca al mínimo posible la interferencia en la red;
- d)* que se puede definir un factor de cobertura que represente la eficacia de la utilización del espectro radioeléctrico;
- e)* que entre los factores que influyen en la cobertura en radiodifusión en la banda 6 (ondas hectométricas) figuran:
- la intensidad de campo mínima utilizable;
  - el nivel de potencia de las emisiones de la red;
  - las relaciones de protección en radiofrecuencias;
  - la distancia entre los transmisores que utilizan el mismo canal;
  - la separación entre canales;
  - la anchura de banda de la emisión;
  - la propagación de las ondas y los factores que influyen en la propagación;
  - la distribución de los canales,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que en la planificación de las frecuencias y en la solución de los problemas de asignación de frecuencias en la banda 6 (ondas hectométricas) se aprovechen los conocimientos que se tienen en la actualidad acerca de las relaciones entre los diversos factores que influyen en la cobertura en radiodifusión, que se describen en el anexo I.

Las informaciones contenidas en el anexo I se han obtenido a partir del estudio de redes regulares, con una distribución lineal de los radiocanales, y sólo tienen en cuenta antenas de transmisión omnidireccionales.

Los aspectos prácticos de la cobertura en ondas hectométricas se indican en los anexos II, III, IV y V.

\* En los anexos II a V de la presente Recomendación se incluye el contenido de los Informes 616-3 (Dubrovnik, 1986) y 461 (Dubrovnik, 1986) que por tanto se suprimen.

## ANEXO I

## 1. Introducción

En el curso del decenio anterior a la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión por ondas kilométricas y hectométricas para las Regiones 1 y 3 (Ginebra, 1974-75), se estudiaron detenidamente en diversos países los factores que influyen en los límites de la zona de cobertura en radiodifusión sonora y sus relaciones. Los resultados obtenidos hasta la fecha permiten hacerse una idea bastante exacta de este problema y parecen representar incluso una respuesta concluyente al mismo.

Por razones evidentes, habida cuenta de la limitación de la banda de ondas hectométricas atribuida al servicio de radiodifusión, en los estudios se supuso que ningún canal se atribuiría exclusivamente a un solo transmisor en todo el mundo. Sin embargo, la asignación de un mismo canal a varios transmisores, que se supone suficientemente distantes entre sí, suscita inevitablemente problemas de interferencia cocanal.

## 2. Definición del factor de cobertura

En primer lugar se supone que, en una zona de extensión infinita, todos los transmisores (en número infinito) funcionan en la misma frecuencia con la misma potencia  $p$  (kW). La distancia entre transmisores adyacentes es  $D$  (km). En esta red de transmisores que funcionan en el mismo canal (transmisores cocanal), se logra una densidad máxima cuando cada conjunto de tres transmisores adyacentes forma un triángulo equilátero cuyos lados tienen una longitud igual a  $D$  (véase la fig. 1), y se supone que, en estas condiciones, la utilización del espectro es casi óptima. En presencia de ruido y de interferencia proveniente de las estaciones cocanal circundantes, el alcance  $R$  (km) de cada transmisor depende de:

- la frecuencia;
- las características de propagación que afectan a la intensidad de campo de las señales deseada ( $E_w$ ) e interferente ( $E_i$ );
- la intensidad de campo mínima utilizable ( $E_{min}$ );
- las relaciones de protección en radiofrecuencia ( $a_i$ ).

El alcance o radio de cobertura es la distancia, desde el transmisor deseado, a la cual la intensidad de campo producida por el transmisor deseado es igual a la intensidad de campo utilizable  $E_u$ :

$$E_u = E_w = \sqrt{E_{min}^2 + \sum_{i=1}^n (E_i \times a_i)^2} \quad (\text{véase el Informe 945})$$

*Nota* - Cuando la intensidad de campo o la relación de protección se expresa en dB( $\mu$ V/m) o dB, respectivamente, la conversión puede efectuarse mediante las siguientes fórmulas:

$$E \text{ (}\mu\text{V/m)} = 10^{\frac{E \text{ (dB } (\mu\text{V/m)})}{20}} \quad a = 10^{\frac{A \text{ (dB)}}{20}}$$

En ausencia de ruido, o cuando la interferencia predomina mucho, el alcance no depende del nivel de potencia del transmisor, pero sí en el caso opuesto.

De una forma general, el factor de cobertura,  $c$ , puede definirse como la relación entre la suma de las superficies  $S_n$  cubiertas por cada emisor trabajando en la misma frecuencia sobre una zona muy extensa y la superficie total,  $S$ , de la zona:

$$c = \sum S_n / S$$

Para determinar el factor de cobertura, en el caso teórico de una red regular la zona de extensión infinita se subdivide en zonas unitarias, cada una de las cuales se compone de dos triángulos equiláteros que tienen un lado común. En estas condiciones, cada zona unitaria corresponde a uno solo de los transmisores cocanal (véase la fig. 1). Así, el factor de cobertura (por canal) puede definirse:

- ya sea como la relación entre la zona de cobertura  $\pi R^2$  y la zona unitaria  $1/2 \sqrt{3} D^2$  (cobertura en superficie):

$$c = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \left(\frac{R}{D}\right)^2 \times 100 \quad (\%);$$

- ya sea como la relación entre las poblaciones de las dos zonas mencionadas más arriba (cobertura demográfica).

En el resto del anexo I se utilizará la noción de cobertura en superficie, ya que para poder utilizar el concepto de cobertura demográfica habría que disponer de más información sobre la distribución de la población, lo que dificultaría la realización de un estudio de carácter general.

También debe tenerse en cuenta la influencia de los demás canales en su capacidad de fuentes posibles de interferencia (por ejemplo, canales adyacentes, canal segundo). En principio, en una zona unitaria, cada canal puede asignarse a un solo transmisor. Según se desee o no la cobertura uniforme, los canales tendrán que distribuirse uniformemente dentro de la zona unitaria, de una manera geoméricamente regular y según un plan apropiado (por ejemplo, lineal) de distribución de canales, o — en el caso de una cobertura irregular — tendrán que disponerse de una manera diferente pero manteniendo una distancia suficientemente grande entre los transmisores que puedan causar o sufrir interferencia.

El factor de cobertura  $c$  se expresa normalmente en porcentaje. Si la cobertura de zona que puede obtenerse con todos los canales disponibles en la banda 6 (ondas hectométricas) excede la unidad (100%), este número representa, por término medio, el número de programas que pueden recibirse en cualquier punto de toda la zona considerada.

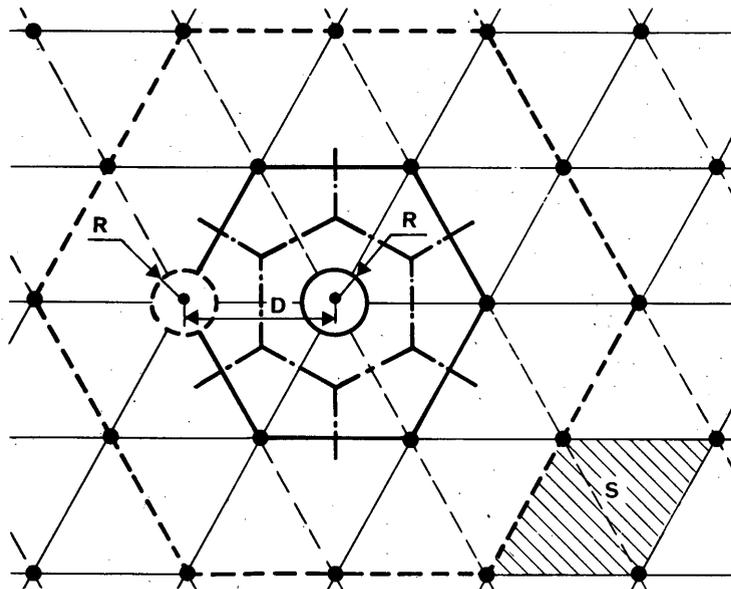


FIGURA 1 — Reticula regular del emplazamiento de los transmisores

- D: Distancia entre transmisores cocanal
- R: Radio de cobertura o alcance
- S: Zona unitaria

### 3. Factor de cobertura $c$ , en función de la distancia $D$ entre los transmisores cocanal

#### 3.1 Generalidades

Para establecer curvas que muestren la dependencia del factor de cobertura  $c$  con respecto a la distancia  $D$  entre transmisores cocanal, siendo variables los demás parámetros, se utilizaron dos métodos diferentes A y B, que tienen, sin embargo, las siguientes bases comunes:

- transmisores de igual potencia  $p$ ;
- curvas de propagación de la onda de superficie según la Recomendación 368;
- curvas de propagación de la onda ionosférica según la Recomendación 435 (tipo 1) o el Informe 575 (tipo 2);
- radiación constante en todas las direcciones azimutales y en todos los ángulos de elevación.

Los dos métodos, A y B, difieren con relación a los siguientes parámetros:

*Método A (los resultados aparecen en la fig. 2):*

- el nivel de potencia permanece inalterado ( $p = 1$  kW);
- no existe limitación a causa del ruido ( $E_{min} = -\infty$  dB);
- la relación de protección en radiofrecuencia varía, en escalones de 5 dB, entre los límites  $A = 20$  dB y  $A = 45$  dB;
- la conductividad del suelo es  $\sigma = 3 \times 10^{-3}$  S/m.

*Método B (los resultados aparecen en las figs. 3 y 4):*

- el nivel de potencia varía, en escalones de 5 dB, entre los límites  $p = 1$  kW y  $p = 1000$  kW;
- la intensidad de campo mínima utilizable es ( $E_{min} = 60$  dB( $\mu$ V/m));
- las relaciones de protección en radiofrecuencia son  $A = 40, 30$  ó  $27$  dB;
- los valores de conductividad del suelo son  $\sigma = 10^{-3}, 3 \times 10^{-3}$  ó  $10^{-2}$  S/m.

De hecho, se ha estudiado también el empleo sistemático de antenas directivas para el método B. Los resultados obtenidos indican que, en estas condiciones, no cabe esperar una mejora sustancial en la eficacia de utilización del espectro. Esto no significa, sin embargo, que no haya ninguna ventaja en emplear, en una gran proporción, antenas directivas con diagramas de radiación horizontal acordes con las condiciones particulares en materia de interferencia y cobertura (véase el anexo II).

#### 3.2 Resultados obtenidos con un modelo de Tierra plana

Las curvas de las figs. 2, 3 y 4 se presentan a título de ejemplo. Muestran la dependencia del factor de cobertura  $c$  con respecto a la distancia entre transmisores cocanal  $D$  y para una frecuencia de 1 MHz, en diversas condiciones. Las figuras tienen en cuenta los transmisores cocanal interferentes de los dos hexágonos más cercanos al transmisor deseado (véase la fig. 1). Es decir, que en los cálculos se ha incluido la interferencia proveniente de 18 estaciones, esto es, 6 estaciones a cada una de las distancias  $D, D\sqrt{3}$  y  $2D$ . Por razones de simetría, para el alcance se tomó la media cuadrática de los valores obtenidos para dos direcciones azimutales significativas:

- la dirección hacia las estaciones interferentes situadas a las distancias  $D$  y  $2D$ ,
- la dirección hacia la estación interferente a la distancia  $\sqrt{3}D$ .

En particular, la fig. 2 muestra los resultados obtenidos con el método A y es válida cuando la interferencia por onda ionosférica limita la cobertura por onda de superficie y cuando, en ausencia de ruido, no existe dependencia de la potencia. El parámetro indicado en las curvas es la relación de protección en radiofrecuencia  $A$ . También se muestra, en decibelios con relación a  $1 \mu$ V/m, la intensidad de campo  $E_1$ , del transmisor deseado en el límite de la zona de cobertura, para una potencia de transmisión de 1 kW con una antena vertical corta. Por ejemplo, los puntos de intersección de la curva formados por puntos y rayas para  $E_1 = 40$  dB, con las curvas  $c = f(D)$ , para  $A = 20$  dB derivadas para una interferencia por onda ionosférica del tipo 1 (línea de trazo continuo) o del tipo 2 (línea de trazo discontinuo), significan que si la distancia cocanal es  $D$  (abscisas de los puntos de intersección, es decir, 2800 km o 4800 km respectivamente), para una relación de protección  $A = 20$  dB, la intensidad de campo en el límite de la zona, donde la relación de protección en radiofrecuencia es  $\geq 20$  dB, es igual a 0,1 mV/m.

La fig. 2 demuestra que:

- el factor de cobertura aumenta cuando los valores de la relación de protección en radiofrecuencia disminuyen, con independencia del tipo de propagación de las señales interferentes por onda ionosférica;
- la forma general de las curvas varía considerablemente según el tipo de propagación;
- para distancias superiores a unos 1500 km, el factor de cobertura aumenta cuando la propagación de la onda ionosférica interferente es del tipo 1;
- para una propagación del tipo 2, el factor de cobertura es en gran medida independiente de la distancia cocanal;
- no existe una separación óptima clara entre transmisores cocanal mientras no existan limitaciones por ruido.

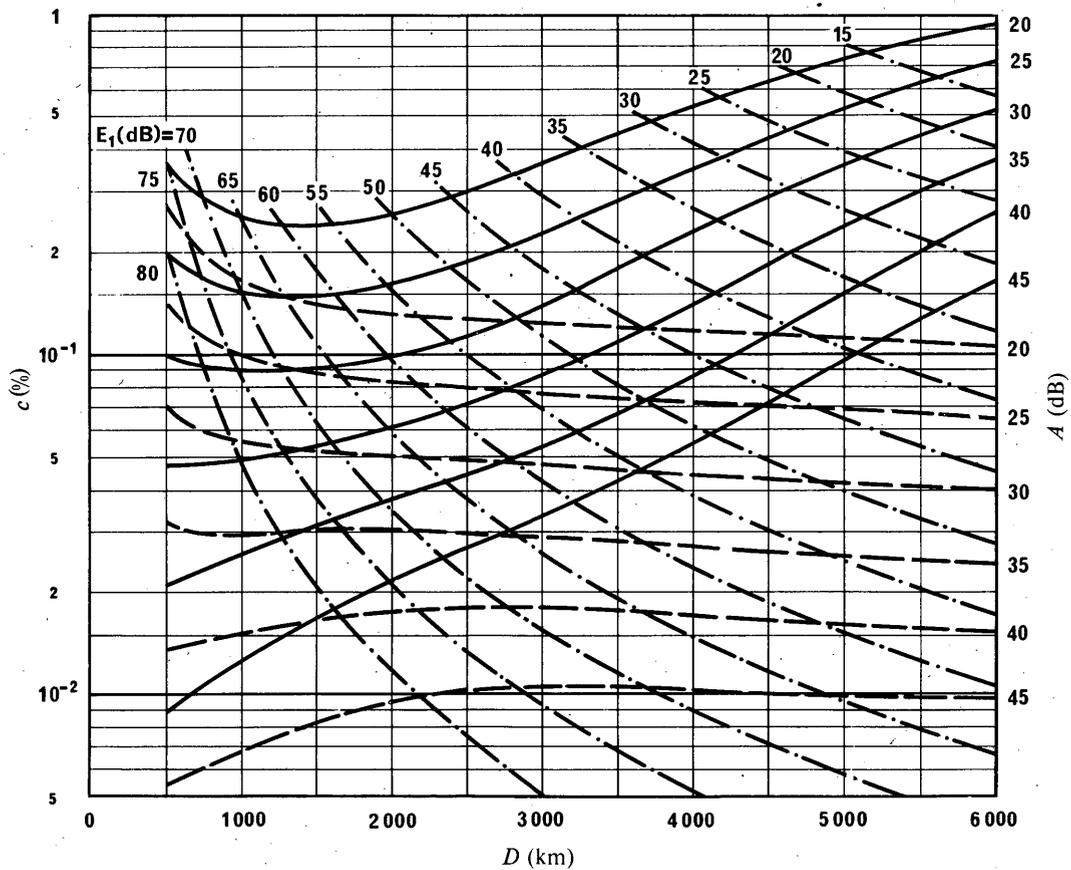


FIGURA 2 - Factor de cobertura por canal ( $c$ ) en función de la distancia entre transmisores cocanal ( $D$ ) para diversas condiciones de propagación

Parámetros: - relación de protección en radiofrecuencia,  $A$   
 - intensidad de campo del transmisor deseado en el límite de la zona de cobertura,  $E_1$ ; ( $p = 1$  kW)

Condiciones de propagación:  
 - señal útil: onda de superficie ( $\sigma = 3 \times 10^{-3}$  S/m) (Recomendación 368)  
 - señales interferentes: onda ionosférica: tipo 1 (Recomendación 435)  
 tipo 2 (Informe 575)

Sin limitación de cobertura por el ruido

Las curvas de las figs. 3 y 4 ilustran los resultados obtenidos con el método B y muestran la influencia de la potencia  $p$  (que es el parámetro indicado en las curvas), en presencia de ruido, para los tres valores de relación de protección mencionados más arriba. El factor de cobertura  $c$  se ha representado en escala logarítmica para facilitar en cada una de las figuras la comparación entre los cinco ejemplos presentados:

- servicio por onda de superficie interferido por señales de onda de superficie (condiciones diurnas): grupo de curvas A;
- servicio por onda de superficie interferido por señales de onda ionosférica (condiciones nocturnas) para los dos tipos de curvas de propagación de la onda ionosférica en estudio: grupos de curvas B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>;
- servicio por onda ionosférica interferido por señales de onda ionosférica (condiciones nocturnas) para los dos tipos de curvas de propagación de la onda ionosférica en estudio: grupos de curvas C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>;

Las figs. 3 y 4 muestran que, en presencia de ruido:

- la separación óptima entre los transmisores cocanal varía considerablemente con la potencia del transmisor;
- la separación óptima es totalmente diferente en condiciones diurnas y nocturnas;
- la cobertura es mínima cuando un servicio por onda de superficie se ve interferido por señales de onda ionosférica de los transmisores no deseados.

Las figuras muestran también que, cuando las distancias entre transmisores cocanal son inferiores a la distancia óptima, predomina la interferencia, de modo que el incremento de la potencia no aporta sino un beneficio limitado y una reducción de la potencia puede no entrañar ninguna pérdida de cobertura.

También puede verse que, cuando la onda ionosférica es del tipo 1:

- las separaciones óptimas entre los transmisores cocanal no son muy diferentes, en condiciones nocturnas, para un servicio por onda de superficie y por onda ionosférica;
- al menos con transmisores de alta potencia ( $p \geq 30$  kW), un servicio por onda ionosférica proporcionará una cobertura similar a la de un servicio por onda de superficie durante el día.

Pero los resultados son considerablemente diferentes cuando la propagación de la onda ionosférica es del tipo 2. En este caso:

- las eventuales separaciones óptimas entre los transmisores cocanal son perceptiblemente diferentes en condiciones nocturnas para un servicio por onda de superficie y un servicio por onda ionosférica;
- la cobertura para un servicio por onda ionosférica será en todo caso inferior a la de un servicio por onda de superficie durante el día.

Por último, según la conductividad del suelo, la cobertura por onda de superficie durante la noche puede aumentar, para distancias cortas, al disminuir la distancia entre transmisores cocanal. Este efecto entraña una mayor cobertura cuando las distancias entre transmisores cocanal son menores, mientras que los alcances se reducen a unos pocos kilómetros únicamente.

De las figs. 3a y 3b puede deducirse la influencia que tiene la relación de protección en radiofrecuencia sobre la cobertura, mientras que la comparación de las figs. 3b, 4a y 4b permite determinar la influencia de la conductividad del suelo.

Como es de prever, el aumento de la relación de protección se traduce en una reducción de la cobertura, lo que, al menos en parte, puede compensarse aumentando la distancia entre transmisores cocanal. Esta pérdida de cobertura es particularmente pronunciada en el caso del servicio nocturno por onda ionosférica obtenido con las curvas del tipo 2.

Análogamente, al disminuir la conductividad del suelo, se reduce la cobertura por onda de superficie, tanto de día como de noche. Esto puede remediarse en cierta medida reduciendo la distancia entre transmisores cocanal, pero únicamente en condiciones diurnas. Como es natural, la conductividad del suelo no tiene efecto alguno sobre la cobertura por onda ionosférica.

### 3.3 Resultados obtenidos con un modelo de Tierra esférica

En el caso de interferencia por ondas ionosféricas, ya sea en el servicio por onda de superficie o bien en el servicio por onda ionosférica, las distancias más adecuadas entre los transmisores que trabajan en un mismo canal, son del orden del radio de la Tierra, de modo que es preciso tener en cuenta la forma esférica de la Tierra. Así se ha hecho en [Eden y Minne, 1969], donde se ha estudiado únicamente el caso del servicio por onda ionosférica, habiéndose tenido en cuenta la interferencia eventual de los transmisores cocanal más próximos, todos ellos equidistantes.

Se ha tratado de cubrir una esfera mediante una red de triángulos esféricos equiláteros. Puede demostrarse que esto puede conseguirse sustituyendo, en una primera aproximación, la esfera por un poliedro: entre ellos, el tetraedro, el octaedro y el icosaedro, dan superficies formadas por 4, 8 y 20 triángulos equiláteros, respectivamente. Estos triángulos pueden extenderse sobre una superficie plana, pudiéndose conseguir entonces sin dificultad una distribución lineal de los canales.

Sin embargo, cuando se reconstruyen los poliedros, ciertos triángulos tendrán vértices o lados comunes con otros triángulos, de los que estaban separados en el desarrollo sobre el plano. En estos grupos de triángulos la distribución de canales no es necesariamente lineal, por lo que existirán restricciones en la utilización de los canales que figuren en estos triángulos. El porcentaje máximo de triángulos no utilizables, en relación con el número total, será, como máximo, del 40% en el caso del icosaedro, del 25% en el caso del octaedro y del 50% en el caso de tetraedro. Ahora bien, en la mayoría de los casos pueden no tenerse en cuenta estos triángulos, puesto que las tierras ocupan solamente un tercio de la superficie del globo. Por consiguiente, siempre es posible utilizar los resultados obtenidos considerando redes planas.

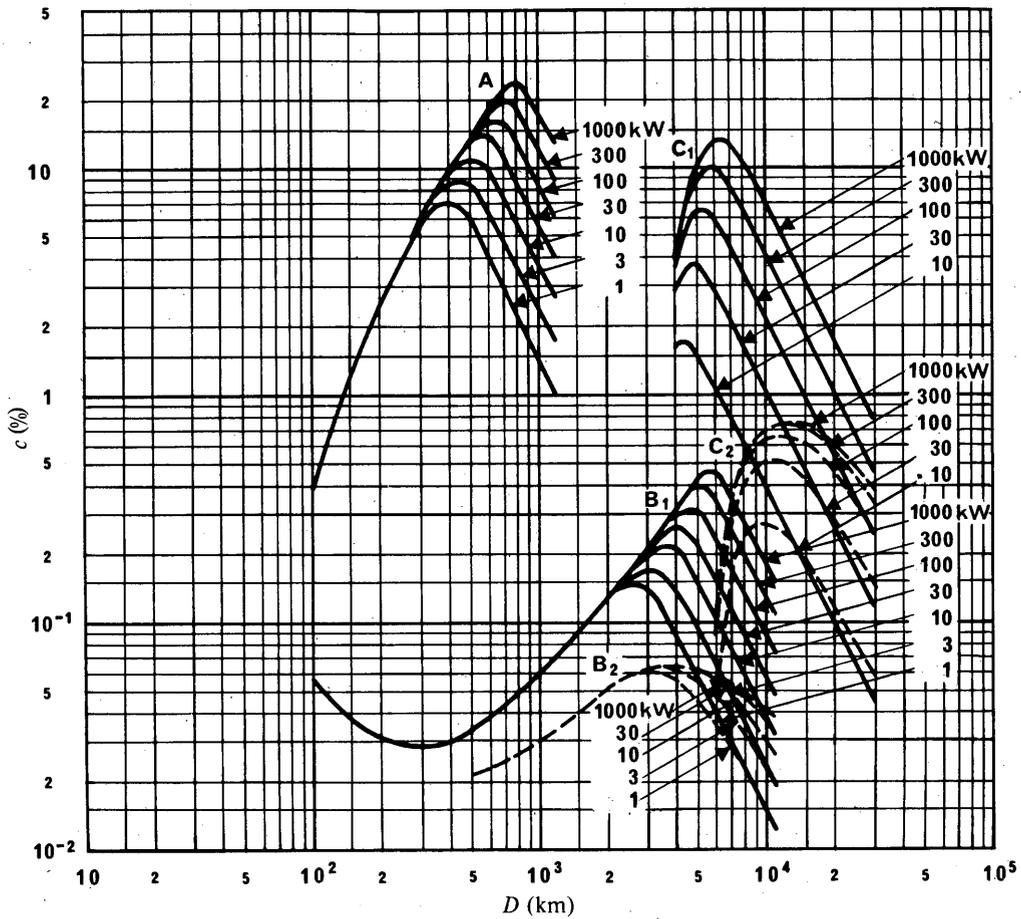


FIGURA 3a – Factor de cobertura por canal ( $c$ ) en función de la distancia entre transmisores cocanal ( $D$ ) para diversas condiciones de propagación

Parámetro: p.r.a.v. del transmisor,  $p$  (kW); ( $p$  es constante para todos los ángulos de elevación)

Familias de curvas ( $f = 1$  MHz):

- A: Servicio por onda de superficie en condiciones diurnas
- B: Servicio por onda de superficie en condiciones nocturnas
- C: Servicio por onda ionosférica en condiciones nocturnas

Condiciones de propagación:

- onda de superficie: Recomendación 368
- onda ionosférica: tipo 1 (índice 1): Recomendación 435  
tipo 2 (índice 2): Informe 575

Intensidad de campo mínima utilizable:  $E_{min} = 60$  dB( $\mu$ V/m)

Conductividad del suelo:  $\sigma = 10^{-2}$  S/m

Relación de protección:  $A = 40$  dB

Si se supone que para cubrir las superficies terrestres se utilizará en realidad un 50% de las superficies triangulares y se tiene en cuenta que en cada dos superficies triangulares se utiliza el número total de canales disponibles, es evidente que en estas circunstancias cada canal puede utilizarse exactamente 0,25 veces el número de planos triangulares existentes. Cabe señalar que esta restricción en el empleo de cualquier canal es imputable exclusivamente a la extensión y a las propiedades de la superficie de la Tierra, y que las distancias entre transmisores cocanal resultantes de la elección del poliedro serían de unos 12 740 km, 10 000 km y 7050 km para un tetraedro, un octaedro y un icosaedro, respectivamente. Pueden obtenerse distancias más pequeñas entre transmisores cocanal y, por consiguiente, un número mayor de transmisores cocanal, subdividiendo los triángulos equiláteros esféricos en triángulos más pequeños, aunque éstos sólo serán equiláteros después de su desarrollo en un plano.

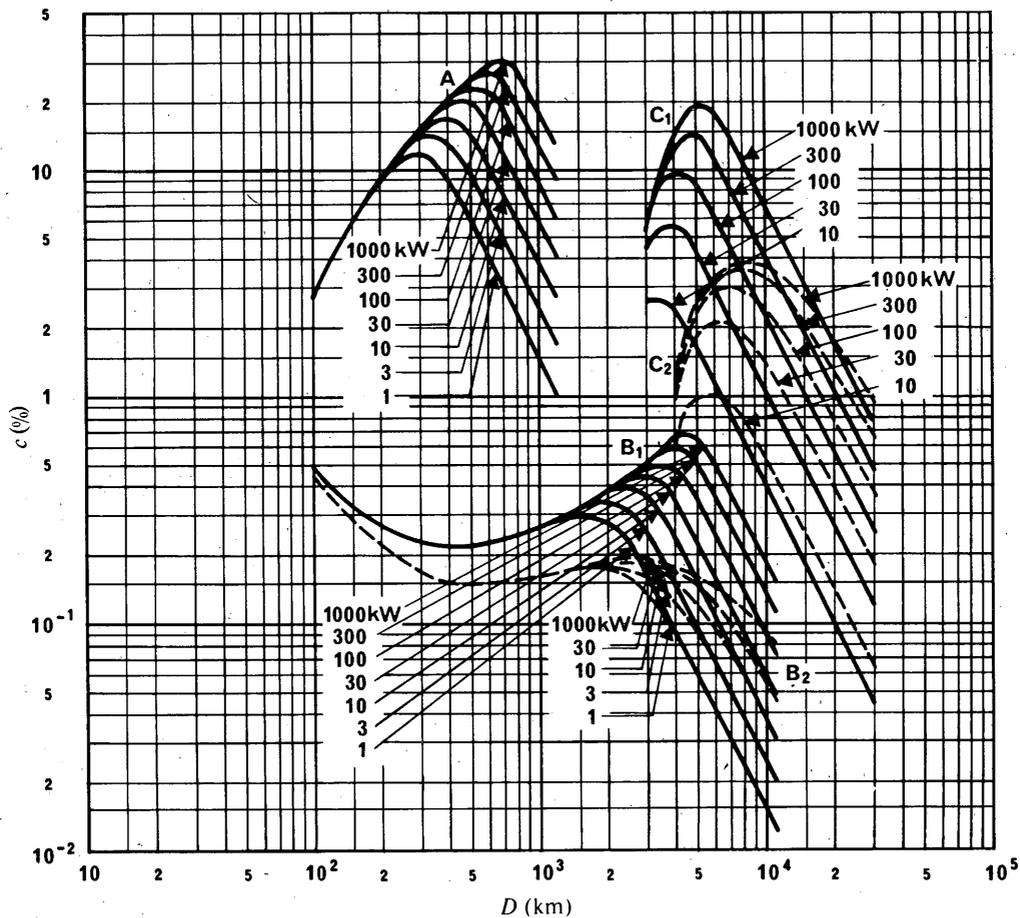


FIGURA 3b – Factor de cobertura por canal ( $c$ ) en función de la distancia entre transmisores cocanal ( $D$ ) para diversas condiciones de propagación

Parámetro: p.r.a.v. del transmisor,  $p$  (kW); ( $p$  es constante para todos los ángulos de elevación)

Familias de curvas ( $f = 1$  MHz):

- A: Servicio por onda de superficie en condiciones diurnas
- B: Servicio por onda de superficie en condiciones nocturnas
- C: Servicio por onda ionosférica en condiciones nocturnas

Condiciones de propagación:

- onda de superficie: Recomendación 368
- onda ionosférica: tipo 1 (índice 1): Recomendación 435  
tipo 2 (índice 2): Informe 575

Intensidad de campo mínima utilizable:  $E_{min} = 60$  dB( $\mu$ V/m)

Conductividad del suelo:  $\sigma = 10^{-2}$  S/m

Relación de protección:  $A = 30$  dB

Es posible mostrar ahora, como resultado final, en un solo diagrama, la relación completa entre:

- el número de transmisores,  $b$ , que utilizan el mismo canal;
- la distancia entre transmisores cocanal,  $D$ ;
- la potencia necesaria del transmisor,  $P$ , y
- el factor de cobertura,  $c$ , que se puede obtener.

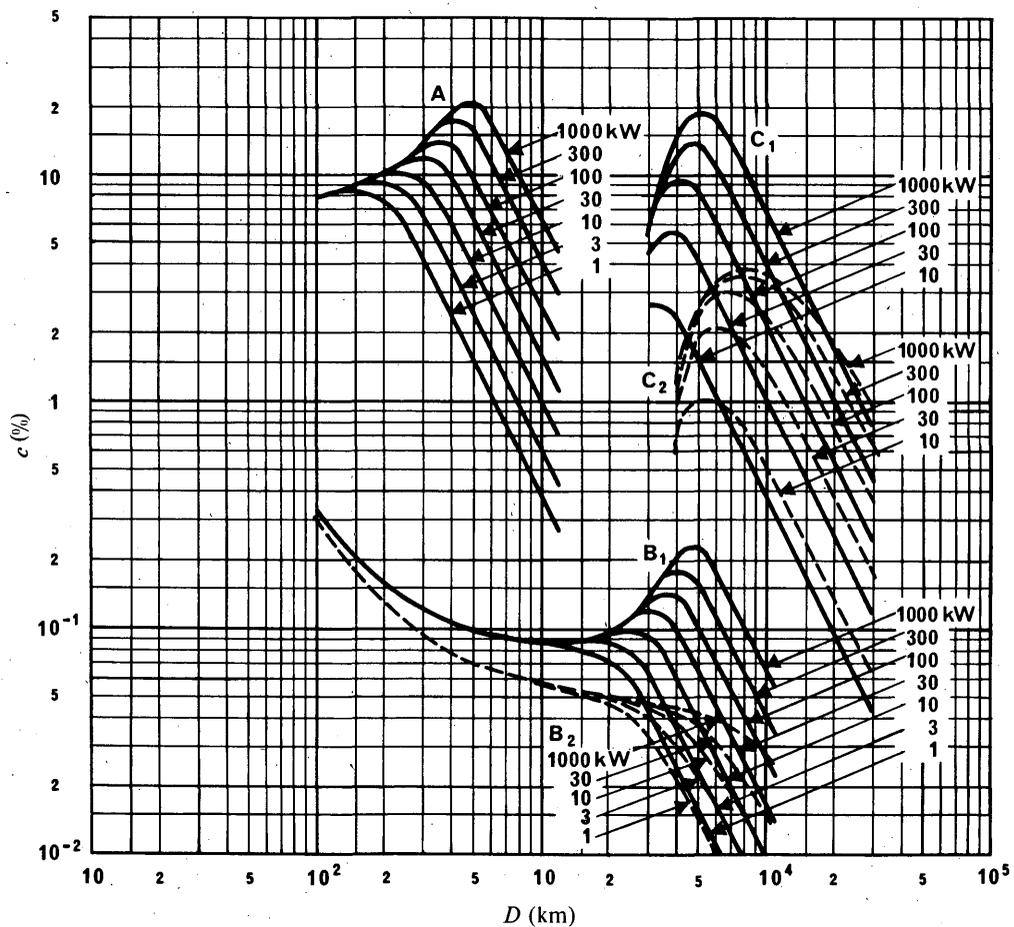


FIGURA 4a - Factor de cobertura por canal ( $c$ ) en función de la distancia entre transmisores cocanal ( $D$ ) para diversas condiciones de propagación

Parámetro: p.r.a.v. del transmisor,  $p$  (kW); ( $p$  es constante para todos los ángulos de elevación)

Familias de curvas ( $f = 1$  MHz):

- A: Servicio por onda de superficie en condiciones diurnas
- B: Servicio por onda de superficie en condiciones nocturnas
- C: Servicio por onda ionosférica en condiciones nocturnas

Condiciones de propagación:

- onda de superficie: Recomendación 368
- onda ionosférica: tipo 1 (índice 1): Recomendación 435  
tipo 2 (índice 2): Informe 575

Intensidad de campo mínima utilizable:  $E_{min} = 60$  dB( $\mu$ V/m)

Conductividad del suelo:  $\sigma = 3 \times 10^{-3}$  S/m

Relación de protección:  $A = 30$  dB

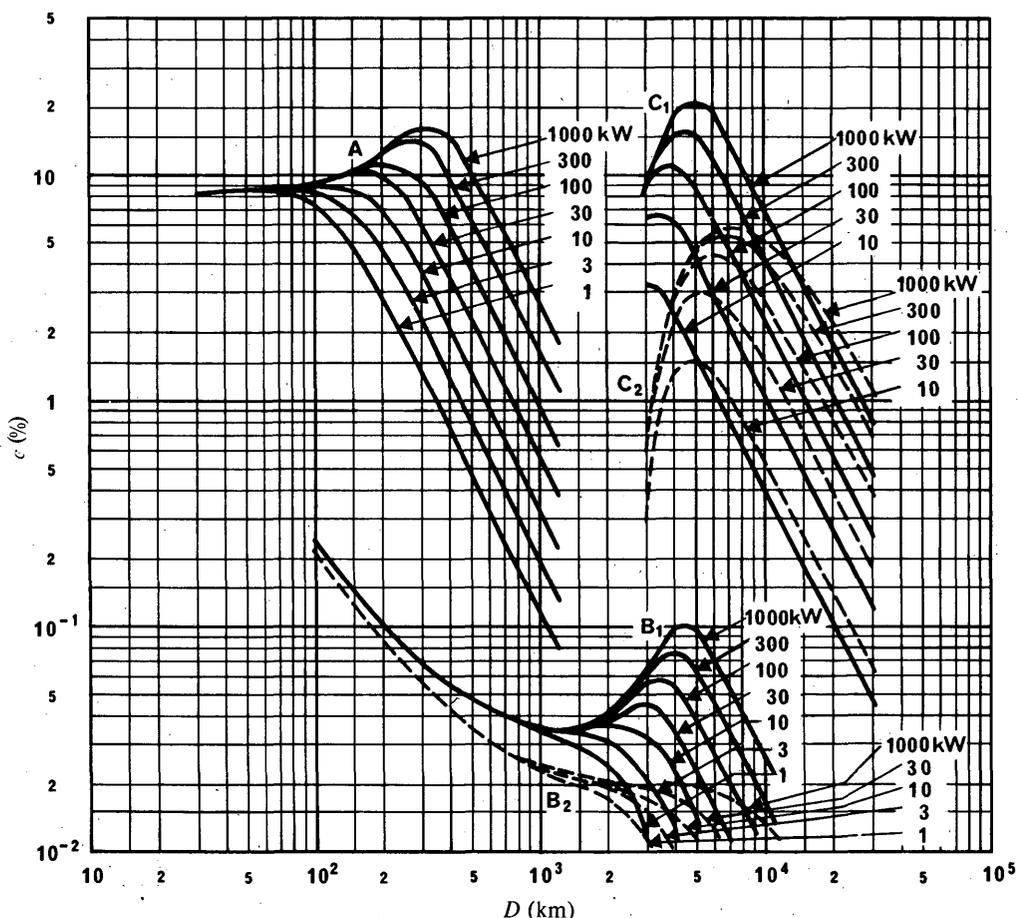


FIGURA 4b - Factor de cobertura por canal ( $c$ ) en función de la distancia entre transmisores cocanal ( $D$ ) para diversas condiciones de propagación

Parámetro: p.r.a.v. del transmisor,  $p$  (kW); ( $p$  es constante para todos los ángulos de elevación)

Familias de curvas ( $f = 1$  MHz):

- A: Servicio por onda de superficie en condiciones diurnas
- B: Servicio por onda de superficie en condiciones nocturnas
- C: Servicio por onda ionosférica en condiciones nocturnas

Condiciones de propagación:

- onda de superficie: Recomendación 368
- onda ionosférica: tipo 1 (índice 1): Recomendación 435  
tipo 2 (índice 2): Informe 575

Intensidad de campo mínima utilizable:  $E_{min.} = 60$  dB( $\mu$ V/m)

Conductividad del suelo:  $\sigma = 10^{-3}$  S/m

Relación de protección:  $A = 27$  dB

La fig. 5 ilustra este resultado. Debe advertirse que el valor absoluto que se fije para cualquiera de estos parámetros determinará los valores de todos los demás. Cuando se utiliza la fig. 5 conviene tener presente que la misma sólo puede dar una idea aproximada de estas relaciones.

Utilizando las mismas hipótesis que en el caso anterior, se ha calculado, en un estudio complementario, el efecto de la relación de protección en radiofrecuencia sobre el factor de cobertura. Los resultados se indican en la fig. 6 y ponen de manifiesto que el factor de cobertura aumenta más rápidamente cuando los valores de la relación de protección en radiofrecuencia disminuyen, para una distancia reducida entre los transmisores que funcionan en la misma frecuencia. Por ejemplo, para una distancia de 3000 km, el factor de cobertura es 100 veces mayor cuando la relación de protección en radiofrecuencia es de 20 dB que cuando es de 40 dB.

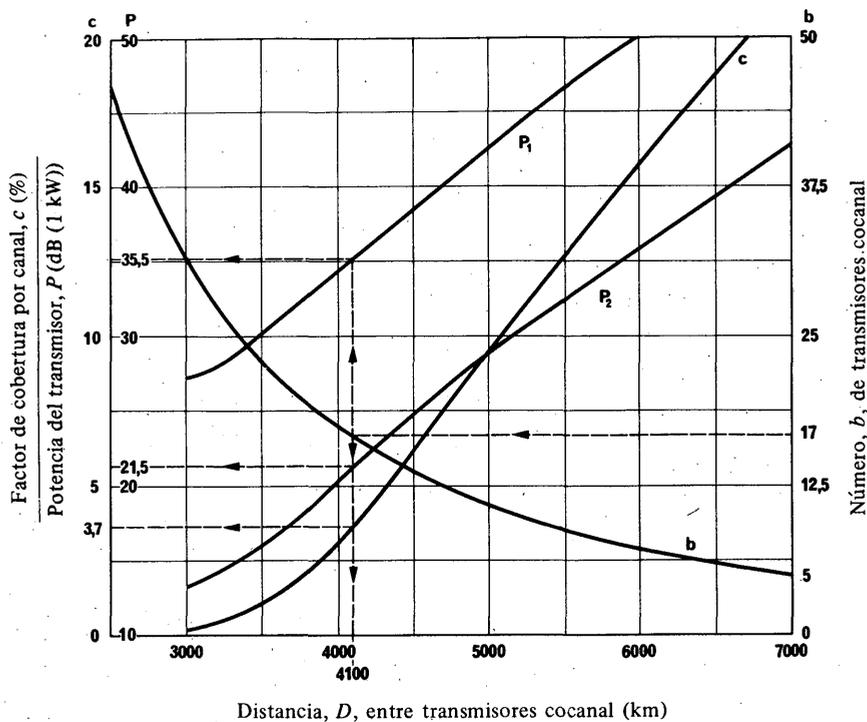


FIGURA 5 – Número  $b$  de transmisores, potencia  $P$  del transmisor y factor  $c$  de cobertura por transmisor en función de la distancia  $D$  entre transmisores cocanal

Curvas  $P_1$ : Potencia del transmisor (dB (1 kW)) para  $E_{min} = 74$  dB( $\mu$ V/m)  
 $P_2$ : Potencia del transmisor (dB (1 kW)) para  $E_{min} = 60$  dB( $\mu$ V/m)  
 $b$ : Número de transmisores cocanal  
 $c$ : Porcentaje del factor de cobertura por canal  
 Relación de protección en radiofrecuencia: 40 dB  
 Frecuencia  $f$ : 1 MHz

*Ejemplo:*

Si el número  $b$  de transmisores que comparten el mismo canal es de 17, la distancia  $D$  entre los transmisores de este canal será de 4100 km, el factor  $c$  de cobertura por canal será de 3,7% y la p.r.a.v. de cada transmisor para que la cobertura quede limitada por las interferencias (más bien que por el ruido) será de:

$$P = 21,5 \text{ (dB (1 kW)) para } E_{min} = 60 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$$

$$P = 35,5 \text{ (dB (1 kW)) para } E_{min} = 74 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$$

#### 4. Factor de cobertura en función de la separación entre canales

La UER y Japón han investigado la influencia de la separación entre canales en la cobertura de zona en ondas hectométricas, para los servicios tanto por onda de superficie como por onda ionosférica durante la noche, para separaciones entre canales entre 5 y 10 kHz. Los estudios se basaron en distribuciones regulares de los canales y en la curva de relación de protección en radiofrecuencia de la Recomendación 560. Además, se supuso que el número de transmisores  $N$  en una zona determinada permanecía constante cuando se hacía variar la separación entre canales; se tomó como hipótesis la región formada por las Zonas Europea y Africana de Radiodifusión (aproximadamente  $42 \times 10^6$  km<sup>2</sup>). Se realizaron estudios análogos en la URSS [Schlüger, 1975] basados, sin embargo, en una curva de relaciones de protección en radiofrecuencia de receptores de alta calidad con anchuras de banda ajustables, que son de uso corriente en dicho país [Kokorev, 1976]. Se calculó la cobertura de zona total, con varias hipótesis, y algunos de los resultados obtenidos por la UER y Japón se presentan en la fig. 7 (servicio por onda de superficie) y en la fig. 8 (servicio por onda ionosférica), que muestran el factor de cobertura en función de la separación entre canales entre los límites indicados, para diversos números de asignaciones de frecuencia como parámetro.

Las figs. 7 y 8 muestran que se obtiene la máxima cobertura cuando la separación entre canales es de aproximadamente 8 kHz, casi independientemente de la diversas hipótesis presentadas, y en particular del número de asignaciones dentro de la zona de que se trata. Sin embargo, el valor absoluto de la cobertura no depende mucho del número de asignaciones cuando el servicio se proporciona por onda de superficie (fig. 7), pero sí depende mucho de este parámetro en el caso del servicio por onda ionosférica (fig. 8).

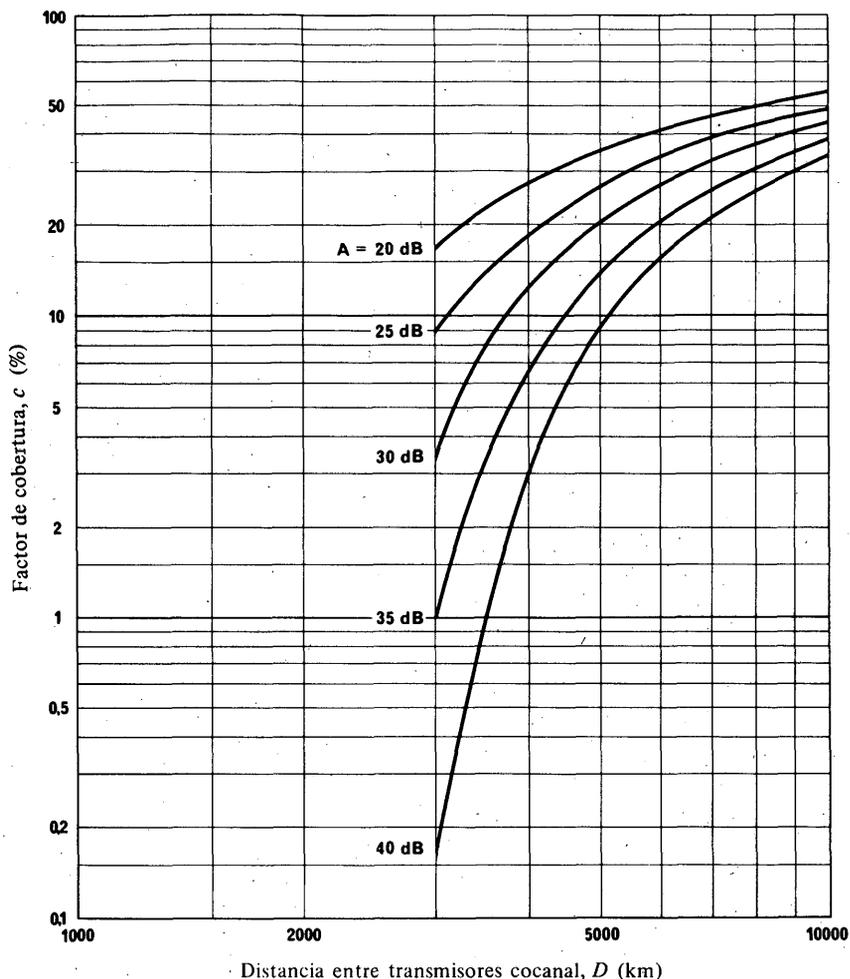


FIGURA 6 – Factor de cobertura,  $c$ , para una Tierra esférica en función de la distancia entre transmisores,  $D$ , con la relación de protección en radiofrecuencia,  $A$ , como parámetro

Frecuencia: 1 MHz

Los resultados obtenidos en la URSS indican que se puede esperar la máxima cobertura con una separación entre canales de aproximadamente 9 kHz. Puesto que las bases técnicas de los estudios realizados en varias partes del mundo son casi idénticas, a excepción de la curva de la relación de protección en radiofrecuencia, salta a la vista que la diferencia de los resultados obedece exclusivamente a las formas diferentes de las curvas de relaciones de protección en radiofrecuencia utilizadas.

La fig. 9 puede ayudar a explicar que sólo haya un valor óptimo específico para cada conjunto de condiciones básicas, es decir, 8 kHz o 9 kHz, respectivamente.

Si se requieren  $N$  asignaciones de frecuencia en la banda 6 (ondas hectométricas) para transmisores (o grupos sincronizados) en una zona determinada  $S$  y sólo ha de tenerse en cuenta la interferencia cocanal, la cobertura aumenta a medida que disminuye la separación entre canales, aumentando así el número de los canales disponibles. Es evidente que, en tal caso, también aumentará la distancia media entre transmisores cocanal (curva A de la fig. 9) y que esto reducirá la interferencia. En este caso, sería preferible utilizar valores bajos de separación entre canales.

Pero si en lugar de la interferencia cocanal hubiese que tener en cuenta la interferencia de canal adyacente, sin que varíen los restantes parámetros, la interferencia aumentaría y, por lo tanto, la cobertura disminuiría a medida que disminuyese la separación entre canales (curva B de la fig. 9). Por eso, en este caso convendría utilizar valores altos de separación entre canales.

En la práctica, sin embargo, es preciso tener en cuenta ambos tipos de interferencia, y salta a la vista que la curva de cobertura en función de la separación de frecuencia estará por debajo de las dos curvas que acabamos de examinar.

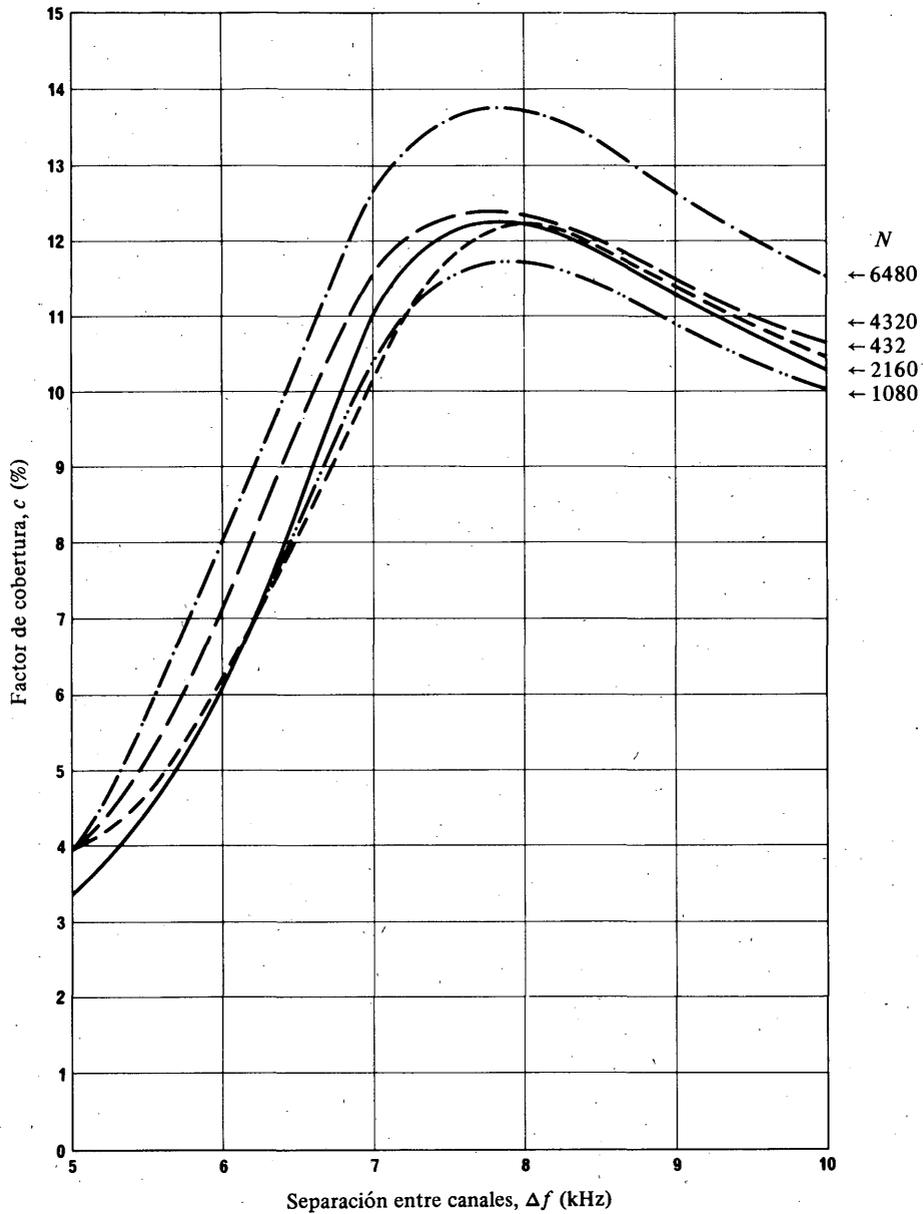


FIGURA 7 – Cobertura,  $c$ , que puede obtenerse en la banda de 1080 kHz con  $N$  estaciones en una zona de  $42 \times 10^6 \text{ km}^2$  con un servicio nocturno por onda de superficie

*Curva de propagación utilizada:*

Onda de superficie:	Recomendación 368 ( $\sigma = 3 \times 10^{-3} \text{ S/m}$ ) a 1 MHz
Onda ionosférica:	Informe 575 (Kyoto, 1978)
Relación de protección, $A$ :	26 dB
Curva de la relación de protección para el canal adyacente:	Recomendación 560, curva A

Además, a juzgar por la forma de las dos curvas límite, es muy probable que la curva resultante tenga un máximo y, de hecho, hay un máximo (curva C de la fig. 9), aunque es relativamente poco pronunciado.

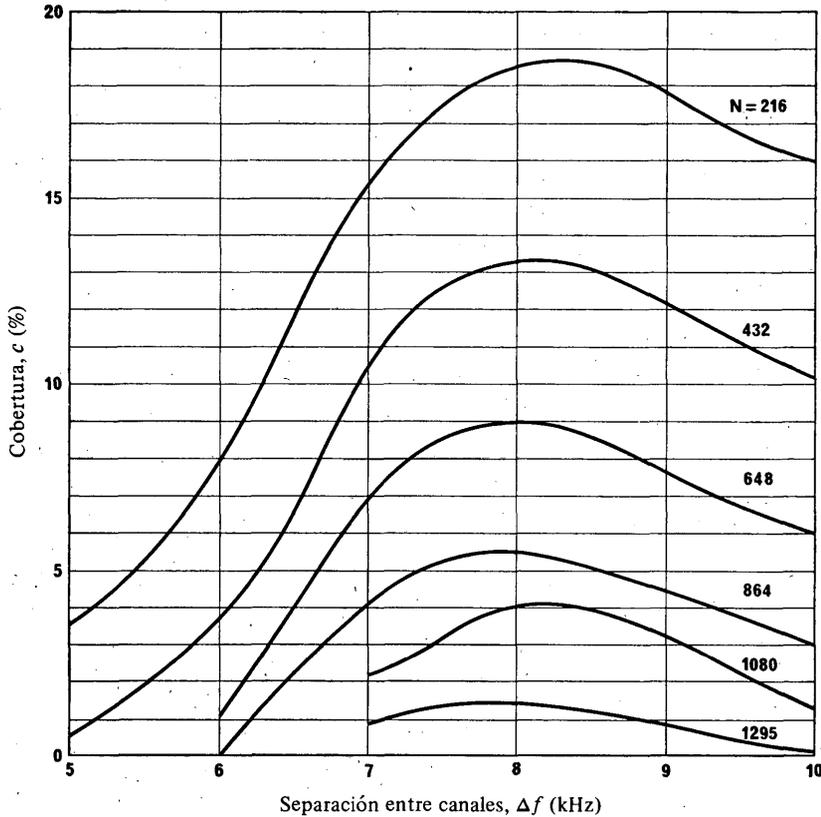


FIGURA 8 - Cobertura,  $c$ , que puede obtenerse por onda ionosférica con todos los canales disponibles en la banda de ondas hectométricas

Parámetro: Número de asignaciones de frecuencia,  $N$

- Hipótesis de base:
- Superficie total:  $42 \times 10^6 \text{ km}^2$
  - Relación de protección cocanal para la intensidad de campo mediana: 27 dB
  - Relaciones de protección relativas: curvas de la Recomendación 560
  - Cada transmisor deseado sufre interferencias de tres transmisores cocanal y de otros tres en el canal adyacente
  - Curvas de propagación por onda ionosférica:
    - señal deseada: Informe 575 (Kyoto, 1978)
    - señal interferente: Informe 575, nota a la ecuación (4) [Eden y Minne, 1973]

En otro estudio se ha demostrado que la separación óptima entre canales correspondiente a la cobertura máxima depende principalmente de la curva de relación de protección en radiofrecuencia y corresponde concretamente a un valor  $A_{rel} = -20 \text{ dB}$ , aproximadamente. En consecuencia, los diferentes resultados obtenidos en diversas partes del mundo no son en modo alguno contradictorios; más bien confirman, hasta cierto punto, la utilidad de este estudio adicional.

Mediante la familia de curvas de la fig. 10 se puede determinar de manera sencilla y eficaz la separación óptima entre canales para una curva dada de relación de protección en radiofrecuencia. La fig. 10 representa el factor de cobertura en función de la separación entre canales, habiéndose tenido en cuenta tanto la interferencia cocanal, como la del canal adyacente, pero, a estos efectos, la relación de protección del canal adyacente se utiliza como un parámetro que es independiente de la separación entre canales. Por eso las curvas de la fig. 10 pueden utilizarse con la fig. 1 de la Recomendación 560 o con cualquier otra curva pertinente que dé la relación de protección relativa en radiofrecuencia para los fines considerados. Si en la fig. 10 se marca, para cada separación entre canales, la curva que representa la relación de protección relativa real en radiofrecuencia, por ejemplo, mediante un pequeño círculo (así se ha hecho en la fig. 10 con la curva de relación de protección en radiofrecuencia C de la Recomendación 560) o un pequeño cuadrado (que representa los valores relativos de la relación de protección en radiofrecuencia obtenidos con los receptores de alta calidad y banda de paso ancha utilizados en la URSS), la sucesión de estos pequeños círculos y cuadrados mostrará la dependencia real del factor de cobertura con respecto a la separación entre canales, y de hecho pone de manifiesto, como se ve en la figura, que existe un valor máximo para una separación de aproximadamente 8 kHz o 9 kHz, respectivamente.

No debe olvidarse, no obstante, que los resultados que demuestran la superioridad de un valor específico de separación de canales se han obtenido en estudios basados en transmisores dispuestos en retículas regulares y en distribuciones lineales de los canales. En particular, si la distancia entre transmisores que funcionan en canales adyacentes varía dentro de una gama amplia dentro de la zona de planificación e incluyendo en muchos casos distancias relativamente cortas, el efecto de la interferencia del canal adyacente será más pronunciado que en el caso teórico. En dichas condiciones, quizá sea necesario elegir separaciones entre canales superiores a la óptima teórica.

## 5. Conclusiones

La cobertura que puede obtenerse en la banda 6 (ondas hectométricas) está determinada principalmente por la distancia entre dos transmisores cualesquiera que comparten el mismo canal, es decir, la distancia entre transmisores cocanal, y por la separación de frecuencia entre los canales adyacentes.

La distancia óptima entre transmisores cocanal depende de muchos parámetros; la frecuencia, el nivel de potencia de la red de transmisores, la relación de protección en radiofrecuencia, la intensidad de campo mínima utilizable y las características de propagación de la onda de superficie y, en su caso, de la onda ionosférica. La elección de una cierta distancia entre transmisores cocanal determina automáticamente y definitivamente la cantidad de transmisores que pueden trabajar en el mismo canal, y viceversa. Esta relación se muestra, entre otras, en la fig. 5.

La separación óptima entre canales depende de la curva de relación de protección relativa en radiofrecuencia que se considera representativa de la mayoría de los receptores utilizados en la zona que se planifica.

Cabe señalar, sin embargo, que se puede mejorar considerablemente la cobertura, más allá de los límites determinados en el presente anexo, mediante (véase el anexo II):

- el empleo de antenas transmisoras directivas, especialmente adaptadas a la situación de que se trate;
- el empleo de redes de transmisores sincronizados;
- el empleo de potencias de transmisión cuidadosamente adaptadas al caso de cobertura considerado.

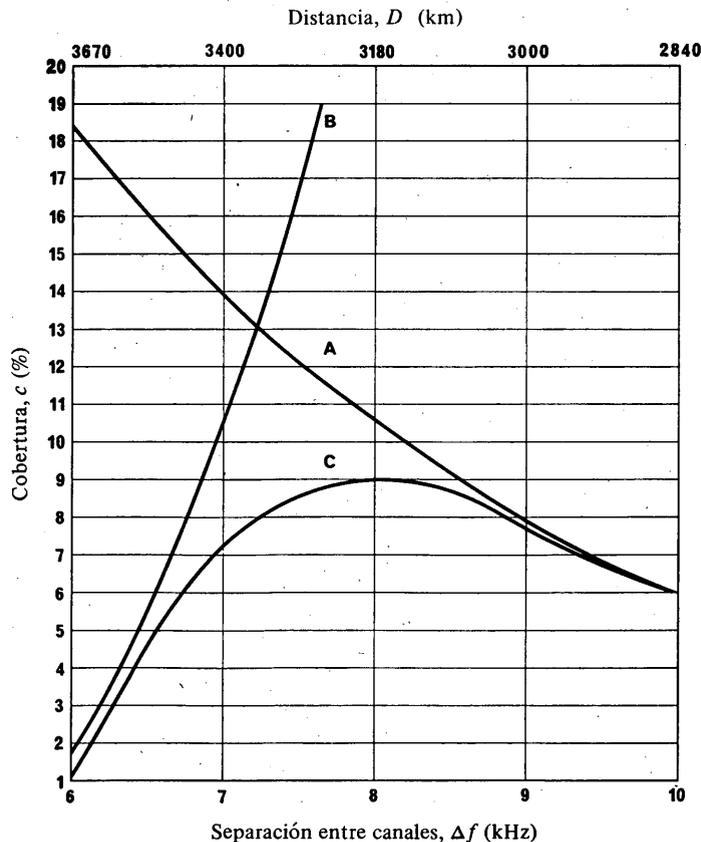


FIGURA 9 - Límites de cobertura (relación de protección en radiofrecuencia: 27 dB)

Curva A: Cobertura en presencia de interferencia cocanal (tres transmisores)

Curva B: Cobertura en presencia de interferencia de canal adyacente (tres transmisores)

Curva C: Cobertura en presencia de interferencia tanto cocanal como de canal adyacente

Relación de protección A: 27 dB

Número de asignaciones de frecuencia  $N$ : 648

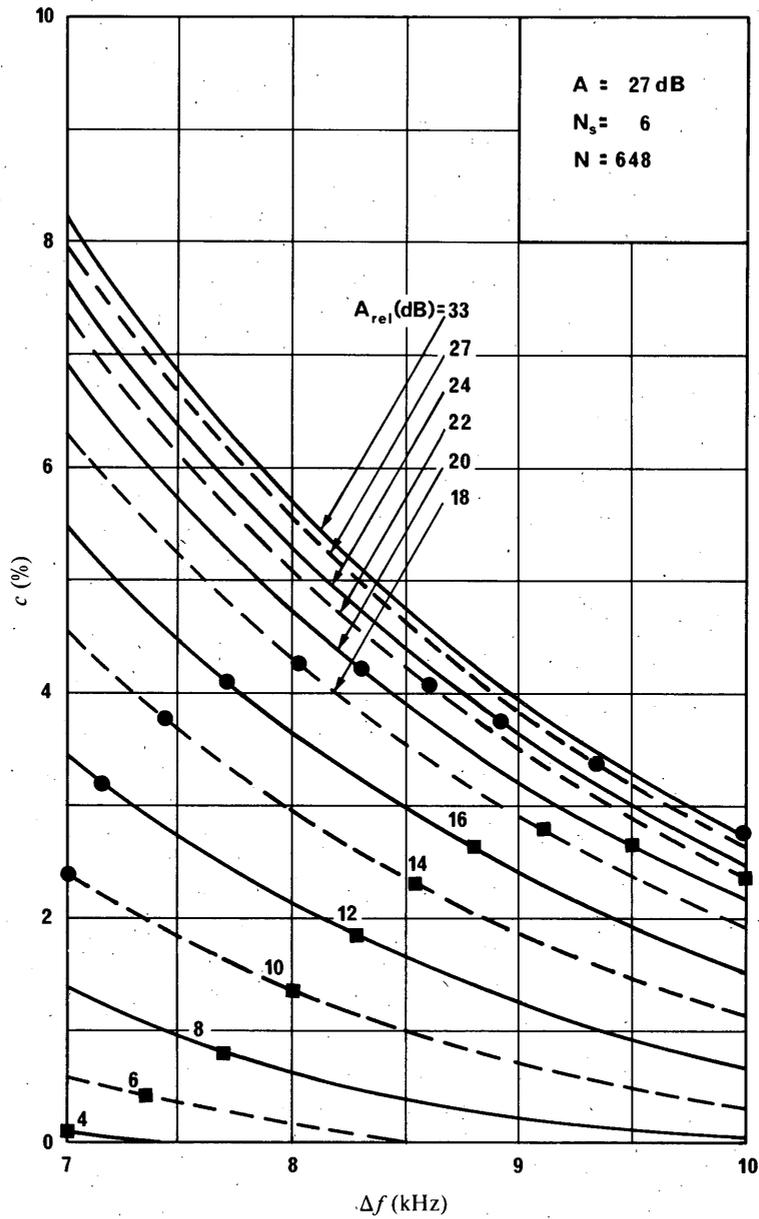


FIGURA 10 - Factor de cobertura ( $c$ ) en función de la separación entre canales

Parámetro: Relación de protección relativa en radiofrecuencia ( $A_{rel}$ )

- : Valor  $A_{rel}$ , véase la Recomendación 560, fig. 1, curva C
- : Valor  $A_{rel}$ , véase [Kokorev, 1976], fig. 2

- $N$  : Número total de asignaciones de frecuencia
- $N_s$  : Cantidad de grupos de transmisores interferentes compuestos cada uno por un transmisor cocanal y un transmisor que funciona en el canal adyacente

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EDEN, H. y MINNE, D. [junio de 1969] The determination of the limits of coverage in the MF broadcasting band, using regular, plane and spherical transmitter networks. *EBU Rev.*, 115-A, 109-120.
- EDEN, H. y MINNE, D. [diciembre de 1973] Broadcasting coverage in the LF/MF bands. *EBU Rev. Tech.*, 142, 262-272.
- KOKOREV, A. W. [1976] Choice of adjacent-channel protection ratios in LF/MF broadcasting networks. *NIIR Proc.*, 4.
- SCHLÜGER, I. S. [1975] Choise of the separation between carrier frequencies in the LF/MF bands. *Elektrosviaz*, 3, 15-17.

## BIBLIOGRAFÍA

- SHAMSHIN, V. A. y SCHLÜGER, I. S. [octubre de 1975] Relación de protección en el canal adyacente en radiodifusión sonora en las bandas kilométricas y hectométricas (150-1605 kHz). *Boletín de Telecomunicaciones*, Vol. 42, X, 606-607.
- UER [mayo de 1974] Technical parameters for LF/MF broadcasting. Tech. Doc. 3206.

## ANEXO II

PROBLEMAS OPERACIONALES DE LA COBERTURA EN RADIODIFUSIÓN  
EN ONDAS HECTOMÉTRICAS

## 1. Cobertura diurna

Los siguientes resultados se basan en las curvas de propagación por onda de superficie que figuran en la Recomendación 368.

Debido a la importante absorción de la onda ionosférica en ondas hectométricas durante el día, sólo cabe utilizar la onda de superficie. El radio de cobertura (véase el anexo III) depende de la frecuencia y de las características eléctricas del suelo en el interior de la zona de cobertura; para potencias de transmisión elevadas, ese radio es del orden de los 100 km. Una red de transmisores optimizada para la cobertura diurna puede establecerse con distancias muy pequeñas entre transmisores que compartan el mismo canal, es decir, con una densidad de transmisores considerablemente superior a la actual. Por ejemplo, con transmisores que funcionen en un mismo canal y guarden entre sí una distancia media de 500 km, una red explotada de día cubriría la totalidad del territorio con diez programas aproximadamente y una buena calidad de recepción.

La cobertura diurna no plantea, pues, problemas desde el punto de vista técnico.

## 2. Cobertura nocturna

En el crepúsculo la absorción de la onda ionosférica es muy reducida y, a distancias de varios miles de kilómetros, aparecen intensidades de campo elevadas en un periodo de una o dos horas. Como consecuencia se producen interferencias que limitan la zona de cobertura por onda de superficie. La onda ionosférica se considera, sobre todo, una fuente de interferencia y sólo en casos especiales puede preverse su empleo sistemático.

Durante la noche, la presencia de la onda ionosférica plantea complejos problemas técnicos y obliga a preparar planes para zonas muy amplias sobre la base de acuerdos internacionales.

Para tener una idea clara de las posibilidades de transmisión de programas radiofónicos en la banda de ondas hectométricas según varias hipótesis básicas, se han efectuado, en el marco de la UER, gran número de asignaciones experimentales de frecuencias, habiéndose calculado los factores de cobertura obtenidos. Los estudios se hicieron para regiones geográficas concretas, en particular, para las Zonas de Radiodifusión Europea y Africana.

En estas pruebas se partió de transmisores distribuidos bastante uniformemente, de potencia idéntica radiada por antenas omnidireccionales, pero cuyos emplazamientos coincidían con los reales o previstos en Europa y África. Las zonas de cobertura se calcularon por un método estadístico, teniendo solamente en cuenta las interferencias debidas a los demás transmisores. Este método de cálculo permite comparar válidamente los resultados obtenidos en dos pruebas diferentes, pero los valores absolutos obtenidos deben emplearse con cautela.

Para efectuar los cálculos se utilizaron diferentes valores de la relación de protección en radiofrecuencia (según se define en la Recomendación 638) que corresponden, evidentemente, a distintas calidades de servicio. Por supuesto, la extensión de las zonas de cobertura así calculadas es tanto mayor cuanto menor sea la relación de protección. El aumento de la zona de cobertura, cuando la relación de protección (es decir, la calidad de servicio) disminuye, no significa que se lograrán mejores condiciones de escucha; las condiciones de escucha no dependen de la relación de protección sino sólo de la potencia y de la disposición de los transmisores interferentes.

Conviene observar que si se comparan los resultados de dos pruebas diferentes, esas diferencias pueden ser más o menos pronunciadas según la relación de protección, es decir, la calidad de servicio adoptada. Por tal motivo, no deben discutirse los resultados de los cálculos sin una indicación de la calidad de servicio correspondiente.

Por último, conviene recordar que en los cálculos se han utilizado datos estadísticos de propagación. En particular, se han elegido curvas de previsión de la intensidad de campo ionosférica que representan valores medianos (es decir, durante el 50% del tiempo) para una frecuencia media de 1000 kHz.

Cabe suponer, pues, que los resultados obtenidos representan la situación media en el conjunto de la banda de ondas hectométricas.

A continuación se resumen algunos de esos resultados.

### 2.1 Cobertura nocturna por onda de superficie

La cobertura global por onda de superficie depende, en primer lugar, de la distancia entre transmisores que comparten el mismo canal, es decir, de la densidad de transmisores. Para una potencia de transmisión dada, la cobertura por onda de superficie crece con dicha distancia. Así pues, para transmisores de 300 kW y relaciones de protección supuestas de 40, 33 ó 27 dB, el empleo de los 121 canales actualmente disponibles en la banda de ondas hectométricas permite cubrir los siguientes porcentajes de toda la superficie de Europa y África.

CUADRO I

Distancia entre transmisores que comparten el mismo canal (km)	Cobertura por onda de superficie					
	Relación de protección en radiofrecuencia (dB)					
	40		33		27	
	Número de programas	Superficie cubierta (%)	Número de programas	Superficie cubierta (%)	Número de programas	Superficie cubierta (%)
2700	1	6	1	11	1	21
3500	1	8	1	15	1	25
4100	1	9	1	17	1	28

Los valores de cobertura mencionados en el cuadro podrían mejorarse eventualmente mediante el empleo de redes sincronizadas y de antenas directivas. Además, puede hacerse que la cobertura de las zonas pobladas sea superior a la de la superficie eligiendo adecuadamente la ubicación de los transmisores. Se dispone de poca información numérica sobre estas posibles mejoras.

El problema de la potencia de transmisión que proporciona la mayor cobertura posible por onda de superficie para una determinada densidad de transmisores, ha sido objeto de estudios detallados de los que puede deducirse una respuesta suficientemente precisa. Debe recordarse, además, que la cobertura nocturna por onda de superficie se ve también limitada por las interferencias entre la onda de superficie y la onda ionosférica del mismo transmisor. Sin embargo, no se ha tenido en cuenta este efecto para calcular los valores aproximados de alcance de servicio indicados en el anexo IV.

### 2.2 Cobertura nocturna por onda ionosférica

Partiendo de las mismas hipótesis que en el punto 2.1 (transmisores de 300 kW y relaciones de protección respectivas de 40, 33 ó 27 dB), la onda ionosférica facilitaría la siguiente cobertura de las zonas de Europa y África, utilizando toda la banda de ondas hectométricas (véase el cuadro II).

Se comprueba que la cobertura nocturna por onda ionosférica depende, mucho más que la cobertura por onda de superficie, de la densidad de transmisores adoptada: para grandes densidades de transmisores (es decir, para distancias inferiores a 2700 km entre transmisores que comparten el mismo canal), la cobertura nocturna disminuye rápidamente, mientras que una distancia de 4100 km entre transmisores que comparten el mismo canal permitiría la recepción de varios programas en cualquier lugar de la zona considerada. Naturalmente, la mayoría de esos programas procedería de un transmisor situado a gran distancia del punto de recepción. No debe perderse de vista, además, que no es posible obtener permanentemente una buena calidad por onda ionosférica, contrariamente a lo que ocurre con la onda de superficie. Debe tenerse también en cuenta que, en la práctica, la zona cubierta durante la noche será discontinua, ya que habrá una zona anular, entre unos 100 a 200 km, con fuertes desvanecimientos selectivos producidos por la interferencia entre las ondas ionosférica y de superficie.



Hasta ahora no se ha tenido en cuenta ese fenómeno en los estudios. En el anexo IV se dan ejemplos de valores aproximados del alcance de la cobertura. Además, el empleo de la onda ionosférica permitiría una mejor utilización del espectro en lo que respecta a la cobertura de superficie ya que la relación entre las superficies de las zonas cubiertas y de las zonas de interferencia es más favorable. Conviene recordar, finalmente, que una cobertura nocturna satisfactoria por onda de superficie dará también lugar, normalmente, a una cobertura satisfactoria por onda ionosférica.

CUADRO II

Distancia entre transmisores que comparten el mismo canal (km)	Cobertura por onda ionosférica					
	Relación de protección en radiofrecuencia (dB)					
	40		33		27	
	Número de programas	Superficie cubierta (%)	Número de programas	Superficie cubierta (%)	Número de programas	Superficie cubierta (%)
2700	despreciable		1	30	6,1	100
3500	1	15	7,4	100	23,3	100
4100	2,5	100	14,9	100	31,6	100

### 2.3 Combinación de coberturas por onda de superficie y por onda ionosférica

De los puntos 2.1 y 2.2 puede deducirse la posibilidad de lograr buenos resultados con ambos tipos de cobertura, a condición de que los transmisores de gran potencia que comparten el mismo canal estén suficientemente alejados.

### 3. Combinación de las coberturas nocturna y diurna

Como se ha indicado en los puntos 1 y 2, las redes de transmisores concebidas para una buena cobertura diurna difieren fundamentalmente de las dispuestas para una buena cobertura nocturna; las distancias entre transmisores que comparten el mismo canal serían, por ejemplo, de unos 500 km en el primer caso y de unos 4000 km en el segundo. Como el número total de transmisores de las dos redes correspondientes estaría en una relación igual al cuadrado de la relación de distancias entre transmisores que comparten el mismo canal, la coexistencia de las dos redes significaría que, en este ejemplo, de 64 transmisores, sólo podría funcionar uno después de la puesta del Sol. En este ejemplo, se comparan dos casos extremos de condiciones de cobertura óptimas, ninguno de los cuales coincide con la práctica actual. Toda red en que se mantuvieran en servicio de día y de noche todos los transmisores daría lugar a una cobertura reducida, ya sea de día, ya sea de noche, o, en el caso de una red constituida con arreglo a una solución de compromiso entre ambos tipos, daría lugar a una cobertura menos favorable, tanto de día como de noche.

Por otra parte, el paso de una red diurna a una red nocturna, ambas concebidas para una cobertura eficaz, plantearía problemas administrativos y de explotación. Como se ha demostrado, en efecto, la mayoría de los transmisores diurnos deberían dejar de funcionar desde el ocaso hasta el orto, para evitar interferencias inaceptables durante las horas nocturnas. La hora del cese de la emisión depende, en efecto, de la época del año y de la latitud, sobre todo para latitudes altas y medias. Además, debido a la aparición relativamente lenta de la onda ionosférica tras el ocaso, habrá siempre un periodo en que las redes de transmisores diurnos por onda de superficie estarán interferidas (en caso de que funcionen todavía todos los transmisores), o durante el cual, la onda ionosférica será todavía demasiado débil. Aunque parezca que los inconvenientes mencionados impiden la generalización de este modo de explotación, son tan importantes las ventajas que podría proporcionar que conviene proceder a un examen más profundo, especialmente para ciertos casos particulares.

Las normas de asignación utilizadas por la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión por ondas hectométricas (Región 2) (Rio de Janeiro, 1981) pueden servir de ejemplo para una cobertura diurna y nocturna combinada.

Están previstas tres clases de estaciones, A, B y C. Las de clase A están autorizadas en general a utilizar una potencia máxima de 100 kW de día y de 50 kW de noche, las de clase B de 50 kW en cualquier condición y las de clase C de 1 kW, exceptuando la zona de ruido 2 en que las estaciones de clase C están autorizadas a utilizar una potencia máxima de 5 kW de día. Las estaciones de clase A están destinadas a proporcionar zonas de servicio secundarias extensas (onda ionosférica), las de clase B zonas de servicio primarias relativamente grandes (ondas de superficie) y las de clase C zonas de servicio primarias locales de pequeña extensión.

La cobertura nocturna, basada en una protección de 26 dB en el mismo canal de las zonas de servicio por onda de superficie contra las múltiples fuentes de interferencia por onda ionosférica, se establece en base a la adición de las señales interferentes de acuerdo con el método de cálculo de la raíz cuadrada de la suma de los cruzados (RSS – Root-Sum Square). Pero en la determinación de la intensidad de campo utilizable ( $E_u$ ) sólo intervienen las contribuciones principales. Una vez enumeradas por orden de magnitud las señales interferentes, se considera que cualquier contribución cuya señal sea inferior a la mitad del valor aritmético de la RSS total de los campos interferentes, calculada a base de todas las contribuciones más grandes, no causa interferencia. Este proceso se aplica solamente cuando  $E_u$  es mayor que la intensidad de campo nominal utilizable ( $E_{nom}$ ). Generalmente, son sólo dos o tres las estaciones interferentes que contribuyen a la  $E_u$ , pese a la presencia de numerosas estaciones cocanal en la Región. La contribución a la interferencia de las nuevas estaciones debe ser inferior a la mitad del valor existente de  $E_u$ , y además deben contribuir menos que el contribuyente más pequeño que se considere interferente, a fin de no desplazar este contribuyente.

#### 4. Cobertura de las zonas pobladas

Aunque la superficie abarcada representa un aspecto importante de la cobertura, ésta presenta otra faceta, a saber, la cobertura de la población. En algunos países [Suzuki y otros, 1974], se han iniciado estudios sobre este problema, que deben ser proseguidos.

#### 5. Mejora de la cobertura

##### 5.1 Redes sincronizadas

Se denomina red sincronizada a un grupo de transmisores que funcionan en la misma frecuencia y transmiten el mismo programa. La red así constituida está esencialmente destinada a la cobertura por onda de superficie.

En la mayoría de los países europeos, gracias al uso de redes sincronizadas en lugar de un transmisor único de potencia equivalente a la suma de la potencia de los transmisores de la red, se consigue adaptar mejor las zonas servidas a la distribución de la población y, por consiguiente, aumentar el número de oyentes. En el anexo V, se dan algunos ejemplos de los resultados obtenidos en distintos países. La eficacia de las redes sincronizadas se revela especialmente en países con zonas de gran densidad de población relativamente dispersas.

Debe señalarse también que:

- la calidad de la recepción por onda ionosférica sólo es aceptable en zonas donde la intensidad de campo de uno de los transmisores predomina netamente;
- la interferencia producida por una red sincronizada equivale a la de un transmisor único (con potencia igual a la potencia total de la red) teóricamente ubicado en el «centro de gravedad» de la red, por lo menos cuando la distancia media entre transmisores de la red es inferior a la décima parte, aproximadamente, de la distancia del transmisor más próximo que comparte el mismo canal;
- las redes sincronizadas son poco útiles en países de muy pequeña extensión;
- el empleo de antenas transmisoras directivas mejora la cobertura de los transmisores sincronizados;
- el uso de demoduladores sincrónicos da lugar a una disminución de las distorsiones no lineales producidas por las interferencias entre transmisores de una red sincronizada, lo que permitiría aumentar la cobertura obtenida con tales redes.

Por otra parte, los transmisores de una red sincronizada pueden difundir programas diferentes, aunque únicamente de día y a condición de que estén suficientemente alejados.

Evidentemente, los gastos de inversión y de explotación son superiores para una red sincronizada que para un transmisor único; sin embargo, debiera preverse el empleo de redes sincronizadas siempre que puedan aprovecharse las ventajas mencionadas.

##### 5.2 Directividad de las antenas

###### 5.2.1 Diagrama vertical de antenas transmisoras con polarización vertical

Puede concebirse una antena con un diagrama de radiación especial en el plano vertical, de modo que se concentre la potencia en uno o varios sectores verticales particulares, permitiendo con ello la realización del tipo de cobertura deseado.

Concentrando la energía en el plano horizontal, es posible aumentar la cobertura diurna por onda de superficie, o utilizar una potencia de transmisión inferior, sin disminuir la cobertura. Si la cobertura por onda de superficie está limitada a causa de desvanecimientos y no por la interferencia de transmisores que comparten el mismo canal, podrá mejorarse la cobertura por onda de superficie mediante una antena

antidesvanecimientos. Sin embargo, sólo podrá obtenerse esa mejora en frecuencias de la parte inferior de la banda de ondas hectométricas y en lugares donde la conductividad del suelo sea superior a la media. Por último, aunque estas antenas pueden contribuir a reducir la intermodulación ionosférica, ofrecen, en cambio, una cobertura de inferior calidad por onda ionosférica, con el mismo nivel de interferencia, para alcances menores (distancias inferiores a 2000 km).

Concentrando la energía fuera del plano horizontal se mejora la cobertura por onda ionosférica, pero la cobertura por onda de superficie disminuye y aumenta el riesgo de intermodulación ionosférica.

### 5.2.2 *Diagrama horizontal de antenas transmisoras con polarización vertical*

Pueden obtenerse condiciones particulares de cobertura concentrando la energía radiada en determinadas direcciones horizontales. Aunque no se obtenga una mejora de la cobertura global, el empleo generalizado de antenas directivas en un plan de asignación de frecuencias puede favorecer la cobertura nacional de los países, debido esencialmente a que estas antenas permiten una mejor adaptación a determinadas zonas de cobertura deseadas, así como, en ciertos casos, la reducción de la interferencia. Además, en casos particulares, el empleo de antenas directivas en el plano horizontal puede permitir el uso de un canal en una zona determinada, cuando sería imposible utilizarlo con una antena omnidireccional. En efecto, la antena directiva permite reducir la interferencia en la zona de cobertura de otro transmisor que comparta el mismo canal y, por consiguiente, disminuir la distancia de compartición. Esta es una de las principales ventajas de las antenas directivas.

### 5.2.3 *Aspectos económicos*

De modo general, cualquier antena que ofrezca características de radiación especiales en los planos horizontal o vertical, resultará más costosa que una simple antena no directiva. Las características especiales del diagrama vertical se traducen generalmente por estructuras más altas cuyo costo aumenta rápidamente con la altura.

Las características especiales del diagrama horizontal requieren antenas de varios elementos y un terreno de mayor superficie para su instalación.

El costo de cualquier tipo de antena será inferior para la parte superior de la banda de ondas hectométricas. Las condiciones climáticas locales pueden constituir un factor importante del precio de la antena.

### 5.2.4 *Mejora de la cobertura en ondas hectométricas con el empleo de antenas directivas*

Desde mediados de los años treinta, se están utilizando en Estados Unidos de América antenas de emisión directivas en ondas hectométricas, para reducir las interferencias. Actualmente, están en servicio más de 1500. Otros países emplean también antenas de este tipo con los mismos fines.

El empleo de antenas directivas por transmisores que compartan el mismo canal pero no estén sincronizados, en el interior de un mismo país, puede aumentar sustancialmente la cobertura. De modo general, cuanto mayor sea el número de antenas directivas empleadas, mejor será la cobertura obtenida [CCIR, 1974-78].

Las antenas directivas resultan particularmente útiles durante la noche, y también dan buenos resultados para el funcionamiento diurno. Sirven también para disminuir la interferencia ocasionada a otros países. Otra ventaja de las antenas directivas, para transmisores cocanal que no funcionen sincronizados, es la de permitir programas locales independientes.

## 5.3 *Comparación entre las antenas de elementos radiantes verticales y las de elementos radiantes horizontales*

Una antena transmisora vertical clásica asegurará una buena cobertura por onda de superficie con alcance reducido y una cobertura nocturna por onda ionosférica con alcances superiores. A distancias intermedias, aparece una zona en la que los desvanecimientos son más molestos, debido a que las ondas de superficie e ionosférica producen en ella intensidades de campo aproximadamente iguales.

El empleo de un elemento o grupo de elementos radiantes horizontal, es factible en la banda de ondas hectométricas, y presenta ventajas seguras si el objetivo principal consiste en asegurar una cobertura nocturna por onda ionosférica, pero no es adecuado para una cobertura diurna por onda de superficie.

La ventaja esencial es que permite producir una intensidad de campo ionosférica aproximadamente constante desde el transmisor hasta los bordes de la zona de cobertura. Pueden concebirse antenas de este tipo para obtener un radio de cobertura igual al máximo realizable (unos 1000 km) o para un alcance más limitado (500 km, por ejemplo). Sin embargo, en las cercanías del transmisor (algunos kilómetros), puede producirse una disminución de la calidad a consecuencia de la interferencia entre la onda de superficie, débil pero inevitable, y la onda ionosférica. Para servir adecuadamente la zona en cuestión, puede recurrirse a un pequeño transmisor «de relleno» que trabaje en otra frecuencia y con polarización vertical.

Se han efectuado cálculos teniendo en cuenta las diferencias de directividad y de pérdida por acoplamiento de polarización en el caso de un dipolo horizontal simple en lugar de una antena vertical corta [Suzuki y otros, 1974]. Conviene subrayar la importancia de tener en cuenta la conductividad imperfecta del suelo que, no sólo disminuye la radiación de las antenas verticales para pequeños ángulos de elevación, sino que aumenta también la radiación de las antenas horizontales en esos ángulos, en ciertas direcciones. En este último caso, se corre el riesgo de sobreestimar hasta en 20 dB la reducción de la interferencia cocanal, que cabe esperar con pequeños ángulos de radiación, utilizando una antena transmisora horizontal en vez de una antena vertical, en la hipótesis de un suelo perfectamente conductor cuando, en la práctica, éste es de conductividad mediocre.

Los resultados de estudios teóricos [BBC, 1972] muestran que, para una potencia de transmisión dada, cuando las reflexiones se limitan a la región E, el empleo de un dipolo horizontal simple, en lugar de una antena vertical corta, puede reducir de 10 a 15 dB el nivel de interferencia cocanal en el caso de terrenos de características medias. Estudios y mediciones efectuados en latitudes templadas han demostrado, sin embargo, que en las frecuencias y periodos en que se producen reflexiones con grandes ángulos de incidencia en la región F, la ventaja es mucho menos importante debido a la intensa excitación de los modos de propagación por saltos múltiples.

El uso de una antena horizontal presenta el inconveniente de que es preciso reemplazarla por una antena vertical para asegurar el servicio diurno; pero, en general, puede obtenerse una zona de cobertura comparable, sin tener que emplear varios transmisores. También en este caso se plantea un problema práctico de cambio de las condiciones de explotación, ya examinado en el punto 3. Otro inconveniente es el aumento del costo de las antenas de transmisión, sobre todo en las frecuencias inferiores de la banda de ondas hectométricas.

Por lo general será necesario limitar la potencia radiada en función del ángulo en el plano vertical, a fin de evitar una grave intermodulación ionosférica (véase el anexo I a la Recomendación 498). Puede resultar más difícil respetar esta condición con sistemas de antenas horizontales que con antenas verticales.

Recientemente se ha sugerido que una antena horizontal debiera componerse de uno o más pares de dipolos cruzados, debidamente alimentados para transmitir ondas polarizadas elípticamente en las direcciones deseadas, a fin de excitar la onda ordinaria con más intensidad que la extraordinaria. La principal ventaja frente a un sistema de radiación de ondas de polarización lineal es que, como la intermodulación ionosférica se debe principalmente a la onda extraordinaria, esta intermodulación sería teóricamente inferior para una potencia de transmisión dada. Otra ventaja sería la reducción de las pérdidas por acoplamiento de polarización.

En conclusión puede decirse que la radiación vertical de antenas de polarización horizontal puede ser útil en ciertos casos especiales. Sin embargo, la información disponible no permite recomendar su introducción general en un plan de asignación de frecuencias, como medio para obtener una mayor densidad de asignaciones.

En la República Popular de Polonia se han realizado mediciones para comparar la eficacia de las polarizaciones vertical y horizontal en un servicio por onda de superficie, utilizando frecuencias de la parte superior de la banda de ondas hectométricas. Tales mediciones se han hecho a distancias de hasta 20 km del transmisor, en trayectos sobre regiones edificadas (por oposición a los trayectos despejados). Los resultados muestran que la atenuación de las ondas de polarización horizontal es considerablemente inferior a lo que sería de prever conforme a la teoría de la propagación de la onda de superficie sobre un terreno uniforme [Siczek y Stasiński, 1976].

En relación con la reducción del campo de la onda ionosférica en la radiodifusión en la banda 6 (ondas hectométricas), se han emprendido en Australia estudios sobre un método que permite reducir el campo de la onda ionosférica gracias a la importante absorción del rayo extraordinario en las frecuencias de transmisión próximas de la girofrecuencia. Con este sistema, la antena transmisora debe radiar una onda polarizada de modo que la propagación en la ionosfera se haga únicamente según el modo extraordinario. Este sistema se denomina de «transmisión ortogonal».

En [CCIR, 1966-69] se describen pruebas de propagación efectuadas en 1965 y 1967, que han demostrado que el valor mediano de la intensidad de campo de la onda ionosférica de un transmisor de radiodifusión en ondas hectométricas (banda 6), puede reducirse 16 dB en los trayectos orientados hacia el Norte en el hemisferio Sur, si la transmisión con polarización vertical convencional se reemplaza por la transmisión ortogonal. No se han comprobado variaciones apreciables de esta disminución en trayectos Sur-Norte en distancias comprendidas entre 243 km y 695 km. La disminución era menor en trayectos parcialmente orientados hacia el Este o el Oeste, a

causa de las características particulares de la antena transmisora, que no permitían lograr en esos trayectos la inclinación apropiada de la elipse de polarización. Las mediciones han demostrado una disminución de 13 dB del campo en los trayectos que formaban un ángulo de 19° hacia el Este o el Oeste con la dirección de la zona que se querrá servir (Norte magnético).

Este método utiliza principalmente modos extraordinarios, por lo que no puede recomendarse para todas las clases de potencia debido a los efectos de intermodulación ionosférica especialmente debidos a la onda extraordinaria (véase más arriba).

#### 5.4 Transmisores de baja potencia

Los transmisores de baja potencia están destinados a servir zonas de muy poca extensión, como por ejemplo ciudades, en las que la intensidad de campo producida por los transmisores principales es insuficiente o, eventualmente, a la difusión de programas locales.

Para la eficacia del servicio, dichos transmisores deben formar parte del plan. En la práctica, sólo pueden funcionar con un campo utilizable claramente superior al de las otras estaciones (particularmente de noche).

Dejando de lado el caso de los transmisores de baja potencia que forman parte de una red sincronizada (véase el punto 5.1), estos transmisores pueden utilizar:

- ya sea canales asignados a transmisores de diferentes potencias,
- ya sea uno o varios canales especiales (anteriormente denominados «Frecuencias Comunes Internacionales» (FCI)).

En el primer caso deben precisarse claramente en el plan la ubicación de los transmisores y sus demás características; toda inserción ulterior sería peligrosa. En el segundo, bastaría con precisar las zonas geográficas donde pueden hallarse esos transmisores (tomando en consideración la interferencia de canal adyacente) y, además, señalar el número de transmisores por zona y la potencia máxima que no debe rebasarse.

Los estudios ya realizados indican que el número actual de frecuencias comunes internacionales es muy insuficiente y que sería preferible un total de cinco a diez.

Desde el punto de vista técnico, esos transmisores serían más eficaces si sus canales se dispusieran en la parte inferior de la banda de ondas hectométricas, pero, en la práctica, será sin duda necesario distribuirlos en el espectro. Por otra parte, la potencia máxima por transmisor y el número de esos transmisores están en función de la frecuencia [Lari y Moro, 1971].

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BBC [1972] MF propagation: The reduction of interference by the use of horizontal-dipole transmitting aeri-als. Research Reports No. 1972/21.
- LARI, G. y MORO, G. [octubre de 1971] Low-power MF broadcasting transmitters in the European Broadcasting Area. *EBU Rev. Tech.*, **129**, 205-213.
- SICZEK, S. y STASIERSKI, L. [octubre de 1976] Porównanie skuteczności nadawania z polaryzacją pionową i poziomą (Comparación de la eficacia de las antenas transmisoras horizontales y verticales). *Prace Instytutu Łączności*.
- SUZUKI, Y., UJIHARA, J., EHARA, S., YAMANOUCI, S. y TOZUKA, Y. [enero de 1974] Influence of propagation curves on the coverage factor. NHK Lab. Note, Serial No. 178.

#### Documentos del CCIR

- [1966-69]: X/133 (Australia).
- [1974-78]: 10/35 (Estados Unidos de América).

#### BIBLIOGRAFÍA

- DIXON, J. M. [diciembre de 1965] The absorption of medium frequency sky-waves by close coupling to the extraordinary mode. *Proc. IREE*, Australia, **26**, 369-380.
- DIXON, J. M. [diciembre de 1968] Experimental tests with orthogonal transmission. *Proc. IEE*, Vol. 155, **12**, 1755-1761.
- LACHARNAY, S., FONTEYNE, J. y MASSUCCI, M. [1978] Radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques. *Radiodif.-Télév.*, **1**.
- UER [mayo de 1974] Paramètres techniques pour la radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques. Doc. tech. 3206.

#### Documentos del CCIR

- [1970-74]: 10/187 (Reino Unido); 10/252 (UER); 10/271 (Polonia (República Popular de)).
- [1974-78]: 10/34 (Estados Unidos de América).

ANEXO III

VALOR APROXIMADO DEL ALCANCE EN COBERTURA DIURNA

El alcance en cobertura diurna se ha calculado, en ausencia de interferencia producida por otros transmisores, con ayuda de las curvas de propagación de la Recomendación 368. En lo que respecta a la limitación del alcance de la cobertura, se han supuesto, en principio, los siguientes valores de intensidad de campo mínima:

2,2 mV/m (67 dB(μV/m)) para el tercio inferior de la banda de ondas hectométricas (525 a 900 kHz aproximadamente),

0,8 mV/m (58 dB(μV/m)) para el tercio superior de la banda de ondas hectométricas (1250 kHz aproximadamente, a 1605 kHz).

Para la conductividad del suelo, se han adoptado tres valores:

- buena conductividad ( $\sigma = 10 \times 10^{-3}$  S/m)
- conductividad media ( $\sigma = 3 \times 10^{-3}$  S/m)
- conductividad mediocre ( $\sigma = 1 \times 10^{-3}$  S/m).

Al examinar las cifras así obtenidas, no debe perderse de vista que la situación media de las ubicaciones de transmisores en numerosos países no corresponden, de ningún modo, a una conductividad de  $\sigma = 3 \times 10^{-3}$  S/m; además, el que esos emplazamientos estén a menudo en terreno accidentado o montañoso es normalmente causa de alcances en cobertura inferiores a los indicados.

Se supone que la p.r.a.v. en el plano horizontal es de 500 kW (f.c.m.: 6700 V).

CUADRO III

Frecuencia (kHz)	Alcance de servicio (km)		
	$\sigma = 1 \times 10^{-3}$ (S/m)	$\sigma = 3 \times 10^{-3}$ (S/m)	$\sigma = 10 \times 10^{-3}$ (S/m)
<i>Tercio inferior de la banda de ondas hectométricas</i>			
525		180	310
900	80	130	
<i>Tercio superior de la banda de ondas hectométricas</i>			
1250		105	180
1605	60	90	

ANEXO IV

VALOR APROXIMADO DEL ALCANCE EN COBERTURA NOCTURNA

El alcance en cobertura nocturna ha sido calculado habida cuenta de las siguientes hipótesis:

- dos transmisores de igual frecuencia distantes 3500 km y que radian con potencias iguales de valor tal que su interferencia mutua sea el único factor limitativo de su alcance en cobertura\*; no se ha tenido en cuenta la interferencia entre la onda de superficie y la onda ionosférica del transmisor deseado;
- propagación por onda de superficie según la Recomendación 368;
- conductividad del suelo:  $\sigma = 3 \times 10^{-3}$  S/m;
- propagación de la onda ionosférica según el Informe 575, (Kyoto, 1978);
- relación de protección: 27, 33 y 40 dB.

\* La tendencia indicada en el cuadro IV se pone igualmente de manifiesto para otros casos de interferencia (más de dos transmisores, distancias diferentes, etc.).

CUADRO IV

Relación de protección (dB)	Alcance de servicio (km)	
	525 kHz	1605 kHz
<i>Cobertura por onda de superficie</i>		
27	170	90
33	135	70
40	95	55
<i>Cobertura por onda ionosférica</i>		
27	635	850
33	420	660
40	< 300(1)	450

(1) Las curvas empleadas en este estudio no son aplicables a distancias inferiores a 300 km.

## ANEXO V

## COBERTURA CON REDES SINCRONIZADAS

El cuadro V muestra el resultado de estudios comparativos de la cobertura diurna y nocturna, obtenida con una red de transmisores sincronizados, con la que se habría obtenido con un transmisor ficticio único, ubicado en un lugar adecuado y radiando una potencia equivalente a la suma de las potencias de los transmisores de la red sincronizada.

CUADRO V – Relación entre los valores de cobertura obtenidos con un grupo de transmisores sincronizados y los obtenidos con un transmisor único

Fuente	Frecuencia (kHz)	Número de transmisores	Potencia total (kW)	Relación de cobertura			
				Diurna		Nocturna	
				Superficie	Población	Superficie	Población
O.R.F.	1025	4	300	1,45	1,68		1,83
B.B.C.	1214	16	270		1,26		3,2(1) 3,0(2)
RAI	1367	14	85	2,12	3,84	1,39(3) 1,18(4) 0,81(5)	6,24(3) 7,39(4) 17,74(5)

- (1) Teniendo en cuenta las interferencias producidas por transmisores distintos de los pertenecientes a la red sincronizada.
- (2) Interferencias mutuas producidas solamente por transmisores de la red sincronizada.
- (3) Relación de protección para transmisores que comparten el mismo canal no pertenecientes a la red sincronizada: 20 dB.
- (4) Relación de protección para transmisores que comparten el mismo canal no pertenecientes a la red sincronizada: 25 dB.
- (5) Relación de protección para transmisores que comparten el mismo canal no pertenecientes a la red sincronizada: 40 dB.

## RECOMENDACIÓN 411-4

MÁRGENES CONTRA LOS DESVANECIMIENTOS EN RADIODIFUSIÓN  
(ONDAS DECAMÉTRICAS)

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44C/10)

(1963-1966-1978-1986-1990)

El CCIR,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que se utilicen los valores del cuadro I siguiente como márgenes de seguridad contra los desvanecimientos de propagación, a fin de asegurar un valor satisfactorio de la relación señal/interferencia durante porcentajes de tiempo dados.

CUADRO I

Relación (dB)	(1)	(2)	(3)	(4)
Señal deseada/señal interferente en radiofrecuencia	10	13	23	16
Señal deseada/ruidos atmosféricos	6	16	22	17
Señal deseada/ruidos industriales	6	10	16	12

*Columna (1):* Margen para los desvanecimientos de corta duración, con objeto de asegurar una relación satisfactoria en régimen permanente durante el 90% de una hora dada.

*Columna (2):* Margen para los desvanecimientos de larga duración, con objeto de asegurar una relación satisfactoria en régimen permanente durante el 90% de las horas de un mes cualquiera, en un momento determinado del día, en el 90% de los casos.

*Columna (3):* Total de los valores inscritos en las columnas (1) y (2), es decir, margen global que ha de preverse para asegurar una relación satisfactoria en régimen permanente, durante el 90% de cada hora, en el 90% de las horas de un mes cualquiera, en un momento determinado del día y en el 90% de los casos. Este margen permite asegurar una relación satisfactoria en régimen permanente durante el 96% del tiempo total.

*Columna (4):* Raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los valores representados en dB en las columnas (1) y (2), es decir, margen total que ha de preverse para asegurar una relación satisfactoria en régimen permanente durante el 90% del tiempo total.

*Nota* — Los valores del cuadro anterior, que corresponden al porcentaje de tiempo durante el cual se obtiene un servicio satisfactorio, han sido obtenidos con datos teóricos y resultados experimentales (principalmente de radiodifusión en ondas hectométricas (banda 6)). Para la radiodifusión en ondas decamétricas, la Comisión de Estudio 6 ha propuesto márgenes adecuados contra los desvanecimientos, para una gama de porcentajes de tiempo, y se llegó a la conclusión de que, en particular, el desvanecimiento a largo plazo de una señal deseada o interferente depende de la relación entre la frecuencia de la onda y la MUF básica, así como de la latitud geomagnética del trayecto sobre el círculo máximo. Estos márgenes figuran en el cuadro III del Informe 266.

## RECOMENDACIÓN 498-2

TRANSMODULACIÓN IONOSFÉRICA EN LAS BANDAS DE RADIODIFUSIÓN  
DE ONDAS KILOMÉTRICAS Y HECTOMÉTRICAS

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44E/10)

(1974-1978-1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

que una radiación excesiva hacia la ionosfera puede dar lugar a transmodulación ionosférica y, en consecuencia, a interferencias perjudiciales,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que la radiación máxima admisible con cualquier ángulo de elevación sea tal que la molestia debida a la transmodulación no exceda de la que se admite para la interferencia cocanal (véase la Recomendación 560).

## ANEXO I\*

Los efectos de la transmodulación ionosférica en las bandas de ondas kilométricas y hectométricas pueden adquirir gravedad debido al continuo aumento de las potencias de emisión.

1. Sobre esta cuestión se han efectuado experiencias, en el marco de la UER, en varios países, especialmente en el Reino Unido y en la República Federal de Alemania [Haberkant y Vogt, 1966; Haberkant y otros, 1971], y en la República Popular de China [CCIR, 1986-90] utilizando emisiones clásicas de modulación de amplitud y doble banda lateral. Estas experiencias permiten extraer las siguientes conclusiones:

1.1 El porcentaje de transmodulación aumenta de modo sensiblemente lineal con la potencia del transmisor interferente y aumenta también con su profundidad de modulación.

*Nota* – El porcentaje de transmodulación es el porcentaje en que la portadora del transmisor deseado resulta modulada por las frecuencias moduladoras del transmisor interferente.

1.2 Esta transmodulación depende sobre todo de la potencia radiada por el transmisor interferente en la dirección del punto de reflexión en la ionosfera de la onda deseada.

Los porcentajes de transmodulación inferiores al 10% son directamente proporcionales a la potencia [Knight, 1973]; por tanto, un aumento de 3 dB en la potencia del transmisor interferente incrementa los niveles de transmodulación en 6 dB. El porcentaje de transmodulación es asimismo directamente proporcional a la profundidad de modulación del transmisor interferente [Knight, 1973].

1.3 El porcentaje de transmodulación es tanto menor cuanto mayor es la frecuencia de modulación del transmisor interferente. Pruebas de laboratorio [Whythe y Reed, 1973] han demostrado que el efecto subjetivo de la transmodulación puede compararse al de la interferencia cocanal. Para producir un grado subjetivo determinado de pérdida de calidad, la interferencia resultante de la transmodulación ionosférica requiere una relación señal/interferencia 6 dB menor que la interferencia cocanal, siempre y cuando la transmodulación se refiera a una frecuencia moduladora de 300 Hz.

1.4 Los estudios de transmodulación ionosférica efectuados por la Comisión de Estudio 6 del CCIR se resumen en el Informe 574.

2. La fig. 1 muestra los porcentajes de transmodulación medidos en numerosos experimentos [Knight, 1973]. Cada medición se ha normalizado al valor que se habría observado si la señal interferente se hubiese radiado con una antena vertical corta y una potencia de portadora de 100 kW modulada en amplitud al 80% por una señal de 300 Hz.

\* El presente anexo tiene carácter informativo.

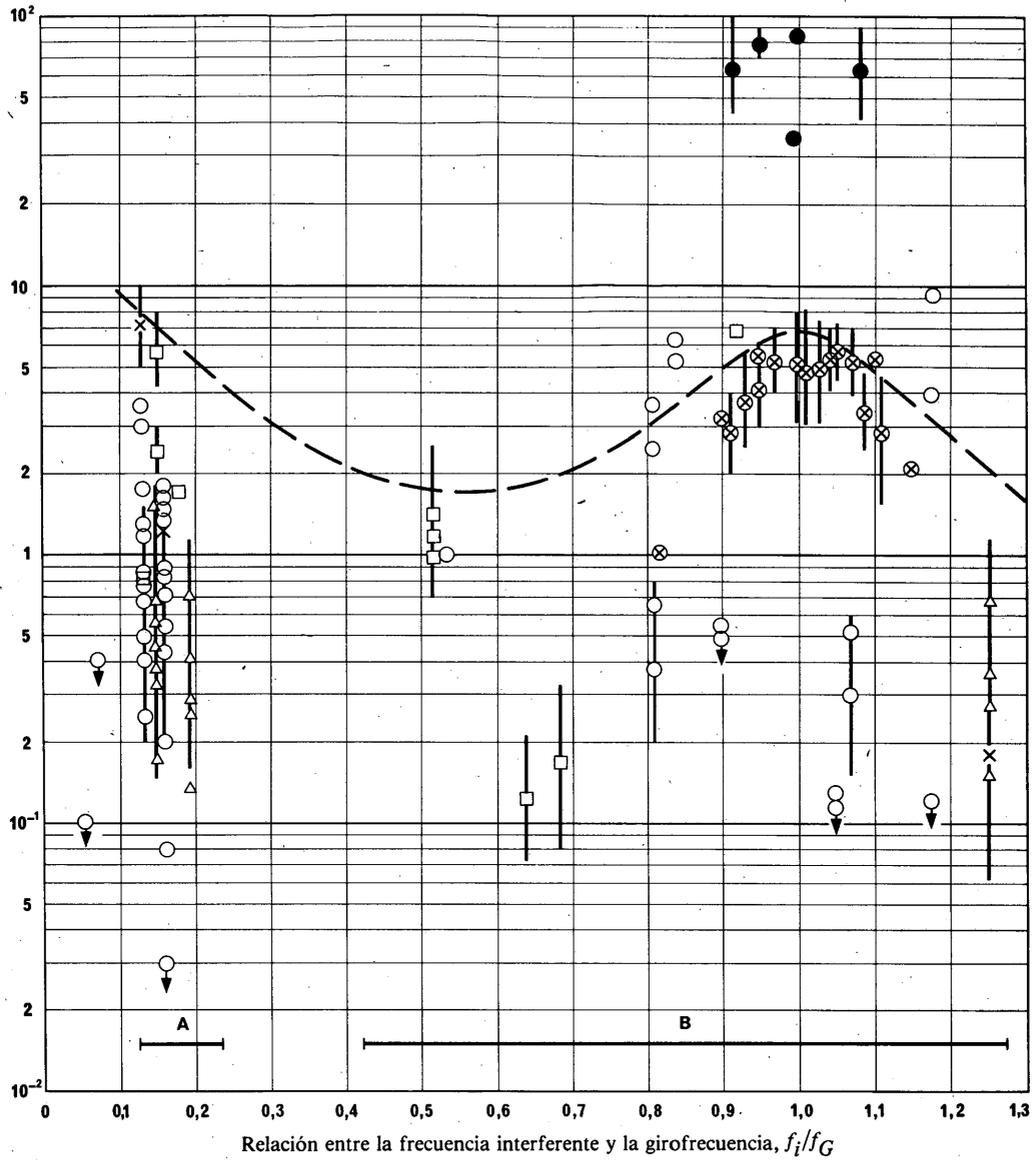


FIGURA 1 - Mediciones de transmodulación ionosférica en latitudes medias

- : Mediciones anteriores a 1945
  - : Mediciones realizadas en Cambridge y Birmingham
  - : Mediciones realizadas en Italia
  - ⊗ : Mediciones realizadas en Australia
  - △ : Mediciones posteriores a 1945 realizadas en Europa occidental
  - × : Otras mediciones
  - : Límite superior semiempírico
  - A : banda 5 (ondas kilométricas)
  - B : banda 6 (ondas hectométricas)
- [van der Pol y van der Mark, 1935; Bäumlér y Pfitzer, 1935; Bailey, 1937; Grosskopf, 1938]  
 [Huxley y otros, 1947; Ratcliffe y Shaw, 1948; Huxley y otros, 1948; Huxley, 1950; Shaw, 1951; Bell, 1951]  
 [Cutolo y Ferrero, 1948 y 1949; Cutolo y otros, 1950; Cutolo, 1952]  
 [Bailey y otros, 1952; Hibberd, 1964]  
 [Haberkant y Vogt, 1966; Haberkant y otros, 1971]

Nota. - Las líneas verticales representan la gama de valores medianos medidos durante una o varias noches. Las flechas descendentes indican la existencia de valores medidos inferiores al valor indicado.

La fig. 1 comprende una curva semiempírica que da el porcentaje máximo de transmodulación, promediado en un corto periodo, que podría observarse si la señal deseada atravesara la región de la ionosfera más intensamente iluminada por la radiación interferente. Dicha figura muestra que la transmodulación alcanza su segundo máximo cuando la frecuencia del transmisor interferente se acerca a la frecuencia giromagnética. En el mapa de la fig. 5 se indican los valores de la frecuencia giromagnética en las diversas partes del mundo [Laitinen y Haydon, 1950].

3. Los efectos de transmodulación deben tenerse en cuenta no sólo para la recepción por onda ionosférica, sino también para la recepción por onda de superficie en el límite de la zona de servicio y por la noche, cuando la onda ionosférica no es ya totalmente despreciable. El efecto de transmodulación se reduce, sin embargo, aproximadamente en la relación de las amplitudes de las ondas deseadas, de superficie e ionosférica, en el punto de recepción.

4. Se han calculado los porcentajes de transmodulación ionosférica en el caso de las ondas kilométricas y hectométricas. Se ha evaluado la influencia de la potencia de los transmisores deseado e interferente. Se han comparado los resultados teóricos y prácticos [Schluger y otros, 1976].

### 5. Conclusiones preliminares

Basándose en las mediciones indicadas en [Haberkant y Vogt, 1966; Haberkant y otros, 1971], pueden darse ejemplos de los niveles de flujo de potencia, o de la potencia del transmisor en función del ángulo de elevación, que pueden causar interferencia a las transmisiones deseadas.

Para ello, se ha fijado en primer lugar un valor admisible del porcentaje de transmodulación. Según la Recomendación 560, y el Informe 575, es aceptable una relación de protección en radiofrecuencia de unos 30 dB para el 10% del tiempo en el caso de una señal interferente fluctuante. Haciendo caso omiso del efecto mencionado en el punto 1.3, se tendrá el mismo efecto perturbador para un porcentaje de transmodulación del 3% durante el 10% del tiempo. Se ha demostrado [Haberkant y otros, 1971] que este porcentaje de transmodulación puede resultar, en la parte superior de la banda 6 (ondas hectométricas) de radiodifusión, de una densidad de flujo máxima en la región E de  $2 \mu\text{W}/\text{m}^2$  ( $-57 \text{ dB}(\text{W}/\text{m}^2)$ ) aproximadamente, es decir, de un campo máximo de  $27 \text{ mV}/\text{m}$  ( $89 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ ).

Suponiendo una altura de 100 km para la capa E, puede calcularse la potencia radiada por diversos tipos de antenas que producirían esta densidad de flujo en la región E. Las antenas transmisoras verticales normalmente utilizadas, tienen un diagrama de radiación vertical que está en función bien definida de su altura (expresada en fracciones de la longitud de onda,  $\lambda$ ). En particular, la radiación de tales antenas es nula en un ángulo de elevación de  $90^\circ$ . El cuadro I [Haberkant y otros, 1971] indica, para diversas antenas verticales de diferente altura, las potencias de transmisión correspondientes a las condiciones mencionadas.

CUADRO I

Altura de la antena vertical	$< 0,25 \lambda$	$0,25 \lambda$	$0,5 \lambda$	$0,55 \lambda$	$0,64 \lambda$	$0,64 \lambda^{(1)}$
Potencia de la portadora del transmisor (kW)	320	340	560	670	370	840

<sup>(1)</sup> Con compensación del primer lóbulo lateral.

También se puede calcular la relación entre la potencia radiada y el ángulo de elevación necesario para producir el mismo flujo de potencia, desde  $0^\circ$  (radiación horizontal) hasta  $90^\circ$  (radiación vertical). Los resultados se indican en el cuadro II.

Los cuadros I y II sólo contienen valores aproximados, pues la teoría muestra que en la transmodulación ionosférica pueden influir varios factores, como las frecuencias de los transmisores deseado e interferente (y en particular su valor con relación a la girofrecuencia) y la polarización de las ondas emitidas.

Las potencias indicadas en los cuadros I y II son ejemplos deducidos de un pequeño número de mediciones realizadas en una frecuencia próxima al límite superior de la banda 6 (ondas hectométricas) sin tener en cuenta la variación de la transmodulación con la frecuencia portadora interferente. No comprenden tampoco el efecto de la disminución de la transmodulación para las audiofrecuencias elevadas, que permite aumentar en 3 dB las potencias interferentes.

CUADRO II

Ángulo de elevación	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°
p.r.a.v. (dB (1 kW)) o f.c.m. (dB (300 V)) <sup>(1)</sup>	39,5	32	27,5	24,3	22,5	22	21,5	20,2	19,3	18,7	18,5
p.r.a.v. (kW)	9000	1600	570	230	190	160	140	105	85	75	70

<sup>(1)</sup> p.r.a.v. : Potencia radiada aparente referida a una antena vertical corta; } Véase también la Recomendación 561  
 f.c.m. : Fuerza cimomotriz.

Merece señalar que la transmodulación ionosférica ha perturbado también a servicios distintos del de radiodifusión.

Se han comparado [Knight, 1973] los resultados de muchas mediciones de transmodulación ionosférica, y la fig. 1 muestra que una potencia de 100 kW radiada por una antena vertical corta en la parte inferior de la banda 6 (ondas hectométricas) produce una transmodulación cuyo porcentaje puede exceder del 2% durante el 50% del tiempo. Puede demostrarse [Haberkant y otros, 1971] que esto corresponde a una transmodulación del 3% sobrepasada durante el 10% del tiempo. Por tanto, la potencia de 100 kW puede compararse directamente con la de 320 kW del cuadro I. La mayor potencia indicada en este cuadro se debe a que las mediciones de que se deduce dan una transmodulación inferior a los valores estimados en el caso más desfavorable (véase la curva de la fig. 1).

La fig. 1 muestra, asimismo, que la transmodulación causada por transmisores interferentes en la banda 5 (ondas kilométricas) o en frecuencias próximas a la giromagnética, puede ser 10 dB superior a los niveles correspondientes a frecuencias de la parte inferior de la banda 6 (ondas hectométricas). Una reducción de 5 dB de la potencia del transmisor interferente disminuye el nivel de transmodulación en 10 dB. Habida cuenta del efecto de la frecuencia de modulación, se llega a la conclusión de que, según la frecuencia interferente en las bandas 5 y 6 (ondas kilométricas o hectométricas), las potencias comprendidas entre los valores de los cuadros I y II y valores inferiores en 7 dB pueden, en el caso más desfavorable, interferir en un servicio por onda ionosférica en forma comparable a la interferencia cocanal con una relación de protección de 30 dB.

Si en vez de proteger la recepción por onda ionosférica contra la transmodulación ionosférica se protege la recepción por onda de superficie, pueden radiarse potencias interferentes algo mayores, porque éstas influyen solamente en la componente ionosférica de la señal recibida. Si el límite de la zona de servicio por onda de superficie se define por la línea en la que la intensidad de campo de dicha onda excede de la intensidad de campo mediana de la onda ionosférica en 10 dB, la transmodulación mediana de la señal resultante será inferior a 14 dB a la transmodulación mediana de la onda ionosférica. Así pues, las potencias interferentes pueden superar a las potencias correspondientes cuando se trata de proteger la onda ionosférica.

## 6. Utilización práctica de las conclusiones

La UER ha estudiado las consecuencias, para la planificación en las bandas 5 (ondas kilométricas) y 6 (ondas hectométricas) de las conclusiones preliminares resumidas en el punto 5 del presente anexo. El problema más importante es el de establecer límites para la radiación máxima en función del ángulo de elevación y del tipo de antena, a fin de mantener la interferencia por transmodulación ionosférica, inferior a cierto valor. Las conclusiones que pueden extraerse de dichos estudios se indican a continuación.

La perturbación causada por la transmodulación no debe exceder de la debida a la interferencia cocanal con una relación de protección de 30 dB. Sin embargo, la transmodulación, contrariamente a la interferencia cocanal, disminuye al aumentar la frecuencia de modulación. Es necesario, pues, realizar pruebas subjetivas para determinar la relación entre los dos efectos. Ya se ha demostrado que el porcentaje de transmodulación puede ser del 6,3% cuando el transmisor interferente está modulado al 80% por una señal de 300 Hz. Se recomienda considerar este valor como el límite máximo aceptable de transmodulación.

Los resultados de la evaluación subjetiva del grado de molestia por transmodulación realizada en China en la transmisión normal de programas de radiodifusión sonora y una relación de protección cocanal de 27 dB para el servicio por onda ionosférica muestran que se logra la nota de calidad de 4 y la interferencia es perceptible, pero no molesta, cuando el porcentaje de transmodulación es del 8,9%.

Teniendo en cuenta que la transmodulación depende de la frecuencia de la portadora interferente y de la altura de la capa reflectora, la fig. 2 (curva A), indica la potencia radiada aparente (dB(1 kW)) respecto a una antena vertical corta o la fuerza cimomotriz (dB(300V)), en dirección vertical, que produciría durante el 50% del tiempo la transmodulación arriba especificada. En abscisas se ha llevado la relación entre la frecuencia interferente,  $f_i$ , y la girofrecuencia  $f_G$  (de aproximadamente 1,25 MHz en Europa). Esta curva se deduce de un gran número de mediciones efectuadas en Europa y Australia (véanse el punto 5 y la fig. 1), considerándose que los valores de transmodulación observados representan los menos favorables que pueden registrarse en el trayecto geográfico más desfavorable.

En la práctica, debe tenerse en cuenta el diagrama vertical de la antena así como el aumento de la distancia entre ésta y el punto de reflexión en direcciones distintas de la vertical. La fig. 3 indica el aumento de la p.r.a.v. admisible en direcciones distintas de la vertical, debido solamente al incremento de la distancia. Se ha tenido en cuenta el aumento o la disminución de la potencia, debido al diagrama vertical de la antena. Para las aplicaciones prácticas, se han combinado en un solo factor de corrección  $\Delta P$  que debe aplicarse a los valores derivados de la fig. 2, los efectos de la distancia al punto de reflexión y el diagrama vertical. Este factor de corrección se ha calculado para antenas verticales de diferente longitud eléctrica  $\chi \approx l/\lambda$  y para dipolos de media longitud de onda horizontales a diferentes alturas  $\chi \approx h/\lambda$  sobre el suelo, en la hipótesis de que la capa ionosférica en que se produce la transmodulación esté a 85 km de altura. Los resultados de este cálculo aparecen en la fig. 4.

En el caso de un servicio nocturno por onda de superficie que deba protegerse contra la transmodulación, puede suponerse que la intensidad de campo producida por la onda ionosférica del transmisor deseado, es inferior en 10 dB a la producida por la onda de superficie en el límite de la zona de servicio. Como sólo la componente ionosférica está sujeta a la transmodulación, puede admitirse un aumento de 5 dB de la radiación, si sólo debe asegurarse el servicio por onda de superficie, lo cual conduce a la curva B de la fig. 2.

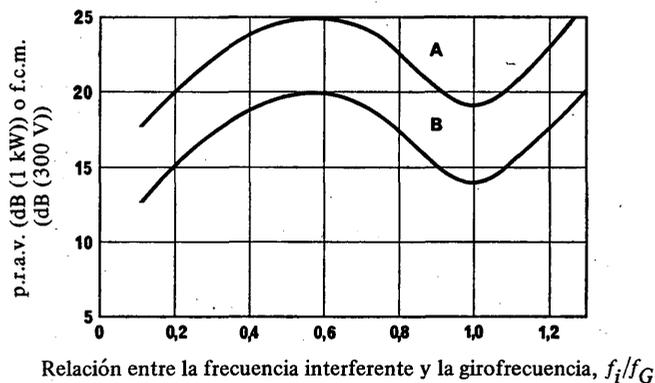


FIGURA 2 – Radiación de incidencia vertical que produce una transmodulación cuasimáxima de 6,3% a 300 Hz

Curva A: Para la protección del servicio por onda de superficie  
Curva B: Para la protección del servicio por onda ionosférica

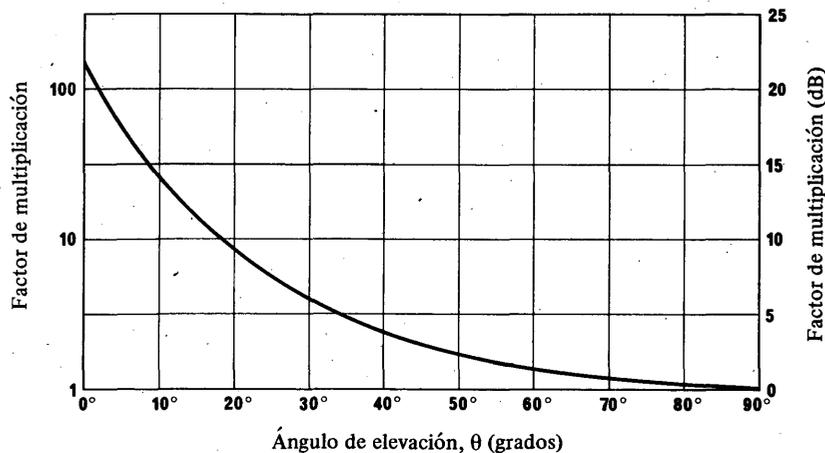


FIGURA 3 – Variación de la radiación admisible en función del ángulo de elevación

(Teniendo en cuenta la curvatura de la Tierra y suponiendo que la transmodulación se produce a una altitud de 85 km)

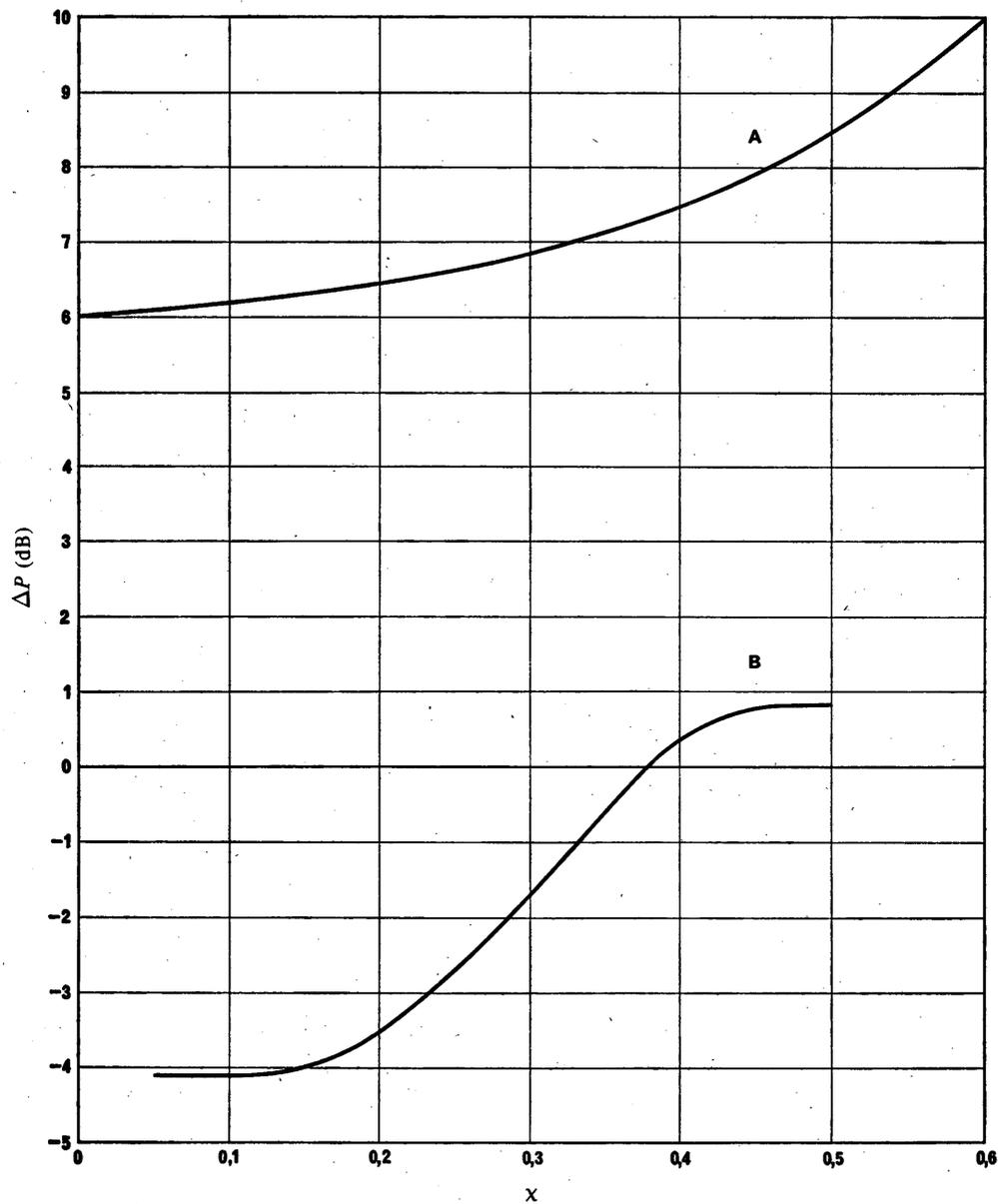


FIGURA 4 – Factor de corrección  $\Delta P$  para distintos tipos de antena

Curva A: Antena vertical

$\chi$ : Altura relativa de la antena,  $l/\lambda$

Curva B: Dipolo horizontal ( $l = 0,5 \lambda$ )

$\chi$ : Altura relativa sobre el suelo,  $h/\lambda$

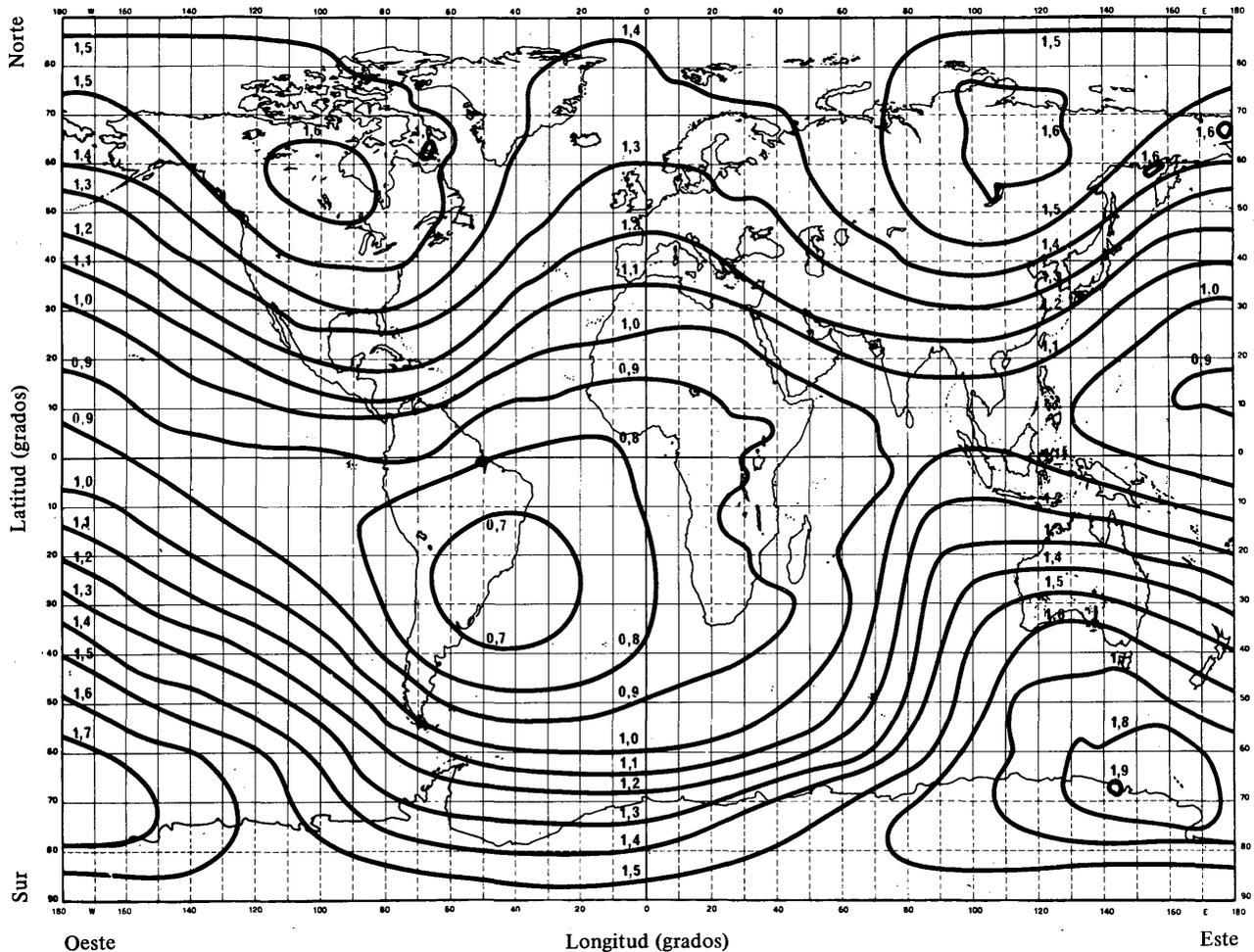


FIGURA 5 – Distribución mundial de la frecuencia geomagnética (MHz)

Como ejemplo, consideramos una antena vertical corta para la banda 5 (ondas kilométricas) ( $f_i/f_G = 0,2$ ). La fig. 2 indica que para proteger un servicio por onda de superficie la p.r.a.v. máxima en dirección vertical debe ser de 20 dB con relación a 1 kW, o sea 100 kW. Sin embargo, esta antena corta produce la intensidad de campo máxima en la ionosfera a un ángulo de elevación de  $45^\circ$ ; la fig. 3 indica que puede admitirse un aumento de 3 dB para este ángulo, lo que da una p.r.a.v. de 200 kW. No obstante, es más cómodo especificar la p.r.a.v. en la dirección horizontal. Para una antena corta, la p.r.a.v. es 3 dB más elevada que  $45^\circ$ , o sea 400 kW.

Se halla en este caso, con ayuda de la curva A de la fig. 4, el valor  $\Delta P = +6$  dB para una antena corta vertical ( $l/\lambda \ll 0,1$ ), de modo que la potencia total suministrada a la antena es:  $P = +26$  dB (1 kW), es decir  $\approx 400$  kW.

En la fig. 6, se muestran curvas que dan la relación entre la profundidad de la transmodulación en el punto de recepción y la intensidad de campo en el punto de reflexión de la ionosfera, y han sido obtenidas a partir de investigaciones realizadas en China. Estas curvas pueden utilizarse para evaluar el porcentaje de transmodulación en un punto de recepción dado para diferentes valores de intensidad de campo interferente en el punto de reflexión en la ionosfera y para calcular aproximadamente la zona de la influencia de la transmodulación.

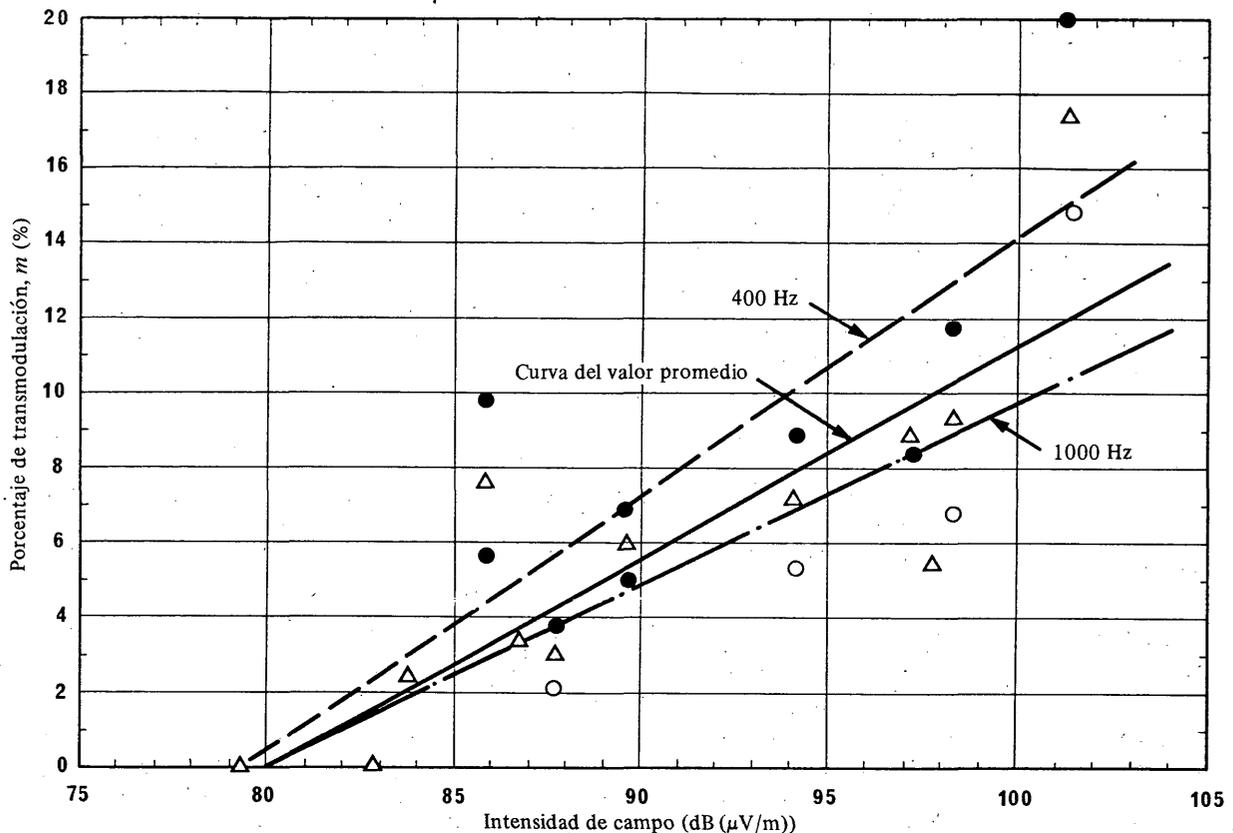


FIGURA 6 – Relación entre la profundidad de la transmodulación y la intensidad de campo en el punto de reflexión en la ionosfera

(Coeficiente de correlación  $r = 0,84$  para las curvas)

- Valor medido de 400 Hz
- Valor medido de 1000 Hz
- △ Promedio del valor medido

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, V. A. [15 de mayo de 1937] Resonance in the interaction of radio waves. *Nature*, 838-839.
- BAILEY, V. A., SMITH, R. A., LANDECKER, K., HIGGS, A. J. y HIBBERD, F. H. [mayo de 1952] Resonance in gyro-interaction of radio waves. *Nature*, Vol. 169, 4309, 911-913.
- BÄUMLER, M. y PFITZER, W. [diciembre de 1935] Untersuchung der gegenseitigen Modulationsbeeinflussung elektrischer Wellen mit deutschen Rundfunksendern (Investigación de la influencia de la intermodulación en las ondas radioeléctricas con los transmisores de la radiodifusión alemana). *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik*, Vol. 46, 181-186.
- BELL, D. A. [1951] Ionospheric interaction in disturbed conditions. *Proc. Phys. Soc. (Sección B)*. Vol. 64, 1053-1062.
- CUTOLO, M. [mayo de 1952] Determinazione sperimentale delle curve di risonanza nel moto degli elettroni lenti dell'alta atmosfera (Determinación experimental de las curvas de resonancia del movimiento de los electrones lentos en la atmósfera superior). *Nuovo Cimento*, Vol. IX, 391-406.
- CUTOLO, M. y FERRERO, R. [octubre de 1948] Misura del grado di modulazione parassita nel fenomeno di girointerazione (Medición del grado de modulación parásita en el fenómeno de giro-interacción). *Alta Frequenza*, Vol. XVII, 212-216.
- CUTOLO, M. y FERRERO, R. [enero de 1949] Photographic record and diagrams of Luxemburg effect with resonance (gyro-interaction). *Nature*, Vol. 163, 58-59.
- CUTOLO, M., FERRERO, R. y MOTOZO, M. [1950] Determinazione sperimentale della curva di risonanza nel fenomeno di giro-interazione (Determinación experimental de la curva de resonancia en el fenómeno de giro-interacción). *Alta Frequenza*, Vol. XIX, 3-8.

- GROSSKOPF, J. [enero de 1938] Die gegenseitige Modulationsbeeinflussung elektromagnetischer Wellen in der Ionosphäre (Influencia de la intermodulación de las ondas radioeléctricas en la ionosfera). *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik*, Vol. 51, 18-30.
- HABERKANT, E. y VOGT, K. [agosto de 1966] Mesure de la transmodulation ionosphérique sur deux émetteurs de grande puissance en ondes longues. *Rev. de l'UER*, 98-A, 154-161.
- y
- [1966] Messung der ionosphärischen Kreuzmodulation bei den Langwellen-Rundfunksendern Europa I und Luxemburg (Medición de la transmodulación ionosférica en las emisiones de ondas largas de Europa I y Luxemburgo). *Rundfunk-techn. Mitt.*, 4, 206-212.
- HABERKANT, E., HEINZELMANN, G. y VOGT, K. [abril de 1971] La mesure de la transmodulation ionosphérique. *Rev. de l'UER*, 126-A, 50-55.
- y
- [1971] Die Messung der ionosphärischen Kreuzmodulation (La medición de la transmodulación ionosférica). *Rundfunk-techn. Mitt.*, 2, 49-55.
- HIBBERD, F. H. [1964] An experimental study of gyro-interaction in the ionosphere, at oblique incidence. National Bureau of Standards, Technical Note 211, Vol. 4, 45-64.
- HUXLEY, L. G. H. [febrero de 1950] Ionospheric cross-modulation at oblique incidence. *Proc. Roy. Soc.*, Vol. 200, Serie A, 486-511.
- HUXLEY, L. G. H., FOSTER, H. G. y NEWTON, C. C. [1 de marzo de 1947] Gyro interaction of radio waves. *Nature*, 300-301.
- HUXLEY, L. G. H., FOSTER, H. G. y NEWTON, C. C. [agosto de 1948] Measurements of the interaction of radio waves in the ionosphere. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 61, 134-146.
- KNIGHT, P. [mayo de 1973] LF and MF propagation: A study of ionospheric cross-modulation measurements. *BBC Engineering*, 94, 12-21.
- LAITINEN, O. P. y HAYDON, G. W. [1950] Analysis and prediction of sky-wave field intensities in the HF-band. RPU 203, Technical Report N.º 9 Signal Corps Radio Propagation Agency, Fort Monmouth, New Jersey, Estados Unidos de América.
- RATCLIFFE, J. A. y SHAW, I. J. [julio de 1948] A study of the interaction of radio waves. *Proc. Roy. Soc.*, Vol. 193, Serie A, 311-343.
- SHAW, I. J. [enero de 1951] Some further investigations of ionospheric cross-modulation. *Proc. Phys. Soc. (Sección B)*, Vol. 64, 1-20.
- SHAW, I. J. [noviembre de 1951] Ionospheric cross-modulation. *Wireless Engr.*, Vol. 28, 335-342.
- SCHLUGER, I. S., WASKOW, W. V. y MILLICH, G. M. [1976] Transmodulación de los transmisores de radiodifusión en ondas kilométricas y hectométricas de gran potencia. *Geomag. i Aeronom.*, 1, 110.
- VAN DER POL, B. y VAN DER MARK, J. [1935] Interaction of radio waves. *Tijdsch. Nederl. Radio Gschp.*, Vol. 7, Parte I, 12-17, Parte II, 93-97.
- WHYTHE, D. J. y REED, C. R. G. [1973-75] Ionospheric non-linearity: Protection ratios required against cross-modulation interference (Luxembourg Effect). BBC Research Department Report 1973/5.

*Documentos del CCIR*

[1986-90]: 10/318 (China (República Popular de)).

BIBLIOGRAFÍA

- BAILEY, V. A. [1956] On the interaction of radio waves. *Nuovo Cimento*, Suplemento al Vol. IV, Serie X, 1430-1449.
- BBC [6 de noviembre de 1968] Research Department Report RA-17. Ionospheric non linearity Doc. COM. T. (A) 73/COM. T. (B) 97.
- HUXLEY, L. G. H. [1952] A synopsis of ionospheric cross-modulation. *Nuovo Cimento*, Suplemento al Vol. IX, Serie IX, 59-89.

RECOMENDACIÓN 639 \*

**ANCHURA DE BANDA NECESARIA PARA LA EMISIÓN EN RADIODIFUSIÓN  
(ONDAS KILOMÉTRICAS, HECTOMÉTRICAS Y DECAMÉTRICAS)\*\***

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44A/10)

(1986)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que en la radiofusión sonora con modulación de amplitud y doble banda lateral (MA-DBL) la anchura de banda de emisión es el doble que la anchura de banda de audiofrecuencia;
- b) que, por razones de calidad, la anchura de banda de audiofrecuencia debe ser lo mayor posible;
- c) que la interferencia de los canales adyacentes viene determinada, entre otros factores, por la anchura de banda de la señal modulada, y que cierto tratamiento de la señal de sonido del programa radiofónico puede aumentar considerablemente las componentes de audiofrecuencia superiores;
- d) que la anchura de banda del sistema de transmisión completo MA-DBL (anchura de banda del sistema) viene determinada por la influencia combinada de la anchura de banda de emisión y de la anchura de banda del receptor;
- e) que, en la mayoría de los casos prácticos, la anchura de banda de emisión excede considerablemente de la anchura de banda del receptor, aunque en algunas partes del mundo prevalecen cada vez más los receptores con anchura de banda ensanchada o doble;
- f) que, entre otros factores, la eficacia de utilización del espectro resulta afectada por la separación entre portadoras, así como por la anchura de banda necesaria de emisión;
- g) que la interferencia de los canales adyacentes disminuye en zonas relativamente cercanas al transmisor deseado, en las que, para un transmisor de potencia mediana a baja, normalmente puede suponerse una concentración mayor de audiencia;
- h) que cuando la interferencia de los canales adyacentes se reduce al mínimo mediante una separación geográfica apropiada entre las estaciones, pueden obtenerse ciertas ventajas utilizando una anchura de banda de emisión considerablemente mayor que la separación entre canales, lo cual aumenta la anchura de banda del sistema, en particular cuando se emplean receptores con anchura de banda ensanchada,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que cuando se requiera (para optimizar la utilización del espectro o para mejorar la respuesta en AF del sistema global) todo el sistema puede optimizarse, y los problemas de planificación pueden reducirse, aprovechando el conocimiento de la correlación entre la anchura de banda del sistema, la separación entre canales y la relación de protección de canal adyacente, que se indica en el anexo I.

ANEXO I

**ANCHURA DE BANDA NECESARIA PARA LA EMISIÓN EN RADIODIFUSIÓN  
(ONDAS KILOMÉTRICAS, HECTOMÉTRICAS Y DECAMÉTRICAS)**

**1. Introducción**

En los sistemas de radiodifusión sonora con modulación de amplitud de doble banda lateral (MA-DBL), la anchura de banda de emisión es aproximadamente el doble de la anchura de banda del programa en audiofrecuencia, influyendo mucho, por consiguiente, en la calidad de la recepción. Por otro lado, para una separación dada entre canales adyacentes, conviene limitar la anchura de banda de emisión a fin de evitar interferencias entre esos canales.

La diferencia que se observa en radiodifusión sonora entre la anchura de banda de emisión y la anchura de banda de los receptores, ha dado lugar a estudios [CCIR, 1966-69a y b; Netzband y Süverkrübbe, 1968; Süverkrübbe, 1969; Petke, 1973] destinados a mejorar el sistema de transmisión. No hay duda de que convendría fijar la anchura de banda del programa en audiofrecuencia que va a ser emitida y la anchura de banda global de los receptores, y determinarlas sirviéndose de filtros limitadores de banda. Si estas dos anchuras de banda son casi iguales y su relación con la separación de los canales es satisfactoria, el sistema de transmisión permitirá utilizar al máximo la anchura de banda transmitida y obtener una relación de protección óptima entre canales adyacentes [Eden, 1967].

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 1.

\*\* El contenido esencial del Informe 457 se ha incluido como anexo I a esta Recomendación, y, por tanto, el Informe 457 queda suprimido.

## 2. Anchura de banda necesaria de la emisión

### 2.1 Banda 5 (ondas kilométricas) y 6 (ondas hectométricas)

Evidentemente, tanto la anchura de banda de la emisión como la banda de paso de los receptores deben elegirse de manera que no exista una degradación innecesaria de la calidad de recepción ni cualquier aumento de la interferencia de los canales adyacentes [Netzband y Süverkrübbe, 1968]. En zonas en las que se espera que la interferencia de los canales adyacentes no sea despreciable, sería una buena solución la utilización de valores iguales para la separación entre canales, anchura de banda de la emisión y banda de paso del receptor. En zonas en las que se espera que la interferencia de los canales adyacentes sea menor, pueden ser adecuados valores diferentes; por ejemplo, la anchura de banda de la emisión y la banda de paso del receptor pueden ser iguales pero muy superiores a la separación entre canales. Esto resulta especialmente cierto si la misma red de transmisores se utiliza durante el día y la noche. En estas circunstancias se pueden utilizar receptores, equipados con filtros con anchuras de banda conmutables, para mejorar de forma eficaz la calidad de recepción en diferentes condiciones de propagación.

### 2.2 Banda 7 (ondas decamétricas)

En el caso de radiodifusión en ondas decamétricas, la anchura de banda necesaria de la emisión para MA-DBL no debe en ningún caso exceder el valor de 9 kHz. En la Recomendación 640, se especifica una anchura de banda necesaria máxima de 4,5 kHz para radiodifusión en MA-BLU.

## 3. Consideraciones generales

3.1 Existe una correlación bien determinada entre la anchura de banda del sistema, la separación entre portadoras y la relación de protección en radiofrecuencia para los canales adyacentes [Süverkrübbe, 1969; Petke, 1973].

3.2 El valor teóricamente óptimo de protección contra las interferencias en el canal adyacente se puede determinar utilizando un receptor ideal con banda de paso «rectangular». En este caso, la relación de protección en radiofrecuencia está determinada principalmente por la distorsión no lineal del transmisor.

3.3 El espectro de energía, incluida la radiación fuera de banda debida a la no linealidad del transmisor, ha sido objeto de un estudio teórico [Kettel, 1968]. Un estudio experimental de este espectro de energía, en el caso de un transmisor de gran potencia de ondas hectométricas [CCIR, 1966-69c] demuestra que la noción de anchura de banda ocupada, tal como se define en el artículo 1, número 147 del Reglamento de Radiocomunicaciones, no da una idea exacta de la influencia que ejerce la limitación de la anchura de banda en las interferencias en el canal adyacente.

## 4. Relaciones entre la anchura de banda de audiofrecuencia, la relación de protección en radiofrecuencia y la separación entre canales

### 4.1 Resultados de mediciones

En la República Federal de Alemania se ha efectuado una serie de mediciones de las relaciones de protección en radiofrecuencia para varios valores de anchura de banda en radiofrecuencia, iguales en emisión que en recepción, y para varios valores de separación entre canales [Süverkrübbe, 1969], por el método de medida objetiva de dos señales dados en las Recomendaciones 559 y 560. En las mediciones se empleó un receptor comercial de gran calidad con una banda de paso casi ideal. La fig. 1 ilustra la relación entre los parámetros considerados. Para determinado valor de separación entre canales existen numerosos pares de valores de anchura de banda en radiofrecuencia y de relación de protección entre canales adyacentes. No obstante, si únicamente se eligen dos parámetros, el tercero queda fijado automáticamente.

### 4.2 Resultados de los cálculos

Se puede determinar la relación entre la anchura de banda del sistema, la relación de protección del canal adyacente y la separación entre canales mediante el método numérico (Recomendación 559).

Los estudios realizados se basaron en la hipótesis de que la separación entre portadoras y la relación de protección del canal adyacente son valores predeterminados. De acuerdo con la Recomendación 560, se supuso un valor relativo de la relación de protección en radiofrecuencia de  $-26$  dB, correspondiente a una separación entre canales de 9 kHz. Por lo tanto, se han tenido en cuenta las características de los tipos corrientes de receptores.

En principio, todo sistema de radiodifusión con modulación de amplitud produce el mismo efecto en la calidad de recepción que un filtro paso bajo. Los sistemas de modulación de amplitud concebidos en función de la separación entre los canales y de las relaciones de protección antes indicadas, pueden diferir entre sí en la anchura de banda y en la pendiente de corte de la respuesta global amplitud/frecuencia. Los estudios efectuados se han extendido, por lo tanto, para abarcar este aspecto del problema de la calidad de recepción.

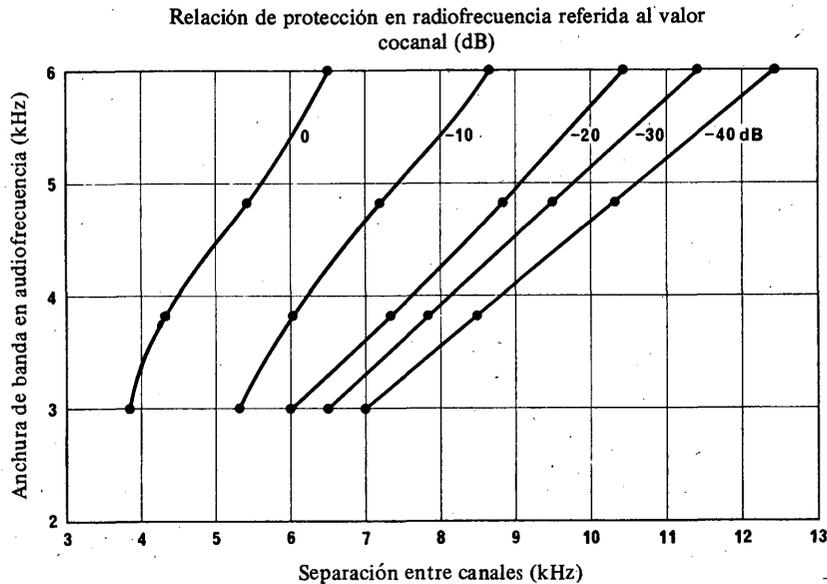


FIGURA 1 – Utilización del espectro radioeléctrico

Se ha supuesto que la influencia de la respuesta global amplitud/frecuencia del conjunto del sistema es uniforme entre los extremos transmisor y receptor. Este método, sin embargo, no es sino una primera aproximación y habrá que realizar otros estudios en condiciones distintas. Los cálculos han revelado que cualquiera de las tres curvas amplitud/frecuencia de la fig. 3 dará una relación de protección satisfactoria para el canal adyacente en un sistema con una separación entre canales de 9 kHz. Las curvas de la fig. 2 indican los pares de valores de anchura de banda  $b$  y de pendiente de corte  $a_0$  que se necesitan en los extremos transmisor y receptor de un sistema de radiodifusión sonora con modulación de amplitud. La curva de trazo continuo corresponde a un receptor con filtro de corte brusco que suprime el batido con la portadora del canal adyacente. La curva de trazo interrumpido corresponde al caso en que no se utiliza tal filtro. Los puntos ①, ② y ③ de la curva de la fig. 2 corresponden a las características del equipo terminal que daría las respuestas amplitud/frecuencia que corresponden a las curvas A, B y C de la fig. 3, respectivamente.

Los resultados obtenidos concuerdan bien con la fig. 1 que se considera corresponde a condiciones límite, pues se aplica al caso ideal de una característica de banda de paso rectangular. La banda de paso del sistema decrece rápidamente, pues, con la pendiente de corte.

#### 4.3 Resultados de las pruebas de audición

Se han utilizado tres filtros paso bajo, cuyas características se representan por las curvas A, B y C de la fig. 3, para simular la influencia de una separación de 9 kHz entre los canales y de una relación de protección de -26 dB para el canal adyacente en la calidad de reproducción del sonido de un sistema de radiodifusión sonora con modulación de amplitud.

Las pruebas subjetivas han demostrado perfectamente que con las curvas A y B se obtiene mejor impresión de calidad que con la curva C. Sin embargo, es muy pequeña la diferencia de calidad entre las curvas A y B, lo cual puede tener un interés económico considerable, pues la pendiente de corte del receptor para la curva B es inferior en 40 dB/octava al de la curva A.

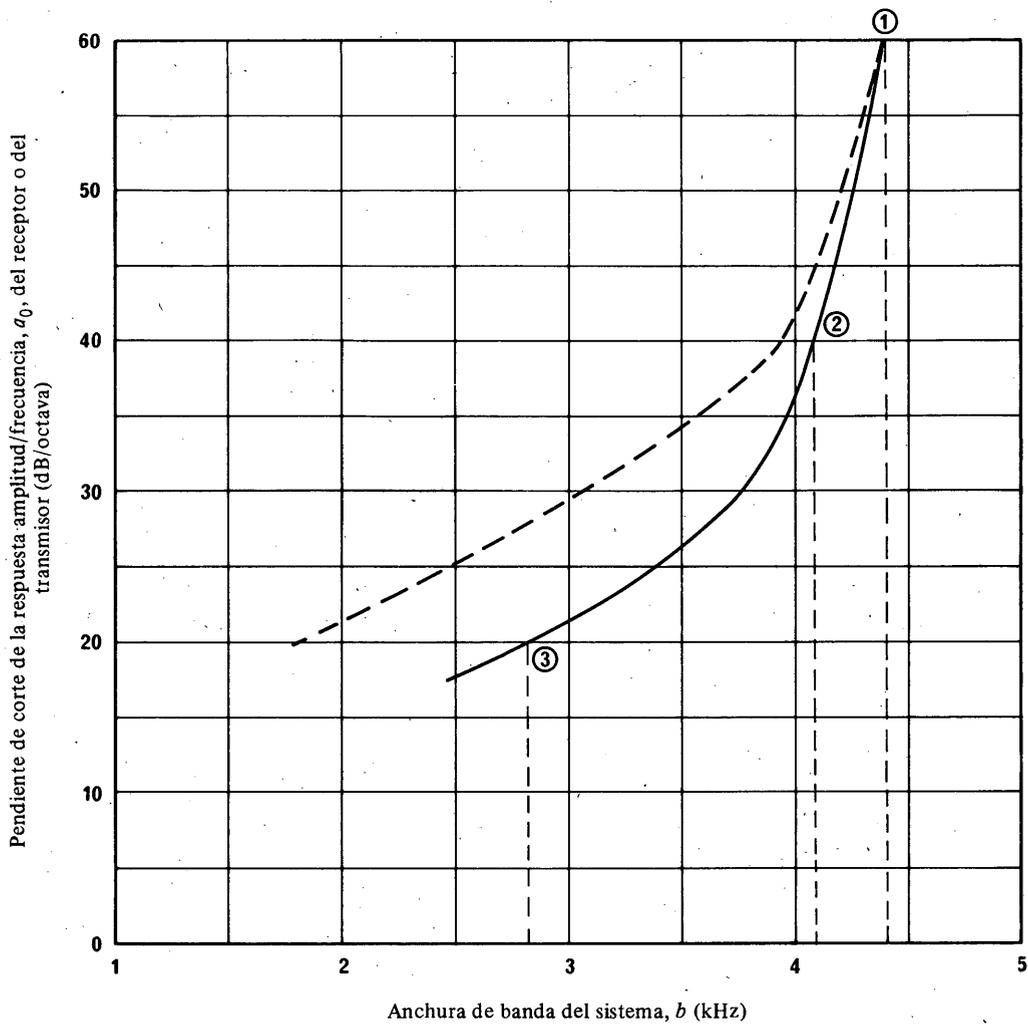


FIGURA 2 - Características de un sistema de radiodifusión sonora con modulación de amplitud que da una calidad óptima

Hipótesis de base:

Separación entre canales: 9 kHz

Relación de protección relativa para el canal adyacente: - 26 dB

- : Característica con filtro de corte brusco para eliminar el batido de las portadoras
- - - : Característica sin filtro de corte brusco

## 5. Características de las bandas de paso en radiofrecuencia y frecuencia intermedia de los receptores corrientes

En varios países se han comparado las distintas características de los receptores, algunas de las cuales figuran en el Informe 333 (Nueva Delhi, 1970). En ese texto se indica que los valores de la banda de paso en radiofrecuencia y frecuencia intermedia, medidos entre puntos a 6 dB, se sitúan entre 5 y 10 kHz. Se señala que, en recepción, la banda en audiofrecuencia representa aproximadamente la mitad de estos valores. Los valores más altos registrados corresponden a receptores de «primera categoría» con selectividad variable, utilizados en la URSS [CCIR, 1966-69d].

Existen, naturalmente, numerosos receptores con una banda de paso más estrecha aún que las indicadas en los textos de referencia citados. Se ha señalado, sin embargo, la existencia de receptores de banda de paso más ancha en algunas zonas.

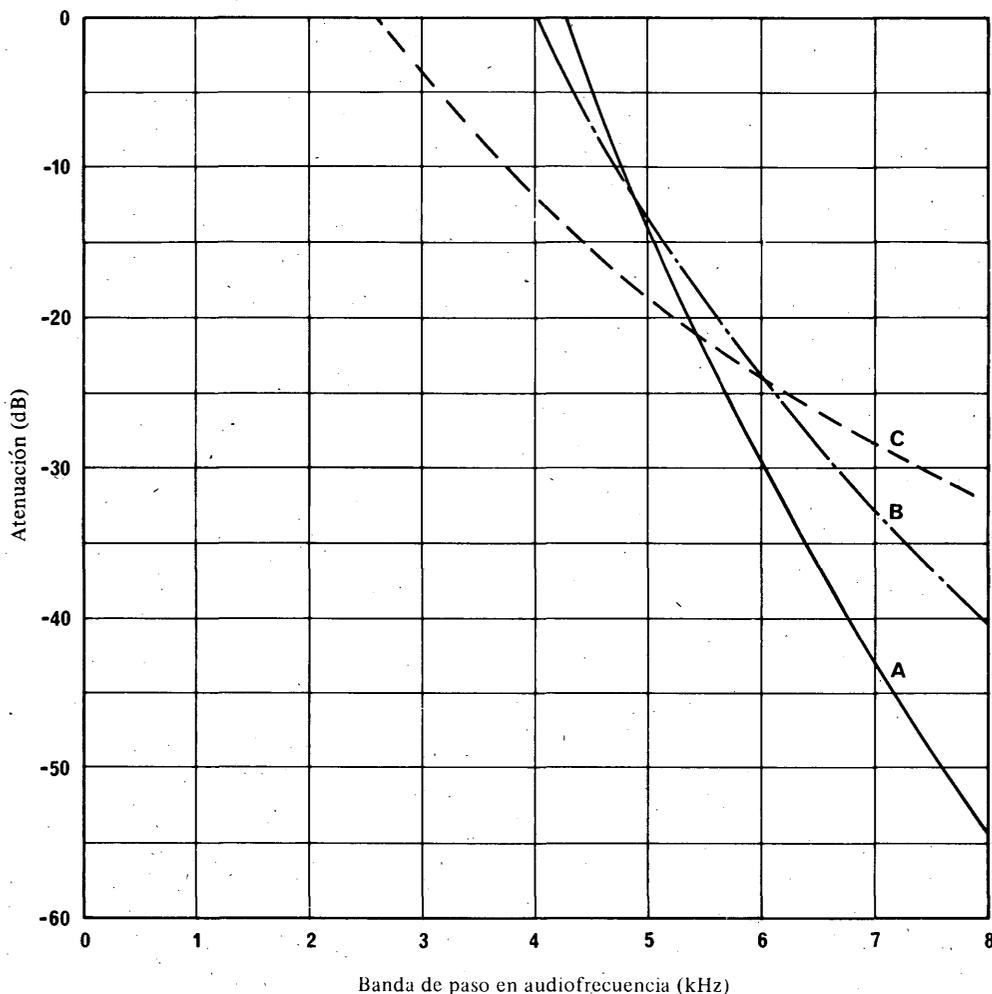


FIGURA 3 – Curvas de respuesta global amplitud/frecuencia de un sistema de radiodifusión sonora con modulación de amplitud para una calidad óptima de reproducción del sonido

- Curvas A: Pendiente de corte de - 120 dB por octava para el sistema completo
- B: Pendiente de corte de - 80 dB por octava para el sistema completo
- C: Pendiente de corte de - 40 dB por octava para el sistema completo

**6. Utilización de la limitación de banda en la práctica de explotación**

A pesar de que la utilización de la limitación de banda es una práctica habitual, la reacción del público en cuanto a los efectos en la calidad de los programas ha sido prácticamente nula. En cambio, se ha registrado una mejor recepción en muchos casos en los que anteriormente las interferencias por el canal adyacente eran muy molestas.

De acuerdo con el Plan de Ginebra, se explota en la actualidad gran número de transmisiones en las bandas 5 (ondas kilométricas) y 6 (ondas hectométricas) con limitación de banda. En la banda de ondas kilométricas, un 50,6% del número total de transmisores trabaja con una anchura de banda igual o inferior a 10 kHz, mientras que en la de ondas hectométricas, este valor es de sólo 31,3%.

**7. Transmisión y recepción con anchura de banda estrecha y con armónicos**

Se ha descrito un nuevo método [Gassmann, 1972 y 1973], aplicable en las bandas 5 (ondas kilométricas), 6 (ondas hectométricas) y 7 (ondas decamétricas), que permite mejorar la calidad del sonido en el receptor y reducir al mismo tiempo la anchura de banda de la señal moduladora en audiofrecuencia. El sistema está basado en el hecho de que el oído humano es incapaz de identificar las frecuencias armónicas que sean superiores en unos 4 kHz al tono fundamental.

Se consigue mejorar la calidad del sonido añadiendo armónicos artificiales generados en el receptor. La amplitud de los armónicos se controla mediante una frecuencia piloto en el extremo superior de la banda de paso en audiofrecuencia. La frecuencia piloto contiene la información relativa a la amplitud de los armónicos y la necesaria señal de sincronización por medio de una modulación de banda lateral única.

### 8. Espectro fuera de banda de las emisiones de radiodifusión sonora de doble banda lateral

En la Recomendación 328, punto 3.5.1, se dan las curvas límite de la radiación fuera de banda de las emisiones de radiodifusión de doble banda lateral con modulación de amplitud. Las curvas no están en relación fija con el nivel de la portadora, porque esta relación depende:

- del factor de modulación del transmisor (valor eficaz);
- de la anchura de banda necesaria de la emisión, y
- de la anchura de banda del analizador de espectro utilizado para la medición.

Sin embargo, las curvas límite dependen, en una relación fija, del nivel máximo de las componentes de las bandas laterales, el cual depende, exclusivamente, de la distribución de la potencia en dichas bandas.

En el Informe 325 figura información detallada sobre los valores correspondientes.

### 9. Efecto del tratamiento de la señal de sonido sobre la anchura de banda

Algunos transmisores que funcionan en la banda 7 (ondas decamétricas) emplean un filtro de conformación de la señal de sonido y un limitador para lograr una modulación media mayor. La utilización del filtro se denomina corrientemente técnica de modulación trapezoidal. Mediciones efectuadas en India [CCIR, 1982-86a] han mostrado que, en el caso de la modulación trapezoidal, la anchura de banda ocupada de la emisión es mayor que en el caso de la modulación convencional. En el cuadro I se resumen los resultados de las mediciones.

CUADRO I – Anchura de banda ocupada por la modulación trapezoidal y por la modulación convencional

Modulación (%)	Anchura de banda ocupada (kHz)			
	Modulación trapezoidal		Modulación convencional	
	Límite superior de la frecuencia moduladora (kHz)		Límite superior de la frecuencia moduladora (kHz)	
	4,5	5,0	4,5	5,0
30	11,0	12,0	10,3	11,5
50	11,7	12,9	11,1	12,0
70	13,7	14,6	12,1	13,0

Sin embargo, cuando la frecuencia más alta de una señal moduladora de ruido coloreado (Recomendación 559) no está limitada a un valor de 10 kHz por un filtro paso bajo, la anchura de banda ocupada en el caso de la modulación trapezoidal es menor que en el caso de la modulación convencional. Este resultado se atribuye al filtro de conformación de sonido utilizado para la modulación trapezoidal, que, de hecho reduce las componentes de frecuencias superiores a unos 8 kHz en la señal moduladora.

### 10. Conclusiones

10.1 La fig. 1 ilustra la dependencia mutua entre la relación de protección en radiofrecuencia para los canales adyacentes, la separación entre canales y la anchura de banda en audiofrecuencia, en la hipótesis de que la anchura de banda en audiofrecuencia del transmisor es la misma que la del receptor. Cuando se eligen dos de estos tres parámetros, el tercero queda determinado automáticamente. En general, se especifican la separación entre canales y la relación de protección en radiofrecuencia. Se puede entonces transmitir la anchura de banda de audiofrecuencia indicada en la fig. 1, pero la anchura de banda de la señal transmitida sólo puede utilizarse plenamente cuando la selectividad de los receptores corresponde a la del filtro de audiofrecuencia del transmisor.

10.2 En radiodifusión sonora con modulación de amplitud, la predeterminación de la relación de protección para los canales adyacentes y de la separación entre los canales, equivale a determinar la calidad de reproducción del sonido. Por ejemplo, con una separación de 9 kHz y una relación de protección de -26 dB, la fig. 2 muestra que con una pendiente de corte de valor razonable será difícil rebasar los 4,4 kHz de anchura de banda. Por otro lado, esa misma figura demuestra que toda reducción de la pendiente de corte entraña una disminución de la banda de paso en audiofrecuencia.

Las pruebas subjetivas han demostrado que, sin salirse de los límites de la fig. 2, la calidad de recepción depende, esencialmente, de la anchura de banda en audiofrecuencia. No obstante al acercarse a dichos límites, un ligero aumento de la banda de paso en audiofrecuencia puede significar un incremento considerable de la pendiente de corte sin que mejore perceptiblemente la calidad de recepción.

Estudios análogos para las separaciones de 8 y 10 kHz dieron resultados con las mismas tendencias. La distribución por partes iguales al receptor y al transmisor de la respuesta global amplitud/frecuencia no es necesariamente la óptima. Los cálculos demuestran, al contrario, que la relación de protección para el canal adyacente es más sensible a las modificaciones de la respuesta amplitud/frecuencia en recepción que en transmisión. No obstante, desde el punto de vista económico puede que no convenga aumentar la selectividad del receptor. Es necesario, pues, realizar nuevos estudios antes de tomar una decisión definitiva.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EDEN, H. [diciembre de 1967] Réflexions sur une réorganisation de la radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques. *Rev. de l'UER*, **106-A**, 242-251.

GASSMANN, G. G. [octubre de 1972] Hochwertige Musikübertragung mit nur 7 kHz Bandbreite, Bericht über die 9. Tonmeister-tagung, Köln, 26. bis 29.10.72, herausgegeben vom Verband deutscher Tonmeister. (Transmisiones musicales de alta calidad con una anchura de banda de sólo 7 kHz) Informe de la 9.ª reunión de ingenieros de sonido, Colonia, 26-29 de octubre de 1972, publicado por «Verband deutscher Tonmeister». (Asociación de ingenieros alemanes de sonido).

GASSMANN, G. G. [noviembre de 1973] Verbesserung der AM-Übertragungsqualität bei unveränderter Systembandbreite, Vortrag der NTG-Tagung "Hörrundfunk", Düsseldorf. (Mejora de la calidad de transmisión MA sin alterar la anchura de banda del sistema: documento leído en la Conferencia NTG de "Radiodifusión sonora", Düsseldorf).

KETTEL, E. [febrero de 1968] Le procédé en bande latérale unique compatible est-il avantageux en radiodiffusion en modulation d'amplitude? *Rev. de l'UER*, **107-A**, 8-15.

NETZBAND R. y SÜVERKRÜBBE, R. [junio de 1968] Limitation de la largeur de bande à l'émission et à la réception en radiodiffusion à modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER*, **109-A**, 115-124.

PETKE, G. [octubre de 1973] Calcul du rapport de protection RF en modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER (Technique)*, **141**, 227-234.

SÜVERKRÜBBE, R. [agosto de 1969] Largeur de bande et écartement des canaux en radiodiffusion à modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER*, **116-A**, 161-164.

#### Documentos del CCIR

[1966-69]: a. X/16 (Estados Unidos de América); b. X/142 (Reino Unido); c. X/212 (República Federal de Alemania); d. X/196 (URSS).

[1982-86]: a. 10/286 (India).

## RECOMENDACIÓN 597-1

**SEPARACIÓN ENTRE CANALES PARA LA RADIODIFUSIÓN SONORA  
EN LA BANDA 7 (ONDAS DECAMÉTRICAS)**

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44A/10)

(1982-1986)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que la zona de cobertura que se consigue en la práctica depende, entre otros, de la elección de la separación entre canales;
- b) que tiene ventajas técnicas la adopción de una separación uniforme entre portadoras en la que las frecuencias nominales de la portadora son múltiplos enteros de la separación entre canales;
- c) que la frecuencia, o las frecuencias intermedias de los receptores, deben elegirse de tal modo que sean un múltiplo de la separación entre canales;
- d) que al elegir una separación entre canales, debe tenerse también en cuenta la posible adopción futura de la banda lateral única (BLU);
- e) que estas ventajas sólo podrán obtenerse plenamente si se adopta un valor uniforme para la separación entre canales en la banda 7 (ondas decamétricas),

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que se utilice en todo el mundo un valor uniforme de 10 kHz para la separación entre canales en la banda 7 (ondas decamétricas).
2. Que las frecuencias nominales de las portadoras sean un múltiplo de la separación entre canales.
3. Que puedan utilizarse, para la cobertura de zonas geográficamente separadas, canales intercalados cuyas frecuencias portadoras difieran en 5 kHz de las de los canales principales.
4. Que, siempre que sea posible, la frecuencia o las frecuencias intermedias de los receptores sean un múltiplo de la separación entre canales.
5. Que se utilice en todo el mundo un valor de 5 kHz de separación entre canales, para cualquier sistema de banda lateral única que pueda seleccionarse para su adopción futura en la banda 7 (ondas decamétricas).

RECOMENDACIÓN 702 \*

**SINCRONIZACIÓN Y UTILIZACIÓN DE MÚLTIPLES FRECUENCIAS POR PROGRAMA EN LA RADIODIFUSIÓN POR ONDAS DECAMÉTRICAS**

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44L/10)

(1990)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que es bien conocida la sobrecarga de las bandas de ondas decamétricas;
- b) que de conformidad con lo dispuesto en el artículo 17, número 1751 del Reglamento de Radiocomunicaciones, «es conveniente que el número (de frecuencias) sea el mínimo indispensable para la recepción satisfactoria del programa de que se trate en cada una de las zonas a que se destina . . .»;
- c) que la CAMR HFBC-87 reconoció que la sincronización de los transmisores es una técnica acertada para mejorar el uso eficaz del espectro,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que siempre que sea posible, se emplee una sola frecuencia para la transmisión de un determinado programa destinado a una zona de recepción dada.
2. Que en el caso de ciertos trayectos, por ejemplo, los trayectos muy largos, los que atraviesan la zona auroral o aquellos en que las condiciones de propagación pueden variar rápidamente, quizá sea necesario utilizar más de una frecuencia por programa.
3. Que en determinadas circunstancias especiales, a saber:
  - en el caso de regiones donde la profundidad de la zona de servicio requerida que se extiende a partir del transmisor, es demasiado grande para poder servirla con una sola frecuencia,
  - en los casos en que para mantener una relación señal/ruido satisfactoria se empleen antenas muy directivas, lo que limita la zona cubierta por la estación,
  - en los casos en que la zona de servicio requerida subtende un ángulo acimutal superior al que puede servirse con una sola antena direccional,
 pueda utilizarse, según el caso, más de una frecuencia por programa o para la sincronización.
4. Que se considere el empleo de transmisores sincronizados:
  - cuando estén situados en el mismo emplazamiento, excitados por un oscilador común y modulados por el mismo programa con la fase adecuada, o
  - cuando estén situados en emplazamientos distintos excitados por osciladores diferentes, cuyas frecuencias difieren en 0,1 Hz como máximo, y modulados por el mismo programa,
 dado que no deterioran de un modo apreciable la calidad de recepción.

Esta conclusión es válida:

- para las zonas de cobertura en que no hay superposición;
- para las zonas de cobertura que se superponen parcialmente, siempre que se tengan debidamente en cuenta:
  - la forma y las dimensiones de la zona de recepción,
  - la disponibilidad de antenas de emisión adecuadas,
  - las condiciones de propagación en los trayectos de transmisión respectivos.

\* Esta Recomendación sustituye a las Recomendaciones 205-2 (Dubrovnik, 1986) y 410 (Dubrovnik, 1986) que han sido anuladas.

## RECOMENDACIÓN 80-3\*

## ANTENAS DE EMISIÓN PARA RADIODIFUSIÓN EN ONDAS DECAMÉTRICAS

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44H/10)

(1951-1978-1986-1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que siempre que sea apropiado deben utilizarse antenas de emisión directivas para obtener una adecuada cobertura en una zona de servicio determinada y reducir al mínimo la radiación no deseada y la interferencia potencial, en otras direcciones;
- b) que utilizando la tecnología actualmente disponible es posible el diseño e instalación de una amplia variedad de tipos de antenas directivas en ondas decamétricas con características mejoradas;
- c) que las antenas de emisión directivas pueden radiar una parte muy significativa de la potencia en direcciones no deseadas;
- d) que en la parte 1 del anexo I a la Recomendación 705 figura información completa y detallada sobre las características de radiación teóricas de las antenas en ondas decamétricas;
- e) que en la parte 2 del anexo I a la Recomendación 705 aparece información sobre las diferencias entre el comportamiento teórico y práctico de las antenas en ondas decamétricas,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que se utilicen los anexos I y II como directrices para la elección de la antena de emisión en ondas decamétricas adecuada.
2. Que la radiación de lóbulos laterales se mantenga en el valor más bajo posible.
3. Que, en las condiciones prácticas de explotación, no cabe suponer, para calcular interferencias, que la intensidad de campo para otros ángulos de acimut, con ángulos de elevación correspondientes al del lóbulo principal, sea inferior a 222 mV/m a una distancia de 1 km, para una potencia de alimentación de la antena de 1 kW, en el caso de antenas de alta ganancia. Quizá sea preciso estudiar un valor menor de la intensidad de campo interferente en el caso de antenas de baja ganancia.
4. Que se utilice el anexo I a la Recomendación 705 como fuente de información más detallada.

*Nota* — En la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones para la planificación de las bandas de ondas decamétricas atribuidas al servicio de radiodifusión (CAMR HFBC (1)), Ginebra, 1987 se adoptaron valores calculados de radiación mínima que en algunos casos son inferiores a los arriba indicados (véase el anexo II).

## ANEXO I\*\*

## 1. Utilización de antenas directivas y no directivas

En la radiodifusión por ondas decamétricas, la antena es el medio por el cual la energía radioeléctrica es dirigida hacia la zona de servicio requerida. La elección de un tipo de antena correcto mejorará la señal en esa zona, disminuyendo la radiación en las direcciones no deseadas. Así se protege a los restantes usuarios del espectro radioeléctrico, que transmiten en el mismo canal o en canales adyacentes hacia otras zonas de servicio diferentes. Por ello, se recomienda, siempre que sea posible, emplear antenas directivas con diagramas de radiación bien definidos.

\* El contenido de los Informes 32-5 y 1062 se ha modificado y añadido a esta Recomendación como anexo I y anexo II, respectivamente. Por consiguiente los Informes 32-5 (Dubrovnik, 1986) y 1062 (Dubrovnik, 1986) han sido anulados.

\*\* Según la nomenclatura del anexo I a la Recomendación 705 y del anexo II a la presente Recomendación.

*Las antenas no directivas* pueden utilizarse cuando el transmisor está situado dentro de la zona de servicio requerida. En este caso, la zona de servicio requerida vista desde el transmisor abarca un ángulo en el plano acimutal superior a  $180^\circ$ .

*Las antenas directivas* desempeñan una doble función. La primera consiste en evitar la interferencia producida a los demás usuarios del espectro, mediante su directividad. La segunda consiste en proporcionar una intensidad de campo suficiente, gracias a su ganancia de potencia, para permitir una recepción satisfactoria.

El diagrama de la fig. 1 ofrece algunas directrices generales para la elección del tipo óptimo de antena, para un servicio determinado con arreglo a la distancia necesaria. Se consideran dos categorías distintas de servicios: los servicios a corta distancia y los servicios a media o larga distancia.

En este contexto, se entiende por servicio a corta distancia el que puede tener un alcance de hasta 2000 km aproximadamente. Esta zona puede cubrirse con una antena no directiva o una antena directiva, cuya abertura del haz puede seleccionarse con arreglo al sector que hay que servir. En el segundo caso, pueden utilizarse cortinas de dipolos horizontales o bien antenas log-periódicas.

Puede considerarse que los servicios a media y larga distancia corresponden a distancias superiores a los 2000 km aproximadamente. Esta cobertura puede conseguirse mediante antenas cuyo lóbulo principal tenga un ángulo de elevación pequeño ( $6^\circ$  a  $13^\circ$ ) y cuya abertura del haz en el plano horizontal sea grande, entre  $65^\circ$  y  $95^\circ$  ( $70^\circ$  generalmente); o pequeña, entre  $30^\circ$  y  $45^\circ$  ( $35^\circ$  generalmente), según la amplitud de la zona que ha de cubrirse.

El valor de la intensidad de campo en la zona de recepción depende de las características de radiación de la antena utilizada, que dependen a su vez del tipo de sistema. No deben utilizarse antenas con una anchura horizontal y vertical del haz sumamente pequeña porque las variaciones de la ionosfera pueden desplazar la zona servida.

Aunque se utilizan para radiodifusión antenas rómbicas conviene evitar su empleo debido al tamaño y al número de sus lóbulos laterales que pueden crear una interferencia técnicamente evitable.

## 2. Reducción de los lóbulos secundarios

La reducción de los lóbulos secundarios en los sistemas de antenas directivas empleados para la radiodifusión en ondas decamétricas es de la mayor importancia para evitar la interferencia en los casos de compartición de frecuencias. Por regla general, estas interferencias obedecen a que el diagrama de radiación de la antena transmisora tiene lóbulos secundarios en direcciones no deseadas, o a la dispersión de la energía del lóbulo principal, en caso de anomalías de la propagación. Si bien es posible reducir la amplitud en los lóbulos secundarios disponiendo la antena de manera adecuada, la dispersión de propagación en direcciones no deseadas constituye un problema complejo, y los efectos del fenómeno deben ser objeto de un estudio estadístico.

Las antenas en cortina para ondas decamétricas construidas de elementos dipolo horizontales se hacen unidireccionales mediante la adición de una pantalla reflectora. Esta pantalla puede estar constituida por:

- un sistema de dipolos idénticos sintonizado para proporcionar una relación frontal/dorsal óptima en todas las gamas de frecuencias de funcionamiento. En general, no se aplica potencia a este tipo de reflector, que se conoce con el nombre de reflector de «dipolos sintonizados» o «parásito»; o
- una pantalla consistente en hilos horizontales que actúan como un reflector no sintonizado. Este tipo de reflector se conoce con el nombre de «pantalla aperiódica».

En el cuadro I del anexo II figuran los valores de desviación máximos obtenidos en la práctica para distintos tipos de antenas.

Este método de desviación no influye de manera apreciable en la abertura horizontal de lóbulo principal, pero aumenta su asimetría y produce, al propio tiempo, un primer lóbulo secundario muy importante. Cuando se emplea la desviación, la ganancia del lóbulo principal disminuye con el aumento del ángulo de desviación, y la radiación del lóbulo lateral aumenta. Como consecuencia, aumentará considerablemente la intensidad de campo creada por los lóbulos laterales.

Los resultados prácticos obtenidos en la República Popular de China han confirmado la posibilidad de que puedan obtenerse pautas de radiación satisfactorias utilizando el valor de las diferencias de fase de corriente determinado mediante un método de cálculo por aproximaciones sucesivas [CCIR, 1986-90a].

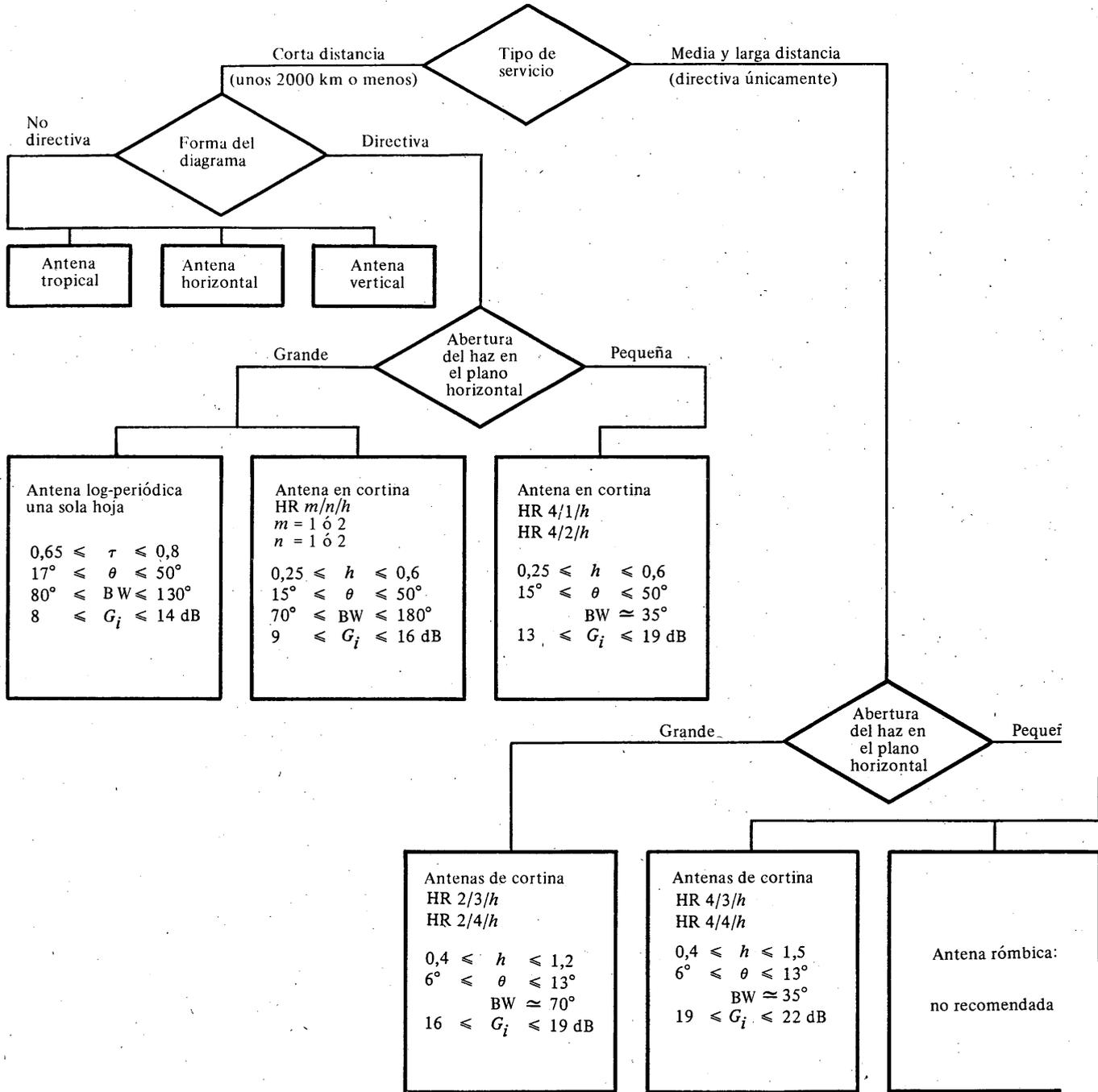


FIGURA 1 — Diagrama de selección de antenas

- $\theta$ : Ángulo de elevación
  - $G_i$ : Ganancia (dB) relativa a una antena isotrópica aislada en el espacio
  - $G_d$ : Ganancia (dB) relativa a un dipolo de media onda aislado en el espacio ( $G_i = G_d + 2,2$  dB)
  - BW: Abertura total del haz en el plano horizontal (−6 dB con relación al máximo)
  - HR: Antena en cortina de dipolos horizontales con reflector
  - $m$ : Número de elementos de media onda en cada fila
  - $n$ : Número de elementos de media onda en cada columna (uno sobre otro)
  - $h$ : Altura sobre el suelo de la fila más baja de elementos expresada en longitudes de onda
  - $\tau$ : Factor de disminución de una antena log-periódica
- } de radiación máxima del haz principal

Pruebas llevadas a cabo en Italia [CCIR, 1963-66a] han demostrado que con una antena del tipo HRS 5/4/1,5 es posible reducir de forma significativa la amplitud de los lóbulos secundarios cuando las cinco columnas de dipolos se alimentan de forma separada. Esta propiedad se mantiene cuando se reorienta el haz principal.

Una particularidad de un tipo de antena HR 4/4 fabricadas en Francia consiste en que el reflector está alimentado, lo que permite ajustar con precisión las amplitudes y las fases de las corrientes en las cortinas anterior y posterior. La medición de los diagramas con helicóptero ha demostrado que éstos se asemejan mucho a los diagramas teóricos («nulos» de unos 40 dB). Las nuevas cortinas tienen mayor anchura de banda y se ajustan más fácilmente que las antenas de reflectores pasivos.

Cálculos realizados en Francia han demostrado que para las antenas multibanda del tipo HR 2/n/h, una ampliación de la relación de frecuencias a un valor de  $f_{\max}/f_{\min}$  cercano a 2, conduciría a unos diagramas de radiación teóricos satisfactorios sin aumentar de forma significativa los lóbulos secundarios.

Aunque es posible lograr una notable supresión de los lóbulos laterales para los sistemas de cortinas, los métodos empleados hasta el presente introducen dificultades mecánicas y aumentan los costes.

### 3. Verificación de los diagramas de radiación

La RAI italiana y el Estado de la Ciudad del Vaticano [CCIR, 1983-86a; 1986-90b], han efectuado una serie de mediciones de intensidad de campo para investigar y verificar los diagramas de radiación efectiva de diversos tipos de antenas en ondas decamétricas. Las mediciones se han llevado a cabo utilizando un equipo aerotransportado. Los resultados de estas mediciones sobre antenas sin obstrucción confirman que los diagramas de radiación del haz principal se aproximan bastante a los valores teóricos dados en el Manual, sobre diagramas de antena, 1984, del CCIR. Estudios detallados llevados a cabo por varias administraciones confirman la validez de estos valores teóricos. En [CCIR, 1986-90c], por ejemplo, pueden encontrarse detalles sobre estos estudios. Además se ha demostrado que en el caso de una antena dipolo horizontal práctica con un reflector de cortina aperiódico, la radiación hacia atrás y la del mínimo principal hacia adelante es de unos 20 dB por debajo del máximo del lóbulo principal. Puede llegarse a la conclusión de que la metodología de medición de diagramas de antena utilizando un helicóptero, descrita en la parte 2 del anexo I a la Recomendación 705 es una manera fiable y valiosa de evaluar las características de funcionamiento de las antenas transmisoras.

### 4. Discriminación obtenida en la práctica por las antenas directivas

Se han realizado en diversos países amplias campañas de medición, en las que se evaluaron las intensidades de campo de transmisores situados en el mismo emplazamiento o en emplazamientos diferentes que utilizaban antenas directivas orientadas a zonas de servicio geográficamente separadas. Estos resultados se utilizaron para obtener los valores de discriminación de la antena, es decir, la reducción de intensidad de campo, con respecto al valor del haz principal, en ángulos de acimut y elevación distintos de los del haz principal. La discriminación obtenida en la práctica era compatible con los valores límite que figuran en esta Recomendación. La discriminación deducida a partir de consideraciones teóricas sobre las antenas (véase la parte 1 del anexo I a la Recomendación 705) habría sido en la mayoría de los casos muy superior a la realmente medida. Informaron sobre estas campañas de medición, el Reino Unido en [CCIR, 1962; 1963; 1963-66b; 1970-74] e India [CCIR, 1974-78].

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Documentos del CCIR

[1962]: (Bad Kreuznach). X/15 (Reino Unido).

[1963]: (Ginebra). X/221 (Reino Unido).

[1963-66]: a. X/49 (Italia); b. X/124 (Reino Unido).

[1970-74]: 10/180 (Reino Unido).

[1974-78]: 10/57 (India).

[1982-86]: a. 10/254 (Italia y Ciudad del Vaticano).

[1986-90]: a. 10/92 (China (República Popular de)); b. 10/47 (Italia y Ciudad del Vaticano); c. GIT 10/1-7 (Italia).

## BIBLIOGRAFÍA

- CCIR [1978] Diagramas de antenas.
- CCIR [1984] Diagramas de antenas.
- LACHARNAY, S. [agosto de 1966] Nouvelles antennes rideaux en ondes décamétriques au Centre d'Issoudun (Francia). *Rev. de l'UER*, 98-A.
- LACHARNAY, S. [1983] *Antennes pour la radiodiffusion*, Première édition 1983, Information Promotion Française, París, Francia.
- MAGENTA, A. y GIUDICI, P. V. [septiembre-octubre de 1985] Diagrammi di Antenne. *Poste e Telecomunicazioni*, anno LIII, 5.
- MAGENTA, A. y GIUDICI, P. V. [julio-agosto de 1987] Diagrammi di irradiazione di antenna per onde medie verifica e misura con elicottero. (Diagramas de radiación de las antenas en ondas hectométricas, verificados y medidos desde helicóptero). *Poste e Telecomunicazioni*, anno LV, 4.
- PARMEGGIANI, C. [1963] Progetto e realizzazione delle nuove cortine a larga banda del Centro onde corte di Prato Smeraldo (Proyecto y realización de nuevas cortinas de banda ancha del Centro de ondas cortas de Prato Smeraldo). *Elettronica*, 3.
- PARMEGGIANI, C. [1964] Antenne a più dipoli con particolari leggi di distribuzione delle correnti di alimentazione (Antenas de múltiples dipolos cuyas corrientes de alimentación siguen diferentes leyes de distribución). *Elettronica*, 1 y 2.

## ANEXO II

DIAGRAMAS DE ANTENAS DE ONDAS DECAMÉTRICAS PARA EL DISEÑO  
Y LA PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS

**1. Un conjunto de características de antena de referencia**

En la Recomendación 705 se dan las fórmulas y el soporte lógico asociado para el cálculo de diagramas de antena y valores de ganancia máxima para una amplia gama de tipos de antenas de ondas decamétricas. La CAMR HFBC-87 adoptó un conjunto limitado de características de antena de ondas decamétricas de referencia que utilizan los patrones de dipolos horizontales. Se utilizaron los dipolos horizontales ya que se halló que constituyen el tipo de antena más comúnmente utilizado. Un examen de la variación en el comportamiento de este conjunto de antenas constituye una introducción útil a la gama de características de antena encontradas en la práctica.

Las principales características de este conjunto de referencia de diagramas se resumen en el cuadro I, que contiene 24 tipos de antenas direccionales junto con un diagrama simplificado de una antena no directiva (tipo 25). Las antenas fueron seleccionadas de manera que representaran una gama relativamente amplia de características con sólo pequeños cambios entre los distintos tipos incluyéndose la operación multibanda y facilidades de reorientación.

Las características que se dan en el cuadro I se aplican a una frecuencia de diseño de 10 MHz y un suelo de conductividad media. Las características para las antenas y multibanda de banda doble dependen de la frecuencia; en el punto 3 figuran informaciones sobre los cambios típicos esperados en la calidad de funcionamiento según la frecuencia.

Se da información sobre:

- la ganancia de directividad máxima del lóbulo de radiación principal en dB con respecto a una antena isotrópica (dBi);
- el ángulo de elevación de máxima radiación;
- la abertura del haz en el plano acimutal entre los puntos de -6 dB (en grados);
- las capacidades de reorientación en la práctica para los casos en que los radiadores/reflectores son uno de los siguientes:
  - (A): reflector de pantalla aperiódico con elementos de alimentación central,
  - (T): reflector de dipolo sintonizado con elementos de alimentación central,
  - (TE): reflector de dipolo sintonizado con elementos de alimentación en el extremo.

Los tipos 1-6 son formaciones de cuatro dipolos colineales en cada línea, con dos a cuatro líneas paralelas de dipolos puestas una sobre la otra, junto con uno de los tipos de reflectores mencionados, y han sido ampliados para incluir el funcionamiento multibanda y la reorientación.

Al reducir el número de elementos puestos uno sobre el otro o al reducir la altura de la fila más baja de dipolos, puede verse que:

- la ganancia máxima decrece;
- el ángulo de elevación del máximo del lóbulo principal aumenta;
- la abertura del haz en el plano acimutal no cambia.

El haz principal de las antenas multibanda y de banda doble con elementos de alimentación central puede reorientarse un máximo de  $\pm 30^\circ$  antes de que los lóbulos secundarios alcancen valores de ganancia máxima cercanos a  $-6$  dB con respecto al máximo del haz principal.

*Nota* - Las características de elevación y de acimut cambiarán con la frecuencia de operación para las antenas multibanda y de banda doble (véase el punto 3).

CUADRO I - Conjunto de tipos de antenas de ondas decamétricas de referencia

Principales características a la frecuencia de diseño

Número de la antena de referencia	Tipo de antena HR(S) $m/n/h$	Ganancia máxima $G_i$ (dBi)	Ángulo de elevación de radiación máxima (grados)	Abertura del haz en el plano acimutal ( $-6$ dB) (grados)	Reorientación máxima (grados)
01	HR (S) 4/4/1,0	22,3	7	36	
02	HR (S) 4/4/0,8	22,1	8	36	(A) Multibanda 30
03	HR (S) 4/4/0,5	21,5	9	36	(T) Multibanda 30
04	HR (S) 4/3/0,5	20,5	12	36	(T) Doble banda 30
05	HR (S) 4/2/0,5	19,1	17	36	(TE) Una sola banda 15
06	HR (S) 4/2/0,3	18,1	20	36	
07	HR (S) 2/4/1,0	19,7	7	66	
08	HR (S) 2/4/0,8	19,4	8	68	
09	HR (S) 2/4/0,5	18,8	9	68	(A) Multibanda 15
10	HR (S) 2/3/0,5	17,9	12	68	(T) Multibanda 15
11	HR (S) 2/2/0,5	16,5	17	68	(T) Doble banda 15
12	HR (S) 2/2/0,3	15,5	20	70	
13	HR (S) 2/1/0,5	14,5	27	72	
14	HR (S) 2/1/0,3	13,4	40	80	
15	HR 1/2/0,5	14,1	17	108	
16	HR 1/2/0,3	13,1	20	110	
17	HR 1/1/0,5	11,8	27	116	
18	HR 1/1/0,3	9,6	44	148	
19	H 2/1/0,5	10,8	28	78	
20	H 2/1/0,3	8,5	47	106	
21	H 1/2/0,5	11,2	17	114	
22	H 1/2/0,3	10,2	21	116	
23	H 1/1/0,5	8,9	28	124	
24	H 1/1/0,3	6,9	47	180	
25	ND	3,9	47	360	

H: Antena en cortina de dipolos horizontales

R: Con reflector

S: Antena reorientable

$m$ : Número de elementos colineales en cada fila horizontal

$n$ : Número de elementos paralelos en cada fila vertical

$h$ : Altura por encima del suelo de la fila inferior de elemento(s) en longitudes de onda a la frecuencia de diseño

(A): Reflector de pantalla aperiódico con elementos de alimentación central

(T): Reflector de dipolo sintonizado con elementos de alimentación central

(TE): Reflector de dipolo sintonizado con elementos de alimentación en el extremo

ND: Antena no direccional

Los tipos 7-14 tienen dos dipolos colineales en cada fila con una a cuatro filas de dipolos una sobre la otra. Se observan las mismas tendencias que para el grupo anterior, excepto que la abertura del haz en el plano acimutal crece de manera significativa para las antenas con muy pocos elementos.

La reorientación del haz principal debería limitarse normalmente a un máximo de  $\pm 15^\circ$  para evitar que los lóbulos secundarios tengan valores de ganancia máxima cercanos a  $-6$  dB con respecto al máximo del haz principal.

Los tipos 15-18 son formaciones con un solo dipolo en cada fila, y utilizan un reflector. Estas antenas unidireccionales tienen los máximos de sus patrones de elevación a ángulos más altos y abertura del haz en el plano acimutal comparativamente grande entre los puntos de  $-6$  dB.

Los tipos 19-24 incluyen formaciones con uno o dos elementos puestos uno sobre el otro, todos sin reflectores. Las características son por lo general similares a las del grupo anterior, excepto que los patrones de radiación son bidireccionales ya que no se utilizan reflectores. La antena no direccional, el tipo 25, tiene un patrón de elevación similar al del tipo 24.

## 2. Comparaciones entre los datos del CCIR con el rendimiento en la práctica

La fig. 2 ilustra las comparaciones entre diagramas de radiación obtenidos mediante programas de computador del CCIR, los valores obtenidos a partir de datos de referencia y los datos conforme a esta Recomendación y muestra los diagramas de radiación acimutal (HR 2 y HR 4); la fig. 3 muestra los diagramas de radiación vertical (HR  $m/2/0,5$ ) y (HR  $m/4/0,5$ ).

El anexo I hace referencia a mediciones según las cuales es posible que la radiación hacia atrás de la antena en el mínimo esté a no más de 20 dB por debajo del máximo de una antena HR  $4/4/h$  típica.

Es preciso realizar más estudios para comprobar el rendimiento en la práctica de antenas de baja ganancia, sobre todo en lo relativo a la atenuación lograda en direcciones distintas de la del lóbulo principal.

## 3. Antenas de banda múltiple y de banda doble

Las antenas de banda múltiple pueden explotarse en una gama de frecuencias de 2 : 1, es decir entre 0,6 y 1,4 veces la relación de la frecuencia de operación a la frecuencia de diseño. Las antenas de banda doble pueden funcionar únicamente en una gama de frecuencias de 0,9 a 1,1 veces la frecuencia de diseño.

El cuadro II da detalles de la ganancia máxima, el ángulo de elevación al que esto se produce y la atenuación vertical a intervalos de  $3^\circ$  del ángulo de elevación para relaciones de frecuencia de 0,6 a 1,4 para los tipos de antenas multibanda HR(S)  $4/4/0,5$  ( $m = 4$ ) y HR(S)  $2/4/0,5$  ( $m = 2$ ). El ángulo de elevación de radiación máxima disminuye y las características verticales dadas muestran que el haz principal de la antena se hace más estrecho a medida que la frecuencia de diseño aumenta.

El cuadro III da los valores de atenuación acimutal a intervalos de  $5^\circ$  acimut para estos dos tipos de antenas y para valores de frecuencia de diseño de 0,6 a 1,4.

El cuadro IV da los valores de la atenuación acimutal para una antena multibanda HR(S)  $4/4/0,5$  provista de un reflector de pantalla aperiódico que funciona a la frecuencia de diseño, sin reorientación y con reorientaciones en pasos de  $5^\circ$  hasta un máximo de  $30^\circ$ .

## 4. Diagramas de elevación de antena equivalente

Las características de diagrama de elevación de las antenas de ondas decamétricas dependen de la altura de la fila de elementos más baja,  $h$ , el número de elementos paralelos puestos uno sobre otro,  $n$ , y la conductividad del suelo. Los diagramas de elevación se calculan utilizando una función de reflexión del suelo que depende de la distancia entre los elementos radiantes y sus imágenes en el suelo. Esta función puede simplificarse para utilizar la mitad de esa distancia, es decir la altura media,  $h_m$ , de los elementos radiantes, ilustrada en la fig. 4a para antenas de 2 y de 4 filas.

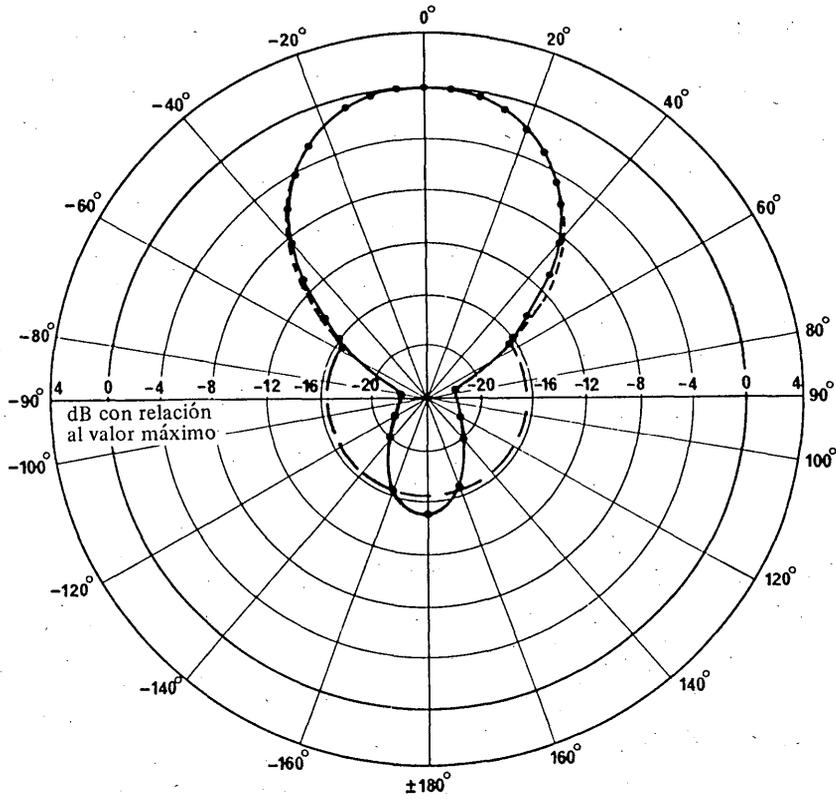
El ángulo de elevación para el máximo del primer lóbulo principal viene dado entonces aproximadamente por:

$$\theta_{m\acute{a}x} = \text{arc sen } (1/4,5 \times h_m)$$

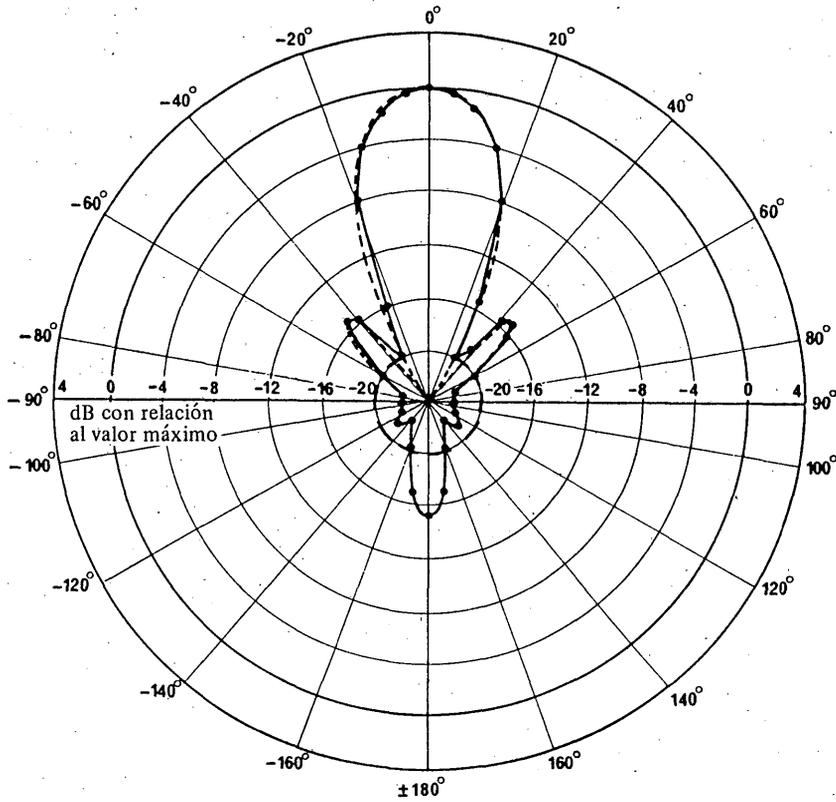
donde:

$$h_m = h + 0,25 (n - 1),$$

$h$  y  $n$  se definen en el cuadro I.



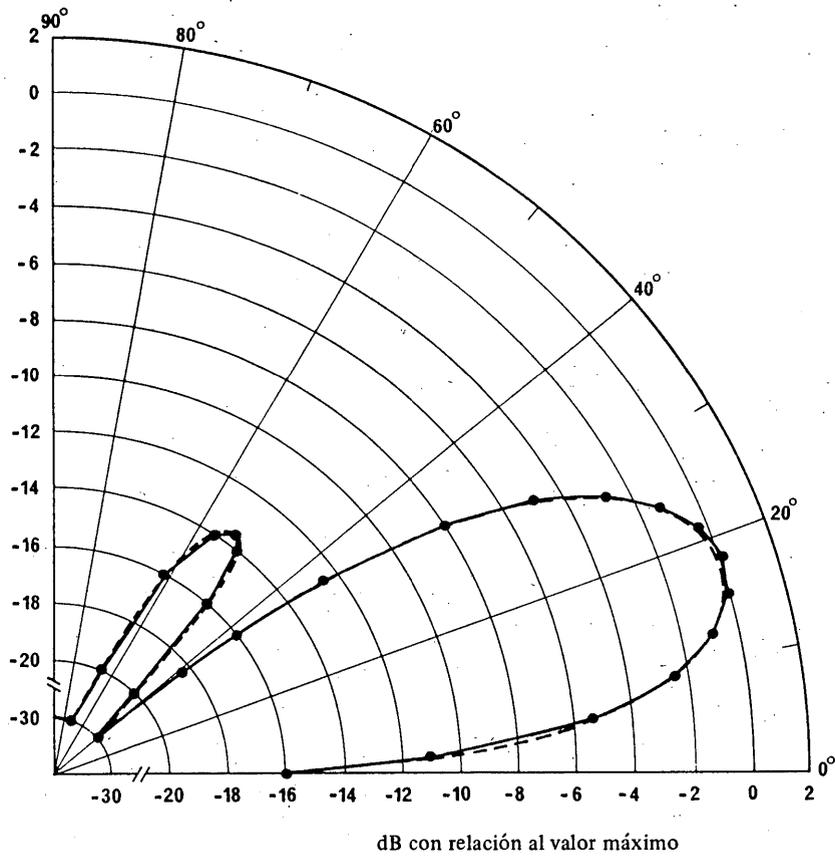
a) Diagrama acimutal de una antena HR 2/4/0,5;  
Ganancia máxima 19 dBi



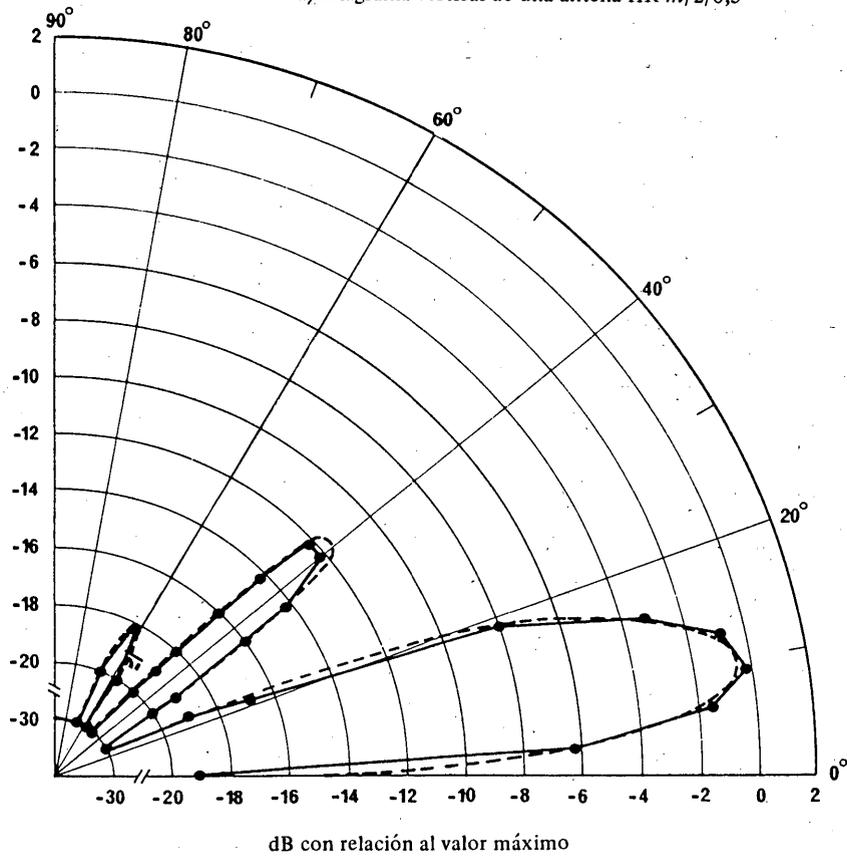
b) Diagrama acimutal de una antena HR 4/4/1;  
Ganancia máxima 22 dBi

FIGURA 2 — Comparación de los diagramas de radiación en el plano acimutal, obtenidos para las antenas y los tres casos indicados

- Datos representativos
- - - Datos del CCIR
- - - Recomendación 80



a) Diagrama vertical de una antena HR  $m/2/0,5$



b) Diagrama vertical de una antena HR  $m/4/0,5$

FIGURA 3 — Comparación de los diagramas de radiación en el plano vertical, obtenidos para las antenas y casos indicados

- Datos representativos
- - - - - Datos del CCIR



CUADRO IIIa – *Atenuación acimutal de la antena sin reorientación de tipo HR(S) 4/4/0,5*

Relación de frecuencia	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Ángulo acimutal	Atenuación acimutal (dB)								
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8
10	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5
15	1,8	2,3	2,9	3,5	4,3	5,3	6,3	7,6	9,1
20	3,2	4,1	5,3	6,6	8,3	10,5	13,3	17,6	25,3
25	5,1	6,6	8,7	11,3	15,2	21,8	30,0	21,5	16,4
30	7,5	9,9	13,5	19,4	30,0	22,6	16,9	14,1	12,7
35	10,4	14,4	21,6	30,0	20,4	16,0	14,1	13,4	13,7
40	14,0	20,7	30,0	21,3	16,8	15,0	14,8	15,8	18,6
45	18,5	30,0	24,4	18,6	16,5	16,3	17,7	21,7	30,0
50	24,5	30,0	21,6	18,5	17,9	19,2	23,3	30,0	25,1
55	30,0	27,5	21,4	19,8	20,5	24,0	30,0	28,3	20,9
60	30,0	26,5	22,7	22,2	24,4	30,0	30,0	24,7	20,9
65	30,0	27,5	25,0	25,6	29,4	30,0	30,0	25,0	22,9
70	30,0	29,8	28,3	29,8	30,0	30,0	30,0	27,4	26,6
75	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
80	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
85	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
90	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
95	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
100	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
105	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
110	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
115	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
120	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
125	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
130	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
135	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
140	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
145	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
150	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	29,4
155	28,3	29,4	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
160	26,7	27,1	27,7	28,4	29,3	30,0	30,0	30,0	30,0
165	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,5	25,7
170	24,6	24,2	23,9	23,4	22,9	22,3	21,6	20,8	19,9
175	24,0	23,5	22,9	22,3	21,5	20,6	19,6	18,4	17,1
180	23,9	23,3	22,7	21,9	21,0	20,1	19,0	17,7	16,2

CUADRO IIIb – Atenuación acimutal de la antena sin reorientación de tipo HR(S) 2/4/0,5

Relación de frecuencia	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Ángulo acimutal	Atenuación acimutal (dB)								
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
10	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
15	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7
20	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1
25	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7	4,1	4,6	5,1
30	3,2	3,5	3,9	4,4	4,9	5,5	6,1	6,9	7,9
35	4,4	4,9	5,4	6,0	6,8	7,7	8,8	10,1	11,8
40	5,8	6,4	7,1	8,0	9,1	10,4	12,1	14,5	18,1
45	7,5	8,2	9,2	10,3	11,8	13,8	16,5	21,3	30,0
50	9,4	10,3	11,5	13,0	15,0	18,0	22,9	30,0	24,9
55	11,6	12,7	14,2	16,1	18,9	23,5	30,0	28,2	20,1
60	14,1	15,5	17,3	19,7	23,4	30,0	30,0	24,1	19,0
65	17,1	18,7	20,8	23,8	28,9	30,0	30,0	23,7	19,7
70	20,5	22,5	25,0	28,6	30,0	30,0	30,0	25,3	21,8
75	24,8	27,0	29,9	30,0	30,0	30,0	30,0	28,6	25,5
80	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
85	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
90	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
95	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
100	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
105	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
110	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
115	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
120	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
125	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
130	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
135	29,0	29,4	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
140	27,9	28,1	28,5	28,9	29,5	30,0	30,0	30,0	30,0
145	27,0	27,0	27,1	27,3	27,4	27,7	28,1	28,7	29,5
150	26,2	26,1	25,9	25,8	25,7	25,6	25,5	25,4	25,3
155	25,5	25,2	24,9	24,6	24,3	23,9	23,4	22,9	22,2
160	24,9	24,5	24,1	23,7	23,1	22,5	21,8	20,9	19,9
165	24,4	24,0	23,5	22,9	22,2	21,4	20,5	19,5	18,3
170	24,1	23,6	23,0	22,3	21,6	20,7	19,7	18,5	17,1
175	23,9	23,4	22,7	22,0	21,2	20,2	19,1	17,9	16,4
180	23,9	23,3	22,7	21,9	21,0	20,1	19,0	17,7	16,2

CUADRO IV – Atenuación acimutal de la antena sin reorientación de tipo HR(S) 4/4/0,5

Relación de frecuencia: 1,0							
Reorientación =	0	5	10	15	20	25	30
Az máx. =	0	4	9	13	17	22	26
-6 dB =	18	23	27	32	37	42	46
-6 dB =	-18	-13	-9	-4	0	5	9
Abertura =	36	36	36	36	37	37	37
$s_{ef}$ =	0	5	9	14	18	23	27
Ángulo	Atenuación acimutal (dB)						
0	0,0	0,4	1,5	3,5	6,8	12,7	30,0
5	0,5	0,0	0,3	1,3	3,1	6,1	11,2
10	1,8	0,5	0,0	0,2	1,0	2,6	5,3
15	4,3	2,0	0,7	0,1	0,1	0,8	2,1
20	8,3	4,5	2,2	0,8	0,1	0,0	0,5
25	15,2	8,4	4,7	2,4	0,9	0,2	0,0
30	30,0	14,7	8,5	4,9	2,6	1,1	0,3
35	20,4	29,7	14,2	8,5	5,1	2,9	1,4
40	16,8	23,8	24,9	13,6	8,5	5,4	3,2
45	16,5	19,0	29,7	21,8	13,2	8,7	5,7
50	17,9	18,4	22,2	30,0	19,7	12,9	9,0
55	20,5	19,5	21,0	27,2	30,0	18,4	13,0
60	24,4	22,0	22,0	24,9	30,0	25,9	17,8
65	29,4	25,4	24,3	25,7	30,0	30,0	23,7
70	30,0	29,9	27,9	28,2	30,0	30,0	30,0
75	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
80	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
85	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
90	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
95	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
100	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
105	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
110	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
115	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
120	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
125	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
130	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	28,5
135	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	28,7	25,8
140	30,0	30,0	30,0	30,0	28,9	25,8	23,7
145	30,0	30,0	30,0	29,1	25,7	23,5	22,1
150	30,0	30,0	29,3	25,7	23,4	22,0	21,2
155	30,0	29,4	25,6	23,3	21,9	21,1	20,9
160	29,3	25,5	23,2	21,8	21,1	21,0	21,5
165	25,4	23,0	21,7	21,1	21,1	21,9	23,2
170	22,9	21,6	21,1	21,2	22,1	23,7	26,3
175	21,5	21,1	21,3	22,3	24,1	27,1	30,0
180	21,0	21,4	22,5	24,5	27,9	30,0	30,0
185	21,5	22,7	24,9	28,4	30,0	30,0	30,0
190	22,9	25,1	28,9	30,0	30,0	30,0	30,0
195	25,4	29,1	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
200	29,3	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
205	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
210	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
215	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
220	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
225	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
230	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
235	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
240	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
245	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
250	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
255	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
260	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
265	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
270	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
275	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
280	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
285	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
290	30,0	30,0	30,0	28,7	27,2	27,9	30,0
295	29,4	30,0	30,0	26,4	24,0	23,7	25,7
300	24,4	30,0	30,0	25,8	22,0	20,7	21,3
305	20,5	24,4	30,0	27,9	21,3	18,7	18,1
310	17,9	19,8	25,5	30,0	22,7	18,1	16,2
315	16,5	16,7	19,4	27,5	29,2	19,3	15,6
320	16,8	15,0	15,8	19,2	30,0	24,5	16,8
325	20,4	15,1	13,9	15,0	18,9	30,0	21,8
330	30,0	18,3	13,9	12,9	14,2	18,3	30,0
335	15,2	30,0	16,7	12,8	12,0	13,2	17,2
340	8,3	15,4	30,0	15,7	12,0	11,1	12,1
345	4,3	8,2	15,3	30,0	15,0	11,2	10,2
350	1,8	4,1	7,8	14,8	30,0	14,7	10,6
355	0,5	1,7	3,8	7,4	13,9	30,0	14,8

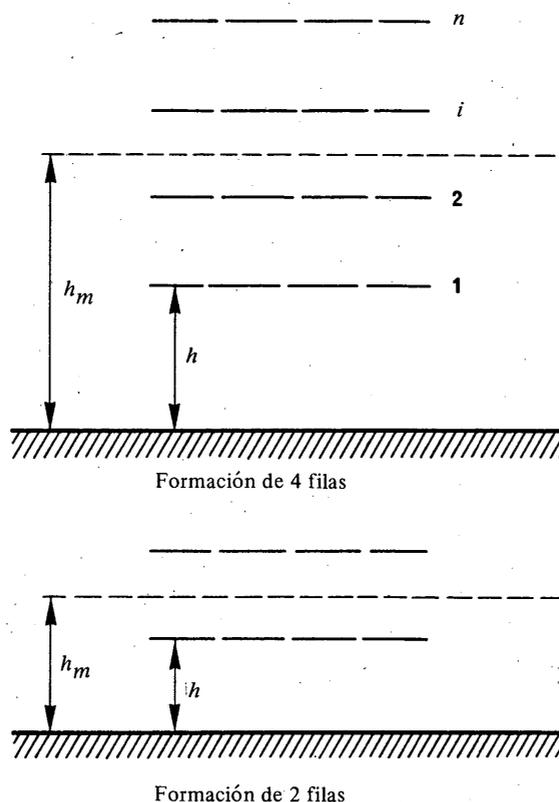


FIGURA 4a

La fig. 4b muestra los ángulos de elevación de radiación máxima obtenidos de los cálculos de antena del CCIR trazados en función de la altura media  $h_m$  y la curva obtenida con la fórmula anterior. La fig. 4c ilustra  $h_m$  a la frecuencia de diseño y la variación en el valor de  $h_m$  para las antenas multibanda enumeradas en el cuadro I.

Una antena HR 4/6/0,5 tiene una altura media de 1,75 longitudes de onda a la frecuencia de diseño y tendrá, como puede verse de la fig. 4c, la misma altura media y por consiguiente la radiación máxima se producirá a un ángulo de elevación similar al de una HR 4/4/1,0.

### 5. Antenas con directividad desviada horizontalmente

El ángulo de desviación es la diferencia entre el acimut de la normal a los dipolos, es decir, en la dirección de la máxima del haz no desviado, y el acimut de la radiación desviada. El ángulo real de desviación de la máxima del haz desviado puede variar en función de la frecuencia de trabajo.

La desviación suele efectuarse mediante el desfase de la alimentación de los elementos radiantes colocados horizontalmente. Como resultado de esto, si la desviación es tal que el acimut del haz principal aumenta, los acimutes de los lóbulos laterales dirigidos hacia atrás disminuirán.

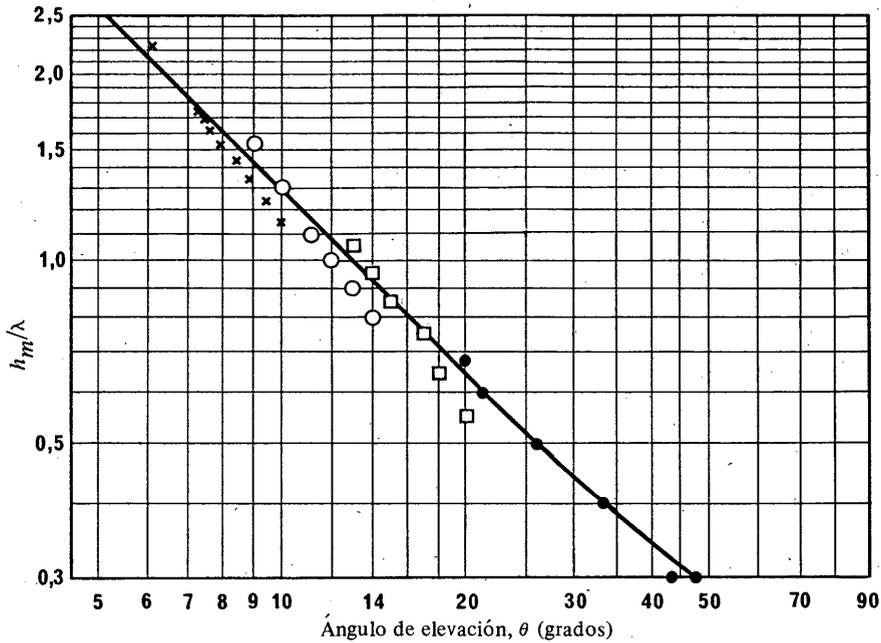


FIGURA 4b — Ángulo de radiación máxima en función de la altura media ( $h_m$ )

- × Elementos por pila 4
- Elementos por pila 3
- Elementos por pila 2
- Elementos por pila 1

Por ejemplo, si el máximo del haz no desviado fue  $90^\circ$  con respecto al N y el haz desviado a  $110^\circ$  con respecto al N, los acimutes correspondientes de un solo lóbulo de radiación hacia atrás sería  $270^\circ$  y  $250^\circ$  E de N respectivamente. Esto se muestra en la fig. 5.

Cuando una antena es desviada horizontalmente, el diagrama de radiación horizontal no es simétrico con respecto al acimut de máxima radiación. El grado de la asimetría aumenta a medida que aumenta la magnitud de la desviación.

Debe señalarse también que el ángulo desviado,  $s$ , no define siempre precisamente el centro del diagrama horizontal dado por el valor medio de los ángulos en los cuales la ganancia máxima se reduce en 6 dB en el diagrama de radiación hacia adelante. Este valor medio se denomina «desviación efectiva»,  $s_{ef}$ . Este parámetro refleja más exactamente la realidad del funcionamiento de las antenas con directividad desviada, en particular las antenas multibanda. La adopción del término «desviación efectiva», según se define anteriormente, ayudará a reducir las ambigüedades que se observan a menudo en la descripción de los diagramas de radiación de antena con directividad desviada.

Como existen muchas posibilidades de confusión al tratar de las antenas con directividad desviada, en particular cuando se hace referencia a un ángulo de desviación, se recomienda que se citen en toda la documentación los acimutes de máxima radiación para las antenas con directividad desviada o sin ella.

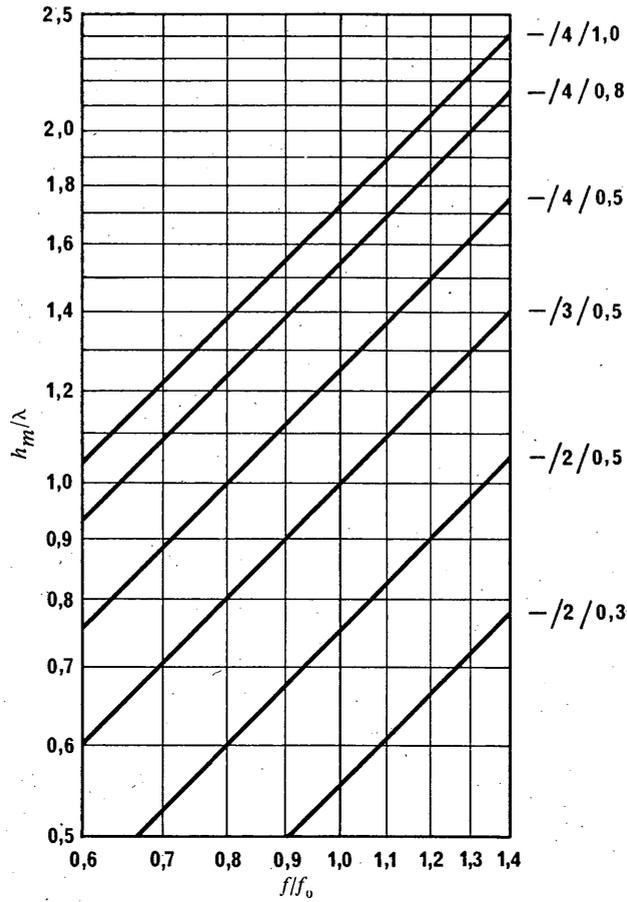


FIGURA 4c - Variación en altura media ( $h_m$ ) para antenas multibanda típicas

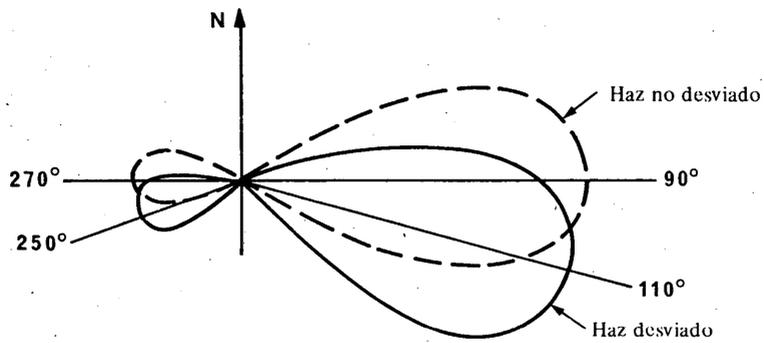


FIGURA 5 - Diagrama para antena con directividad desviada o sin ella

## RECOMENDACIÓN 705

**CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMAS DE LAS ANTENAS TRANSMISORAS  
EN ONDAS DECAMÉTRICAS**

(Cuestión 44/10, Programas de Estudios 44G/10 y 44H/10)

(1990)

Esta Recomendación se ha publicado por separado.

---

## RECOMENDACIÓN 703\*

**CARACTERÍSTICAS DE LOS RECEPTORES DE REFERENCIA DE  
RADIODIFUSIÓN SONORA CON MODULACIÓN DE AMPLITUD  
PARA FINES DE PLANIFICACIÓN**

(1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que los planes de asignación de frecuencias deben obligatoriamente tener en cuenta las características de los receptores;
- b) que los receptores utilizados por el público tienen características de funcionamiento muy diversas;
- c) que a efectos de planificación puede ser de utilidad un receptor de referencia cuyas características se basen en las de los receptores actualmente disponibles;
- d) que, por consiguiente, conviene definir normas para los receptores de referencia que puedan servir de base a los fines de la planificación de frecuencias;
- e) que los fabricantes de receptores deben tener en cuenta esas normas,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que para la planificación de la radiodifusión sonora con modulación de amplitud se utilicen las características de los receptores expuestas en el anexo I.

## ANEXO I

Para determinar las características recomendadas se consideraron también los parámetros indicados en el anexo II.

**1. Sensibilidad**

Para fines de planificación, la «sensibilidad» significa la «sensibilidad limitada por el ruido», expresada en términos de la intensidad de campo, necesaria para obtener una relación señal/ruido especificada a la salida de audiofrecuencia.

La mayoría de los receptores corrientes para emisiones con modulación de amplitud (receptores MA) actualmente disponibles tienen antenas incorporadas. En las bandas kilométricas y hectométricas suelen ser antenas de ferrita (véase la nota 1). Para las bandas decamétricas; cuando están incluidas, se utilizan frecuentemente antenas telescópicas de varilla. Por tanto, los receptores que utilizan esos tipos de antena deberían utilizarse como referencia, aunque puedan utilizarse ocasionalmente ciertas antenas exteriores para mejorar la recepción.

Para las administraciones que emplean sistemas de banda ancha (véase la nota 2) en la banda de ondas hectométricas, se prefiere el uso de antenas monopolar como referencia.

La sensibilidad debería representarse por un solo valor medio para cada banda de radiodifusión, a partir del cual podría calcularse la intensidad de campo mínima utilizable. Se sugieren los valores siguientes para la sensibilidad mínima de un receptor medio:

Banda 5 (ondas kilométricas):	66 dB( $\mu$ V/m)
Banda 6 (ondas hectométricas):	60 dB( $\mu$ V/m) (véase la nota 3)
Banda 7 (ondas decamétricas):	40 dB( $\mu$ V/m) (véase la nota 4)

Estos valores se basan en una relación señal/ruido no ponderado (valor cuadrático medio) en audiofrecuencia de 26 dB y están relacionados con una modulación del 30%. Para otras relaciones señal/ruido en audiofrecuencia la sensibilidad correspondiente mínima puede calcularse fácilmente (véase el anexo II, punto 6). La medición de la relación señal/ruido en audiofrecuencia se efectúa de conformidad con la Publicación 315-3 de la CEI; los valores de intensidad de campo para las bandas de ondas kilométricas y hectométricas se miden de conformidad con la Publicación 315-1 de la CEI.

\* Se ruega al Director del CCIR que señale esta Recomendación a la atención de la CEI. Esta Recomendación reemplaza el Informe 617-2 (Dubrovnik, 1986) que por tanto se suprime.

*Nota 1* — Se ha señalado que un montaje especial de dos antenas de varilla de ferrita, con sus salidas recibidas y procesadas por separado hasta el paso de detección, reduce considerablemente los efectos de desvanecimiento en la zona de interferencia nocturna en las bandas 6 (ondas hectométricas) y 7 (ondas decamétricas) [CCIR, 1970-74].

*Nota 2* — De conformidad con los arreglos de planificación actuales en las diversas Regiones de la UIT, un sistema de «banda estrecha» suele ser un sistema cuya anchura de banda es inferior a 5 kHz. Un sistema de «banda ancha» tiene una anchura de banda superior a 5 kHz.

*Nota 3* — En [CCIR, 1982-86a, b] y [CCIR, 1986-90a] se preconizaron respectivamente valores de 54 dB( $\mu$ V/m) y 40 dB( $\mu$ V/m).

*Nota 4* — Este valor fue fijado en la CAMR-HFBC(2), Ginebra, 1987, para recepción de emisiones de DBL y BLU.

## 2. Selectividad

La selectividad de un receptor es una medida de su capacidad para discriminar entre la señal deseada a la que el receptor está sintonizado y señales no deseadas que entran por el circuito de antena.

Por selectividad se entiende la selectividad efectiva, que incluye la selectividad en radiofrecuencia, la selectividad en frecuencia intermedia, y la respuesta de frecuencia en audiofrecuencia y del demodulador.

La selectividad deberá ser suficiente para que se respeten las relaciones de protección relativas en radiofrecuencia indicadas en los § 2.1, 2.2 y 2.3. Las relaciones de protección relativas en radiofrecuencia se definen en la Recomendación 560 y deben medirse conforme a la Recomendación 559.

2.1 Para las bandas en ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas, en casos de recepción en banda estrecha (véase la nota 2 del § 1) con doble banda lateral, deben respetarse las relaciones de protección relativas en radiofrecuencia de la curva D de la Recomendación 560 para una separación entre portadoras  $\leq 20$  kHz. Para una separación de frecuencia entre portadoras  $> 20$  kHz debe utilizarse un valor constante de  $-55$  dB.

Conviene utilizar la curva D para situaciones en que debe planificarse un número máximo de canales en una zona determinada y en que los criterios de calidad no se consideran un factor prioritario.

Las curvas de relación de protección de la Recomendación 560 se basan en una sola curva de selectividad del receptor. Debe empero observarse que otras combinaciones de anchura de banda a 3 dB y de corte progresivo de la selectividad pueden satisfacer también las curvas de relación de protección relativa de la Recomendación 560 (véanse los ejemplos del § 2 del anexo II).

2.2 Para los sistemas de banda ancha en la banda de ondas hectométricas en que la anchura de banda en audiofrecuencia de la señal de modulación es mayor, puede ser más conveniente utilizar las relaciones de protección relativas de la Recomendación 560, curva A ó B. No obstante, esas curvas están basadas en el receptor de referencia MBF de la UER.

2.3 Para las bandas de ondas decamétricas, en caso de recepción de emisiones de «banda lateral única» (BLU) (después del periodo de transición, véase el Informe 1059), deben satisfacerse las relaciones de protección relativas de la fig. 1 para una separación entre portadoras  $\leq 10$  kHz. Para una separación entre portadoras  $> 10$  kHz debe utilizarse un valor constante de  $-57$  dB (véase también la Recomendación 640).

Se indican las relaciones de protección relativas en radiofrecuencia  $A_{rel}$ , para emisiones de BLU con respecto a la diferencia de frecuencia,  $\Delta f$ , entre la portadora deseada  $f_w$  y la portadora interferente  $f_i$ :  $\Delta f = f_w - f_i$ ; por tanto, un valor negativo de  $\Delta f$  denota la interferencia procedente del canal adyacente superior.

## 3. Características con señales de gran intensidad

Los receptores de radiodifusión con MA sobrecargados debido a señales de entrada de gran intensidad pueden sufrir:

- desensibilización;
- modulación cruzada e intermodulación;
- distorsión de la señal de AF en las etapas del amplificador y en el demodulador.

Debido a la aparición inevitable del fenómeno en las proximidades de los transmisores de emisiones con MA, no pueden recomendarse valores límite de la tensión máxima de entrada en el receptor a fin de tenerlos en cuenta en la planificación.

Este problema puede reducirse eligiendo cuidadosamente el emplazamiento del transmisor en la etapa de planificación o, cuando no puedan evitarse emplazamientos de recepción cerca de la estación transmisora, buscando soluciones individuales caso por caso (receptores más robustos).

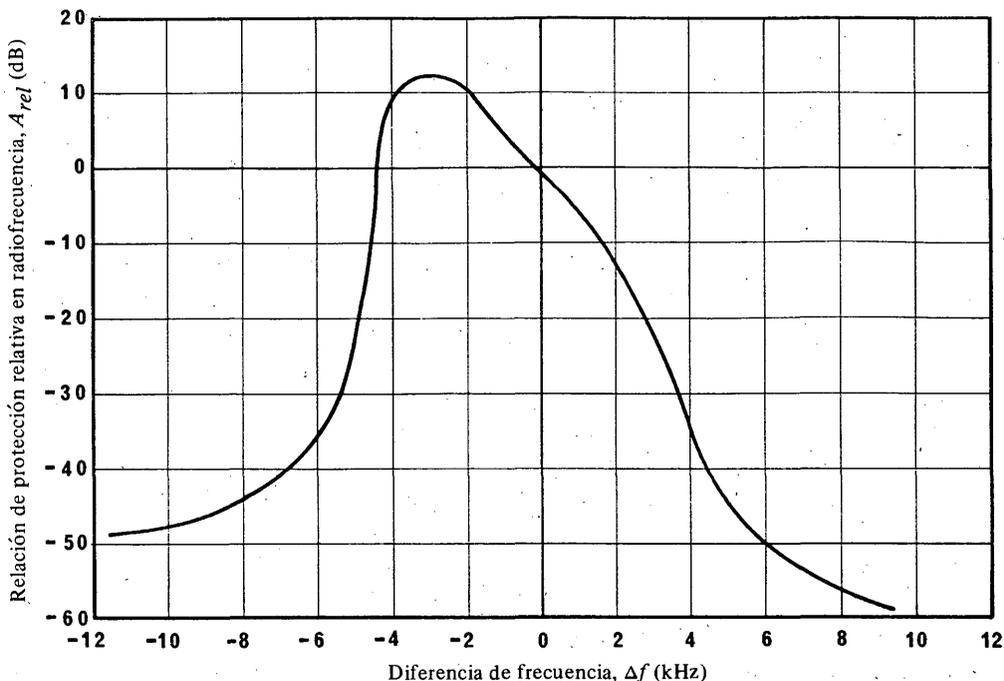


FIGURA 1\* - Relación de protección relativa en radiofrecuencia,  $A_{rel}$  para emisiones de «banda lateral única» BLW

\* Esta curva fue adoptada en la CAMR HFBC(1), Ginebra, 1984.

**4. Frecuencia intermedia**

El valor de la relación de rechazo en la frecuencia intermedia y de la frecuencia imagen y la producción de armónicos de la frecuencia intermedia y/o de la frecuencia del oscilador, son factores que influyen en la elección de la frecuencia intermedia.

Si tanto las frecuencias portadoras como la frecuencia intermedia son múltiplos enteros de la separación entre portadoras, todos los productos interferentes serán también múltiplos enteros de la separación entre portadoras. Por consiguiente, podría obtenerse en teoría una protección máxima, porque la diferencia de frecuencia entre cualquier señal interferente de este tipo y la frecuencia portadora deseada sería igual a cero o a un múltiplo de la separación de canales.

No puede recomendarse ninguna frecuencia intermedia específica, pero es corriente la utilización de frecuencias entre 450 y 470 kHz. No obstante, debe observarse que cuando se utilizan esas frecuencias no es posible obtener una relación de rechazo de frecuencia imagen suficiente en las bandas de ondas decamétricas. En este caso debe considerarse la utilización, para las bandas de ondas decamétricas, de una frecuencia intermedia mucho más elevada junto con doble conversión.

**4.1 Relación de rechazo de la frecuencia imagen**

Se supone que puede obtenerse una relación de rechazo de la frecuencia imagen de 30 dB, medida de conformidad con la Publicación 315-3 de la CEI.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

*Documentos del CCIR*  
 [1970-74]: a. 10/119 (Australia).  
 [1982-86]: a. 10/8 + Add.1 (Japón); b. 10/334 (Grupo de Trabajo 10A).  
 [1986-90]: a. GIT 10/7-38 (Estados Unidos de América).

## ANEXO II

Al definir las características recomendadas indicadas en el anexo I, se tuvo en cuenta la posible influencia de los parámetros del receptor que figuran a continuación.

### 1. Respuesta global en audiofrecuencia en función del sistema

La respuesta global en audiofrecuencia tiene gran influencia sobre las curvas de relación de protección en radiofrecuencia.

#### 1.1 Sistemas de banda estrecha

Las curvas definidas en la Recomendación 560 se basan en los valores indicados en el cuadro I.

CUADRO I

Frecuencia (kHz)	Respuesta global de frecuencia (dB)
2	-3
5	-24
10	-59

#### 1.2 Sistemas de banda ancha

En radiodifusión en ondas hectométricas que usa un canal de 10 kHz, se aplica una preacentuación/desacentuación normalizada y una limitación de anchura de banda de 10 kHz. Se obtiene así un sistema de emisión/recepción con una respuesta global en audiofrecuencia esencialmente plana entre 50 Hz y casi 10 kHz, limitada solamente por la elección de la anchura de banda de los receptores. El sistema reduce la interferencia causada a las estaciones que operan con una separación de frecuencia de  $\pm 20$  kHz y elimina completamente los productos de intermodulación dinámica de orden elevado no deseados que producen ruido e interferencias en la banda de ondas hectométricas. Este sistema se describe en el Informe 458 y en [CCIR, 1986-90a]. Se está estudiando su efecto sobre las relaciones de protección relativas en radiofrecuencia y, por consiguiente, sobre la selectividad de los receptores.

### 2. Relaciones de protección relativas en radiofrecuencia en función de la anchura de banda y de la selectividad

Las curvas de relación de protección indicadas en la Recomendación 560 para sistemas de «doble banda lateral» (DBL) pueden satisfacerse con diversas combinaciones de anchura de banda y de corte progresivo de la curva de selectividad del receptor.

Se han calculado varios ejemplos utilizando el método numérico descrito en la Recomendación 559 (§ 3).

Los parámetros del transmisor para el sistema de banda estrecha correspondían en todos los casos a los de la curva D de la Recomendación 560. Para el sistemas de banda ancha se utilizó una anchura de banda del transmisor de 10 kHz.

Se eligieron cinco combinaciones distintas de anchura de banda del receptor  $B_n$  (-3 dB) y de corte progresivo de la curva de selectividad (en dB/kHz en la pendiente más pronunciada de la curva de selectividad total), tales que, con una diferencia entre portadoras de 9 kHz para el sistema de banda estrecha, y una diferencia entre portadoras de 20 kHz para el sistema de banda ancha, se obtuvo en todos los casos un valor de  $A_{rel}$  de -29,5 dB. Este valor se deriva de la curva D de la fig. 1 de la Recomendación 560 y del Acuerdo de Río de Janeiro, 1981.

Los resultados para un sistema de banda estrecha con separación de canales de 9 kHz se muestran en la fig. 2.

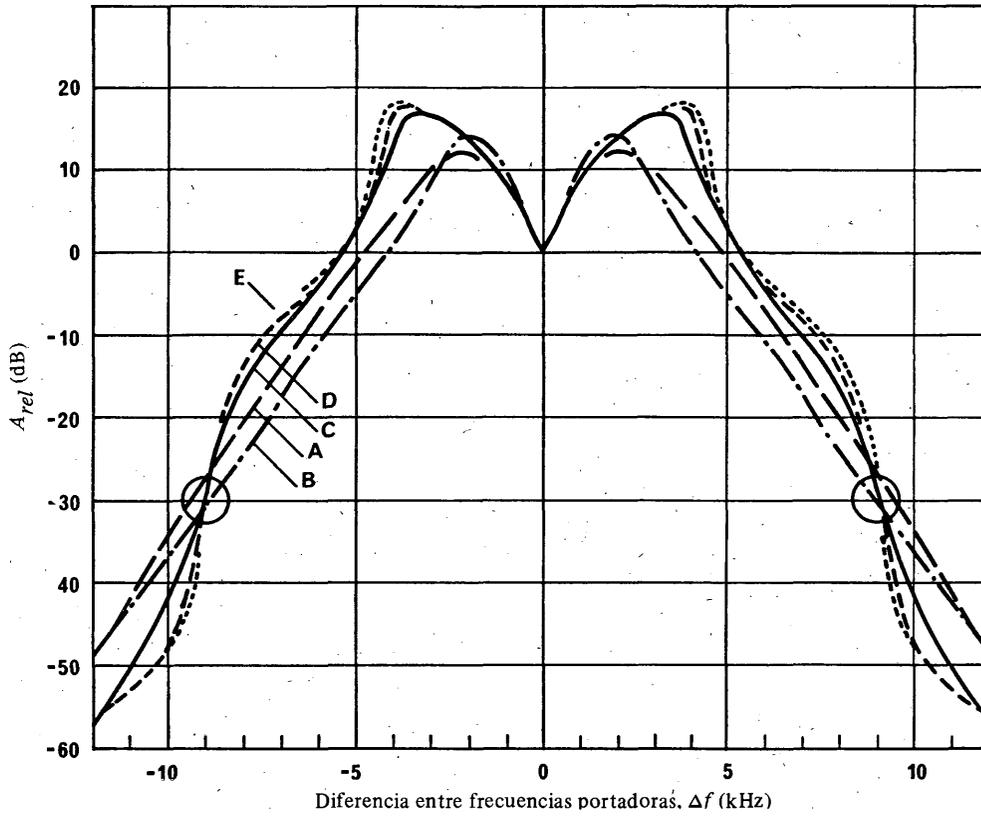


FIGURA 2 — Relaciones de protección relativas en radiofrecuencias  $A_{rel}$  (dB) para un sistema de banda ancha

Combinación	$B_n$ (kHz)	Corte progresivo (dB/kHz)
A	2,0	8
B	2,2	12
C	3,7	16
D	4,0	25
E	4,2	40

$B_n$ : Anchura de banda global (-3 dB) del receptor (kHz)

Corte progresivo: Pendiente de atenuación de la característica de selectividad global del receptor (dB/kHz en el punto más inclinado de la pendiente)

### 3. Características del Control Automático de Ganancia (CAG)

Utilizando como referencia los valores de sensibilidad indicados en el anexo I, se supone que el nivel de salida no variará más de 6 dB con una reducción del nivel de la señal de 10 dB. Del mismo modo, el nivel de salida no variará más de 3 dB con un aumento del nivel de la señal de 20 dB.

Se supone que el nivel de salida de un receptor BLU no variará más de 3 dB cuando se pase de la recepción de emisiones DBL a la de emisiones BLU con una reducción de la portadora de 6 ó 12 dB y una «potencia equivalente de la banda lateral» adecuada (véase el Informe 1059).

### 4. Control Automático de Frecuencias (CAF) de los receptores BLU

Se supone que el receptor BLU está equipado con un demodulador síncrono, que utiliza para la adquisición de la portadora un dispositivo que genera una portadora por medio de un bucle de control que engancha en fase el receptor con la portadora entrante de la emisión BLU cuya portadora puede reducirse en 12 dB (véase el Informe 1059).

**5. Distorsión armónica total global**

Se supone que la distorsión armónica total global no supera el 3% para una profundidad de modulación del 80%, medida de conformidad con la Publicación 315-3 de la CEI.

**6. Relación señal/ruido en audiofrecuencia con niveles más elevados de la señal de entrada**

Puede suponerse que la relación señal/ruido en audiofrecuencia mejorará linealmente hasta por lo menos 40 dB, a medida que aumente el nivel de la señal de entrada.

**7. Efectos del sistema sobre la radiodifusión estereofónica en modulación de amplitud**

(En estudio.)

**8. Compatibilidad entre el programa principal y señales de información adicionales**

Cuando se añaden otras señales, deben tenerse en cuenta ciertos efectos de interferencia. Los diseñadores de receptores deben considerar estos efectos a fin de evitar la interferencia al canal de programa principal.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

*Documentos del CCIR*

[1986-90]: a. 10/103 (Estados Unidos de América).

---

## RECOMENDACIÓN 640-1

**SISTEMA DE BANDA LATERAL ÚNICA (BLU) PARA LA RADIODIFUSIÓN  
EN ONDAS DECAMÉTRICAS\***

(Programa de Estudios 44K/10)

(1986-1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que el empleo de las técnicas de modulación de banda lateral única (BLU) en lugar de las de doble banda lateral (DBL) conducirá a una utilización más eficaz del espectro;
- b) que, además, receptores equipados con demoduladores síncronos para sistemas tanto de DBL como de BLU podrían proporcionar una calidad de reproducción mejorada;
- c) que la gran mayoría de los receptores existentes están equipados con detectores de envolvente;
- d) que, con detectores de envolvente, la calidad de reproducción de emisiones BLU decrece al disminuir la potencia de la portadora con respecto a la potencia en la cresta de la envolvente;
- e) que se requerirá un periodo de transición suficientemente largo durante el cual la modulación DBL pueda existir aún y la modulación BLU vaya introduciéndose progresivamente;
- f) que, con detectores de envolvente, sólo puede conseguirse una recepción aceptable si el grado de reducción de la portadora en relación con la potencia en la cresta de la envolvente es bajo,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que se apliquen las especificaciones siguientes para sistemas BLU cada vez que se utilicen técnicas de modulación BLU en la radiodifusión en ondas decamétricas:

**1. Especificaciones de las emisiones BLU****1.1 Anchura de banda en audiofrecuencia**

El límite superior de la anchura de banda (a  $-3$  dB) en audiofrecuencia de un transmisor no debe exceder de 4,5 kHz, con una pendiente de atenuación para las frecuencias más altas de 35 dB/kHz, y el límite inferior debe ser de 150 Hz con una pendiente de atenuación para las frecuencias más bajas de 6 dB por octava.

**1.2 Anchura de banda necesaria**

La anchura de banda necesaria no debe exceder de 4,5 kHz.

**1.3 Características del proceso de modulación**

La señal de audiofrecuencia debe ser tratada de manera que la señal moduladora mantenga un margen dinámico no menor de 20 dB. Una compresión excesiva de amplitud, junto con una limitación de crestas inadecuada, conducen a una radiación fuera de la banda excesiva y por consiguiente a interferencia en el canal adyacente, y por lo tanto debe ser evitada.

**1.4 Separación entre canales**

La separación entre canales y entre frecuencias portadoras debe ser de 5 kHz (10 kHz hasta el final del periodo transitorio).

\* Para más información véase el Informe 1059.



1.5 *Frecuencias portadoras nominales*

Las frecuencias portadoras para BLU deben ser múltiplos enteros de 5 kHz.

1.6 *Banda lateral que debe emitirse*

Debe utilizarse la banda lateral superior.

1.7 *Supresión de la banda lateral no deseada*

El grado de supresión de la banda lateral (inferior) no deseada y de los productos de intermodulación en esta parte del espectro del transmisor debe ser de por lo menos 35 dB, y, siempre que sea posible, exceder de 40 dB con respecto al nivel de la señal de la banda lateral deseada.

1.8 *Grado de reducción de la portadora*

La reducción de la portadora con respecto a la potencia en la cresta de la envolvente debe ser de 12 dB (6 dB hasta el final del periodo transitorio).

1.9 *Tolerancia en frecuencia*

La tolerancia en frecuencia de la portadora BLU debe ser de  $\pm 5$  Hz. Esta tolerancia supone unas características del receptor como las especificadas en el § 2.2.

2. **Especificaciones de recepción BLU**2.1 *Selectividad global del receptor*

El receptor de referencia deberá tener una anchura de banda (a  $-3$  dB) total de 4 kHz, con una pendiente de atenuación de 35 dB/kHz. Esto se traduce en una relación de protección RF relativa de unos  $-27$  dB para una separación entre portadoras de 5 kHz, valor adecuado a efectos de planificación.

Los receptores que utilicen otras combinaciones de anchura de banda y pendiente de atenuación deberán proporcionar la misma relación de protección RF relativa de unos  $-27$  dB para una separación entre portadoras de 5 kHz. A continuación, se dan dos ejemplos de posibles combinaciones de anchura de banda y pendiente de atenuación:

<i>Pendiente de atenuación</i>	<i>Anchura de banda en audiofrecuencia del receptor BLU</i>
25 dB/kHz	3300 Hz
15 dB/kHz	2700 Hz

2.2 *Sistema de detección de los receptores BLU*

Los receptores BLU deben estar equipados con un demodulador síncrono, utilizando para la adquisición de la portadora un método en el que se regenera la portadora mediante un bucle de control adecuado que engancha en fase el receptor hacia la portadora entrante. Este tipo de receptores tiene que funcionar igual de bien con transmisiones convencionales DBL y con transmisiones BLU, independientemente de que la reducción de la portadora sea de 6 dB o de 12 dB con respecto a la potencia en la cresta de la envolvente.

RECOMENDACIÓN 706

**SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS EN RADIODIFUSIÓN  
SONORA MONOFÓNICA CON MODULACIÓN DE AMPLITUD**

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44J/10)

(1990)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que existe creciente interés en un sistema de transmisión de datos para radiodifusión «con modulación de amplitud» (MA) y en sus aplicaciones;
- b) que es aconsejable obtener un sistema aplicable a todas las bandas de radiodifusión MA, teniendo en cuenta la futura introducción de la «banda lateral única» (BLU) en ondas decamétricas, incluida la introducción de la detección síncrona;
- c) que los sistemas existentes no se pueden utilizar con transmisiones BLU en la banda 7 (ondas decamétricas);
- d) que ciertas aplicaciones de un sistema de transmisión de datos MA podrían corresponder a unas características análogas del sistema de transmisión radioeléctrica de datos en radiodifusión con modulación de frecuencia (MF) (RDS) definidas en la Recomendación 643, habida cuenta de la velocidad binaria más baja obtenible;
- e) que al diseñar dicho sistema se debe tener en cuenta la fabricación en masa de receptores;
- f) que es posible añadir esas señales de datos a las transmisiones de radiodifusión MA existentes de tal modo que sean inaudibles y lograr así una buena compatibilidad con la recepción de las señales radiofónicas monofónicas normales;
- g) que se han descrito diversos sistemas para transmisiones de datos por radiodifusión MA en la banda 5 (ondas kilométricas) y en la banda 6 (ondas hectométricas) (véase el Informe 1061),

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que un sistema para transmisión de datos en radiodifusión sonora MA cumpla las condiciones enumeradas en el anexo I.
2. Que, mientras no se obtenga un sistema que cumpla todas las condiciones enumeradas en el anexo I, incluida la BLU en la banda 7 (ondas decamétricas), el sistema de transmisión de datos por radiodifusión MA en la banda 5 (ondas kilométricas) y en la banda 6 (ondas hectométricas) se ajuste a las especificaciones mínimas enumeradas en el anexo II.

ANEXO I

ESPECIFICACIONES DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS  
EN RADIODIFUSIÓN SONORA CON MODULACIÓN DE AMPLITUD

1. Cuestiones de compatibilidad

1.1 *Compatibilidad con el programa principal*

El sistema de datos suplementarios debe ser compatible con el programa audio principal en todas las condiciones de explotación, incluidas las siguientes:

- transmisores explotados con técnicas de control de la portadora que economizan energía;
- redes de transmisores sincronizadas;
- transmisiones BLU (si pudiera realizarse un sistema de radiodifusión de datos en ondas decamétricas con modulación de amplitud);
- transmisores utilizados como referencia de frecuencia de alta estabilidad;
- recepción móvil y cuando sea necesaria la recepción estereofónica en la banda 6 (ondas hectométricas).

### 1.2 *Compatibilidad con otros programas en el mismo canal o en canales adyacentes*

Las relaciones de protección utilizadas en la planificación no han de verse afectadas, esto es, las señales de datos no deben ocasionar interferencia adicional a la señal radiofónica de audio.

## 2. **Fiabilidad de la recepción de los datos**

La zona dentro de la cual la señal de datos debe poder recibirse de manera fiable, será al menos tan amplia como la correspondiente al servicio de programa radiofónico principal, en condiciones de propagación por onda de superficie y por onda ionosférica.

## 3. **Aplicaciones**

Habida cuenta de que probablemente se emitirá a una velocidad de transmisión de datos baja en el sistema de transmisión radioeléctrica de datos es posible que sólo sea viable poner en práctica simultáneamente unas pocas de las aplicaciones indicadas a continuación.

Se prevé que gran parte de la capacidad de transmisión de datos se utilizará por lo común para aplicaciones relacionadas con las funciones de sintonización automática y asistida. En consecuencia, tales aplicaciones se califican de «primarias». Existen otras aplicaciones que se denominan «secundarias» y que pueden introducirse para atender las necesidades de cada entidad de radiodifusión en particular. Hay que indicar que, si bien se utilizan términos similares, estas aplicaciones pueden no corresponder exactamente a las del RDS (véase la Recomendación 643).

### *Aplicaciones primarias*

- Código de identificación de programas (PI), que incluye:
  - un solo código nacional para cada país de la UIT;
  - un solo código de idioma.
- Lista de frecuencias alternativas (AF), (está aún en estudio el número necesario de AF).
- Nombre de la cadena de programas (PS): comprende al menos cuatro caracteres alfanuméricos, y se prevé su presentación visual.
- Identificación de programas de tráfico (TP) e identificación de anuncios de tráfico (TA).

### *Aplicaciones secundarias (Ejemplos)*

- Indicación de hora (CT) y fecha (UTC y MJD)
- Código de número del elemento de programa (PIN)
- Código de identificación de decodificador (DI), (por ejemplo, estereofonía)
- Código de tipo de programa (PTY)
- Canal de datos transparente (TDC)
- Aplicaciones internas (IH)
- Canal de mensajes de tráfico (TMC)
- Radiobúsqueda (RP).

ANEXO II

ESPECIFICACIONES DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS  
EN RADIODIFUSIÓN SONORA MA MONOFÓNICA

- Bandas de frecuencia: Ondas kilométricas y ondas hectométricas
- Método de modulación: Modulación de fase de la portadora principal
- Desviación máxima de fase: Según la velocidad binaria, con arreglo a la fig. 1
- Velocidad binaria máxima: 200 bit/s
- Formato de datos: Según la aplicación

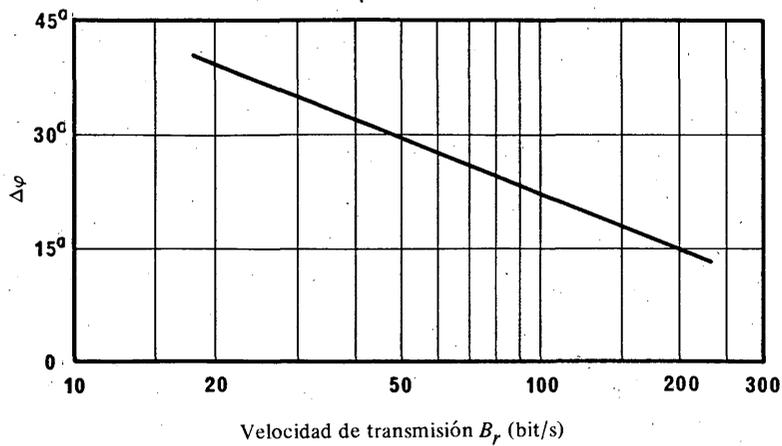


FIGURA 1 — Dependencia del valor de la desviación de fase permitida  $\Delta\phi$  con la velocidad binaria de transmisión ( $B_r$ )

$\Delta\phi$ : Desviación de fase máxima en la cresta

$$\Delta\phi^\circ = \frac{210}{\sqrt{B_r(\text{bit/s})}}$$

**PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK**

**PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT**

SECCIÓN 10A-2: RADIODIFUSIÓN SONORA EN LA ZONA TROPICAL

RECOMENDACIÓN 216-2

**RELACIÓN DE PROTECCIÓN PARA LA RADIODIFUSIÓN SONORA  
EN LA ZONA TROPICAL**

(Informe 302, Cuestión 45/10, Programa de Estudios 45E/10)

(1951-1953-1956-1978-1982)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que es necesario fijar el valor de la relación de protección que debe asegurarse a los servicios de radiodifusión sonora que utilicen bandas compartidas en la Zona Tropical;
- b) que el funcionamiento de transmisores de radiodifusión sonora con una separación de 10 kHz no permite efectuar fácilmente las mediciones de relación de protección con un receptor provisto de un filtro de audiofrecuencia con corte por encima de 5 kHz;
- c) que es menester contar con mayor información sobre los valores del ruido en ciertas regiones de la Zona Tropical para obtener un valor más preciso de la intensidad de campo mínima para la cual la relación de protección debería mantenerse, pero que esta intensidad de campo mínima debe procurar una recepción satisfactoria en el límite de la zona de cobertura de la radiodifusión sonora, tal como se define en el número 2666 del Reglamento de Radiocomunicaciones,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que, por el momento y en la medida de lo posible, la protección contra la interferencia que debe dotarse a un servicio de radiodifusión sonora explotado en la Zona Tropical, definida por la relación «valor mediano de la intensidad de campo de la onda portadora útil/valor mediano de la intensidad de campo de la onda portadora de interferencia», debe alcanzar el valor de 40 dB para que la relación señal/interferencia sea igual, por lo menos, a 23 dB durante el 90% de las horas y el 90% de los días, como mínimo (teniendo en cuenta la influencia de los desvanecimientos de corto y de largo periodo; véase la Recomendación 411).
2. Que se mida la relación de protección así definida a la salida de un receptor provisto de un filtro de audiofrecuencia con corte en 5 kHz.
3. Que, por el momento, se mantenga la relación de protección definida en el punto 1 en toda la zona de cobertura del transmisor de radiodifusión en la Zona Tropical, para una intensidad de campo mínima de 200  $\mu\text{V}/\text{m}$  o incluso un valor inferior, si éste corresponde a una recepción satisfactoria.
4. Que las condiciones de funcionamiento, requeridas para la radiodifusión en la Zona Tropical, sigan siendo compatibles con la relación de protección necesaria para los demás servicios fuera de dicha zona, de conformidad con el número 346, del Reglamento de Radiocomunicaciones.

## RECOMENDACIÓN 48-2

**ELECCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RADIODIFUSIÓN  
EN LA ZONA TROPICAL**

(Cuestión 45/10, Programa de Estudios 45E/10)

(1951-1978-1986)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

que, por su poca estabilidad de frecuencia y por lo variable de su ubicación, las estaciones móviles son susceptibles de producir a la radiodifusión sonora en la Zona Tropical más interferencias que las estaciones fijas, cuando funcionan dentro de las bandas compartidas, en especial en el caso de emisiones de clase A3E,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que las administraciones eviten, en lo posible, el funcionamiento de estaciones móviles en la Zona Tropical dentro de las bandas compartidas con la radiodifusión, particularmente cuando estas estaciones móviles utilicen emisiones de clase A3E.

---

## RECOMENDACIÓN 215-2

**LÍMITES DE POTENCIA DE LOS TRANSMISORES DE RADIODIFUSIÓN  
SONORA EN LA ZONA TROPICAL\***

(Cuestión 45/10, Programa de Estudios 45A/10, Recomendación 214)

(1956-1978-1982)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que las observaciones y prolongados estudios realizados confirman la existencia de niveles elevados de ruido en la Zona Tropical;
- b) que la buena calidad del servicio requiere mantener un valor satisfactorio de la relación señal/ruido en la totalidad de la zona de cobertura;
- c) que el valor elevado del nivel de ruido observado en las regiones tropicales a ciertas horas del día y en ciertas épocas del año, por una parte, y la necesidad, por otra, de una relación señal/ruido que asegure un servicio satisfactorio para la casi totalidad de los radioyentes en la zona de cobertura incitan a utilizar una potencia de transmisión elevada para la radiodifusión sonora en la Zona Tropical, siendo, en consecuencia, conveniente que, al evaluar las potencias que han de utilizarse, se tomen valores razonables para el nivel medio del ruido y para la relación señal/ruido, con objeto de lograr valores prácticos de potencias de transmisión que garanticen, en el límite de la zona de cobertura, condiciones aceptables de recepción durante un porcentaje adecuado del tiempo de transmisión;
- d) que, cuando la zona de cobertura está limitada a 400 km, pueden utilizarse eficazmente antenas de radiación vertical para concentrar la energía en la zona de cobertura y reducir la radiación fuera de ella;
- e) que, en el caso de distancias mayores, parece necesario utilizar tipos de antenas de poca ganancia, como un dipolo simple, para obtener la intensidad de campo deseable a una distancia de 800 km, pero que este tipo de antenas radia en ángulos de elevación bajos y puede producir interferencias a larga distancia;
- f) que conviene elegir cuidadosamente las frecuencias de transmisión que, para los programas de radiodifusión sonora en la Zona Tropical, podrían hallarse en las bandas compartidas cuyo límite superior es de 5060 kHz, y en las bandas de radiodifusión sonora en ondas decamétricas por encima de 5060 kHz,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que el límite superior de la potencia portadora de los transmisores para la radiodifusión sonora en ondas decamétricas a corta distancia de doble banda lateral (MA) y que funcionan en la Zona Tropical en las bandas de frecuencias inferiores a 5060 kHz, con excepción de la banda de 3900 a 4000 kHz, se fije como sigue:
  - 1.1 Para una zona de cobertura limitada a 400 km, la potencia de portadora del transmisor no deberá rebasar 10 kW.
  - 1.2 Para una zona de cobertura limitada a 800 km, la potencia de portadora del transmisor no deberá rebasar 50 kW.
  - 1.3 Cuando los servicios de radiodifusión sonora en la Zona Tropical empleen las mismas bandas de frecuencias superiores a 5060 kHz que los servicios de radiodifusión por ondas decamétricas, no se aplicará ningún límite de potencia, como en el caso de las bandas exclusivas de ondas decamétricas.
2. Que las administraciones utilicen, en lo posible, potencias inferiores, dentro de los límites antes señalados, cuando esas potencias basten para garantizar una recepción satisfactoria en toda la zona de servicio.
3. Que la frecuencia utilizada se halle siempre lo más cerca posible de la frecuencia óptima de trabajo (a condición de que esté en una de las bandas de radiodifusión sonora autorizadas), con objeto de obtener la relación señal/ruido más satisfactoria posible.
4. Que, de conformidad con la Recomendación 139, y a fin de que puedan utilizarse al máximo las bandas de frecuencias atribuidas, las administraciones empleen antenas apropiadas para reducir al mínimo las radiaciones en ángulos de elevación pequeños, con objeto de evitar toda interferencia perjudicial fuera de la zona de cobertura.

---

\* Véase el artículo 30 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

## RECOMENDACIÓN 139-3 \*

**ANTENAS TRANSMISORAS PARA LA RADIODIFUSIÓN  
EN LA ZONA TROPICAL**

(Cuestión 45/10, Programa de Estudios 45F/10)

(1953-1978-1986-1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que es de desear que para la radiodifusión sonora en la Zona Tropical se usen antenas transmisoras que ocasionen un mínimo de interferencia fuera de la zona de servicio;
- b) que las antenas deben ser de construcción económica y de fácil explotación;
- c) que en el anexo I a esta Recomendación se indican los principios que deben regir el diseño y la construcción de las antenas para la radiodifusión sonora en la Zona Tropical, así como una descripción de las antenas corrientemente utilizadas para la radiodifusión sonora en la Zona Tropical,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que las administraciones y los organismos que explotan servicios de radiodifusión sonora en la Zona Tropical utilicen sistemas de antenas diseñados para que la potencia radiada:
  - sea lo más alta posible en los grandes ángulos de elevación que permiten cubrir la zona de servicio;
  - conserve un valor suficiente para garantizar una intensidad de campo conveniente en el ángulo de elevación que corresponde a la parte marginal de la zona de servicio;
  - sea lo más débil posible en los ángulos de elevación menores que el correspondiente a la parte marginal de la zona de servicio.
2. Que las administraciones proporcionen al CCIR datos operacionales reales relativos a estas antenas.

## ANEXO I

**1. Selección de la ubicación**

La antena transmisora debe estar situada lo más cerca posible del centro de la zona de servicio. Cuando se trate de antenas cuya directividad vertical depende de la reflexión en el suelo, se elegirá para la ubicación un terreno de buena conductividad. Si esto no es posible, puede recurrirse al empleo de plano de tierra compuesto de una serie de hilos paralelos a los dipolos, separados entre sí como máximo un décimo de longitud de onda y que se prolonguen media longitud de onda más allá de los extremos del sistema de antenas.

Si no es posible situar la antena en el centro de la zona de servicio, conviene hacer girar el haz convenientemente utilizando antenas transmisoras de elementos múltiples para cubrir la zona de servicio deseada. Cuando el ángulo de giro excede de unos 15°, a menudo se producen grandes lóbulos laterales que pueden causar interferencia fuera de la zona de servicio.

Si en los alrededores no existen otras zonas de recepción, como por ejemplo, en el caso de una isla, esta ubicación en el centro tiene menos importancia.

**2. Orientación de la radiación**

Si se desea situar una estación fuera del centro de la zona de servicio, puede modificarse la dirección del haz vertical dividiendo en dos cada fila de dipolos del sistema y alimentando estas dos mitades con corrientes de fase diferente. Este método de orientación de la radiación se aplica más fácilmente a sistemas de antenas de dos o de cuatro dipolos por fila.

\* Esta Recomendación contiene en el anexo I extractos del Informe 301 que, por tanto, se suprime.

### 3. Antenas para incidencia vertical

Entre los sistemas de antenas corrientemente utilizados por diferentes organizaciones para la radiodifusión sonora en la Zona Tropical cabe citar la antena Trinidad, la antena Jamaica, la antena de 16 elementos, y el sistema de antenas de alta incidencia que consiste en cuatro dipolos de onda completa ordenados en forma de un cuadrado.

El diagrama de radiación y el esquema de la antena Trinidad aparecen en las figs. 20 y 21 de la publicación [CCIR, 1969].

La antena Jamaica consta de cuatro dipolos de media onda alimentados en los extremos, en el mismo plano horizontal. Todos los elementos se encuentran a  $0,2 \lambda$  por encima del suelo. Este parámetro no es crítico. Los elementos son alimentados con corriente en la misma fase y magnitud. La antena Jamaica, designada también algunas veces como antena tipo TRO/ $n/h$  tiene un diagrama de radiación acimutal que es aproximadamente omnidireccional. En la fig. 16 de la publicación [CCIR, 1969] aparece el diagrama de radiación de la antena de tipo TRO/2/0,2.

El diagrama de radiación y el esquema del sistema de antenas de 16 elementos aparecen en la fig. 17 de la publicación [CCIR, 1969].

Algunas organizaciones utilizan un sistema de antenas de alta incidencia que da una cobertura adecuada de alta frecuencia en una zona circular con un radio de hasta 1000 km. El sistema de antenas consta de cuatro dipolos de onda completa dispuestos en forma de un cuadrado y alimentados de manera que las corrientes en dos elementos cualesquiera adyacentes estén en fase y tengan la misma magnitud. La altura media sobre el nivel del suelo es  $0,15 \lambda$ , pero este parámetro no parece ser crítico. Los elementos de radiación están constituidos por una caja de cuatro hilos, con una impedancia de  $2200 \Omega$ , cada uno de los cuales, cuando están puestos en paralelo en el centro, da una buena adaptación para un alimentador de  $550 \Omega$ . En el diseño se incluye un elemento de adaptación de un cuarto de onda. El esquema de la antena y su diagrama de distribución de potencia se muestran en las figs. 18 y 19 de la publicación [CCIR, 1969]. La ganancia del sistema de antenas, con respecto a una antena isotrópica, es de 8 dBi. Para cualquier ángulo de elevación por debajo de  $30^\circ$ , la radiación del sistema de antenas de alta incidencia es de 16 dB por debajo de la radiación máxima de un dipolo en esa elevación. La radiación de gran ángulo de la antena es superior a la del dipolo en la dirección del lado ancho en los ángulos de elevación entre  $50^\circ$  y  $75^\circ$ , lo que representa una intensidad de señal mejorada de 100 a 400 km. En la dirección extrema en los ángulos de elevación entre  $25^\circ$  y  $75^\circ$ , se obtiene una intensidad de señal mejorada de 100 a 1000 km.

Puede utilizarse también un sencillo sistema de dipolos  $\lambda/2$  de dos filas, H 1/2, con una separación normalizada de  $0,5 \lambda$  para dar cobertura adecuada hasta 800 km [CCIR, 1963-66]. Un sistema de antenas H 1/2/0,5 con alimentación fuera del haz, da un ángulo de tiro de  $41^\circ$ . Pruebas prácticas realizadas con un sistema de antenas H 1/2/0,4 desfasadas, han demostrado que, a una distancia inferior a 600 km, la intensidad de campo de la antena es superior a la de un solo dipolo. En distancias superiores a 600 km, la intensidad de campo de la antena es baja, comparada con la del dipolo [CCIR, 1963-66].

### 4. Consideraciones generales sobre el diseño de antenas

Cuando se diseñan antenas para explotación nocturna, debe tenerse en cuenta el campo debido a modos de propagación de orden superior, tales como 2-F. En las horas diurnas, la absorción ionosférica es considerable, como resultado de la cual la propagación se limita solamente a un salto. La absorción aumenta también con la oblicuidad de la incidencia, y una antena adecuada para las horas diurnas debe tener la ganancia máxima que corresponde al ángulo requerido en el borde marginal de la zona de servicio. En los ángulos por debajo de éste, debe haber un corte agudo. Sin embargo, por la noche es posible la propagación por saltos múltiples, porque la absorción es menor. Por tanto, al diseñar estos sistemas de antenas deberán tenerse en cuenta los campos debidos al modo de propagación 2-F (véase la fig. 1 del documento [CCIR, 1966-69]).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CCIR [1969] Radiodifusión en la banda 7 (ondas decamétricas) en la Zona Tropical.

*Documentos del CCIR*

[1963-66]: XII/4 (India).

[1966-69]: XII/6 (India).

#### BIBLIOGRAFÍA

ADORIAN, P. y DICKINSON, A. H. [febrero de 1952] High frequency broadcast transmission with vertical radiation. *J. Brit. IRE*, Vol. 12, 2.

AIR RESEARCH, A  $2 \times 2$  Array at  $0.2 \lambda$  above ground. Informe N.º 382.

CCIR [1984] Atlas de diagramas de antenas.

## RECOMENDACIÓN 415-2\*

**ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DE LOS RECEPTORES DE  
RADIODIFUSIÓN SONORA DE PRECIO MÓDICO**

(1963-1982-1986)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que las ventajas de la radiodifusión deberían ser más asequibles a las poblaciones de los países donde la densidad de receptores es escasa por razones económicas, geográficas o técnicas;
- b) que convendría a este fin, contar con receptores de radiodifusión de buena calidad a un precio bastante módico para que su uso pudiera generalizarse en dichos países;
- c) que un acuerdo general sobre las características de los receptores de radiodifusión facilitaría grandemente a los fabricantes en la producción, a bajo precio, de receptores que respondieran a normas adecuadas,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que en el estudio y construcción de receptores de radiodifusión sonora de precio módico para fabricación en gran escala, se utilicen las especificaciones mínimas que figuran en el anexo I a la presente Recomendación.

## ANEXO I

Las especificaciones que se detallan seguidamente se aplican a los tipos de receptores siguientes:

Tipo A : Receptor de ondas hectométricas de poca sensibilidad.

Tipo B : Receptor combinado de ondas hectométricas y decamétricas.

Tipo C : Receptor de ondas métricas (modulación de frecuencia) de sensibilidad media.

**1. Generalidades**

1.1 Los receptores de cada uno de los tres tipos deben poder alimentarse con pilas o con la corriente de la red. Los receptores de pilas deben ser enteramente de componentes de estado sólido, para que su consumo de energía sea menor. Los receptores alimentados por la red pueden llevar tubos electrónicos o transistores. La elección se basará en el precio de coste.

1.2 Los receptores de pilas deberían responder a las especificaciones mínimas de la presente Recomendación, con una tensión de pila inferior en un 30% a su valor nominal (según la publicación pertinente de la CEI).

1.3 Los métodos de medida deberían ser los que recomienda la CEI en sus publicaciones sobre los receptores de modulación de amplitud o de frecuencia.

1.4 Conviene que los receptores sean sencillos y robustos y que estén bien protegidos contra el polvo. Los que deban usarse en regiones de clima cálido y húmedo habrán de someterse al tratamiento adecuado para su utilización en las condiciones climáticas especificadas por la administración interesada. Las pruebas solicitadas por las administraciones que deseen procurarse tales receptores, deberán adaptarse a las publicaciones correspondientes de la CEI.

1.5 Cuando la reglamentación nacional prescriba métodos de medida o pruebas distintos de los de la CEI, la administración interesada señalará este punto a la atención de los constructores.

1.6 En el caso de audición colectiva, es necesario utilizar potencias de salida superiores; los demás requisitos se mantienen sin modificación.

\* Esta Recomendación incluye también el texto de la Recomendación 416 que, por tanto, se suprime.

**2. Especificaciones de los receptores de tipo A**

- 2.1 Gama de frecuencias (kHz): 526,5-1606,5 (Regiones 1 y 3)  
525-1705 (Región 2)
- 2.2 Sensibilidad para 50 mW de salida, modulación 30% a 400 Hz: 5 mV/m (con una antena incorporada y posibilidad de conectar el receptor a una antena exterior)
- 2.3 Relación señal/ruido para un nivel de entrada correspondiente a las condiciones del punto 2.2: 20 dB para los receptores de tubos alimentados por la red y 26 dB para los receptores de transistores
- 2.4 Potencia de salida para menos de 10% de distorsión: 0,1 W como mínimo
- 2.5 Selectividad global:  
en los puntos - 6 dB: Banda de paso:  $\pm$  3 kHz como mínimo  
en los puntos - 20 dB: Banda de paso:  $\pm$  10 kHz como máximo
- 2.6 Protección contra las respuestas espurias (frecuencia conjugada, frecuencia intermedia, etc.): 30 dB como mínimo
- 2.7 Fidelidad de conjunto, con inclusión de la respuesta acústica del altavoz: 250-3150 Hz dentro de los límites de 18 dB
- Para algunos constructores, puede ser más cómodo considerar únicamente las características eléctricas, que deberían ser: 100-4000 Hz, dentro de los límites de 12 dB (en los casos de una representación gráfica, el nivel de referencia 0 dB debe tomarse a 400 Hz)

**3. Especificaciones de los receptores de tipo B (los dos tipos difieren únicamente en la gama de frecuencias)**

- 3.1 Gama de frecuencias (MHz): B1 : 0,5265-1,6065; 2,3-15,6 (Regiones 1 y 3)  
0,5250-1,7050; 2,3-15,6 (Región 2)  
B2 : 0,5265-1,6065; 2,3-21,85 (Regiones 1 y 3)  
0,5250-1,7050; 2,3-21,85 (Región 2)
- Este receptor debe estar provisto de dispositivos mecánicos o eléctricos adecuados, que permita realizar fácilmente la sintonía y la búsqueda de las estaciones
- 3.2 Sensibilidad para 50 mW de salida, modulación 30% en 400 Hz: Mejor que 150  $\mu$ V
- 3.3 Relación señal/ruido para un nivel de entrada correspondiente a las condiciones del punto 3.2: 20 dB para los receptores equipados de tubos alimentados por la red, y 26 dB para los receptores de transistores
- 3.4 Potencia de salida para menos de 10% de distorsión: 0,1 W como mínimo
- 3.5 Selectividad global:  
en los puntos - 6 dB: Banda de paso:  $\pm$  3 kHz como mínimo  
en los puntos - 20 dB: Banda de paso:  $\pm$  10 kHz como máximo  
en los puntos - 40 dB: Banda de paso:  $\pm$  20 kHz como máximo
- 3.6 Protección contra las respuestas espurias (frecuencia conjugada, frecuencia intermedia, etc): 30 dB como mínimo en ondas hectométricas
- Para la frecuencia intermedia y las respuestas espurias: 12 dB como mínimo en ondas decamétricas
- Para la frecuencia conjugada: 5 dB como mínimo en ondas decamétricas
- 3.7 Fidelidad de conjunto con inclusión de la respuesta acústica del altavoz: 250-3150 Hz dentro de los límites de 18 dB
- Para algunos constructores puede ser más cómodo considerar únicamente las características eléctricas, que deberían ser: 100-4000 Hz dentro de los límites de 12 dB (en los casos de una representación gráfica, el nivel de referencia 0 dB debe tomarse a 400 Hz)

3.8 Funcionamiento del control automático de ganancia: Variación del nivel de salida cuando el nivel de entrada se reduce 30 dB a partir de un valor inicial de 0,1 V:

10 dB como máximo

3.9 Estabilidad de frecuencia:

Debe ser tal que no se necesite sintonizar frecuentemente el receptor

#### 4. Especificaciones de los receptores de tipo C

4.1 Gama de frecuencias (MHz):

87,5-108 (Región 1)  
88-108 (Región 2)  
87-108 (Región 3)

4.2 Relación señal/ruido:

30 dB

4.3 Sensibilidad (limitada por el ruido):

-75 dB con relación a 1 mW para una relación señal/ruido de 30 dB y una potencia de salida de 50 mW

4.4 Frecuencia intermedia:

10,7 MHz

4.5 Supresión de la modulación de amplitud:

20 dB

4.6 Potencia de salida:

0,1 W como mínimo

4.7 Selectividad global:

-30 dB en  $\pm 300$  kHz

4.8 Fidelidad de conjunto, con inclusión de la respuesta acústica del altavoz:

200-5000 Hz dentro de los límites de 18 dB

Para algunos constructores puede ser más cómodo considerar únicamente las características eléctricas, que deberían ser:

100-5000 Hz dentro de los límites de 6 dB. (En el caso de una representación gráfica, el nivel de referencia 0 dB debe tomarse a 400 Hz)

4.9 Radiación:

La radiación del oscilador local deber ser inferior a los límites especificados por el CISPR. Sin embargo, si existe un reglamento nacional, la radiación deberá ser inferior a los límites especificados por ese reglamento

4.10 Distorsión:

La distorsión debe ser inferior al 5% para una excursión de frecuencia comprendida entre  $\pm 15$  kHz y  $\pm 75$  kHz, con una frecuencia de modulación de 400 Hz y una potencia de salida de 50 mW

4.11 Estabilidad de frecuencia:

Debe ser tal que no se necesite sintonizar frecuentemente el receptor.

SECCIÓN 10B: RADIODIFUSIÓN SONORA CON MODULACIÓN DE FRECUENCIAS EN LAS BANDAS DE ONDAS MÉTRICAS (BANDA 8) Y DECIMÉTRICAS (BANDA 9)

RECOMENDACIÓN 642-1

LIMITADORES PARA LAS SEÑALES DE PROGRAMAS RADIOFÓNICOS DE ALTA CALIDAD

(Cuestiones 46/10, 19/CMTT y 20/CMTT, Programa de Estudios 46B/10)

(1986-1990)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que la sobremodulación de los transmisores con modulación de frecuencia puede causar distorsiones en el material del programa radiofónico e interferencias en otras emisiones;
- b) que el nivel de algunas componentes de la señal sonora (normalmente las más altas de audiofrecuencia) puede aumentarse mediante la preacentuación de la señal moduladora;
- c) que existen técnicas para diseñar limitadores de baja distorsión sin sobredesviación (por ejemplo, mediante el uso de líneas de retardo);
- d) que por lo general no conviene someter las señales de sonido a más de un proceso de limitación porque puede resultar una degradación inaceptable. Es desaconsejable por lo tanto conectar limitadores en varios puntos de un circuito radiofónico,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que se utilicen limitadores de baja distorsión para proteger los transmisores de la sobremodulación y permitir un uso más eficaz de la gama dinámica disponible.
2. Que, cuando se aplique la preacentuación, el limitador tenga en cuenta este hecho. En los anexos I y II figura el ejemplo de un limitador que se comporta así.
3. Que los limitadores se sitúen en las interfaces entre estudios y en los circuitos de distribución de programas radiofónicos de forma que cada limitador pueda prestar servicio a un número relativamente amplio de transmisores y que, en principio, no sea preciso utilizar ninguna limitación ulterior. Ubicados de esta manera, los limitadores podrán también prestar un buen grado de protección contra la sobrecarga de posteriores circuitos de programas radiofónicos.

ANEXO I

LIMITADORES DE ACENTUACIÓN VARIABLE

Suelen emplearse limitadores en las entradas del programa de los transmisores de programas radiofónicos con modulación de frecuencia con objeto de que la desviación de la portadora y, por tanto, la relación señal/ruido en el receptor pueda mantenerse en el valor más alto posible, evitando al mismo tiempo una sobredesviación, y consecuentemente el riesgo de distorsión audible, o que se produzca interferencia. De modo semejante, pueden utilizarse limitadores en los extremos de transmisión de los circuitos de transmisión analógicos o digitales de programas radiofónicos entre puntos fijos, a fin de optimizar las relaciones señal/ruido en los extremos de recepción, permitiendo que los niveles de la señal en los circuitos se mantengan altos sin riesgos de distorsión debida a sobrecarga.

En los casos mencionados, suele aplicarse preacentuación a las señales sonoras. No obstante, se controlan normalmente los niveles del programa con un aparato de medida (véase el Informe 292) en el punto del circuito sin preacentuación. Por consiguiente, las componentes de alto nivel y alta frecuencia tienen probabilidades de causar sobremodulación — incluso en programas controlados apropiadamente — a menos que se utilice un limitador para evitarlo.

En un limitador convencional, las variaciones de la ganancia afectan por igual a todas las señales sonoras, y el efecto limitador introducido por las componentes de gran amplitud y alta frecuencia puede ocasionar evidentes y no deseadas fluctuaciones del nivel de las componentes de frecuencias bajas y medias del programa reproducido. Este efecto, que suele denominarse «zambullida de la ganancia» o «recorte posterior del limitador» (en inglés «gain ducking» o «limiter-cut-back»), puede reducirse previendo un amplio margen entre las crestas máximas nominales del programa y el nivel limitador. Se considera que este modo de proceder no es deseable, ya que la relación señal/ruido en la recepción sería inferior a la que podría obtenerse de otro modo. Las pruebas han demostrado [Manson, 1973 y 1975] que puede evitarse la necesidad de recurrir a ese amplio margen empleando un limitador del tipo selectivo en frecuencia.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MANSON, W. I. [1973] Frequency-dependent limiters for f.m. sound transmitters. BBC Research Department Report 1973/25.  
 MANSON, W. I. [1975] Frequency dependent limiters for f.m. sound broadcasting: optimisation of attack period and of delay-length in the variable de-emphasis stage. BBC Research Department Report 1975/22.

#### ANEXO II

##### DESCRIPCIÓN DE UN LIMITADOR DE ACENTUACIÓN VARIABLE PARA SEÑALES DE PROGRAMAS RADIOFÓNICOS DE ALTA CALIDAD

En la fig. 1 se representa esquemáticamente una forma de limitador de acentuación variable que se ha revelado apropiado para conseguir señales con preacentuación de  $50 \mu\text{s}$ . (Se podrá utilizar, en su caso, una constante de tiempo distinta para la preacentuación.)

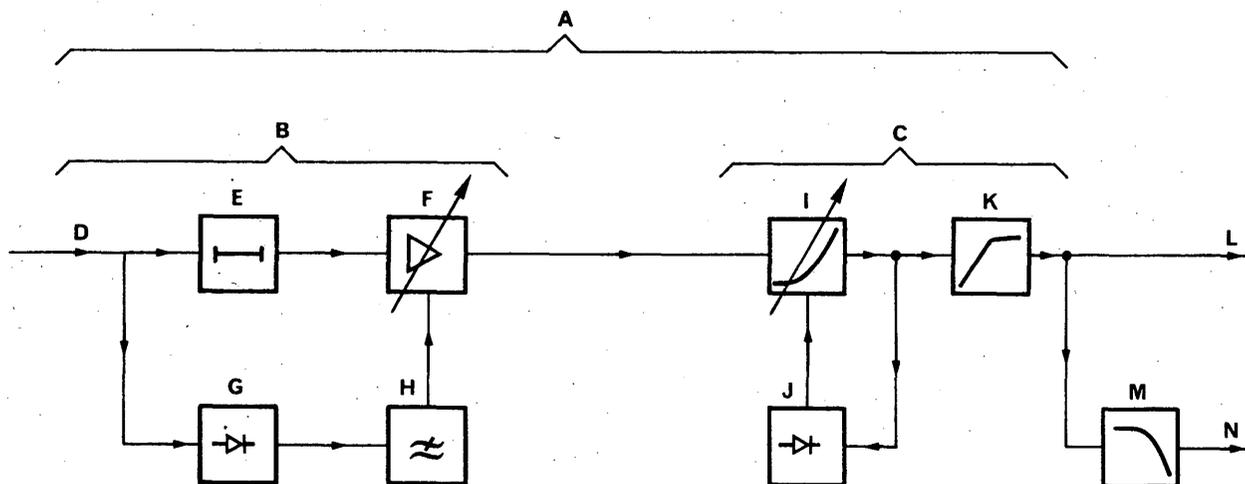


FIGURA 1 — Esquema de bloques que representa una posible disposición de un limitador de acentuación variable

- A: Limitador de acentuación variable (completo)
- B: Primer paso del limitador (diseño con espectro plano y línea de retardo)
- C: Segundo paso del limitador (diseño con acentuación variable)
- D: Entrada de audiofrecuencia
- E: Línea de retardo
- F: Amplificador de ganancia variable, con ley apropiada para el control efectuado por G
- G: Rectificador de señal de control, circuitos de allanamiento y de constante de tiempo
- H: Red de conformación (filtro de paso bajo)
- I: Circuito de preacentuación variable, quiescente de  $50 \mu\text{s}$
- J: Rectificador de señal de control, circuitos de allanamiento y de constante de tiempo
- K: Reductor de crestas
- L: Salida de audiofrecuencia, preacentuación protegida de  $50 \mu\text{s}$
- M: Red de desacentuación de  $50 \mu\text{s}$  (facultativa)
- N: Salida de audiofrecuencia, señal de preacentuación protegida de  $50 \mu\text{s}$ , con aplicación de desacentuación de  $50 \mu\text{s}$ , en caso necesario (por ejemplo, para control)

En el primer paso, se limita el nivel de la señal entrante de audiofrecuencia mediante un limitador de «espectro plano» que utiliza una línea de retardo y técnicas de control de la ganancia de régimen variable [Shorter y otros, 1967] para evitar la sobreoscilación en régimen transitorio.

En el segundo paso, se introduce la limitación mediante un circuito de preacentuación variable. Con ello se impone una preacentuación de 50  $\mu$ s mientras la señal de salida resultante no exceda el valor máximo prescrito, pero momentáneamente se reduce el grado de preacentuación lo que sea necesario para no exceder el nivel máximo de salida prescrito en presencia de componentes de alto nivel y alta frecuencia de la señal del programa.

Pruebas subjetivas realizadas [Manson, 1973] muestran una definida preferencia por un limitador de acentuación variable frente a un limitador de espectro plano. Otras pruebas [Manson, 1975] han indicado que, si se emplea un reductor de crestas, ajustado a unos 0,75 dB por encima del nivel del limitador, a la salida de éste, como muestra la fig. 1, no es necesario que el paso de acentuación variable incluya una línea de retardo.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MANSON, W. I. [1973] Frequency-dependent limiters for f.m. sound transmitters, BBC Research Department Report 1973/25.
- MANSON, W. I. [1975] Frequency-dependent limiters for f.m. sound broadcasting: optimisation of attack period and of delay-length in the variable de-emphasis stage. BBC Research Department Report 1975/22.
- SHORTER, D. E. L., MANSON, W. I. y STEBBINGS, D. W. [1967] The dynamic characteristics of limiters for sound programme circuits, BBC Engineering Division Monograph No. 70.
-

## RECOMENDACIÓN 641\*

**DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE PROTECCIÓN EN RADIOFRECUENCIA  
EN LA RADIODIFUSIÓN SONORA CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA**

(Cuestión 46/10, Programa de Estudios 46L/10)

(1986)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que la relación de protección en radiofrecuencia está estrechamente relacionada con la relación de protección en audiofrecuencia (véase la Recomendación 638);
- b) que esta relación depende de algunos parámetros técnicos como son:
- la separación de frecuencias entre las portadoras deseada y no deseada;
  - la excursión máxima de cresta;
  - la distribución de energía de la señal de modulación tanto en el dominio de la frecuencia como en el dominio del tiempo;
  - las características de preacentuación y desacentuación;
  - el modo de recepción (monofónico o estereofónico);
  - las características auditivas del oído humano (que se tienen en cuenta adecuadamente utilizando la red de ponderación de la Recomendación 468);
  - la tensión de entrada del receptor;
- c) que la relación de protección en radiofrecuencia depende sobre todo de las características del receptor, de las cuales las más importantes son:
- las características de selectividad;
  - las características del limitador y del decodificador estereofónico;
  - las características de funcionamiento con señales de gran amplitud y la sensibilidad;
  - la respuesta en audiofrecuencia,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que se utilice el método objetivo de medición con dos señales descrito en el anexo I para la determinación de la relación de protección en radiofrecuencia en la radiodifusión sonora con modulación de frecuencia, con normas de transmisión que utilicen una excursión máxima de frecuencia de  $\pm 75$  kHz y una preacentuación de 50  $\mu$ s;
2. Que los resultados que se obtengan con este método se comprueben mediante pruebas de escucha subjetivas siempre que sea posible.

## ANEXO I

**MÉTODO OBJETIVO DE MEDICIÓN CON DOS SEÑALES PARA NORMAS DE TRANSMISIÓN  
QUE UTILICEN UNA EXCURSIÓN MÁXIMA DE FRECUENCIA DE  $\pm 75$  kHz  
Y UNA PREACENTUACIÓN DE 50  $\mu$ s**

**1. Método de medición**

El método objetivo para la medición de la relación de protección RF es fundamentalmente un método sofométrico de dos señales en el cual se modula el transmisor interferente mediante una señal normalizada de ruido coloreado con una determinada excursión de frecuencia. El efecto de la interferencia se mide a la salida de audiofrecuencia del receptor mediante un medidor de ruido normalizado a nivel internacional (sofómetro). El valor de referencia utilizado para definir la relación señal de audiofrecuencia/interferencia es el que se mide a la salida de audiofrecuencia del receptor con el mismo medidor de ruido, cuando el transmisor deseado está modulado con un tono sinusoidal de 500 Hz, mientras que el transmisor interferente está desactivado.

\* Esta Recomendación sustituye al Informe 796 que por tanto, se suprime.

**2. Sofómetro**

El dispositivo de medición del ruido instalado a la salida del receptor para medir las señales deseada e interferente, está integrado, de conformidad con la Recomendación 468, por un voltímetro cuasicresta, de características dinámicas determinadas, y por un filtro que modifica las frecuencias interferentes de acuerdo con el efecto subjetivo de la interferencia. Como este dispositivo sirve también para regular la desviación de frecuencia y para determinar el nivel de referencia, es preciso que se pueda desconectar el filtro de ponderación. Si sólo se dispone de un indicador de la profundidad de modulación, este aparato deberá tener las mismas características dinámicas que el medidor de ruido.

**3. Señal de ruido que modula el transmisor interferente**

En la Recomendación 559 (véase la nota) se describe en detalle el ruido coloreado normalizado.

El espectro del ruido coloreado debe limitarse a la banda necesaria, por medio de un filtro de paso bajo con una frecuencia de corte de 15 kHz y una pendiente de 60 dB/octava. La característica amplitud/frecuencia en audiofrecuencia de la etapa moduladora del transmisor, no debe variar en más de 2 dB hasta la frecuencia de corte del filtro de paso bajo.

*Nota.* — En la Recomendación 571 se propone otra señal de ruido coloreado. El efecto que tendría el uso de esta señal en vez de la propuesta en la Recomendación 559 se examina en [CCIR, 1978-82].

**4. Dispositivo de medición**

En la fig. 1 se indica el esquema de principio del dispositivo.

Es utilizable en transmisiones tanto estereofónicas como monofónicas. En el funcionamiento en estereofonía, se mide el canal A o el canal B. El transmisor interferente se modula siempre en monofonía, puesto que este método es el que provoca la molestia más fuerte.

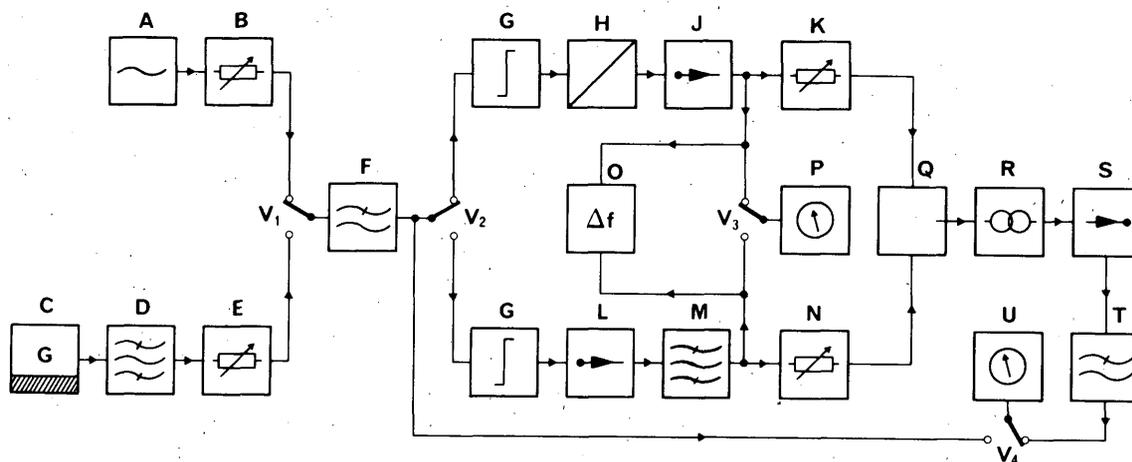


FIGURA 1 — Esquema de principio del dispositivo de medición

- |  |   |  |
|--|---|--|
| A: Generador de audiofrecuencia de 500 Hz (calibrado de la excursión máxima de frecuencia) | J: Transmisor (señal deseada)   | S: Receptor que hay que medir  |
| B: Atenuador calibrado AF  | K: Antenador calibrado RF   | T: Filtro paso bajo de 15 kHz  |
| C: Generador de ruido  | L: Transmisor (señal interferente)  | U: Sofómetro (con filtro de ponderación conmutable)                          |
| D: Filtro de conformación de ruido según la Recomendación 559                              | M: Filtro paso banda RF sintonizable  | V1: Conmutador de modulación   |
| E: Atenuador calibrado AF  | N: Atenuador calibrado RF   | V2: Conmutador para la modulación de los transmisores deseado o interferente |
| F: Filtro paso banda de 15 kHz   | O: Frecuencímetro para medir la diferencia de frecuencia entre los transmisores J y L | V3: Conmutador del indicador de excursión de frecuencia (transmisor J o L)   |
| G: Preacentuación  | P: Indicador de excursión de frecuencia   | V4: Conmutador para medir el nivel de la señal AF                            |
| H: Codificador estereofónico   | Q: Acoplador RF   |  |
|  | R: Red de adaptación  |  |

Es muy importante que el transmisor interferente esté exento de armónicos. Para ello, se inserta en su salida un filtro paso banda ajustable cuya anchura de banda a 3 dB es de aproximadamente 300 kHz. Conviene también cerciorarse de que no existe interacción entre las etapas de salida de los transmisores. Se utilizará eventualmente un acoplador directivo.

La relación señal/interferencia en audiofrecuencia se mide a la salida del receptor antes del sistema de ajuste de tonalidad. Si ello no fuera posible, se ajustará la tonalidad de modo que se obtenga una respuesta de frecuencia uniforme.

En muchos receptores comerciales, la frecuencia piloto de 19 kHz está insuficientemente atenuada en la salida AF. Se deberá pues, limitar la anchura de banda de la señal de salida mediante un filtro de paso bajo con una atenuación superior a 40 dB en 19 kHz.

##### 5. Excursión máxima de frecuencia en los generadores de medida

El valor exacto de la excursión de frecuencia, en particular en lo que respecta al generador interferente, es determinante para la precisión de los resultados de la medición; deberá, pues, ajustarse con gran cuidado.

Para fijar un nivel de referencia, se comienza modulando en frecuencia el transmisor deseado J con una señal sinusoidal de 500 Hz procedente del generador A. Con el atenuador B, se ajusta la excursión de frecuencia en el valor de  $\pm 75$  kHz (teniendo en cuenta la frecuencia piloto en estereofonía, si procede). Habiéndose eliminado el filtro de ponderación, el indicador de tensión de ruido U proporciona el nivel de referencia que se busca. En las operaciones que siguen, el transmisor deseado no está modulado. En estereofonía, sólo se transmite la frecuencia piloto.

Se modula entonces el transmisor interferente L con una señal sinusoidal de 500 Hz mediante el generador A. Se ajusta la excursión de frecuencia en  $\pm 32$  kHz con ayuda del atenuador calibrado B (véase la nota).

Con el indicador U, se mide el nivel correspondiente a la entrada del transmisor interferente antes de la preacentuación. El filtro de ponderación del sofómetro está fuera de circuito. Se sustituye luego el generador sinusoidal por la señal de ruido C + D, y se ajusta el atenuador calibrado E para obtener el mismo nivel de cresta en el indicador U. La excursión cuasicresta es entonces igual a  $\pm 32$  kHz, pero la desviación de cresta es realmente mayor, ya que no se ha tenido en cuenta la preacentuación en la medida de nivel. El procedimiento descrito es de práctica común actualmente en radiodifusión.

*Nota.* — Un programa de radiodifusión sonora normal sin compresión se simula modulando el transmisor no deseado con la señal de ruido coloreado normalizada utilizando una excursión de frecuencia de  $\pm 32$  kHz. Por tanto, los resultados obtenidos con este método y esta excursión sólo son válidos para programas de radiodifusión sonora sin compresión.

##### 6. Relación señal/interferencia en radiofrecuencia

Con ayuda del atenuador K, se mantiene el nivel de radiofrecuencia del transmisor deseado J lo bastante bajo para evitar todo fenómeno de no linealidad en las etapas de entrada del receptor. Sin embargo, este nivel debe ser suficiente para obtener una relación señal/interferencia en audiofrecuencia de 56 dB, estando desconectado el transmisor interferente.

Se ajusta el nivel de radiofrecuencia del transmisor interferente con el atenuador N, de modo que se obtenga, a la salida del receptor S, una relación señal/interferencia en audiofrecuencia de 50 dB. Para esta medición, se conecta el filtro de ponderación del indicador U. La relación entre los niveles en radiofrecuencia de los transmisores deseado e interferente da entonces la relación señal/interferencia en radiofrecuencia que se busca.

Se repite la medición para diversas diferencias de frecuencia entre los canales deseado e interferente, en la gama de 0 a 400 kHz. Pueden presentarse los resultados en forma de cuadro o de curva. En este último caso, se unen los puntos de medida por segmentos de rectas. Se debe indicar, además, la tensión en radiofrecuencia a la entrada del receptor, así como la impedancia de entrada.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Documentos del CCIR*

[1978-82]: 10/51 (Alemania (República Federal de)).

RECOMENDACIÓN 599

**DIRECTIVIDAD DE LAS ANTENAS DE RECEPCIÓN EN RADIODIFUSIÓN SONORA EN LA BANDA 8 (ONDAS MÉTRICAS)**

(Cuestión 46/10, Programa de Estudios 46L/10)

(1963-1982)

El CCIR,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que las características de directividad de las antenas de recepción de la fig. 1 pueden utilizarse para establecer planes de los servicios de radiodifusión sonora en la banda 8 (ondas métricas). Sin embargo, en el caso de recepción de radiodifusión sonora por medio de receptores portátiles o móviles, la planificación no deberá tener en cuenta ninguna directividad de la antena de recepción.

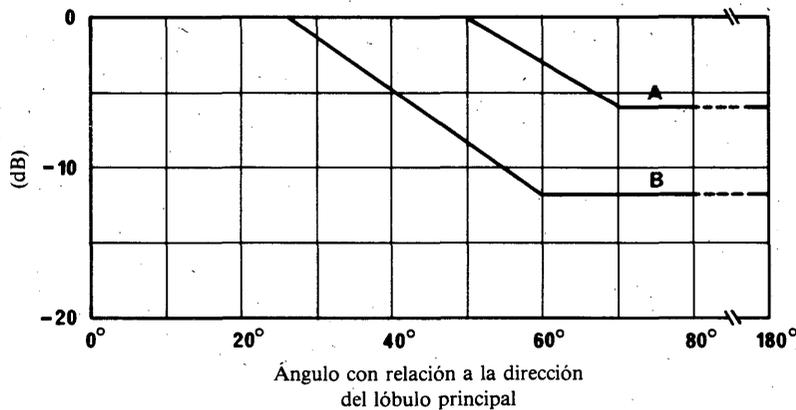


FIGURA 1 - Discriminación obtenida mediante la utilización de antenas receptoras directivas

Curvas A: Radiodifusión sonora monofónica  
 B: Radiodifusión sonora estereofónica

*Nota 1.* - Se considera que la discriminación indicada en la figura puede obtenerse en la mayor parte de las antenas situadas en zonas urbanas. En las zonas rurales despejadas pueden obtenerse valores ligeramente superiores.

*Nota 2.* - Las curvas de la fig. 1 son válidas para señales con polarización horizontal o vertical cuando la señal interferente tiene la misma polarización que la señal deseada.

*Nota 3.* - La Conferencia Regional Especial (Ginebra, 1960), la Conferencia Europea de Radiodifusión en ondas métricas y decimétricas (Estocolmo, 1961) y la Conferencia Africana de Radiodifusión en ondas métricas y decimétricas (Ginebra, 1963), no tuvieron en cuenta, en el caso de la radiodifusión sonora, estas características de directividad de las antenas.

## RECOMENDACIÓN 704\*

**CARACTERÍSTICAS DE LOS RECEPTORES DE REFERENCIA DE RADIODIFUSIÓN  
SONORA CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA PARA FINES DE PLANIFICACIÓN**

(1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que en los planes de asignación de frecuencias es imprescindible tener en cuenta las características de los receptores;
- b) que la gama de características de los receptores utilizados por el público es muy amplia;
- c) que en el contexto de la planificación puede ser útil un receptor de referencia de características basadas en los receptores actualmente disponibles;
- d) que conviene definir, por lo tanto, unos receptores de referencia normalizados, cuyas características puedan tomarse como base para la planificación de las frecuencias;
- e) que los fabricantes de receptores han de tener en cuenta estas normas,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que a efectos de planificación de la radiodifusión sonora con modulación de frecuencia (MF) se utilicen las características de los receptores señaladas en el anexo I.

## ANEXO I

**RECEPCIÓN MONOFÓNICA Y ESTEREOFÓNICA UTILIZANDO EL SISTEMA DE TONO PILOTO  
( $\pm 75$  kHz DE DESVIACIÓN DE FRECUENCIA) O EL SISTEMA DE MODULACIÓN POLAR  
( $\pm 50$  kHz DE DESVIACIÓN DE FRECUENCIA)**

Para obtener las características recomendadas se tuvieron también en cuenta los parámetros que figuran en los anexos II y III.

**1. Antena**

La Recomendación 599 da la directividad de una antena exterior que es aplicable únicamente a las estaciones fijas. Los receptores portátiles o de automóvil llevan normalmente antenas de varilla; no obstante para la recepción de transmisiones sonoras con aparatos portátiles o móviles no debe aplicarse en la planificación la directividad de la antena de recepción.

**2. Sensibilidad**

A efectos de planificación se entiende que la «sensibilidad limitada por el ruido», en términos de la intensidad de campo o del nivel de potencia necesarios para lograr una relación señal/ruido especificada a la salida de audio. La sensibilidad debe darse como un solo valor medio. Se recomiendan los valores indicados a continuación para la sensibilidad de un receptor típico:

- con entrada de antena exterior (incluido el caso de los receptores de automóvil):
  - 5 dB(pW) para la recepción monofónica,
  - 15 dB(pW) para la recepción estereofónica;
- con una antena incorporada, orientada para recepción óptima en el campo real en el que está situado el receptor (respecto a las condiciones de medida, véanse [CCIR, 1986-90a y b]):
  - 30 dB( $\mu$ V/m) para la recepción monofónica,
  - 50 dB( $\mu$ V/m) para la recepción estereofónica.

Estos valores se basan en una relación señal/ruido en audiofrecuencia de 40 dB. La medida de la relación señal/ruido en audiofrecuencia se efectúa según lo especificado en la Publicación 315-4 de la CEI y en la Recomendación 468 del CCIR; la desviación de frecuencia tomada como referencia es de  $\pm 75$  kHz, para el sistema de tono piloto y  $\pm 50$  kHz para el sistema de modulación polar. Si a efectos de planificación hay que aplicar relaciones señal/ruido en audiofrecuencias superiores, la sensibilidad correspondiente puede calcularse mediante extrapolación lineal hasta 56 dB como mínimo (véase el § 5 del anexo II).

\* Se ruega al Director del CCIR que señale esta Recomendación a la atención de la CEI.

### 3. Selectividad

La selectividad de un receptor es la medida de su capacidad para discriminar entre una señal deseada a la que está sintonizado y las señales no deseadas que entran por el circuito de antena.

Como selectividad se entiende la selectividad efectiva, que comprende la selectividad en radiofrecuencia, la selectividad en frecuencia intermedia, el limitador, el discriminador, las características del decodificador estereofónico y la respuesta en audiofrecuencia.

#### 3.1 Selectividad con separaciones de la frecuencia portadora $\leq 400$ kHz

La selectividad debe ser suficiente para cumplir las relaciones de protección en radiofrecuencia de la Recomendación 412. Las mediciones de la relación de protección se efectúan conforme a lo indicado en la Recomendación 641. Se supone que para los receptores sin una entrada de antena exterior las señales de prueba se aplican a través de la antena incorporada.

#### 3.2 Selectividad con separaciones de la frecuencia portadora $> 400$ kHz

Hay que lograr relaciones de protección en radiofrecuencia muy inferiores a  $-25$  dB. Para la separación crítica de la frecuencia portadora de 10,7 MHz (suponiendo una frecuencia intermedia nominal), deben lograrse relaciones de protección en radiofrecuencia inferiores a  $-20$  dB.

### 4. Comportamiento en presencia de señales intensas\*

La sobrecarga de los receptores de radiodifusión con MF por señales de entrada intensas puede dar lugar a:

- desensibilización o efectos comparables,
- intermodulación.

Esta sobrecarga puede producirse, por ejemplo, en los siguientes casos:

- a) una señal deseada (muy) intensa;
- b) la señal deseada y una señal no deseada intensa;
- c) la señal deseada y dos señales no deseadas intensas;
- d) la señal deseada y más de dos señales no deseadas intensas.

Con respecto a b), las relaciones de protección en radiofrecuencia no deben verse fuertemente afectadas ( $\leq 3$  dB) si la potencia de entrada de la señal deseada aumenta hasta 50 dB(pW). Puede verse información adicional al respecto en [CCIR, 1986-90c].

### 5. Control automático de frecuencia (CAF)

El CAF debe ser conmutable (véase el § 4 del anexo II).

### 6. Explotación estereofónica/monofónica

Los receptores estereofónicos portátiles y a bordo de automóviles deben estar equipados preferentemente de un conmutador estereofónico/monofónico manual que permita una recepción monofónica satisfactoria en caso de intensidad de campo insuficiente o de fuertes señales interferentes.

### 7. Frecuencia intermedia

Se supone una frecuencia intermedia de 10,7 MHz, incluso si algunos receptores utilizan frecuencias más altas por distintas razones (por ejemplo, recepción en diversidad de frecuencias).

#### 7.1 Relación de rechazo a la frecuencia imagen

La relación de rechazo para una sola frecuencia imagen, medida con arreglo a lo dispuesto en la Publicación 315-4 de la CEI, debe ser como mínimo de 50 dB.

Para la frecuencia intermedia de 10,7 MHz que se ha supuesto, la relación de rechazo a la frecuencia imagen puede desprejiciarse respecto a la interferencia dentro de la banda. No obstante, hay que tener en cuenta la interferencia procedente de otros servicios.

\* Se pide a las administraciones que envíen contribuciones sobre este tema en el marco del Programa de Estudios 46N/10 del CCIR.

## 7.2 Interferencia generada dentro del receptor en relación con la frecuencia intermedia (véase el Informe 946)

La relación señal/ruido en audiofrecuencia debe ser como mínimo de 50 dB a las frecuencias críticas que son múltiplos enteros de la frecuencia intermedia (por ejemplo, 96,3 y 107 MHz) para un nivel de entrada de radiofrecuencia de 40 dB(pW) en la recepción estereofónica. La relación señal/ruido se mide de acuerdo con la Publicación 315-4 de la CEI y la Recomendación 468 del CCIR; desviación de la frecuencia de referencia:  $\pm 75$  kHz para el sistema de tono piloto y  $\pm 50$  kHz para el sistema de modulación polar.

## 8. Radiación de oscilador local

La Enmienda N.º 1 a la Publicación 13 del CISPR y el Proyecto de Norma Europea EN 55013 dan un método de medición y especifican los siguientes valores:

Frecuencia fundamental del oscilador local:  $\leq 60$  dB( $\mu$ V/m)

Armónicos por debajo de 300 MHz:  $\leq 52$  dB( $\mu$ V/m)

Armónicos por encima de 300 MHz:  $\leq 56$  dB( $\mu$ V/m)

Sin embargo, algunas administraciones aplican las Normas Internacionales del Consejo de Asistencia Económica Mutua (CAEM) 784-77; 3894-82, y las Normas Nacionales de la URSS (GOST) 16842-82; 2205-83. En esas normas se especifican los siguientes valores:

Frecuencia fundamental del oscilador local:  $\leq 43,5$  dB( $\mu$ V/m)

Armónicos por debajo de 300 MHz:  $\leq 43,5$  dB( $\mu$ V/m)

Armónicos por encima de 300 MHz:  $\leq 43,5$  dB( $\mu$ V/m)

## ANEXO II

Al definir las características recomendadas del anexo I se ha tenido en cuenta la posible influencia de los parámetros del receptor indicados a continuación:

### 1. Respuesta global en audiofrecuencia

Se ha supuesto una respuesta global en audiofrecuencia con una atenuación máxima de 3 dB a 40 Hz y 15 kHz.

### 2. Distorsión armónica total

Se supone que la distorsión armónica total es inferior al 1%, medida conforme a lo indicado en la Publicación 315-4 de la CEI.

### 3. Diafonía lineal y no lineal

En la recepción estereofónica la diafonía influye en las curvas de la relación de protección. Se supone que la diafonía lineal entre A y B es inferior a  $-35$  dB para las frecuencias comprendidas entre 100 Hz y 3 kHz, e inferior a  $-20$  dB entre 50 Hz y 100 Hz y entre 3 kHz y 15 kHz. Se supone que la diafonía no lineal es inferior a  $-40$  dB.

Estos valores se miden conforme a lo indicado en la Publicación 315-4 de la CEI y no deben depender del nivel de la señal de entrada al receptor, suponiendo que éste sea lo suficientemente elevado para mantener un funcionamiento estereofónico adecuado.

### 4. Facilidades de sintonía

A efectos de planificación pueden considerarse diversas facilidades de sintonía en el receptor, incluyendo:

- los medios adecuados mecánicos y/o eléctricos para la sintonía continua o por pasos;
- el control automático de frecuencia conmutable que evita la desintonía en caso de señales intensas en el canal adyacente así como en las pruebas;
- las posibilidades que ofrece la transmisión radioeléctrica de datos (RDS) (véase la Recomendación 643), u otros sistemas de información suplementarios (véase el Informe 463).

**5. Relación señal/ruido en audiofrecuencia para niveles superiores a la señal de entrada**

Teniendo en cuenta la Recomendación 641, se supone que la relación señal/ruido en audiofrecuencia para la recepción monoaural y estereofónica es de 56 dB, como mínimo con un nivel de la señal de entrada de 40 dB(pW). La medida de la relación señal/ruido en audiofrecuencia se realiza de acuerdo con lo indicado en la Publicación 315-4 de la CEI y en la Recomendación 468 del CCIR; la desviación de frecuencia de referencia es  $\pm 75$  kHz (véase también el § 7.2 del anexo I).

**6. Compatibilidad entre el programa principal y las señales adicionales de información**

Cuando se añaden nuevas señales o frecuencias subportadoras adicionales (véanse la Recomendación 643 y el Informe 463), hay que tener en cuenta ciertos efectos de interferencia. Los diseñadores del receptor deben tener esto presente para evitar la interferencia en el canal del programa principal.

**6.1 Transmisión radioeléctrica de datos (RDS – «Radio Data System»)**

En la banda de audiofrecuencia pueden aparecer componentes no esenciales debidas a la RDS. En presencia de una señal de prueba RDS que produce una desviación de  $\pm 2$  kHz en la portadora principal, la suma de potencias de esas componentes no esenciales debe estar 76 dB por lo menos por debajo del nivel de la señal audio correspondiente a una desviación de  $\pm 75$  kHz que utilice un tono sinusoidal de 500 Hz. Para las mediciones se emplea una señal de prueba RDS con sólo dos componentes de banda lateral situados simétricamente respecto a 57 kHz, estableciendo la modulación con una ráfaga de datos «todos ceros». Para eliminar los efectos del ruido de banda ancha no correlacionado se miden selectivamente los componentes no esenciales de la banda en audiofrecuencia.

ANEXO III

La definición de las características recomendadas dadas en el anexo I para los receptores relacionados con el sistema de modulación polar se basa en los siguientes valores:

- una irregularidad de  $\pm 3$  dB en la banda de frecuencias comprendida entre 30 Hz y 15 kHz para la respuesta global de frecuencia y amplitud en audiofrecuencia;
- un factor de distorsión inferior al 1%;
- una diafonía lineal entre los canales A y B inferior a  $-30$  dB en la frecuencia de 1000 Hz e inferior a  $-24$  dB en las frecuencias de 250 y 5000 Hz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Documentos del CCIR*

[1986-90]: a. GIT 10/7-14 (Francia); b. GIT 10/7-46 (Suiza); c. 10/308 (Alemania (República Federal de)).

## RECOMENDACIÓN 412-5\*

**NORMAS PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RADIODIFUSIÓN  
SONORA CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA EN ONDAS MÉTRICAS**

(Cuestión 46/10, Programa de Estudios 46L/10)

(1956-1959-1963-1974-1978-1982-1986-1990)

El CCIR,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que se utilicen las siguientes normas de planificación para la radiodifusión sonora con modulación de frecuencia en la banda 8 (ondas métricas):

**1. Intensidad de campo mínima utilizable**

En presencia de interferencias causadas por aparatos industriales o domésticos (para los límites de radiación causada por tales equipos, véase la Recomendación 433, que da las recomendaciones pertinentes del CISPR), para obtener un servicio satisfactorio, la intensidad de campo mediana (medida a 10 m por encima del suelo) debe ser por lo menos igual a:

1.1 *en el servicio monofónico*

48 dB( $\mu$ V/m) en las zonas rurales,  
60 dB( $\mu$ V/m) en las zonas urbanas,  
70 dB( $\mu$ V/m) en las grandes ciudades;

1.2 *en el servicio estereofónico*

54 dB( $\mu$ V/m) en las zonas rurales,  
66 dB( $\mu$ V/m) en las zonas urbanas,  
74 dB( $\mu$ V/m) en las grandes ciudades.

*Nota.* — En ausencia de interferencia procedente de equipos industrial y doméstico puede considerarse que una intensidad de campo (medida a 10 m por encima del nivel del suelo) de por lo menos 34 dB( $\mu$ V/m) o 48 dB( $\mu$ V/m) da un servicio monofónico o estereofónico, respectivamente aceptable. Estos valores de la intensidad de campo se aplican cuando se utiliza una antena exterior para la recepción monofónica o una antena directiva con ganancia apreciable para la recepción estereofónica (sistema del tono piloto, definido en la Recomendación 450).

**2. Relaciones de protección**

2.1 Para obtener una recepción monofónica satisfactoria durante el 99% del tiempo en los sistemas que utilizan una excursión máxima de frecuencia de  $\pm 75$  kHz, las relaciones de protección en radiofrecuencia son las indicadas en la curva M2 de la fig. 1. En caso de interferencias estables, conviene garantizar una protección más elevada, indicada en la curva M1 de la fig. 1 (véase el anexo I).

Las relaciones de protección para valores importantes de separación de frecuencias figuran también en el cuadro I.

Los valores correspondientes a los sistemas monofónicos que utilizan una excursión máxima de frecuencia de  $\pm 50$  kHz son los representados por las curvas M2 y M1 de la fig. 2 (véase el anexo I). Las relaciones de protección para valores importantes de separación de frecuencias figuran también en el cuadro II.

\* Se ruega que el Director del CCIR señale esta Recomendación a la atención de la CEI, de forma que pueda informar de su contenido a los fabricantes de receptores MF. La explotación de los servicios estereofónicos MF de acuerdo con las normas que figuran en esta Recomendación ha planteado serias dificultades. Conviene llamar especialmente la atención sobre los § 2.4 y 2.6, en los que se exponen los problemas que se plantearán si los receptores no poseen las características requeridas.

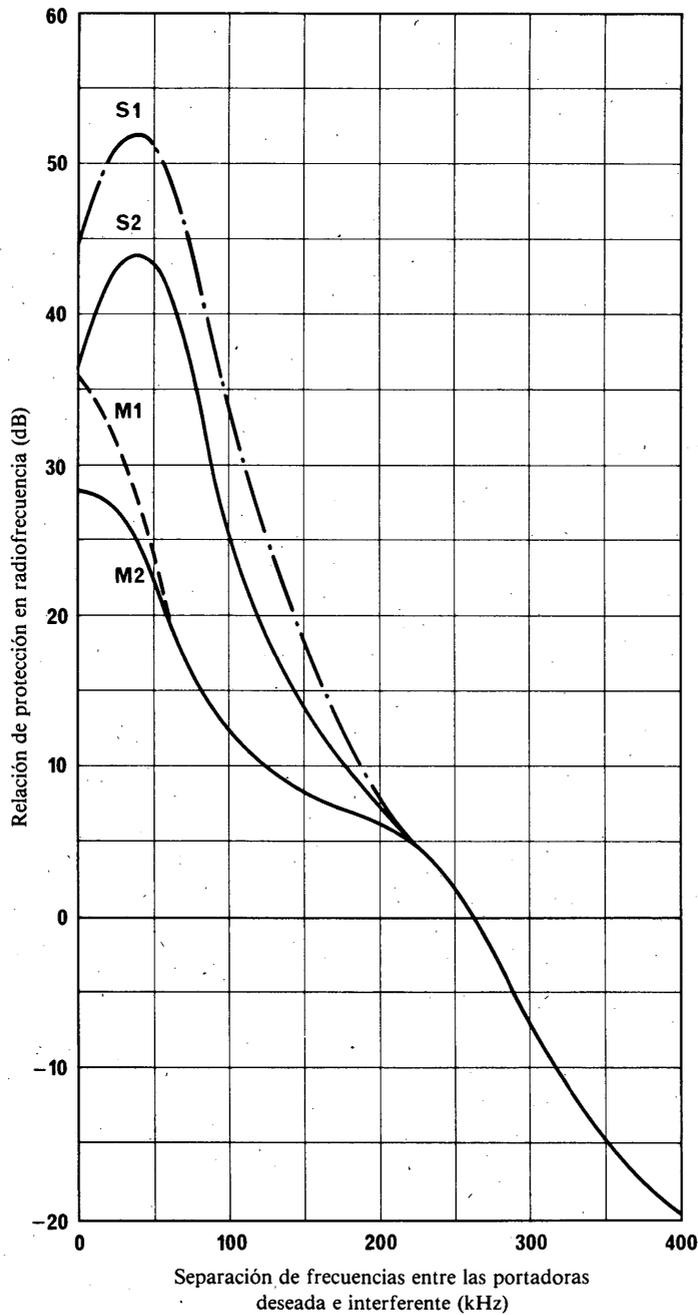


FIGURA 1 – Relación de protección en radiofrecuencia requerida por los servicios de radiodifusión en la banda 8 (ondas métricas), en frecuencias comprendidas entre 87,5 MHz y 108 MHz, cuando se utiliza una excursión máxima de frecuencia de  $\pm 75$  kHz

- Curva M1: Radiodifusión monofónica; interferencia estable.
- Curva M2: Radiodifusión monofónica; interferencia troposférica (protección durante el 99 % del tiempo)
- Curva S1: Radiodifusión estereofónica; interferencia estable
- Curva S2: Radiodifusión estereofónica; interferencia troposférica (protección durante el 99 % del tiempo)

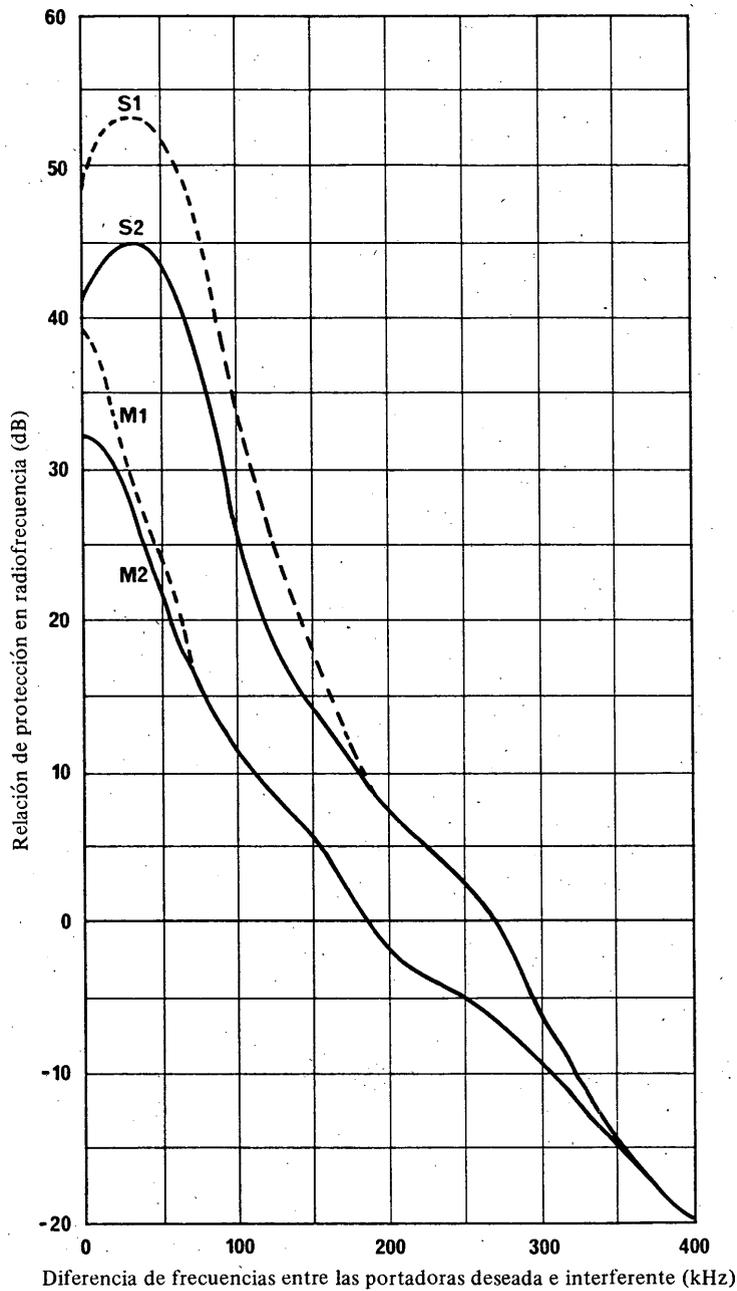


FIGURA 2 – Valores de la relación de protección en radiofrecuencia necesaria para los servicios de radiodifusión en la banda 8 (ondas métricas) cuando se utilizan excursiones máximas de frecuencia de  $\pm 50$  kHz

Curva M1: Radiodifusión monofónica; interferencia estable

Curva M2: Radiodifusión monofónica; interferencia troposférica (protección durante el 99% del tiempo)

Curva S1: Radiodifusión estereofónica; interferencia estable

Curva S2: Radiodifusión estereofónica; interferencia troposférica (protección durante el 99% del tiempo)

Los valores de las curvas S1 y S2 se aplican por igual a los sistemas de frecuencia piloto y a los sistemas de modulación polar.

CUADRO I

Separación de frecuencias (kHz)	Relación de protección en radiofrecuencia (dB) con una excursión máxima de frecuencia de $\pm 75$ kHz			
	Monofonía		Estereofonía	
	Interferencia estable	Interferencia troposférica	Interferencia estable	Interferencia troposférica
0	36,0	28,0	45,0	37,0
25	31,0	27,0	51,0	43,0
50	24,0	22,0	51,0	43,0
75	16,0	16,0	45,0	37,0
100	12,0	12,0	33,0	25,0
125	9,5	9,5	24,5	18,0
150	8,0	8,0	18,0	14,0
175	7,0	7,0	11,0	10,0
200	6,0	6,0	7,0	7,0
225	4,5	4,5	4,5	4,5
250	2,0	2,0	2,0	2,0
275	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0
300	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0
325	-11,5	-11,5	-11,5	-11,5
350	-15,0	-15,0	-15,0	-15,0
375	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5
400	-20,0	-20,0	-20,0	-20,0

CUADRO II

Separación de frecuencias (kHz)	Relación de protección en radiofrecuencia (dB) con una excursión máxima de frecuencia de $\pm 50$ kHz			
	Monofonía		Estereofonía	
	Interferencia estable	Interferencia troposférica	Interferencia estable	Interferencia troposférica
0	39	32	49	41
25	32	28	53	45
50	24	22	51	43
75	15	15	45	37
100	12	12	33	25
125	7,5	7,5	25	18
150	6	6	18	14
175	2	2	12	11
200	-2,5	-2,5	7	7
225	-3,5	-3,5	5	5
250	-6	-6	2	2
275	-7,5	-7,5	0	0
300	-10	-10	-7	-7
325	-12	-12	-10	-10
350	-15	-15	-15	-15
375	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5
400	-20	-20	-20	-20

2.2 Las relaciones de protección en radiofrecuencia para obtener una recepción estereofónica satisfactoria durante el 99% del tiempo, en las transmisiones que utilizan el sistema de frecuencia piloto y una excursión máxima de frecuencia de  $\pm 75$  kHz, son las que se indican en la curva S2 de la fig. 1 (véase el anexo I). En caso de interferencia estable, conviene garantizar una protección más elevada, indicada por la curva S1 de la fig. 1. Las relaciones de protección para valores importantes de la separación de frecuencias también figuran en el cuadro I. Los valores correspondientes a los sistemas estereofónicos que utilizan una excursión máxima de frecuencia de  $\pm 50$  kHz, son los representados por las curvas S2 y S1 de la fig. 2. Las relaciones de protección para valores importantes de separación de frecuencias figuran también en el cuadro II.

2.3 En las relaciones de protección en radiofrecuencia se supone que no se rebasa la excursión de cresta máxima de  $\pm 75$  kHz. Se supone además que la potencia de la señal múltiplex completa (incluyendo la señal piloto y señales adicionales) integrada en un intervalo de 60 s no es mayor que la potencia de una señal múltiplex con una señal sinusoidal única que da lugar a una desviación de cresta de  $\pm 19$  kHz (véase la nota 4).

Es muy importante no rebasar los límites de los niveles de la señal de modulación mencionados anteriormente, ya que de otro modo la potencia radiada de los transmisores tendría que reducirse de acuerdo con el valor del aumento de las relaciones de protección dado en el Informe 1064.

2.4 Los valores de la relación de protección en radiofrecuencia para una separación de frecuencias de 10,7 MHz deberían ser inferiores a  $-20$  dB.

Para separaciones superiores a 400 kHz, el valor de la relación de protección debe ser considerablemente inferior al indicado.

2.5 En las relaciones de protección para la radiodifusión estereofónica se supone que el demodulador de modulación de frecuencia del receptor, va seguido de un filtro de paso bajo, destinado a reducir la interferencia y el ruido en frecuencias superiores a 53 kHz, en el sistema de tono piloto, y superiores a 46,25 kHz en el sistema de modulación polar. Sin este filtro u otro sistema equivalente en el receptor, las curvas de las relaciones de protección para la radiodifusión estereofónica no pueden ser respetadas y por tanto pueden producirse interferencias importantes en los canales adyacentes o próximos.

2.6 En el caso de los receptores para modulación de amplitud y de frecuencia (MA-MF) es necesario tomar medidas para evitar que los circuitos de frecuencia intermedia de MA (generalmente establecidos a 450-470 kHz) empeoren las relaciones de protección cuando el receptor funciona en MF, sobre todo para separaciones entre las frecuencias de las portadoras deseada e interferente superiores a 300 kHz.

2.7 Si se introducen sistemas de datos u otros sistemas que proporcionan información suplementaria, no deben causar en los servicios monofónicos y estereofónicos más interferencia de la indicada en las curvas de relación de protección de la fig. 1 (véase el Informe 463). En la planificación no se considera factible facilitar protección adicional a los servicios de datos o a otros servicios que proporcionan señales de información suplementaria.

*Nota 1* – Las curvas de relación de protección de la fig. 1 se determinaron originalmente por evaluaciones subjetivas de los efectos de interferencia. Teniendo en cuenta que las pruebas subjetivas requieren bastante tiempo, se desarrolló un método de medición objetiva (véase el anexo I a la Recomendación 641) y se observó que daba resultados que coincidían satisfactoriamente con los de las pruebas subjetivas.

*Nota 2* – Al determinar las características requeridas del filtro, cuya respuesta de fase tiene cierta importancia para preservar la separación entre los canales en las audiofrecuencias elevadas, debe hacerse referencia al anexo III a la Recomendación 644.

*Nota 3* – Las relaciones de protección en caso de interferencia estable, proporcionan una relación señal/ruido de aproximadamente 50 dB (valor cuasi-cresta ponderado, medido de acuerdo con la Recomendación 468, con una señal de referencia para la excursión máxima de frecuencia). Véase también el anexo I a la Recomendación 641.

*Nota 4* – La potencia de una señal sinusoidal que provoque una desviación de cresta de  $\pm 19$  kHz es igual a la potencia de la señal de modulación de ruido coloreado de acuerdo con la Recomendación 641, es decir, una señal de ruido coloreado que da lugar a una excursión de cuasi-cresta de  $\pm 32$  kHz.

### 3. Separación de canales

Los canales han de asignarse de manera tal que:

3.1 Las frecuencias portadoras que definen la posición nominal de los canales en RF dentro de la banda sean múltiplos enteros de 100 kHz.

3.2 Exista una separación de canales uniforme de 100 kHz tanto para las transmisiones monofónicas como para las estereofónicas.

*Nota* — En los casos en que resulte difícil aplicar una separación de canales de 100 kHz sería aceptable también el empleo de una separación que sea múltiplo entero de 100 kHz, siempre y cuando las frecuencias portadoras se determinen de conformidad con el § 3.1 anterior.

## ANEXO I

Para aplicar las curvas de la relación de protección de las figs. 1 y 2 es preciso determinar si, en determinadas circunstancias, la interferencia ha de considerarse como estable o troposférica [CCIR, 1978-82]. Un criterio apropiado para ello está basado en el concepto de «intensidad de campo parcial utilizable», que es la intensidad de campo del transmisor interferente (con la p.r.a. pertinente), ampliada con la relación de protección RF correspondiente.

Así, la intensidad de campo parcial utilizable para la interferencia estable viene dada por:

$$E_s = P + E(50,50) + A_s$$

y la intensidad de campo parcial utilizable para la interferencia troposférica, por:

$$E_t = P + E(50,T) + A_t$$

donde:

$P$ : p.r.a. (dB(1 kW)) del transmisor interferente;

$A$ : relación de protección en radiofrecuencia (dB);

$E(50, T)$ : intensidad de campo (dB( $\mu$ V/m)) del transmisor interferente, normalizada a 1 kW y excedida durante el  $T\%$  del tiempo,

y donde los índices  $s$  y  $t$  indican la interferencia estable o troposférica, respectivamente.

La curva de la relación de protección para la interferencia estable es aplicable cuando el campo de molestia resultante es más fuerte que el resultante de la interferencia troposférica, esto es,

$$E_s \geq E_t$$

Esto significa que  $A_s$  debe utilizarse en todos los casos cuando:

$$E(50,50) + A_s \geq E(50,T) + A_t.$$

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### *Documentos del CCIR*

[1978-82]: 10/241 (Yugoslavia (República Socialista Federativa de)).

## BIBLIOGRAFÍA

### *Documentos del CCIR*

[1982-86]: 10/14 (UER); 10/38 (URSS); 10/48 (Italia).

[1986-90]: 10/323 (Alemania (República Federal de)).

## RECOMENDACIÓN 450-1

NORMAS DE TRANSMISIÓN PARA RADIODIFUSIÓN SONORA  
CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA EN ONDAS MÉTRICAS

(Cuestión 46/10)

(1982)

El CCIR,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que para la radiodifusión sonora con modulación de frecuencia en la banda 8 (ondas métricas) se utilicen las normas de transmisión siguientes:

**1. Transmisiones monofónicas****1.1 Señal radiofrecuencia (RF)**

La señal RF está constituida por una portadora modulada en frecuencia por la señal sonora que ha de transmitirse, después de la preacentuación, con una excursión máxima de frecuencia igual a:

$$\pm 75 \text{ kHz o } \pm 50 \text{ kHz}$$

*Nota 1.* — En los países de Europa Occidental y en Estados Unidos de América, la excursión máxima es de  $\pm 75$  kHz. En la URSS y en otros países europeos, la excursión máxima es de  $\pm 50$  kHz.

**1.2 Preacentuación de la señal sonora**

La característica de preacentuación de la señal sonora es idéntica a la curva admitancia-frecuencia de un circuito resistencia-capacidad en paralelo, que tiene una constante de tiempo de:

$$50 \text{ } \mu\text{s o } 75 \text{ } \mu\text{s}$$

*Nota 2.* — En Europa, la preacentuación es de 50  $\mu\text{s}$ . En Estados Unidos de América, la preacentuación es de 75  $\mu\text{s}$ .

**2. Transmisiones estereofónicas****2.1 Sistema de modulación polar****2.1.1 Señal RF**

La señal RF se compone de una portadora modulada en frecuencia por una señal en banda de base, denominada en este caso «señal múltiplex estereofónica», con una excursión máxima de frecuencia de:

$$\pm 75 \text{ kHz o } \pm 50 \text{ kHz (véase la nota 1 del punto 1)}$$

**2.1.2 Señal múltiplex estereofónica**

Esta señal se constituye de la siguiente manera:

2.1.2.1 Se forma una señal  $M$ , igual a la mitad de la suma de las señales «izquierda»  $A$  y «derecha»  $B$  correspondientes a los dos canales estereofónicos. Esta señal  $M$  está preacentuada de la misma manera que la señal monofónica (véase el punto 1).

*Nota 1.* — Esta señal  $M$  es una señal «compatible», en el sentido que la emisión estereofónica puede recibirse con un receptor monofónico previsto para la misma excursión máxima de frecuencia y la misma preacentuación.

2.1.2.2 Se forma una señal  $S$ , igual a la mitad de la diferencia entre las señales  $A$  y  $B$  precedentes. Esta señal  $S$  está preacentuada de la misma manera que la señal  $M$ . La señal preacentuada  $S$  se utiliza para la modulación en amplitud de una subportadora en 31,25 kHz; se forma el espectro de la subportadora modulada en amplitud de manera que la amplitud de la subportadora se reduce en 14 dB, y las componentes espectrales de dicha señal modulada se transforman como sigue:

$$\bar{K}(f) = \frac{1 + j 6,4 f}{5 + j 6,4 f}$$

donde  $f$  es igual a cada componente de frecuencia (kHz).

2.1.2.3 La señal múltiplex estereofónica es la suma de:

- la señal preacentuada,  $M$ ;
- de las componentes espectrales de banda lateral que son el producto de la portadora no suprimida modulada en amplitud por una señal preacentuada  $S$ , transformada adicionalmente mediante la ley  $K(f)$ ;
- la subportadora con la amplitud reducida en 14 dB.

2.1.2.4 Las amplitudes de las diversas señales que componen la señal múltiplex estereofónica, relacionadas con la amplitud máxima de esta señal (que corresponde a la excursión máxima de frecuencia) son:

- señal  $M$ : valor máximo 80% (siendo  $A$  y  $B$  iguales, y estando en fase);
- señal  $S$ : valor máximo 80% (siendo  $A$  y  $B$  iguales pero de fase opuesta);
- subportadora reducida a 31,25 kHz; amplitud residual máxima: 20%.

2.1.2.5 La modulación de frecuencia se dispone de manera que los valores positivos de la señal múltiplex correspondan a una excursión de frecuencia positiva de la portadora principal, y los valores negativos, a una excursión de frecuencia negativa.

## 2.2 Sistema de frecuencia piloto

### 2.2.1 Señal RF

La señal RF se compone de una portadora modulada en frecuencia por una señal en banda de base, denominada en este caso «señal múltiplex estereofónica», con una excursión máxima de frecuencia de:

$$\pm 75 \text{ kHz o } \pm 50 \text{ kHz (véase la nota 1 del punto 1)}$$

### 2.2.2 Señal múltiplex estereofónica

Esta señal está constituida de la manera siguiente:

2.2.2.1 Se forma una señal  $M$ , igual a la mitad de la suma de las señales «izquierda»  $A$  y «derecha»  $B$  correspondientes a los dos canales estereofónicos. Esta señal  $M$  está preacentuada de la misma manera que la señal monofónica (véase el punto 1) (véase la nota 1 del punto 2).

2.2.2.2 Se forma una señal  $S$ , igual a la mitad de la diferencia entre las señales  $A$  y  $B$  precedentes. Esta señal  $S$  está preacentuada de la misma manera que la señal  $M$ . Con esta señal  $S$  preacentuada, se modula en amplitud, con portadora suprimida, una subportadora de 38 kHz  $\pm$  4 Hz.

*Nota 2.* – El mismo efecto se obtiene preacentuando la señal «izquierda»  $A$  y la señal «derecha»  $B$ , antes de la decodificación. A veces se prefiere este procedimiento, por razones técnicas.

2.2.2.3 La señal múltiplex estereofónica es la suma:

- de la señal  $M$  preacentuada,
- de las bandas laterales de la subportadora suprimida modulada en amplitud por la señal  $S$  preacentuada,
- de una señal denominada «señal piloto» cuya frecuencia es de 19 kHz (exactamente la mitad de la subportadora).

2.2.2.4 Las amplitudes de las diversas señales que componen la señal múltiplex estereofónica, relacionadas con la amplitud máxima de esta señal (que corresponde a la excursión máxima de frecuencia) son:

- señal  $M$ : valor máximo 90% (lo que corresponde a  $A$  y  $B$  iguales y en fase);
- señal  $S$ : valor máximo de la suma de las amplitudes de las dos bandas laterales: 90% (lo que corresponde a  $A$  y  $B$  iguales y en oposición de fase);
- señal piloto: 8 a 10%;
- subportadora de 38 kHz suprimida: amplitud residual máxima 1%.

2.2.2.5 La relación de fase entre la señal piloto y la subportadora es tal que, cuando el transmisor es modulado por una señal múltiplex en la cual  $A$  es positiva y  $B = -A$ , esta señal corta el eje de tiempos con una pendiente positiva cada vez que el valor instantáneo de la señal piloto es nulo. La tolerancia de fase de la señal piloto no debe exceder de  $\pm 3^\circ$  con relación a la condición anterior. Por otra parte, cuando la señal múltiplex tiene valor positivo, la excursión de la portadora principal es también positiva.

### 2.2.3 Señal en banda de base en el caso de transmisión de señales suplementarias

En el caso en que se desee transmitir, además del programa monofónico o estereofónico, un programa monofónico suplementario y/o señales de informaciones suplementarias, y en el caso de una excursión máxima de frecuencia de  $\pm 75$  kHz, deben cumplirse las condiciones siguientes:

2.2.3.1 La inserción del programa o de las señales suplementarias en la señal en banda de base debe permitir la compatibilidad con los receptores existentes, es decir, que estas señales adicionales no deben degradar la calidad de recepción del programa principal, monofónico o estereofónico.

2.2.3.2 La señal de banda de base está constituida por la señal monofónica o la señal múltiple estereofónica precedentemente descritas cuya amplitud es al menos igual al 90% de la amplitud de la señal en banda de base, y por señales suplementarias cuya amplitud máxima es a lo sumo igual al 10% de este mismo valor.

2.2.3.3 En el caso de un programa monofónico suplementario, la subportadora y su excursión de frecuencia deben ser tales que la frecuencia instantánea correspondiente de la señal esté comprendida entre 53 y 76 kHz.

2.2.3.4 En el caso de señales de informaciones suplementarias, la frecuencia de la subportadora adicional debe estar comprendida entre 15 y 23 kHz o entre 53 y 76 kHz.

2.2.3.5 En ningún caso la excursión máxima de la portadora principal por la señal de base total podrá exceder de  $\pm 75$  kHz.

---

RECOMENDACIÓN 467

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS TRANSMISIONES  
DE RADIODIFUSIÓN ESTEREOFÓNICA CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA  
QUE HAN DE SER CONTROLADAS**

**Sistema de frecuencia piloto**

(Cuestión 46/10, Programa de Estudios 46F/10)

(1970)

El CCIR,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que durante la transmisión de los programas se utilicen instrumentos de medida que indiquen el porcentaje de cresta de modulación de la portadora principal por:
  - 1.1 El canal principal *M*.
  - 1.2 El canal de la subportadora de estereofonía *S*.
  - 1.3 La señal piloto.
  - 1.4 Todas las señales especificadas en la Recomendación 450, transmitidas simultáneamente.
2. Que se midan además, durante los periodos de prueba y de ajuste, las características siguientes:
  - 2.1 Respuesta amplitud/frecuencia de cada uno de los canales *M*, *A* y *B*.
  - 2.2 Distorsión armónica en cada uno de los canales *A* y *B*.
  - 2.3 Relación señal/ruido en cada uno de los canales *A* y *B*.
  - 2.4 Atenuación de la diafonía entre los canales *A* y *B*.
  - 2.5 Diafonía debida al canal principal, *M*, en el subcanal de estereofonía, *S*, y la debida al subcanal de estereofonía, *S*, en el canal principal.
  - 2.6 Valor de la frecuencia de la señal piloto.
  - 2.7 Grado de supresión de la subportadora.
  - 2.8 Fase de la subportadora con relación a la señal piloto.
  - 2.9 Modulación de amplitud parásita involuntaria total de la portadora principal.

## RECOMENDACIÓN 643-1\*

**SISTEMA PARA LA SINTONIZACIÓN AUTOMÁTICA Y OTRAS APLICACIONES  
EN LOS RECEPTORES RADIOFÓNICOS CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA  
PARA SU UTILIZACIÓN CON EL SISTEMA DE FRECUENCIA PILOTO**

(Cuestión 46/10 y Programa de Estudios 46H/10)

(1986-1990)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que en la radiodifusión en ondas métricas con modulación de frecuencia (MF), la densidad de transmisiones en muchas partes del mundo está aumentando hasta el punto de que cada vez se hace más difícil sintonizar un programa deseado, particularmente cuando se utilizan receptores MF portátiles o en automóviles;
- b) que, por otra parte, existen nuevas técnicas que ofrecen la posibilidad de añadir señales de datos auxiliares a las señales radiofónicas que permitirán aplicar una amplia variedad de métodos para identificar las transmisiones, facilitando así la sintonización asistida o automática en los futuros receptores radiofónicos;
- c) que estas señales radioeléctricas de datos pueden añadirse a los programas existentes en ondas métricas con MF de manera que no sean audibles, logrando así una buena compatibilidad con la recepción de programas radiofónicos normales estereofónicos o monofónicos;
- d) que la tecnología actual de diseño de receptores permite la sintonización asistida o automática utilizando señales radioeléctricas de datos, y que esta tecnología pueda aplicarse a un costo muy bajo en los receptores fabricados en gran escala;
- e) que el sistema ofrece una flexibilidad que permite realizar una amplia gama de aplicaciones facultativas para adaptarse a las necesidades particulares de cada organización de radiodifusión;
- f) que la mayoría de los países Miembros de la UER han colaborado en el desarrollo de una norma internacionalmente adoptada para este sistema;
- g) que numerosos países han implantado este sistema en sus emisiones de radiodifusión;
- h) que necesita una norma internacional para apoyar la fabricación en gran escala de receptores con este sistema, minimizando así el costo de éstos para el consumidor, y que esta norma internacional es necesaria también para que las personas que viajan puedan utilizar sus receptores MF en el extranjero, en particular en el caso de modelos portátiles o en automóviles,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que las organizaciones de radiodifusión que deseen introducir la transmisión de información suplementaria para la identificación de estaciones y programas de radiodifusión MF y otras aplicaciones, utilicen el sistema de transmisión radioeléctrica de datos (RDS-radio data system) especificado en el anexo I.

*Nota* — En el anexo II se indican las características operacionales del sistema RDS.

ANEXO I

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN  
RADIOELÉCTRICA DE DATOS\*\*

**1. Modulación del canal de datos**

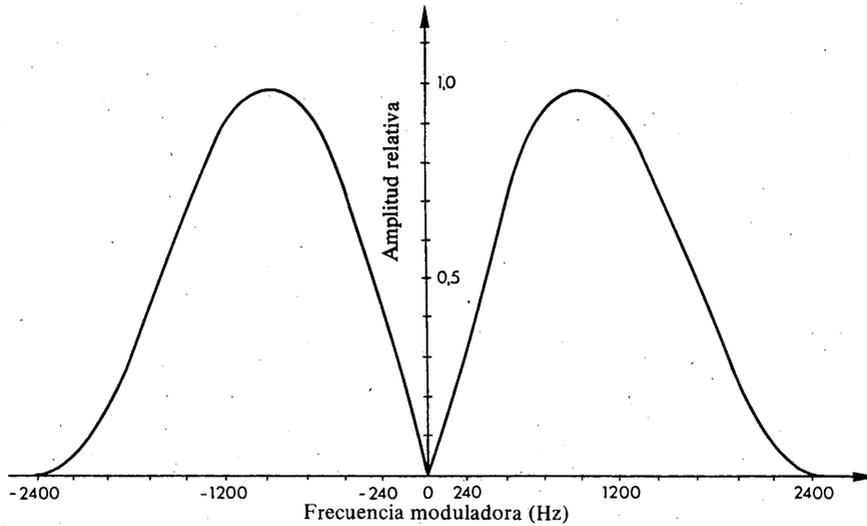
1.1 Frecuencia subportadora: 57 kHz, enganchada en fase o en cuadratura al tercer armónico del tono piloto de 19 kHz ( $\pm 2$  Hz) en el caso de estereofonía. Tolerancia de frecuencia:  $\pm 6$  Hz. Si el RDS se utiliza simultáneamente con el sistema de identificación de información del tráfico rodado ARI (véase el Informe 463), la subportadora RDS tendrá una diferencia de fase de  $90^\circ \pm 10^\circ$ , y la excursión nominal recomendada de la portadora MF principal será  $\pm 1,2$  kHz debido a la señal RDS y  $\pm 3,5$  kHz debida a la subportadora ARI no modulada.

1.2 Nivel de la subportadora: la excursión nominal recomendada de la portadora MF principal debida a la subportadora modulada es de  $\pm 2$  kHz. Sin embargo, el decodificador deberá diseñarse para que trabaje con niveles de subportadora correspondientes a una excursión entre  $\pm 1$  kHz y  $\pm 7,5$  kHz.

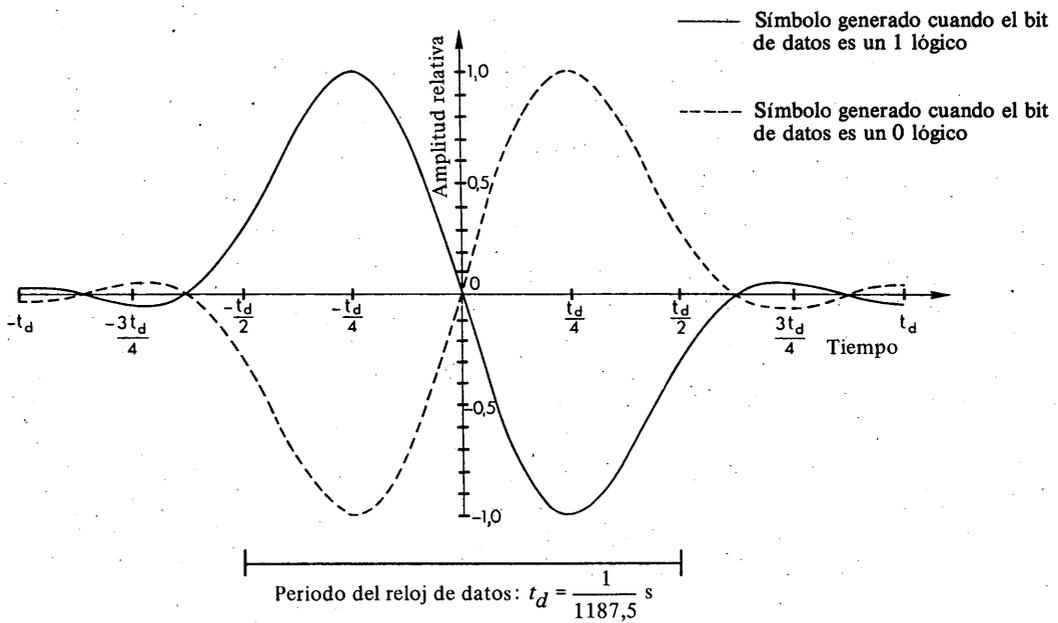
1.3 Método de modulación: la subportadora es modulada en amplitud por la señal de datos conformada y codificada en dos fases. La subportadora se suprime (véanse las figs. 1a) a 1c)).

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la CEI.

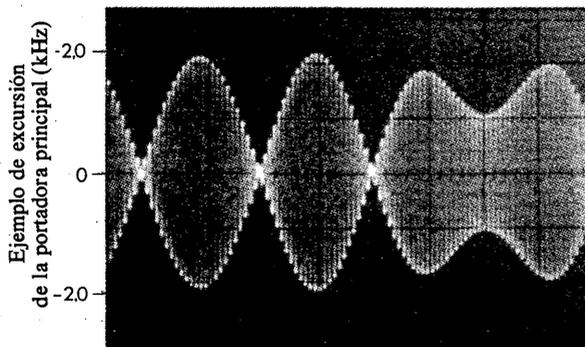
\*\* Las características publicadas en este anexo I son sólo un resumen de un texto más detallado que se publica por separado.



a) Espectro de señales radioeléctricas de datos con codificación bifásica



b) Representación en función del tiempo de un único símbolo bifásico



Un símbolo bifásico = un periodo de bits de datos:  
 $t_d = \frac{1}{1187,5} \text{ s}$

c) Señales radioeléctricas de datos a 57 kHz

FIGURA 1 – Espectro y representación en función del tiempo de las señales RDS

1.4 Velocidad de datos y frecuencia de reloj: la frecuencia de reloj básica se obtiene dividiendo por 48 la frecuencia de la subportadora transmitida. Por consiguiente, la velocidad de datos básica es de 1187,5 bit/s  $\pm$  0,125 bit/s.

1.5 Codificación diferencial: cuando el nivel de datos de entrada del decodificador en el transmisor es 0, la salida permanece inalterada con respecto al bit de salida precedente, y cuando se produce una entrada de 1, el nuevo bit de salida es el complemento del bit de salida precedente.

## 2. Codificación de la banda de base

2.1 Estructura de codificación: el elemento mayor de la estructura se denomina «grupo» y tiene 104 bits cada uno. Cada grupo comprende 4 bloques de 26 bits cada uno. Cada bloque comprende una palabra de información y una palabra de comprobación de 16 y 10 bits, respectivamente.

2.2 Orden de transmisión de los bits: el bit más significativo de todas las palabras de información, palabras de comprobación y direcciones se transmite primero.

2.3 Protección contra errores: la palabra de comprobación de redundancia cíclica de 10 bits, a la cual se añade la palabra de desplazamiento de 10 bits para fines de sincronización, está destinada a permitir que el receptor/decodificador detecte y corrija los errores que se producen en recepción.

2.4 Sincronización de bloques y grupos: la transmisión de datos es totalmente síncrona y no existen lagunas entre los grupos o bloques. El decodificador puede reconocer el principio y el fin de los bloques de datos debido al hecho de que el decodificador de comprobación de errores detectará, con fuerte probabilidad, el deslizamiento de sincronización de bloques. Los bloques dentro de cada grupo están identificados por diferentes palabras de desplazamiento añadidas a las respectivas palabras de comprobación de 10 bits.

2.5 Formato de mensaje: los primeros 5 bits del segundo bloque de cada grupo se asignan a un código de 5 bits que especifica la aplicación del grupo y su versión. Los tipos de grupo especificados se indican en el cuadro I. Se deja también espacio para añadir en una etapa posterior otras aplicaciones no definidas aún.

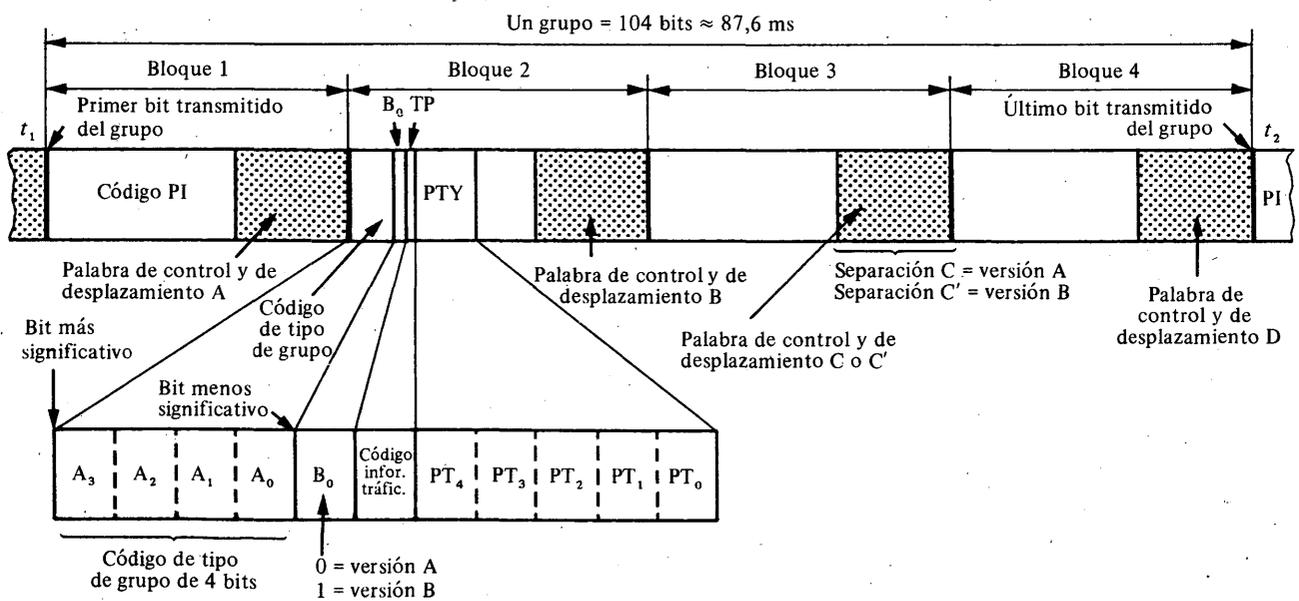


FIGURA 2 – Formato y direccionamiento del mensaje

Nota 1. – Código de tipo de grupo = 4 bits.

Nota 2. –  $B_0$  = Código de versión = 1 bit.

Nota 3. – Código PI = Código de identificación de programa = 16 bits.

Nota 4. – TP = Código de identificación de un programa de información de tráfico = 1 bit.

Nota 5. – PTY = Código de tipo de programa = 5 bits.

Nota 6. – Palabra de control + desplazamiento «N» = 10 bits agregados para la protección contra errores y la información de sincronización de bloque o de grupo.

Nota 7. –  $t_1 < t_2$ : en cada grupo, el bloque 1 se transmite primero y el bloque 4 último.

CUADRO I – Códigos de tipo de grupo

Tipo de grupo						Aplicaciones
Valor decimal	Código binario					
	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	
0	0	0	0	0	X <sup>(1)</sup>	Información básica de sintonización y conmutación
1	0	0	0	1	X	Número de elemento del programa (horario)
2	0	0	1	0	X	Radiotexto
3	0	0	1	1	X	Aplicación no definida
4	0	1	0	0	0	Hora y fecha
5	0	1	0	1	X	Canales transparentes para texto u otros gráficos (32 canales)
6	0	1	1	0	X	Aplicaciones internas
7	0	1	1	1	0	Radiobúsqueda
8-13						Aplicaciones no definidas aún
14	1	1	1	0	X	Información ampliada sobre otras redes
15	1	1	1	1	1	Información básica rápida de sintonización y conmutación

(1) X indica que el valor puede ser «0» (versión A) o «1» (versión B).

Una gran parte de la capacidad de transmisión de datos del RDS se utilizará para aplicaciones relativas a funciones de sintonización automáticas o asistidas de receptores MF. Estos mensajes se repiten frecuentemente de modo que el tiempo de adquisición de datos para la sintonización o la nueva sintonización sea corto. Muchos de los códigos correspondientes ocupan posiciones fijas dentro de cada grupo. Por tanto, pueden decodificarse sin referencia a ningún bloque fuera del que contiene esta información.

En el cuadro II se explican las abreviaturas utilizadas y las características a que corresponden.

CUADRO II – Lista de abreviaturas y características

Funciones de sintonización	Otras funciones
PI: Identificación del programa	TA: Identificación de información de tráfico
PS: Nombre de la cadena de programas	DI: Identificación del decodificador
AF: Lista de otras frecuencias posibles	M/S: Conmutación música/palabra
TP: Identificación de programas de información de tráfico	PIN: Número de elemento del programa (horario)
PTY: Tipo de programa	RT: Radiotexto
EOH: Información ampliada sobre otras redes	TDC: Canal de datos transparente
	IH: Aplicaciones internas
	CT: Fecha y hora
	RP: Radiobúsqueda

2.6 Velocidad de repetición: en el cuadro III se indican las velocidades de repetición recomendadas para algunas de las aplicaciones principales cuando se establezcan por la entidad de radiodifusión y solamente en ese caso.

CUADRO III – *Velocidad de repeticiones apropiadas*

Aplicaciones	Tipos de grupos que contienen esa información	Velocidad de repetición apropiada (s)
Código de identificación del programa (PI)	Todos	11,4 <sup>(1)</sup>
Código del tipo de programa (PTY)	Todos	11,4 <sup>(1)</sup>
Código de identificación del programa de información de tráfico (TP)	Todos	11,4 <sup>(1)</sup>
Nombre de la cadena de programas (PS)	0A, 0B	1 <sup>(2)</sup>
Pares de código de otras frecuencias posibles (AF)	0A	4 <sup>(2)</sup>
Código de información de tráfico (TA)	0A, 0B, 15B	4
Código de identificación del decodificador (DI)	0A, 0B, 15B	1
Código de música/palabra (M/S)	0A, 0B, 15B	4
Mensaje de radiotexto (RT)	2A, 2B	0,2 <sup>(3)</sup>
Información ampliada sobre otras redes (EON)	14A, 14B	hasta 2 <sup>(4)</sup>

- <sup>(1)</sup> Los códigos válidos para este elemento se transmitirán normalmente al menos con esta velocidad de repetición, siempre que el emisor difunda un programa de radiodifusión normal.
- <sup>(2)</sup> Para transmitir el nombre PS completo se requiere un total de cuatro grupos 0A, por lo que será necesario transmitir cuatro grupos 0A por segundo. Puede reducirse la velocidad de repetición del tipo de grupo 0A si se requiere más capacidad para otras aplicaciones. Es necesario transmitir como mínimo dos grupos de tipo 0A por segundo a fin de asegurar el funcionamiento correcto de las características PS y AF. Debe tenerse en cuenta que en este caso la transmisión de la PS completa durará 2 s. No obstante en condiciones de recepción típicas la introducción de errores originará que el receptor necesite 4 s o más para adquirir el nombre PS para su visualización.
- <sup>(3)</sup> Para la transmisión de un mensaje de radiotexto de 64 caracteres se necesita un total de 16 grupos del tipo 2A, por lo que será necesario transmitir 3,2 grupos del tipo 2A por segundo.
- <sup>(4)</sup> El tiempo máximo de ciclo para la transmisión de todos los datos relativos a todas las cadenas de programas referenciadas mutuamente será inferior a 2 min.

*Nota* – Algunas administraciones no pertenecientes a la Región 1 están estudiando todavía algunas de las especificaciones mencionadas y necesitan más tiempo antes de poder aceptar la presente Recomendación.

#### BIBLIOGRAFÍA

CENELEC EN 50067 Specifications of the Radio Data System (RDS).

EDWARDSON, S. M. [1986] *Radio Receivers*, capítulo 14 (Ed. W. Gosling). IEE Telecommunications Series 15, Peter Peregrinus, Londres, Reino Unido.

UER Boletín RDS.

UER [marzo de 1984] Spécifications du système RDS pour la diffusion de données en radio à modulation de fréquence. Documento Técnico 3244 y los suplementos.

*Documentos del CCIR*

[1978-82]: 10/214 (Suecia).

[1982-86]: 10/15 + Add. (UER); 10/32 (Reino Unido); 10/84 (Suecia); 10/234 (Suecia); 10/236 (Alemania (República Federal de)); 10/271 (Japón).

#### ANEXO II

##### CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN RADIOELÉCTRICA DE DATOS

#### 1. Compatibilidad con las emisiones existentes en ondas métricas con modulación de frecuencia

##### 1.1 *Compatibilidad con el programa principal estereofónico con frecuencia piloto*

La frecuencia, nivel y método de modulación de la subportadora utilizada para transportar las señales de datos se han elegido cuidadosamente a fin de evitar interferencias en la recepción del programa principal estereofónico o monofónico. Debido a la extrema importancia de estas consideraciones de compatibilidad, en varios países se han realizado pruebas tácticas detalladas y prolongadas. Se ha hallado que en una gran variedad de condiciones de propagación y de receptores, se logra una buena compatibilidad. Sin embargo, en algunos lugares en los que las señales recibidas son muy afectadas por la propagación por trayectos múltiples, puede producirse interferencia a la señal del programa principal. En estas circunstancias, no obstante, incluso en ausencia de señales RDS, la calidad de la señal de programa recibida suele ser mediocre debido a la distorsión.

## 1.2 *Compatibilidad con las señales auxiliares existentes*

El sistema de transmisión radioeléctrica de datos se ha concebido de manera tal que sus señales no interfieran con las señales auxiliares existentes utilizadas en algunos países para identificar la información de tráfico a automovilistas (sistema ARI, véase el Informe 463)). Esto se logra conformando el espectro transmitido de las señales RDS de manera que se minimice la superposición con el espectro de las señales ARI. Sin embargo, cuando las señales del sistema RDS se difunden simultáneamente desde el mismo transmisor o desde transmisores distintos, deberá reducirse el nivel de inyección de la señal RDS de modo que la excursión de la portadora MF principal debido a la subportadora RDS sea  $\pm 1,2$  kHz; ésto se ha considerado necesario para garantizar la compatibilidad requerida con algunos tipos de receptores ARI. Simultáneamente, deberá reducirse la excursión de la portadora MF principal debida a la subportadora ARI no modulada, a  $\pm 3,5$  kHz. No obstante, en el futuro puede que sea posible aumentar la excursión debida a las señales RDS.

## 2. **Fiabilidad de recepción de señales radioeléctricas de datos**

Cuando se evalúa la fiabilidad de la recepción de señales radioeléctricas de datos es importante dividir las aplicaciones del sistema RDS en dos categorías: cuando se utilizan mensajes cortos y frecuentemente repetidos, por ejemplo, funciones automáticas de sintonización, y cuando se utilizan mensajes más largos que se repiten raramente, por ejemplo, mensajes de radiotexto (RT).

En el caso de condiciones de recepción en el límite de la intensidad de campo (como pudiera ocurrir en una instalación doméstica fija, y con el nivel de inyección recomendado de las señales RDS de  $\pm 2$  kHz) es posible una recepción adecuadamente fiable de mensajes cortos para una tensión a la entrada al receptor de sólo unos 20 dB $\mu$ V (de una fuente de 50 $\Omega$ ) mientras que para la recepción con una fiabilidad adecuada de mensajes más largos requeriría una tensión de entrada de unos 23 dB $\mu$ V. Debe destacarse que los valores indicados anteriormente dependen del factor de ruido del receptor que, típicamente, es de unos 7 dB. Estas tensiones de entrada corresponden a proporciones de bits erróneos en la señal recibida antes de la corrección de errores de  $1 \times 10^{-2}$  y  $1 \times 10^{-4}$ , respectivamente. En estas condiciones de intensidad de campo límite, la proporción de bits erróneos en la señal recibida disminuye exponencialmente al aumentar el nivel a la entrada de la antena del receptor. Además, para niveles de inyección de la señal RDS en el transmisor en la gama especificada de  $\pm 1$  kHz a  $\pm 7,5$  kHz, el nivel de la señal a la entrada de la antena del receptor necesario para alcanzar una proporción de errores determinada aumenta proporcionalmente al disminuir el nivel de inyección y viceversa. Una disminución del nivel de inyección de  $\pm 2$  kHz a  $\pm 1$  kHz aumenta en 6 dB la tensión a la entrada de la antena que necesita un receptor RDS para alcanzar una proporción de bits erróneos determinada.

Los estudios realizados para determinar el mejor nivel para las señales RDS inyectadas, demostraron que podría lograrse un compromiso entre la compatibilidad con las señales del programa principal por una parte y la fiabilidad de la recepción de la señal RDS por la otra. Sobre todo, se halló que el nivel de inyección recomendado de la señal RDS correspondiente a una excursión de  $\pm 2$  kHz con respecto a la portadora MF principal constituye el mejor compromiso en una amplia gama de condiciones de recepción.

En el caso de recepción móvil a bordo de vehículos, se halló que la propagación por trayectos múltiples a menudo es el factor predominante para la recepción de la señal RDS. A fin de obtener información sobre la calidad de funcionamiento del sistema RDS en condiciones de recepción limitadas por la propagación por trayectos múltiples, en varios países se realizaron amplias pruebas prácticas en servicio.

En estas pruebas prácticas, que se realizaron en caminos en los que la recepción de señales desde el transmisor de radiodifusión local estaba muy degradada por la propagación por trayectos múltiples, se comprobó que los mensajes repetidos frecuentemente necesarios para las funciones automáticas de sintonización de los receptores RDS podrán recibirse fiablemente incluso cuando la señal del programa principal recibido estaba muy degradada por la distorsión y el ruido. Como en el caso de las condiciones de recepción limitadas por la intensidad de campo, se halló que la fiabilidad de recepción mejoraba al aumentar el nivel de inyección de la señal RDS en el transmisor. Sin embargo, se halló también que la calidad de funcionamiento adecuado se mantenía hasta el nivel de inyección mínimo de  $\pm 1$  kHz permitido por la especificación del sistema RDS.

Se determinó la relación de protección RF necesaria requerida por el sistema RDS para la interferencia procedente de señales radiodifundidas no deseadas, en el mismo canal o en canales adyacentes, mediante mediciones efectuadas en laboratorio utilizando un procedimiento similar al empleado para derivar las relaciones de protección indicadas en la Recomendación 412. Los resultados de estas mediciones para la interferencia permanente se muestran en la fig. 3. Cabe señalar que para transmisiones que utilizan la separación de canales recomendada de 100 kHz, la relación de protección que necesita el sistema RDS es mucho menor que la requerida para programas estereofónicos. La fig. 3 muestra que las relaciones de protección para RDS son próximas a las de las señales de programas monofónicos; éstas pueden mejorarse, si se desea, utilizando un mayor nivel de subportadora RDS.

Se observó que las relaciones de protección necesarias para los servicios de radiodifusión monofónica y estereofónica no resultaban afectadas por la inclusión de una subportadora RDS en la señal interferente. Se vio que esto era cierto para excursiones de la portada principal, causadas por la subportadora, de hasta  $\pm 7,5$  kHz.

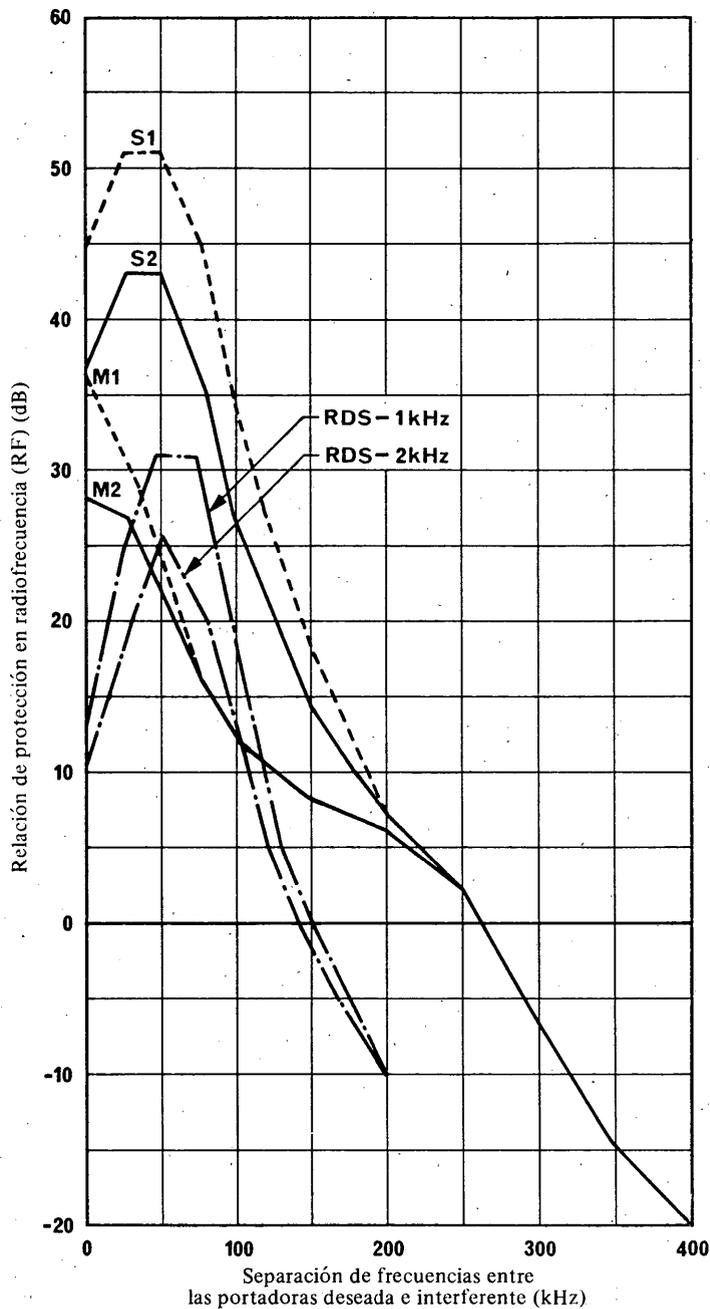


FIGURA 3 – Comparación de las relaciones de protección RF para monofonía y estereofonía indicadas en la Recomendación 412 con las medidas para el sistema RDS

- Curva M1: Radiodifusión monofónica; interferencia constante.
- Curva M2: Radiodifusión monofónica; interferencia troposférica.
- Curva S1: Radiodifusión estereofónica; interferencia constante.
- Curva S2: Radiodifusión estereofónica; interferencia troposférica.
- Curva RDS-1 kHz: Transmisión de datos con excursión de  $\pm 1$  kHz para interferencia constante; proporción de bits erróneos:  $1 \times 10^{-3}$
- Curva RDS-2 kHz: Transmisión de datos con excursión de  $\pm 2$  kHz para interferencia constante; proporción de bits erróneos:  $1 \times 10^{-3}$

## RECOMENDACIÓN 707

TRANSMISIÓN DE VARIOS CANALES DE SONIDO EN SISTEMAS DE TELEVISIÓN  
TERRENALES PAL B, G, H E I\*

(Cuestión 47/10, Programas de Estudios 47A/10 y 47B/10)

(1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) la demanda creciente en el plano mundial de medios adecuados para difundir sonido estereofónico, o sonido multicanal, o datos, o las tres cosas, mediante emisores de sistemas de televisión terrenales;
- b) los desarrollos técnicos en este campo y en particular las ventajas relativas de diferentes métodos analógicos y digitales, conforme se describe en el Informe 795;
- c) las mejoras logradas en la calidad del sonido de televisión con los recientes desarrollos de los equipos utilizados para la transmisión y recepción de emisiones MF con dos portadoras de sonido;
- d) las mejoras conseguidas en la calidad del sonido de televisión con el sistema NICAM-728 que emplea codificación digital;
- e) la Recomendación 651 sobre «Codificación digital MIC para la transmisión de señales de sonido de alta calidad en la radiodifusión por satélite (anchura de banda nominal de 15 kHz)»;
- f) la Recomendación 650 en lo que respecta a la adopción de sistemas MAC/paquetes para la radiodifusión por satélite, en canales definidos por la CAMR RS-77, y la necesidad de una gran uniformidad entre los sistemas digitales de radiodifusión por satélite y terrenales;
- g) las ventajas del empleo de circuitos analógicos de bajo costo en los receptores de televisión multisonido para la recepción del sistema MF con dos portadoras de sonido;
- h) el desarrollo de circuitos digitales de audio para otras aplicaciones domésticas;
- j) la inmunidad del sistema MF de dos portadoras de sonido en zonas de recepción difícil, especialmente en condiciones de recepción por trayectos múltiples, y su excelente compatibilidad con los receptores, emisores, redes y servicios existentes, incluso con una separación de canales de 7 MHz;
- k) la necesidad de utilizar un sistema de sonido digital en televisión que satisfaga simultáneamente, y con un margen generoso, las limitaciones contradictorias de:
  - la inmunidad en las zonas de recepción difíciles, incluido el requisito de que el sonido falle después de la imagen; y
  - la compatibilidad entre los nuevos servicios y los existentes incluso cuando la separación entre canales es de 7 MHz;
- l) el hecho de que el sistema MF de dos portadoras de sonido se presentó al CCIR en 1974 y entró en servicio en 1981, siendo actualmente intensamente utilizado en la República Federal de Alemania y otros países;
- m) el hecho de que el sistema NICAM-728 fue presentado al CCIR en 1987, se puso en servicio en 1988, y es en la actualidad ampliamente utilizado en Finlandia, Suecia y Dinamarca, se ha puesto en servicio en el Reino Unido y se proyecta introducirlo en otros países;
- n) que urge establecer normas unificadas para permitir la puesta en servicio de sonido estereofónico o multicanal, o de ambos, en los servicios de radiodifusión de televisión,

## RECOMIENDA POR UNANIMIDAD:

1. Que, si se introducen varios canales de sonido analógicos en las emisiones de televisión terrenales de los países que utilizan sistemas de televisión PAL B, G y H, se utilice el sistema multisonido MF de dos portadoras definido en el anexo I.
2. Que si introducen varios canales de sonido digitales en las emisiones de televisión terrenales de los países que utilizan sistemas de televisión PAL B, G, H e I, se utilice el sistema especificado en el anexo II.

*Nota 1* – Se están realizando estudios para definir los parámetros del sistema multisonido que han de recomendarse para otros sistemas de televisión.

*Nota 2* – Los sistemas de transmisión descritos, pueden, en algunos casos, usarse para servicios de datos. En su caso, estos servicios de datos se encontrarán en los anexos que contengan las especificaciones de los sistemas.

*Nota 3* – La interferencia causada por una emisión multisonido a otros sistemas de televisión se detallan en el Informe 1214.

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la CEI y de la Comisión de Estudio 11.

## ANEXO I

## ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA MF CON DOS PORTADORAS DE SONIDO

CUADRO I — Características de emisión del sistema MF con dos portadoras de sonido  
(Sistemas B, G y H)

Características	1. <sup>a</sup> portadora de sonido	2. <sup>a</sup> portadora de sonido
<i>Portadoras de sonido RF</i>		
Diferencia de frecuencia con relación a la portadora de imagen (MHz)	5,5 <sup>(1)</sup>	5,5 + 0,2421875 <sup>(1)</sup>
Potencia con relación a la potencia de cresta de la imagen (dB)	-13	-20
Modulación	MF	MF
Excursión de frecuencia (kHz)	± 50	± 50
Anchura de banda en audiofrecuencia (Hz)	40 a 15 000	40 a 15 000
Preacentuación (µs)	50	50
<i>Señales de audiofrecuencia</i>		
Monofónicas	Monofónica 1	Monofónica 1
Estereofónicas	(A + B)/2	B
Doble sonido	Monofónica 1	Monofónica 2
<i>Señales de identificación <sup>(2)</sup></i>		
Frecuencia subportadora (kHz)		54,6875 <sup>(3)</sup> (3,5 × frecuencia de línea)
Modulación		MA
Profundidad de modulación (%)		50 <sup>(4)</sup>
Frecuencia de modulación <sup>(3)</sup> (Hz)		0
monofónica		117,5 (frecuencia de línea/133)
estereofónica		274,1 (frecuencia de línea/57)
doble sonido		
Excursión de frecuencia de la segunda portadora de sonido por la subportadora (kHz)		± 2,5
Compresión-expansión en audiofrecuencia <sup>(5)</sup>	No se ha definido todavía	

- <sup>(1)</sup> La diferencia de frecuencias entre ambas portadoras de sonido es  $15,5 \times$  frecuencia de línea = 242,1875 kHz. El enganche de fase de las dos portadoras de sonido con la frecuencia de línea ofrece mejoras, pero no es absolutamente necesario.
- <sup>(2)</sup> En la línea de datos digitales, en el intervalo de supresión de trama vertical, pueden transmitirse también señales de identificación adicionales de los tres modos de sonido.
- <sup>(3)</sup> La subportadora y las frecuencias de identificación están enganchadas en fase con la frecuencia de línea.
- <sup>(4)</sup> La profundidad de modulación restante en MA (50%), se reserva para la identificación en el futuro de la compresión-expansión en audiofrecuencias.
- <sup>(5)</sup> Utilizando un sistema de compresión-expansión compatible se mejoraría la relación señal ruido/del sonido.

En [ARD/ZDF, 1982] figuran las especificaciones completas del sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARD/ZDF [1982] Technische Pflichtenhefte 5/2.3.1. Coder für das Zweitenträgerverfahren. ARD/ZDF.

ANEXO II

RESUMEN DE LAS ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA MULTISONIDO DIGITAL  
EN SISTEMAS DE TELEVISIÓN TERRENALES B, G, H E I

1. **Introducción**

A continuación se resumen las especificaciones del sistema por la UER para la difusión de varios canales de sonido digitales en sistemas de televisión terrenales B, G, H e I. En [CCIR, 1986-90] figuran especificaciones completas para esos sistemas y en [IBA/BREMA/BBC, 1988] para el sistema I utilizado en el Reino Unido.

2. **Estructura de la trama**

Longitud de la trama : 728 bits  
Velocidad de transmisión de las tramas : 1 trama/ms

2.1. *Organización de la trama*

Palabra de alineación de trama : 8 bits  
Información de control : 5 bits  
Datos suplementarios : 11 bits  
Bloque de codificación del sonido y los datos : 704 bits  

---

Total : 728 bits

Los 720 bits que siguen a la palabra de alineación de trama forman una estructura idéntica a la de los bloques de señal de sonido compandada, protegida en el primer nivel de los sistemas de la familia MAC/paquetes [CCIR, 1988], por lo que la codificación de las señales de sonido puede realizarla el mismo tipo de decodificador que se utiliza en los citados sistemas MAC. Los primeros 16 bits del bloque, que aún no han sido asignados en la familia MAC/paquetes, se utilizan para señalar información de control (véase el § 3.2) y como bits de datos adicionales (véase el § 3.3).

En las estructuras de trama para los servicios de datos, la palabra de alineación de trama, el bit de bandera y los datos adicionales son los mismos, con los bits de control que se describen en el § 3.2.2, pero las muestras audio se sustituyen por otros datos.

2.2 *Entrelazado de bits*

El entrelazado se aplica al bloque de codificación de sonido y los datos para reducir el efecto de los errores que afectan a bits sucesivos. Los bits de cada trama se transmiten en el siguiente orden:

Palabra de alineación de trama	5 bits de control C <sub>0</sub> → C <sub>4</sub>	11 bits de datos suplementarios AD <sub>0</sub> → AD <sub>10</sub>	704 bits de sonido y datos entrelazados 16 bits
1,2,3,4,5,6,7,8	9,10,11,12,13	14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24	25,69,113,157 ..... 685 26,70,114 ..... 686 27,71,115 ..... 687 28,72,116 ..... 688 — — — ..... — — — — ..... — — — — ..... — — — — ..... — 68,112,156 ..... 728
		44 bits 4 × 11 bits muestras comprimidas	

2.3 *Aleatorización de la dispersión de energía*

Después del entrelazado de bits, el tren de bits transmitido se aleatoriza a efectos de conformación del espectro mediante de una adición módulo 2 de una secuencia binaria pseudoaleatoria. El código de trama no se aleatoriza.

El generador de la secuencia binaria pseudoaleatoria se reinicializa después de cada palabra de alineación de trama de cada trama, de tal forma que el primer bit de la secuencia se suma al bit que sigue inmediatamente a la palabra de alineación de trama. El polinomio generador de la secuencia binaria pseudoaleatorio es  $x^9 + x^4 + 1$  y la palabra de inicialización es 11111111.

### 3. Codificación de la información

#### 3.1 Palabra de alineación de trama

La palabra de alineación de trama es 01001110; transmitiéndose en primer lugar el primer bit de la izquierda.

#### 3.2 Información de control

La información de control está compuesta por un bit de indicación de trama  $C_0$ , tres bits de control de aplicación,  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ , y un indicador de conmutación al sonido de reserva  $C_4$ .

##### 3.2.1 Bit de indicación de trama

El bit de indicación de trama,  $C_0$ , se fija al valor 1 durante 8 tramas sucesivas y el valor 0 durante las 8 tramas siguientes; de esa manera queda definida una secuencia de 16 tramas. Esta secuencia de trama se utiliza para sincronizar los cambios en el tipo de información transportada por el canal.

$C_0 = 1$	Tramas 1 a 8
$C_0 = 0$	Tramas 9 a 16

##### 3.2.2 Bits de control de aplicación

Los bits de control de aplicación definen la aplicación del bloque de codificación de sonido y datos de 704 bits tal como se describe a continuación.

Cuando se necesita pasar a una nueva aplicación, estos bits de control se modifican para definir la nueva aplicación en la trama 1 de la última secuencia de 16 tramas de la aplicación en curso. Los bloques de sonido y datos de 704 bits se modifican para la nueva aplicación a partir de la trama 1 de la siguiente secuencia de 16 tramas.

Información de control de la aplicación			Contenido del bloque de sonido y datos de los 704 bits
$C_1$	$C_2$	$C_3$ (1)	
0	0	0	Señal estereofónica que incorpora alternativamente muestras del canal A y del canal B.
0	1	0	Dos señales de sonido monofónico independientes, transmitidas en tramas alternas (denominadas M1 y M2).
1	0	0	Una señal monofónica y un canal de datos transparente de 352 kbit/s transmitido en tramas alternas.
1	1	0	Un canal de datos transparente de 704 kbit/s

(1)  $C_3 = 1$  permite la señalización de opciones de codificación de la señal de sonido o de datos suplementarios que aún no han sido definidas. Cuando  $C_3$  es igual a 1, los decodificadores que no están equipados para estas opciones suplementarias no suministran señal de sonido.

3.2.3 *Indicador de conmutación a sonido de reserva*

- $C_4 = 0$  La señal de sonido analógico no está transportando el mismo programa que la señal digital.
- $C_4 = 1$  La señal de sonido analógico está transportando el mismo programa que la señal estereofónica digital (o la señal monofónica en las tramas M1).

3.3 *Datos suplementarios*

Los once bits de datos suplementarios denominados AD<sub>0</sub> a AD<sub>10</sub>, a los que se refiere el § 2.2, se reservan para futuras aplicaciones que aún no han sido definidas.

3.4 *Bloques de sonido y datos*

Frecuencia de muestreo	32 kHz
Resolución inicial	14 bits/muestra
Características de compresión	cuasi-instantánea, con una compresión de 10 bits/muestra en bloques de 32 muestras (1 ms)
Codificación de las muestras comprimidas	complemento a 2
Preacentuación	Recomendación J.17 del CCITT
Nivel de sobremodulación de la señal de sonido	Sistemas B, G, H: + 12 dBu0 a 2,0 kHz Sistema I: + 14 dBu0 a 2,0 kHz
Protección contra errores	1 bit de paridad por muestra
Transmisión del factor de escala	señalizado en la paridad
Transmisión de la señal de sonido estereofónica	las muestras impares de cada uno de los bloques transportan el canal A (izquierda); las muestras pares transportan el canal B (derecha)
Transmisión de la señal de sonido monofónica	la señal monofónica, M1, corresponde a las tramas impares, la señal monofónica, M2, corresponde a las tramas pares. Si se transmite una sola señal monofónica, será la señal M1
Orden de transmisión de los bits	los bits de cada una de las muestras se transmiten comenzando por el menos significativo, transmitiéndose el bit de paridad a continuación del bit más significativo

La información de control descrita en el § 3.6.2.3 de [CCIR, 1988] capítulo 3, parte 3) no se utiliza. No obstante, pueden transmitirse otros tipos de información empleando ese mismo medio, a saber: dos bits de información que modifiquen las muestras 55, 56, 57, 58, 59 y 60, 61, 62, 63, 64, respectivamente. Convendrá que el diseño de los receptores tenga en cuenta esta posibilidad.

4. **Parámetros de la modulación**

4.1	<i>Señales analógicas</i>	<i>Sistemas B, G y H</i>	<i>Sistema I</i>
4.1.1	Señal de imagen	Como se indica en el Informe 624 del CCIR	
4.1.2	Señal de sonido analógico	Como se indica en el Informe 624 del CCIR, excepto en lo referente a la potencia de la portadora de sonido que se indica a continuación	
4.1.3	Relación de potencia entre la portadora de imagen y la portadora de sonido analógico	Aproximadamente 20 a 1	Aproximadamente 10 a 1

4.2 Señal digital	<i>Sistemas B, G y H</i>	<i>Sistema I</i>
4.2.1 Tipo de modulación	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (MDP-4) con codificación diferencial	
4.2.2 Velocidad binaria	728 kbit/s $\pm$ 1 parte/millón	
4.2.3 Frecuencia portadora	5,85 MHz (sin relación con la velocidad binaria) por encima de la frecuencia de la portadora de imagen	6,552 MHz por encima de la frecuencia portadora de imagen*
4.2.4 Nivel de la señal	La relación de potencia entre el nivel máximo de la portadora de imagen y la señal digital modulada es de aproximadamente 100 a 1	
4.2.5 Conformación del espectro	Antes de ser modulados en cuadratura, los impulsos con una velocidad de símbolos de 364 kHz se filtran mediante un filtro paso bajo con la siguiente respuesta de amplitud-frecuencia. El filtro tiene un retardo de grupo constante	

*Sistemas B, G y H*

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{para } f < \frac{1-k}{2t_s} \\ \cos \left[ \frac{\pi t_s}{2k} \left( f - \frac{1-k}{2t_s} \right) \right] & \text{para } \frac{1-k}{2t_s} \leq f \leq \frac{1+k}{2t_s} \\ 0 & \text{para } f > \frac{1+k}{2t_s} \end{cases}$$

$k = 0,4$ ,  $t_s = \frac{1}{364}$  ms

La utilización del mismo filtro en recepción proporciona una característica global con corte progresivo en coseno del 40%

*Sistema I*

$$H(f) = \begin{cases} \cos \frac{\pi t_s f}{2} & \text{para } f \leq \frac{1}{t_s} \\ 0 & \text{para } f > \frac{1}{t_s} \end{cases}$$

$t_s = \frac{1}{364}$  ms

La utilización del mismo filtro en recepción proporciona una característica global con corte progresivo en coseno del 100%

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CCIR [1988] Especificaciones de los sistemas de transmisión para el servicio de radiodifusión por satélite. (Publicación especial del CCIR, abril 1988.)
- IBA/BREMA/BBC: NICAM 728 [agosto de 1988] Specification for two additional sound channels with System I television. *Documentos del CCIR* [1986-90]: 10/269 (UER).

\* En algunos países, la frecuencia portadora relativa y la velocidad binaria pueden fijarse una con respecto a la otra.

SECCIÓN 10C: CARACTERÍSTICAS EN AUDIOFRECUENCIA DE LAS SEÑALES DE RADIODIFUSIÓN SONORA

RECOMENDACIÓN 562-3 \*

EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LA CALIDAD DEL SONIDO

(Cuestión 50/10, Programa de Estudios 50C/10)

(1978-1982-1986-1990)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que las pruebas subjetivas de escucha permiten evaluar la molestia causada al oyente por cualquier degradación de la señal deseada durante su transmisión entre el origen y la persona que escucha;
- b) que esta evaluación supone que una secuencia degradada del programa debe compararse con la secuencia original, que debe ser de «excelente calidad» o con una «degradación imperceptible»;
- c) la necesidad de normalizar, en la medida de lo posible, las condiciones de escucha, la composición del equipo de evaluadores y las secuencias de programa, con el objeto de obtener evaluaciones que puedan compararse entre sí;
- d) la conveniencia de disponer de una sola escala normalizada de evaluación para los programas radiofónicos y de televisión,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que se utilicen las escalas de notas indicadas a continuación para la evaluación subjetiva de la calidad o de la degradación de programas radiofónicos (para imágenes de televisión, véase la Recomendación 500). La naturaleza y el objeto de las pruebas determinará cuál de las dos escalas es más apropiada.

1.1 Escala de cinco notas de calidad y de degradación\*\*

CUADRO I

Calidad	Degradación
5 Excelente	5 Imperceptible
4 Buena	4 Perceptible, pero no molesta
3 Aceptable	3 Ligeramente molesta
2 Mediocre	2 Molesta
1 Mala	1 Muy molesta

\* Esta Recomendación interesa también a la CMTT.

\*\* Habida cuenta del gran número de documentos existentes sobre experiencias hechas con escalas de seis notas, es conveniente disponer de un método de conversión de los resultados obtenidos a la escala anterior de cinco notas, a fin de que se puedan usar estas informaciones. Al intentar la conversión a una escala de los resultados obtenidos con otra, se crean ciertas ambigüedades. No obstante, como primera aproximación, puede emplearse la siguiente relación lineal, para convertir una nota  $A_6$  obtenida en un experimento en que se haya utilizado una escala de seis notas (Informe 405-5 (Dubrovnik, 1986), notas 7 y 9) en una nota  $A_5$  en la correspondiente escala de cinco notas:

$$A_5 = 5,8 - 0,8 A_6$$

Cuando se presenten resultados que hayan sido convertidos utilizando la ecuación anterior, debe indicarse que se ha realizado la conversión.

## 1.2 Escala comparativa de siete notas

En ciertas clases de pruebas subjetivas, tal vez sea más conveniente utilizar una escala comparativa, en cuyo caso debe emplearse la escala de siete notas siguiente:

CUADRO II

3 Mucho mejor
2 Mejor
1 Ligeramente mejor
0 Igual
-1 Ligeramente peor
-2 Peor
-3 Mucho peor

## 2. Presentación de los resultados

Los resultados obtenidos por grupos de oyentes expertos deben presentarse por separado de los obtenidos por grupos de personas no expertas; deben darse detalles acerca de las condiciones de escucha y niveles de sonido, describiéndose además los métodos estadísticos utilizados para analizar los resultados de las pruebas.

*Nota* — En el anexo I figuran las consideraciones generales sobre el procedimiento de evaluación, las condiciones de escucha, la selección de los oyentes, etc.

## ANEXO I

### 1. Consideraciones generales

Las secuencias de programa utilizadas para las pruebas deben incluir intervalos de silencio, de manera que, en ausencia de la señal deseada, no quede excluida la evaluación subjetiva de la degradación causada por el ruido propio del sistema de transmisión. Por otro lado, las pruebas deben excluir toda evaluación de defectos cuyos efectos audibles pueden no representar en ciertos casos una molestia, e incluso, dar una impresión subjetiva de mejor calidad. Las secuencias de programa deben, pues, estar exentas de todo defecto audible similar a los producidos en el sistema sometido a prueba; cuando esto no sea posible, deben indicarse claramente las consiguientes limitaciones en cuanto a la validez de los resultados.

Para las pruebas en que se utilice la escala de cinco notas que se menciona en el punto 1.1 de la Recomendación, debe emplearse un sistema de luces para indicar en todo momento al oyente la fuente (degradada o no degradada) del programa que escucha. A fin de controlar la atención del oyente y la reproductibilidad de su juicio, se deben prever algunas pruebas llevadas a cabo en forma aleatoria y sin que el oyente haya sido informado de ellas, en las que se sustituirá la secuencia degradada por una secuencia no degradada, y viceversa. Para las pruebas con la escala de comparación de siete notas, no se da ninguna indicación que pueda influenciar el juicio del oyente. Sin embargo, para las pruebas comparadas, conviene dar, de vez en cuando, una secuencia de referencia, que puede ser la fuente no degradada; esta secuencia de referencia puede indicarse mediante un sistema de luces.

El volumen de datos que hay que recopilar depende de factores relacionados entre sí, como el grado de confianza que se desea en los resultados, la desviación típica de las mediciones y la magnitud relativa del defecto que haya de detectarse. La finalidad de las siguientes sugerencias es servir de guía al preparar un plan experimental determinado.

### 2. Elección de los oyentes

Si bien en un auditorio normal puede haber algunos oyentes expertos\*, su proporción será probablemente tan pequeña que conviene centrar el objetivo de las pruebas de laboratorio en las opiniones de los profanos, ya que los resultados obtenidos con expertos pueden reflejar un espíritu mucho más crítico que los conseguidos con oyentes profanos. La elección de las condiciones de escucha debe hacerse en una forma más rigurosa que la normal, pero sin ser excesiva. Como las pruebas con oyentes no expertos suelen ser largas, a menudo convendrá utilizar expertos para pruebas rápidas. En este caso, puede bastar un pequeño número de oyentes. Sin embargo, cabe señalar que, en determinadas circunstancias, las pruebas realizadas con oyentes expertos tal vez no sustituyan satisfactoriamente a las llevadas a cabo con no expertos. En caso de duda, debe estudiarse la relación entre la opinión del experto y la del profano.

\* El término «oyentes expertos» se aplica a los oyentes que poseen amplia experiencia en materia de evaluación de la calidad del sonido o del tipo de degradación, especialmente del tipo estudiado en las pruebas subjetivas.

El número mínimo de oyentes no expertos debe ser normalmente de veinte y el de los expertos, de diez. En todos los casos, debe indicarse el número y la categoría de oyentes, así como la duración de las pruebas. Cuando el sistema esté destinado a la transmisión radiofónica o a la reproducción de gran calidad, deben utilizarse exclusivamente oyentes expertos.

### 3. Procedimiento y duración de las pruebas

Como la memoria auditiva a largo y medio plazo es muy imprecisa, se aplicará siempre un procedimiento de comparación instantánea.

En las pruebas en que se utilizan las escalas de cinco notas de calidad y degradación, cada operación comparativa supone repetir cuatro veces seguidas la misma secuencia radiofónica, en el orden siguiente:

1. secuencia original,
2. la misma secuencia, con degradación,
3. secuencia original (repetida),
4. la misma secuencia, con degradación (repetida).

Las secuencias de programa no deben durar más de 15 a 20 s; pueden ser muy cortas (varios segundos) para algunas pruebas. Cuando la secuencia sea un elemento musical, no debe interrumpirse la frase. El intervalo entre las presentaciones 1 y 2 y entre las presentaciones 3 y 4 debe ser aproximadamente de medio segundo a un segundo, mientras que el intervalo entre 2 y 3 debe ser algo más largo, por ejemplo de 1,5 s. La duración exacta depende del tipo de programa. El dispositivo de conmutación instantánea no debe introducir perturbaciones audibles.

Las secuencias de programa y de degradaciones deben presentarse en forma aleatoria, sin pasar jamás una secuencia dos veces seguidas, con el mismo nivel de degradación o con un nivel diferente.

Las sesiones de escucha ininterrumpida no deberán exceder de 15 a 20 min. De preverse más de una sesión sucesiva, deberá hacerse un intervalo de duración equivalente.

Para las pruebas comparativas con la escala de siete notas, en las que se utilizan dos niveles de degradación, se podrá emplear una presentación análoga, en el orden siguiente:

1. nivel 1,
2. nivel 2,
3. nivel 1 (repetido),
4. nivel 2 (repetido).

Deben intercambiarse en forma aleatoria los niveles 1 y 2. Además, se puede presentar un nivel de referencia al principio de cada grupo de cuatro presentaciones y, en este caso, hay que indicarlo de una manera eficaz (por ejemplo, mediante un sistema de luces).

### 4. Elección de las secuencias de programa

En función del objetivo perseguido y, especialmente, según la categoría a que pertenezca el sistema de radiodifusión o de reproducción sometido a prueba, deberá utilizarse una de las siguientes secuencias de programa:

- Una selección representativa de material radiofónico típico.
- Una selección de varias secuencias elegidas expresamente por su alta sensibilidad a las degradaciones introducidas por el sistema sometido a prueba. Por ejemplo, al evaluar las relaciones de protección, en el programa deseado se introduciría una secuencia hablada suficientemente crítica, degradada con música «pop» del programa no deseado.

Cuando el sistema está destinado a transmisiones de sonido de alta calidad, debe utilizarse el segundo tipo de secuencia de programa. Con objeto de asegurar la comparabilidad de los datos de prueba obtenidos en diferentes lugares y en diferentes momentos, es preferible utilizar las mismas secuencias de programa. El disco compacto SQAM adoptado y publicado por la UER proporciona una fuente adecuada de material de programa digital a partir de la cual pueden elegirse elementos para este fin [CCIR, 1986-90a, b].

En todo caso, hay que tratar de que el contenido artístico o intelectual de una secuencia de programa no distraiga la atención del oyente, por su marcado interés o por ser desagradable o fastidioso.

### 5. Elección del dispositivo de reproducción

Según la categoría de perturbación que se haya de evaluar, pueden utilizarse auriculares o altavoces.

Se ha demostrado que ciertos defectos de calidad son más claramente perceptibles en el caso de la reproducción con auriculares que con altavoz. Por ejemplo, a intensidad sonora igual, la relación señal/ruido requerida para la escucha sin perturbación con auriculares es hasta 10 dB superior al valor necesario cuando se utilizan altavoces. Se producen diferencias semejantes en caso de pérdida de calidad causada por chasquidos (debidos a los bits erróneos en la transmisión digital), distorsiones de cuantificación, distorsiones de no linealidad, distorsiones de fase, etc.

Sin embargo, hay otros defectos de calidad que son más claramente perceptibles en la reproducción con altavoz. Ésta conviene especialmente para evaluar las influencias que afectan a las características de la relación sonido estereofónico/imagen entre los altavoces. Este fenómeno se produce, por ejemplo, en caso de pérdida de calidad causada por una diferencia de cualquier orden entre los canales A y B.



Para que las evaluaciones sean comparables entre sí en la máxima medida posible, puede ser conveniente utilizar auriculares. Como la reproducción con auriculares es independiente de las propiedades geométricas y acústicas de la sala de audición y de control, es posible en principio definirla con gran exactitud y se puede reproducir fácilmente sin error sistemático. No se puede decir lo mismo de la reproducción con altavoz.

Además, en el caso de la reproducción con auriculares, las pruebas de evaluación se pueden efectuar con más oyentes y en condiciones de escucha idénticas.

## 6. Nivel de sonido

### 6.1 *Reproducción con altavoz*

Cuando se utilice una señal deseada con un nivel de cresta elevado, debe medirse el nivel de sonido con un sonómetro sin ponderación y con una constante de tiempo «lenta» normalizada por la CEI (Publicación 123). Para las demás pruebas, y para medir el ruido ambiente, se utilizará un sonómetro con la ponderación A y la constante de tiempo «lenta» normalizada por la CEI (Publicación 123). Para medir el nivel de sonido de una secuencia de programa en las condiciones particulares de la prueba y en un lugar determinado de la sala de escucha, dicho nivel se tomará, por definición, igual al valor máximo indicado por el sonómetro durante cada una de las secuencias. Al evaluar señales de alta calidad y con un nivel elevado, se utilizará un nivel de escucha de 80 a 90 dB.

El nivel de sonido considerado para definir con precisión las condiciones en que se han hecho las pruebas será la media de los niveles de sonido medidos en los diferentes lugares ocupados por los oyentes. Con relación a este valor medio, la diferencia correspondiente a un lugar determinado deberá ser lo más pequeña posible. Parece razonable un valor de  $\pm 4$  dB. Todas las mediciones deberán realizarse en presencia de los oyentes.

### 6.2 *Reproducción con auriculares*

Para evitar la medición del nivel de sonido en el canal acústico en caso de reproducción con auriculares, el nivel de sonido se debe ajustar de tal modo que se consiga una sonoridad igual a la del campo sonoro de referencia. Para determinar la igualdad de la sonoridad se debe colocar al oyente en un campo sonoro de referencia según el § 6.1 anterior.

Para comparar la sonoridad de los auriculares con la del campo sonoro de referencia, las señales se presentan a los oyentes alternativamente (y no simultáneamente). Los auriculares reciben una señal de entrada de naturaleza igual a la del campo sonoro de referencia y se ajustan al mismo nivel de sonoridad según el juicio de los oyentes.

Para conseguir el nivel de sonido pertinente con los auriculares en las pruebas de que se trate, se debe utilizar el valor medio de todos los juicios de comparación de sonoridad.

## 7. Condiciones de escucha

En general deberá tratarse de reducir al mínimo el efecto de enmascaramiento debido al ruido ambiente, especialmente en el momento de establecer las tolerancias para las transmisiones de sonido de alta calidad.

No obstante, debe indicarse en todo caso, el nivel medio del ruido ambiente y, cuando sea evidente que el ruido puede producir un efecto de enmascaramiento apreciable, deberá indicarse asimismo su espectro medio.

Además, convendrá adoptar precauciones para evitar, en la medida de lo posible, que el oyente u oyentes sean molestados o distraídos por ciertas características del lugar (temperatura, iluminación, objetos o personas en movimiento, etc.).

### 7.1 *Reproducción con altavoz*

Cuando la escucha se haga mediante altavoces, se facilitarán todas las informaciones útiles sobre las dimensiones y el tiempo de reverberación de la sala\*, la disposición de los oyentes en el auditorio y la distancia que los separa del altavoz o altavoces, utilizados.

En [CCIR, 1978-82a] se describen los requisitos técnicos para las características de los altavoces que están en uso en la URSS.

### 7.2 *Reproducción con auriculares*

Cuando las pruebas se efectúan con auriculares, se debe suministrar toda la información esencial sobre el tipo de los auriculares empleados.

Hay que definir las condiciones técnicas de las características de los auriculares. En un texto actual de la UER se propone un programa de acción encaminado a elaborar una norma internacional aplicable a los auriculares de alta calidad [Thèile, 1985].

\* Para las propiedades acústicas de las salas de audición, véase el Informe 797.

## 8. Evaluación de características particulares de los equipos\*, programas, estudios de radiodifusión, etc.

### 8.1 Relaciones de protección

Para evaluar la relación de protección hay que utilizar un procedimiento de prueba ligeramente distinto. En este caso, la secuencia de programa no degradado utilizada para la comparación debe ser tal que la calidad del sonido reproducido por el receptor sea adecuada al sistema de radiodifusión para el cual se ha diseñado el receptor.

### 8.2 Programas grabados, estudios de radiodifusión

No existen métodos uniformes para evaluar grabaciones. La OIRT sugiere, en [CCIR, 1978-82b], métodos prácticos especiales para evaluar las grabaciones destinadas al intercambio internacional de programas (Recomendaciones N.ºs 63/1; 91 de la OIRT), y en [CCIR, 1974-78a], sugiere métodos para evaluar las propiedades acústicas de estudios de radiodifusión y salas de conciertos (Recomendación N.º 68 de la OIRT). En [CCIR, 1974-78b] figura información sobre las condiciones que deben cumplirse para una evaluación subjetiva de alta calidad, aplicables en la URSS (condiciones de escucha, elección del método, número y elección de los oyentes).

### 8.3 Aplicaciones de la evaluación subjetiva de la calidad del sonido

En estudios llevados a cabo en la Unión Soviética se ha intentado identificar los requisitos para las pruebas subjetivas en radiodifusión [CCIR, 1982-86a]. La aplicación de la evaluación subjetiva se dividió en tres áreas:

- grabaciones de sonido para intercambio de programas;
- estudios, recintos y otras salas de audición;
- equipos.

Estas tres áreas se dividieron además en grupos y se presentaron en forma de cuadro.

Los requisitos de evaluación se basaron en una práctica internacional reflejada en los textos de la ISO, CEI y OIRT (por ejemplo, para el nivel de ruido, iluminación, instrucciones, posiciones de los altavoces y de los oyentes, etc. en la publicación de la CEI 543; para protocolos, la Recomendación N.º 68/1 de la OIRT [CCIR, 1974-78a]).

*Nota* - Durante las discusiones que tuvieron lugar en la Reunión Final de la Comisión de Estudio 10 se consideró que sólo después de la determinación de definiciones uniformes de parámetros subjetivos puede llevarse a cabo el trabajo a escala internacional en la evaluación subjetiva de programas para intercambio y para mejora de la tipología propuesta. Por tanto, se modificó el Programa de Estudios 50C/10. Se solicita la elaboración de contribuciones para enriquecer la presente Recomendación.

## 9. Evaluación subjetiva de sistemas de sonido multidimensional

En [CCIR, 1986-90c] se afirma que la evaluación subjetiva de la distorsión de la señal causada por no linealidades, interferencia o sonido puede hacerse por los métodos descritos en esta Recomendación.

Sin embargo, en algunos entornos, tales como el «sonido panorámico» o la televisión de alta definición, el problema es más complejo. Se necesitan las evaluaciones para diseñar o elegir sistemas de sonido multicanal, y en este caso hay que tener en cuenta nuevos factores que rebasan la distorsión en un solo canal de sonido. Entre estos factores cabe citar la medida en que es posible la localización o la efectividad de la reproducción de un campo sonoro multidimensional en un punto dado. En ese caso, se necesitan nuevos métodos de evaluación, además de los examinados actualmente en esta Recomendación.

Por ejemplo, en el estudio de Oghusi de NHK que utiliza una escala multidimensional, se han examinado los siguientes atributos:

- anchura de imagen sonora aparente,
- efecto panorámico,
- tamaño aparente de la sala,
- localización horizontal y vertical,
- naturalidad,
- realismo,
- amenidad,
- correspondencia entre el sonido y la imagen,
- adaptación de la imagen sonora a la imagen visual.

\* Por ejemplo, compresores, compresores-expansores, grabadores de sonido, etc.

Se pidió a los observadores que evaluaran un cierto número de sistemas diferentes para estos atributos. Se preparó un cuadro de diferencias en el cual dos ejes perceptuales perpendiculares parecen corresponder con el realismo percibido (vínculo más fuerte con el número de canales) y la coincidencia de sonido e imagen (vínculo más fuerte con la provisión de una fuente central). Oghusi utilizó una distancia de escucha de cuatro veces la altura de la imagen, en vez de tres. En el caso NHK la elección del sistema se basó en la «calidad global» y Japón propugna un planteamiento similar en tales casos [CCIR, 1986-90c, d].

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

THEILE, G. [marzo de 1985] On the standardisation of the frequency response of high quality studio headphones. 77th AES – Convention, Hamburg, Preprint No. 2207 (D-3).

##### *Documentos del CCIR*

[1974-78]: a. 10/26 (OIRT); b. 10/311 (URSS).

[1978-82]: a. 10/45 (URSS); b. 10/35 (OIRT).

[1982-86]: a. 10/181(Rev.1) + Corr.1 (URSS).

[1986-90]: a. 10/224 (UER); b. 10/284 (Italia); c. 10/226 (UER); d. 10/337 (Japón).

#### BIBLIOGRAFÍA

OIRT [1985] Monography No. 3/1: Terms and definitions for the assessment of sound events by means of subjective evaluation of the quality of listening events.

REZVIAKOVA, Z. N. [1982] Predlozheniya po provedeniyu subyektivnoy otsenki kachestva zvuka (Propuestas sobre evaluación subjetiva de la calidad del sonido). *Radio i teledenye OEPT*, 5, 17-29.

##### *Documentos del CCIR*

[1970-74]: CMTT/45 (Francia); 10/202 (Reino Unido).

## RECOMENDACIÓN 644-1 \*

**PARÁMETROS DE CALIDAD EN AUDIOFRECUENCIA DE  
UNA CADENA DE TRANSMISIÓN RADIOFÓNICA DE ALTA CALIDAD**

(1986-1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que las características de funcionamiento de los circuitos radiofónicos internacionales utilizados para el intercambio de programas se basan en un circuito ficticio de referencia (CFR) definido en la Recomendación 502;
- b) que las características de funcionamiento de un circuito radiofónico internacional realista más corto o más largo que el CFR pueden calcularse aplicando las reglas de la Recomendación 605;
- c) que las características de funcionamiento de la cadena de transmisión radiofónica desde el local de radiodifusión hasta la salida del receptor debería, por tanto, basarse en una cadena de referencia;
- d) que las señales radiofónicas destinadas al intercambio internacional se transmiten desde el local de radiodifusión al centro radiofónico internacional por circuitos nacionales que son iguales, o similares, a los circuitos nacionales que forman parte de la cadena de transmisión radiofónica;
- e) que la característica de funcionamiento de la cadena de transmisión radiofónica debe describirse mediante un cierto número de parámetros;
- f) que, a efectos de comparación, deben utilizarse parámetros claramente definidos y medidos a base de señales de prueba;
- g) que estos parámetros y sus valores ideales deben basarse en la perceptibilidad de las degradaciones al oído humano,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que las características de funcionamiento de una cadena de transmisión radiofónica de alta calidad se basen en la cadena de referencia descrita en el anexo I.
2. Que las características de funcionamiento de la cadena de transmisión de referencia desde la salida del centro de radiodifusión hasta la salida del receptor se describan con los parámetros enumerados en el anexo II.
3. Que los valores límites indicados en el anexo III se consideren objetivos realistas para estos parámetros.
4. Que a los efectos de la planificación de la cadena completa de radiodifusión, desde la salida del micrófono hasta la entrada del receptor, se tomen como orientación los valores umbral subjetivos de los parámetros de calidad indicados en el anexo IV.

## ANEXO I

## CADENA DE TRANSMISIÓN RADIOFÓNICA DE REFERENCIA

A los efectos de la presente Recomendación, la cadena de transmisión radiofónica de referencia se representa por la fig. 1, en la cual A, B y C son los puntos interfaz de 0 dBrs de la señal de audiofrecuencia, que permiten la comparación de las características de funcionamiento:

- A : interfaz entre el origen de la emisión radiofónica (local de radiodifusión) y el sistema de circuitos radiofónicos;
- A-B : sistema de circuitos radiofónicos, formado por una sola sección de cable, de radioenlace, de satélite o de fibra óptica;
- B : interfaz entre el circuito radiofónico y el sistema de emisión-recepción;
- B-C : sistema de emisión-recepción, que comprende un solo emisor de radiodifusión o una sola red de cable y un receptor de supervisión de alta calidad en condiciones óptimas;
- C : interfaz de la señal de audiofrecuencia a la salida del receptor.

\* Esta Recomendación se ha preparado a partir del Informe 293, que se ha suprimido, y debe señalarse a la atención de la CMTT.

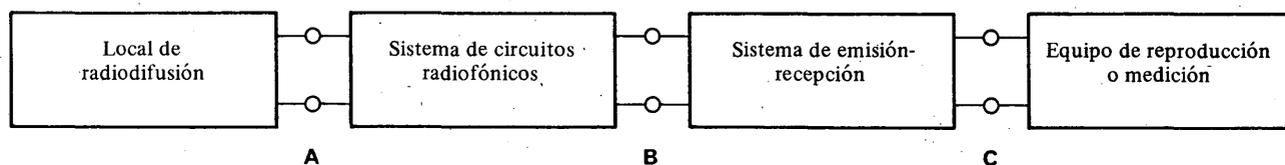


FIGURA 1 – Cadena de transmisión radiofónica de referencia

La UER [CCIR, 1986-90] ha publicado la Recomendación R.50 en la que define la polaridad de las señales acústicas, las señales de sonido eléctricas, las señales de audio en los conectores, las señales magnéticas en cintas magnetofónicas y magnetoscópicas, las señales de audio digitales y las señales de presión acústica para los altavoces.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Documentos del CCIR*

[1986-90]: 10/313 (UER).

#### ANEXO II

##### LISTA DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN AUDIOFRECUENCIA

Los parámetros de calidad en audiofrecuencia enumerados en la siguiente lista son los que se consideran más apropiados en un medio analógico. Algunos son también apropiados para conexiones que incorporan sistemas digitales, pero es preciso especificar otros para la prueba de estos sistemas digitales\*.

Todas las señales de prueba deben tener el nivel de medición (véase la Recomendación 645) a menos que se indique otra cosa. En estereofonía deben hacerse las mediciones en los canales A y B.

**1. Anchura de banda nominal**

La banda de frecuencias efectiva transmitida (para los dos canales A y B, en el caso de estereofonía).

**2. Respuesta amplitud/frecuencia**

La respuesta debe expresarse con relación al nivel de la señal a la frecuencia de referencia de 1 kHz.

**3. Variación de retardo de grupo**

Los resultados de las mediciones efectuadas en toda la anchura de banda nominal deben expresarse con relación al retardo de grupo mínimo.

**4. Distorsión no lineal\*\***

La distorsión armónica total (DAT) se puede medir utilizando una señal de prueba de un solo tono con el nivel de +9 dBu0s a frecuencias en la gama de 40 Hz y a 1 kHz, y el resultado se expresa como valor de «separación» (es decir, la diferencia de nivel entre la señal de prueba y los armónicos, expresada en dB).

\* Se invita a las administraciones a que estudien los parámetros de calidad y los métodos de prueba para sistemas digitales, y a que contribuyan a los trabajos del CCIR en el marco del Programa de Estudios 51B/10. Véase también el Informe 1070.

\*\* Se pide a las administraciones que consideren éstos y otros métodos de medición adecuados, y presenten sus conclusiones al CCIR como respuesta al Programa de Estudios 50E/10.

La distorsión puede medirse también utilizando el método de la distorsión total por diferencia de frecuencias (DTDF) [Thiele, 1975]. Es una prueba de intermodulación en la que la señal de prueba comprende dos tonos en frecuencias elegidas, de modo que los productos de intermodulación de segundo y tercer orden (esto es, uno de cada tipo) aparezcan en una frecuencia cercana y puedan medirse juntos por un medidor utilizando un filtro selectivo. Las pruebas efectuadas en el Reino Unido [CCIR, 1986-90a] han mostrado que el método DTDF es menos sensible al ruido que la prueba DAT y que no está limitado al uso de señales de prueba en frecuencias inferiores a 5 kHz. Ese factor puede ser importante cuando se prueban conexiones sometidas a preacentuación, aunque debe evitarse la posibilidad de sobrecarga resultante de la preacentuación.

El método DTDF se describe en el anexo V.

La duración de la transmisión de las señales de prueba debe limitarse conforme a las Recomendaciones apropiadas de la serie N del CCITT.

#### 5. Error en la frecuencia restituida

El error en la frecuencia restituida no debe exceder los valores del anexo III, para canales individuales.

En estereofonía cualquier desajuste de frecuencia diferencial entre los canales A y B es inaceptable.

En [Thiele y Bonner, 1985] se describe un método de medición de gran sensibilidad.

#### 6. Error en la respuesta amplitud/amplitud

Se aplica un tono de 1 kHz a la entrada de la cadena de transmisión a niveles de +9 dBu0s y -31 dBu0s de forma alternada. Los niveles de salida deben medirse selectivamente, sin que la diferencia rebase los límites especificados en el anexo III.

El tiempo durante el cual se transmite la señal de prueba debe limitarse de conformidad con las Recomendaciones apropiadas de la serie N del CCITT.

#### 7. Estabilidad de nivel

La diferencia de nivel de una señal de referencia constante, en el nivel de medición, aplicada a la entrada de la cadena de transmisión, con respecto a su nivel nominal, debe determinarse durante un periodo de 24 h. Esta diferencia puede variar en el periodo de 24 h e incluir un error de ajuste fijo.

En estereofonía, la estabilidad de nivel debe determinarse simultáneamente para ambos canales A y B.

#### 8. Ruido (e interferencia de un solo tono)

El nivel de tensión del ruido ponderado (y, cuando convenga, el nivel de tensión de la interferencia de un solo tono) se mide de acuerdo con la Recomendación 468. La relación máxima señal/ruido (ponderado) permitida (expresada en dB) se determina como la diferencia entre el nivel de la señal máxima permitida (SMP) y el nivel del ruido ponderado.

– Ruido del canal en reposo.

– Ruido de modulación radiofónica, medido con una señal de prueba sinusoidal de 60 Hz aplicada a la entrada de la cadena de transmisión con un nivel de +9 dBu0s y -31 dBu0s. La frecuencia fundamental y los armónicos de orden bajo se suprimen a la entrada del instrumento de medición mediante un filtro paso alto con una frecuencia de corte comprendida entre 200 Hz y 400 Hz. La pérdida de inserción del filtro debe ser al menos de 56 dB a 60 Hz, teniendo en cuenta la atenuación del filtro de ponderación (24 dB a esta frecuencia).

El tiempo durante el cual se transmite la señal de prueba debe limitarse de conformidad con las Recomendaciones de la serie N del CCITT.

– Si es necesario, la interferencia de un solo tono en régimen permanente debe medirse selectivamente a las frecuencias en las que se detectan o pueden esperarse tonos. La medición debe realizarse mediante un filtro paso banda (cuya pérdida de inserción efectiva sea de 0 dB en la banda de paso), además del aparato de medida del ruido descrito en la Recomendación 468, o mediante un analizador de espectro corrigiendo el nivel medido por el factor de ponderación correspondiente.

#### 9. Modulación perturbadora de la fuente de alimentación

Es la relación entre una señal de prueba sinusoidal de 1 KHz y la componente lateral no deseada de nivel más elevado, resultante de la modulación de esa señal de prueba causada por la interferencia procedente de fuentes convencionales de suministro de energía por las líneas de c.a. (50/60 Hz).

**10. Estereofonía : diferencia de nivel entre los canales A y B**

La diferencia de nivel entre las salidas A y B de la cadena de transmisión debe medirse aplicando simultáneamente la misma señal de prueba sinusoidal a la entrada de ambos canales.

**11. Estereofonía : diferencia de fase entre los canales A y B**

La diferencia de fase entre las salidas A y B de la cadena de transmisión debe medirse aplicando simultáneamente la misma señal de prueba sinusoidal a la entrada de ambos canales.

Se recomienda la conservación de la polaridad de las señales de audio [CCIR, 1986-90b].

**12. Estereofonía : diafonía entre los canales A y B**– *Diafonía lineal*

Se aplica una señal de prueba sinusoidal sucesivamente a cada canal y se mide selectivamente el nivel de la señal en el otro canal. La atenuación diafónica (expresada en dB) es la diferencia entre los niveles de la señal en cada uno de los dos canales.

– *Diafonía no lineal*

Se aplica sucesivamente a cada canal la señal de prueba convencional para simular señales radiofónicas especificada en la Recomendación 571. Si el otro canal es influenciado por la diafonía no lineal, puede observarse un aumento en el nivel del ruido ponderado.

La tensión de ruido aumentada,  $N_s$ , está formada por la suma de dos contribuciones de ruido, el ruido del canal en reposo,  $N_0$ , y el ruido de diafonía no lineal,  $N_{cT}$ . Esta última tensión puede calcularse por la fórmula siguiente:

$$N_{cT} = \sqrt{(N_s)^2 - (N_0)^2}$$

La diafonía no lineal se expresa como relación entre la señal máxima permitida y este nivel de ruido de diafonía no lineal (es decir  $SMP/N_{cT}$ ).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

THIELE, A. N. [septiembre de 1975] Measurement of non-linear distortion in a band-limited system. IREECON International Convention Digest, 480-482, Sydney, Australia.

THIELE, A. N. y BONNER, D. J. [septiembre-octubre de 1985] Measuring reconstituted frequency error in f.d.m. sound-programme circuits. IREECON International Convention Digest, 684-686, Melbourne, Australia.

*Documentos del CCIR*

[1982-86]: a. 10/213 (Suecia); b. 10/224 (Francia).

[1986-90]: a. 10/236 (Reino Unido); b. 10/313 (UER).

ANEXO III

CUADRO I — Valores de objetivos realistas para la cadena de transmisión radiofónica de referencia

Parámetro (los detalles pueden verse en el anexo II)	Señal de prueba		Sistema de circuitos radiofónicos (A-B) <sup>(1)</sup>	Sistema de emisión-recepción (B-C) <sup>(1)</sup>	Cadena de referencia completa (A-C) <sup>(1)</sup>
	Frecuencia	Nivel			
Anchura de banda nominal (véase el § 1)	—	—	40 Hz-15 kHz	40 Hz-15 kHz	40 Hz-15 kHz
Respuesta amplitud/frecuencia (véase el § 2)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	-12 dBu0s	+0,2/-1,0 dB +0,2/-0,2 dB +0,2/-1,0 dB +0,2/-1,4 dB	+0,4/-1,5 dB +0,4/-0,4 dB +0,4/-1,5 dB +0,4/-2,3 dB	+0,5/-2,0 dB +0,5/-0,5 dB +0,5/-2,0 dB +0,5/-3,0 dB
Variación de retardo de grupo (véase el § 3)	40 Hz 15 kHz	-12 dBu0s	18 ms 4 ms	37 ms 8 ms	55 ms 12 ms
Distorsión armónica total (véase el § 4)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 1 kHz	+9 dBu0s	-46 dB -52 dB	-42 dB -48 dB	-40 dB -46 dB
Error en la frecuencia restituída (véase el § 5)	Cualquiera	-12 dBu0s	0,2 Hz	0	0,2 Hz
Error en la respuesta amplitud/amplitud (véase el § 6)	1 kHz	+9 dBu0s -31 dBu0s	0,4 dB	0,8 dB	1,0 dB
Estabilidad de nivel (en un periodo de 24 h) (véase el § 7)	1 kHz	-12 dBu0s	0,6 dB	0,8 dB	1,0 dB
Ruido e interferencia de un solo tono:					
— ruido del canal en reposo	—	—	53 dB	56 dB	51 dB
— condiciones de la señal de prueba	60 Hz	-31 dBu0s	53 dB	56 dB	51 dB
— condiciones de la señal de prueba	60 Hz	+9 dBu0s	43 dB	46 dB	41 dB
— interferencia de un solo tono (véase el § 8)	—	—	73 dB	76 dB	71 dB
Modulación perturbadora de la fuente de suministro de energía (véase el § 9)	1 kHz	0 dBu0s	51 dB	47 dB	45 dB
Diferencia de nivel entre los canales A y B (véase el § 10)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	-12 dBu0s	1,0 dB 0,5 dB 1,0 dB 2,0 dB	1,0 dB 0,5 dB 0,5 dB 1,0 dB	1,5 dB 1,0 dB 1,5 dB 2,5 dB
Diferencia de fase entre los canales A y B (véase el § 11)	40 Hz 40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 15 kHz 15 kHz	-12 dBu0s	15° <sup>(2)</sup> 10° <sup>(2)</sup> 15°	10° <sup>(2)</sup> 8° <sup>(2)</sup> 10°	20° <sup>(2)</sup> 15° <sup>(2)</sup> 25°
Diafonía entre los canales A y B:					
— diafonía lineal	40 Hz 40 Hz -300 Hz 300 Hz - 4 kHz 4 kHz- 15 kHz 15 kHz	0 dBu0s	46 dB <sup>(2)</sup> 56 dB <sup>(2)</sup> 46 dB	22 dB <sup>(2)</sup> <sup>(2)</sup> 26 dB	21 dB <sup>(2)</sup> 35 dB <sup>(2)</sup> 25 dB
— diafonía no lineal (véase el § 12)	Señal radiofónica simulada (Recomendación 571)		60 dB	<sup>(3)</sup>	<sup>(3)</sup>

(1) Son convenientes los valores indicados para las secciones A-B y B-C, y para todo el conjunto de la cadena de transmisión (A-C), que deben tenerse en cuenta al diseñar nuevas redes nacionales de radiodifusión.  
 (2) Los valores de esta gama se obtuvieron por interpolación lineal entre los valores para gamas adyacentes en un gráfico con escala de frecuencias logarítmica.  
 (3) Se pide a las administraciones que sugieran valores.

## ANEXO IV

Los valores umbral subjetivos corresponden a los umbrales de percepción, determinados por investigación estadística subjetiva en condiciones de audición ideales. Se han determinado sobre la base de resultados de pruebas obtenidos por los miembros del CCIR y a partir de la documentación técnica internacional.

CUADRO II – Valores umbral subjetivos

Parámetro	Frecuencia de la señal de prueba	Valor umbral subjetivo
Respuesta amplitud/frecuencia (véase el § 2 del anexo II)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 Hz - 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	$\pm 1,0$ dB $\pm 0,5$ dB $\pm 1,0$ dB $\pm 2,0$ dB
Variación del retardo de grupo (véase el § 3 del anexo II)	40 Hz-15 kHz	(véase la nota 1)
Distorsión armónica total (DAT) no lineal (véase el § 4 del anexo II)	40 Hz-1 kHz	- 52 dB (véase la nota 2)
Error en la frecuencia restituída (véase el § 5 del anexo II)	Cualquiera	0,25 Hz
Error en la respuesta amplitud/amplitud (véase el § 6 del anexo II)	1 kHz	(véase la nota 1)
Estabilidad de nivel (en un periodo de 24 h) (véase el § 7 del anexo II)		1 dB (véase la nota 3)
Ruido e interferencia de un solo tono: – condiciones de canal en reposo – nivel de la señal de prueba: +9 dBu0s – nivel de la señal de prueba: - 31 dBu0s – interferencia de un solo tono (véase el § 8 del anexo II)	– 60 Hz 60 Hz –	70 dB (véase la nota 1) (véase la nota 1) 80 dB
Modulación perturbadora de la fuente de suministro de energía (véase el § 9 del anexo II)		(véase la nota 1)
Diferencia de nivel entre los canales A y B. (véase el § 10 del anexo II)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	2,0 dB 0,5 dB 1,5 dB 2,0 dB
Diferencia de fase entre los canales A y B (véase la nota 4) (véase asimismo el § 11 del anexo II)	40 Hz 40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 15 kHz 15 kHz	45° (véase la nota 5) 30° (véase la nota 5) 90°
Diafonía entre los canales A y B: – diafonía lineal  – diafonía no lineal (véase el § 12 del anexo II)	40 Hz 40 Hz -300 Hz 300 Hz - 4 kHz 4 kHz- 15 kHz 15 kHz Señal radiofónica simulada (Recomendación 571)	15 dB (véase la nota 5) 20 dB (véase la nota 5) 15 dB (véase la nota 1)

Nota 1. – Se invita a las administraciones a proponer valores de este parámetro.

Nota 2. – Este valor se ha obtenido suponiendo que la distorsión se debe predominantemente al segundo y tercer armónicos.

Nota 3. – Una variación de 1 dB sólo es perceptible si es repentina.

Nota 4. – Las tolerancias indicadas para las diferencias de fase entre los canales A y B corresponden a audición estereofónica; estas diferencias de fase provocan variables inaceptables en la respuesta amplitud/frecuencia de la señal monofónica (A + B). Los requisitos de la señal monofónica imponen por tanto una especificación más rigurosa a la diferencia de fase entre los canales A y B, lo que se tiene en cuenta en el cuadro I del anexo III.

Nota 5. – Los valores de esta gama se obtuvieron por interpolación lineal entre los valores de las gamas adyacentes en un gráfico con escala de frecuencias logarítmica.

BIBLIOGRAFÍA

- HOEG, W. [1968] Beitrag zur Festlegung zulässiger Globalwerte für die Übersprechdämpfung stereophoner Übertragungssysteme (Contribución a la determinación de los valores globales admisibles de la atenuación de diafonía en los sistemas de transmisión estereofónicos). *Techn. Mitt. RFZ*, Vol. 12, 4, 114-117.
- OELMANN, J. [1983] Zur erforderlichen Übersprechdämpfung im Zweikanalton-Fernsehen (Atenuación de diafonía necesaria para el sonido de doble canal en TV). *Techn. Ber. IRT*, B 53-83.
- PLENGE, G., JAKUBOWSKI, H. y SCHÖNE, P. [1980] Which bandwidth is necessary for optimal sound transmission? *J. Audio Eng. Soc.*, Vol. 28, 3, 114-120.
- SPIKOFSKI, G. [marzo de 1985] Signal-to-noise ratio requirement for digital transmission systems. 77th AES Convention, Preprint No. 2196 (G-4).
- STEFFEN, E. [1972] Untersuchungen zur Geräuschspannungsmessung (Investigaciones de las mediciones de ruido). *Techn. Mitt. RFZ*, Vol. 16, 3, 81-84.
- STOLL, G. [12-14 de noviembre de 1985] Experimente für Hörbarkeit von Aliasing-Verzerrungen (Experimentos sobre la perceptibilidad de las distorsiones por solape). Proc. Convention of NTG, Mannheim, Alemania (República Federal de).

ANEXO V

MÉTODOS ESPECIALES PARA LA MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD EN AUDIOFRECUENCIA

1. Medición de la distorsión no lineal a frecuencias altas en circuitos con preacentuación [CCIR, 1986-90a]

1.1 Introducción

La distorsión no lineal en los circuitos radiofónicos se mide casi siempre por el método de la Distorsión Armónica Total (DAT), en el cual se aplica al circuito un tono puro como señal de prueba. A la salida, se elimina el tono puro de la señal con un filtro, de paso alto o de banda eliminada, y las señales restantes se miden como DAT, expresando su magnitud como una relación con respecto a la magnitud de la señal de salida completa.

Como la distorsión no lineal es generalmente la más intensa a los niveles más altos del circuito, suele probarse al nivel máximo que puede alcanzar el circuito, o muy cerca del mismo. En la práctica de radiodifusión, éste suele ser el Nivel Máximo Permitido (NMP), es decir, +9 dBu0s.

Si la frecuencia de la señal de prueba es superior a un tercio de la frecuencia límite de la banda (por ejemplo, si en un circuito de 15 kHz la señal de prueba está por encima de 5 kHz) cualesquiera componentes de tercer armónico producidas en el circuito no llegarán a la salida, y la prueba de la DAT es infructuosa.

Por tanto, la no linealidad en la semidécada superior de un circuito de banda limitada (por ejemplo, entre 5 kHz y 15 kHz en un circuito de 15 kHz, sólo puede probarse por un método de intermodulación, en el cual dos tonos de frecuencias  $f_1$  y  $f_2$  se combinan para producir la señal de prueba, y los principales productos de intermodulación dentro de banda entre ellos, a las frecuencias  $f_2 - f_1$  para la distorsión de orden par y  $2f_1 - f_2$  para la distorsión de orden impar, se miden y se suman en valores cuadráticos medios como una medida de la no linealidad del circuito.

Esta prueba, de hecho, mide los productos de intermodulación, o de «batido». Es de señalar que son los productos inarmónicos espurios los que producen la mayoría, si no toda, la degradación subjetiva de la calidad del sonido debida a la no linealidad, y no los armónicos, que suelen más bien añadir «brillantez» al sonido.

El uso de preacentuación en frecuencias altas, con el fin de reducir el ruido, aumenta la aparición y la gravedad de esta distorsión, por lo que un método de medición de dicha distorsión es evidentemente esencial.

1.2 Método de prueba

De los diferentes métodos que se han propuesto para medir la prueba de intermodulación, se prefiere aquel en el que las dos frecuencias de prueba  $f_1$  y  $f_2$  están relacionadas como  $2f_0$  y  $3f_0 + \Delta$ , donde  $\Delta$  es pequeño [Thiele, 1983]. Los principales productos de intermodulación dentro de banda son por tanto  $f_0 + \Delta$  y  $f_0 - \Delta$  para no linealidades de orden par e impar, respectivamente. Estos productos se miden juntos a través de un filtro paso banda centrado en la frecuencia  $f_0$  y con una banda de paso estrecha de  $\pm \Delta$ , es decir, de anchura  $2\Delta$ . El filtro elimina las señales de prueba iniciales y al mismo tiempo la mayor parte del ruido dentro de banda, haciendo posibles mediciones a niveles que están más de 10 dB por debajo del ruido de banda ancha del circuito.

Las frecuencias de prueba han de ser lo más altas posible en la banda, pero no tanto como para arriesgarse a una atenuación de la componente de frecuencias superior debido a la caída de la respuesta cerca del borde de la banda, lo cual podría afectar a la exactitud de la medición de la no linealidad. En la prueba adoptada en el proyecto de revisión de la Publicación 268 de la CEI (Equipo de los sistemas de sonido: Parte 3, Amplificadores), las dos frecuencias de prueba son 8000 Hz y 11950 Hz. En esta configuración,  $f_0$  es 4000 Hz y  $\Delta$  es  $-50$  Hz. Esto se representa esquemáticamente en la fig. 2.

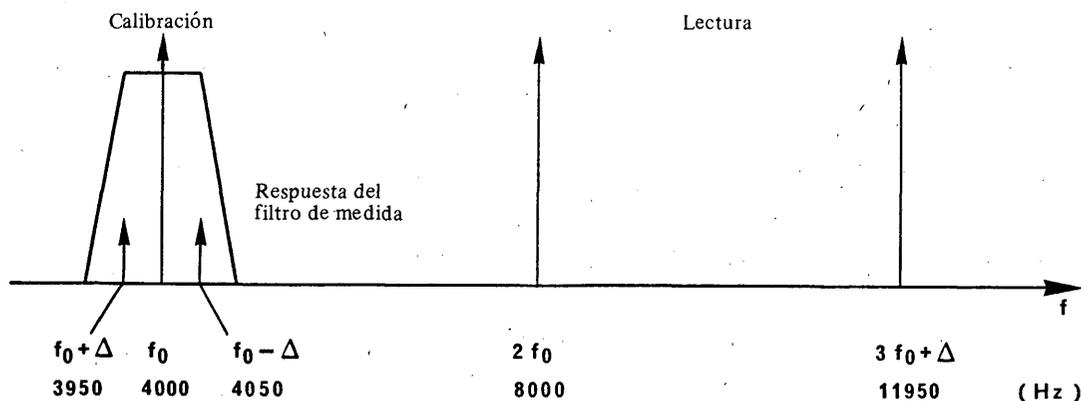


FIGURA 2 — Frecuencias de los tonos de prueba y productos de distorsión dentro de la banda

En el método descrito, las amplitudes de los dos tonos de prueba a  $2f_0$  y  $3f_0 + \Delta$  son iguales. La amplitud de cresta de una combinación de dos tonos de igual amplitud, cuyas frecuencias no estén relacionadas por números enteros pequeños, es el doble de la amplitud de cresta de cada tono. Por tanto, para probar el circuito a una amplitud de cresta igual a la de una onda sinusoidal simple a  $+9$  dBu0s (NMP), la amplitud de cada tono debe ser  $+3$  dBu0s. La potencia de esta señal suma es el doble de la de cada uno de los tonos individuales, es decir, igual a la de una onda sinusoidal simple de  $+6$  dBu0s en el caso citado. Sin embargo, debe subrayarse que la limitación en el nivel que puede transmitir un circuito radiofónico es siempre la amplitud de cresta, es decir, la tensión de cresta, la corriente de cresta, la desviación de cresta, etc., que es el doble de la amplitud de cada tono individual, es decir, 6 dB mayor.

El valor cuadrático medio de la suma de los productos de intermodulación dentro de banda, medido a través del filtro paso banda, se expresa como una relación con respecto al valor cuadrático medio de UNO de los tonos componentes (ondas sinusoidales) de la señal de prueba, es decir, con respecto a una onda sinusoidal simple a  $+3$  dBu0s en el caso citado. Esta relación tiene un valor muy similar numéricamente a la obtenida con una medición de DAT del mismo mecanismo no lineal, por lo que su importancia es prontamente apreciada por el personal más familiarizado con el viejo método. La magnitud de la señal de prueba a la salida puede medirse directamente mediante un medidor de valores cuadráticos medios verdaderos, y tomando como nivel de referencia un nivel de 3 dB inferior. Este método es adecuado cuando la magnitud del nivel sólo necesita establecerse en el instrumento de medición, cuyo dispositivo indicador lee valores cuadráticos medios.

### 1.3 Necesidad de una señal de calibración

Es importante que las señales que se cursan por circuitos radiofónicos puedan ser comprobadas por los medidores típicos utilizados normalmente para mediciones de nivel en estudios de radiodifusión. Estos medidores no miden valores cuadráticos medios verdaderos. El vúmetro, que lee valores medios, y el «medidor de cresta», que lee cuasicrestas, se calibran mediante un generador sinusoidal y, por lo tanto, son suficientemente precisos para la lectura de niveles de las ondas sinusoidales sencillas. No leen ni valores cuadráticos medios ni valores de cresta verdaderos para cualquier otro tipo de señal, en particular la señal de prueba de dos tonos. Sin embargo, esta última señal puede deducirse con precisión de las lecturas de estos medidores enviando primero, previamente a la señal de prueba principal, una señal sinusoidal simple calibrada cuyo nivel esté normalizado con respecto al de la señal de prueba de dos tonos.

La onda sinusoidal calibrada está a una frecuencia  $f_0$ , por ejemplo, de 4 kHz cuando  $2f_0$  es 8 kHz. Si su nivel fuese  $+3$  dBu0s, podría utilizarse directamente para calibrar el nivel de referencia para las mediciones de distorsión. Sin embargo, una señal al nivel de alineación, 0 dBu0s, es más adecuada, primero para la lectura en vúmetros, y segundo para probar circuitos con preatenuación en frecuencias altas, como se indica en el cuadro III. Como la señal de la onda sinusoidal puede ser leída con exactitud por medidores de nivel normalizados, y con la frecuencia  $f_0$ , atraviesa directamente el filtro paso banda utilizado al medir la distorsión, permitiendo así una comprobación en la calibración del instrumento de lectura de la distorsión.

#### 1.4 Mediciones en circuitos con preacentuación

El método de dos tonos, que mide la distorsión total por diferencia de frecuencia (DTDF), es superior al método DAT para mediciones en todas las frecuencias, pero a frecuencias altas es el único que es eficaz. Hasta ahora se ha supuesto que el canal de transmisión tiene una respuesta en amplitud plana y que su capacidad de amplitud de cresta es la misma en todas las frecuencias.

Sin embargo, en radiodifusión, esta aptitud sólo puede esperarse de los amplificadores y de los equipos digitales de calidad estudio. En casi todos los procesos de tratamiento de la señal (en grabación, transmisión y emisión) en MF, las frecuencias altas son preacentuadas hasta una característica normalizada antes de someterse al proceso principal de tratamiento de la señal. A la salida la señal es desacentuada de una manera complementaria. El objetivo es reducir el efecto del ruido a las frecuencias superiores en la salida, en la hipótesis implícita de que el material radiofónico raramente contiene componentes de frecuencias altas en las proximidades de las posibilidades de cresta del circuito. Aunque esta hipótesis puede no ser cierta en el caso de algunos tipos de material radiofónico que ya contienen preacentuación, especialmente cierto material de hoy día, la preacentuación es un método utilizado por los radiodifusores desde hace largo tiempo.

Un circuito de transmisión se prueba convencionalmente aplicando una señal de prueba al mismo en un punto en el que la respuesta de frecuencia es plana, es decir, antes de cualquier preacentuación. Igualmente, la salida se lee convencionalmente en un punto en el que la respuesta de frecuencia es también plana, es decir, después de la desacentuación. Así toda señal de prueba que se aplique a la entrada del circuito alcanzará el trayecto de transmisión principal en una forma preacentuada. Una señal de frecuencia alta que esté ya optimizada para cargar totalmente un circuito plano, sobrecargaría en exceso el trayecto preacentuado.

Por ejemplo, si la señal de prueba de la CEI, que está compuesta de una combinación de dos tonos de 8000 Hz y 11 950 Hz, cada uno a +3 dBu0s, se hace pasar por un circuito preacentuado según la Recomendación J.17 del CCITT con una atenuación de 6,50 dB a 800 Hz, su nivel de cresta, inicialmente idéntico al de una onda sinusoidal simple a +9 dBu0s, se elevará después de la preacentuación al equivalente de +14,89 dBu0s. Este valor está 2,89 dB por encima del punto de sobrecarga de +12 dBu0s especificado para los métodos de codificación digital del CCIR, A1, A2, A3 y A4, y sólo 0,11 dB por debajo del punto de sobrecarga de +15 dBu0s para el método B5 (véase el Informe 647).

Sin embargo, si dicha señal, utilizada para probar un trayecto plano, se desacentúa primero hasta la misma característica antes de aplicarla a la entrada, alcanzará el trayecto preacentuado en la misma forma y lo probará exactamente en la misma medida, como la habría hecho desacentuado, en un trayecto plano. Tal desacentuación no exige una red sensible a la frecuencia. Como la señal comprende únicamente los tonos de dos componentes a  $2f_0$  y  $3f_0 + \Delta$ , se produce el mismo efecto igualmente atenuando cada uno de ellos mediante la desacentuación adecuada dentro del generador antes de mezclarlos y aplicarlos a la entrada. A la salida, se compara la magnitud de los productos de intermodulación con el nivel de referencia, que se toma 3 dB por debajo del valor cuadrático medio de la suma de los tonos de prueba. Obsérvese que no se necesita ninguna preacentuación complementaria antes de la lectura de la señal de salida. La relación distorsión/señal total se mide como aparece en la salida.

Para el método en que el nivel de la señal puede comprobarse con medidores de radiodifusión utilizando un tono de calibración a  $f_0$ , próximo a 4 kHz, el nivel de la suma de los tonos de prueba, después de la desacentuación a la salida, se deduce a partir de la magnitud del tono de calibración. A continuación se determina la diferencia entre el nivel de calibración y la media de las potencias de los dos tonos de prueba indicada como «valor cuadrático medio 8 + 12 kHz» en el cuadro III. La magnitud de los productos de intermodulación se ajustan luego en esta diferencia y se lee como una relación con respecto al nivel de calibración. Esto requiere la atenuación de los productos de distorsión en 3 dB en la condición plana, y ganancias de diversas magnitudes para las diferentes normas de preacentuación. En la fig. 3 se muestra una presentación esquemática del equipo.

En el cuadro III figuran los niveles en las diversas partes del circuito. Se supone que, aunque no existan productos de intermodulación ( $-\infty$  dBu0s) en la señal de prueba de entrada, se producen productos de intermodulación con un cierto nivel (tomado arbitrariamente para fines de ilustración como -37 dBu0s) en cada clase de trayecto con preacentuación, cuando los niveles de la señal de prueba son idénticos. Esto demuestra como al aumentar la preacentuación, la misma relación de intermodulación entre frecuencias altas en el trayecto preacentuado produce una relación mayor de los productos de distorsión dentro de la banda en la salida desacentuada.

#### 1.5 Utilización con distintas características de preacentuación

Aunque las frecuencias de las señales de prueba de las figuras han sido recomendadas en la Publicación 268 de la CEI, parte 3 (es decir,  $2f_0$  a 8000 Hz y  $3f_0 + \Delta$  a 11 950 Hz) se utilizan conjuntos ligeramente diferentes de frecuencias para las diferentes normas de preacentuación en radiodifusión. La fig. 4 muestra como cada conjunto de frecuencias está desplazado de su vecino. Una relación de desplazamiento de aproximadamente 1,03 asegura que las señales para una norma de preacentuación, con sus ajustes especiales de nivel y ganancia, no pueden ser recibidos por equivocación en un equipo dispuesto para recibir otra norma que requiera ajustes diferentes. Con las bandas de paso de los filtros de medida aproximadamente a  $\pm 1\%$  en torno a  $f_0$ , toda señal de calibración recibida de un canal vecino será atenuada el menos 30 dB. Este procedimiento, si los ajustes de control son inadecuados para la señal entrante, alerta al operador de recepción y hace prácticamente imposible las mediciones con características de preacentuación errónea.

CUADRO III – Niveles de señal, ajustes de ganancia y valores relativos para las mediciones de intermodulación

Tipo de preacentuación		Plana	Rec. J.17	50 µs/15 µs	50 µs
<i>Nivel de entrada (dBu0s) antes de preacentuación</i>					
Calibración	4 kHz	0,0	0,0	0,0	0,0
Componente $f_1$	8 kHz	+3,0	-2,6	-3,7	-5,6
Componente $f_2$	≈ 12 kHz	+3,0	-3,1	-5,2	-8,8
Distorsión	≈ 4 kHz	-∞	-∞	-∞	-∞
<i>Nivel (dBu0s) en el trayecto con preacentuación</i>					
Calibración	4 kHz	0,0	+3,5	+3,5	+4,1
Componente $f_1$	8 kHz	+3,0	+3,0	+3,0	+3,0
Componente $f_2$	≈ 12 kHz	+3,0	+3,0	+3,0	+3,0
Distorsión	≈ 4 kHz	-37,0	-37,0	-37,0	-37,0
<i>Nivel de salida (dBu0s) después de la desacentuación</i>					
Calibración	4 kHz	0,0	0,0	0,0	0,0
Componente $f_1$	8 kHz	+3,0	-2,6	-3,7	-5,6
Componente $f_2$	≈ 12 kHz	+3,0	-3,1	-5,2	-8,8
Valor cuadrático medio	8 kHz + 12 kHz	+3,0	-2,8	-4,4	-6,9
Distorsión	≈ 4 kHz	-37,0	-40,5	-40,5	-41,1
<i>Relación de distorsión (dB)</i>		-40,0	-37,7	-36,1	-34,2

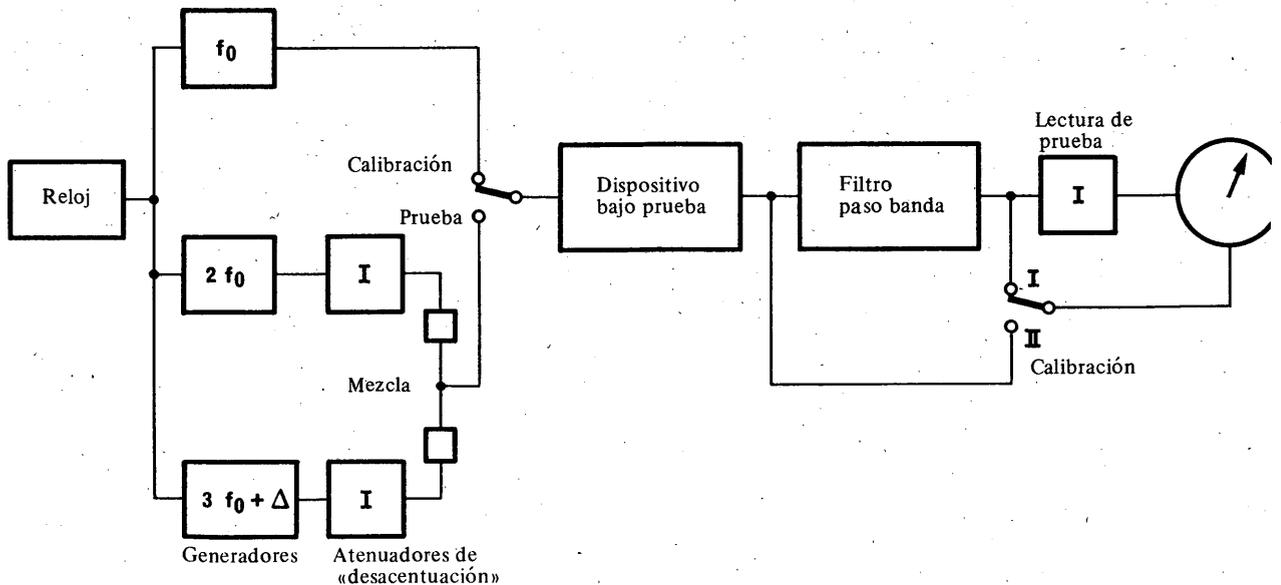


FIGURA 3 – Diagrama de bloques del equipo de medición

En modo I, las señales de calibración y prueba se envían secuencialmente.

En modo II, se envía únicamente la señal de prueba (dos tonos). Las frecuencias del generador, las atenuaciones y los filtros paso banda varían con la preacentuación.

Se prevé que se utilizará la característica plana o la Recomendación J.17 del CCITT al probar las cadenas de transmisión, y las características 50 µs/15 µs y 50 µs al probar las cadenas de emisión. Una cadena que esté compuesta de enlaces con características diferentes se prueba para la correspondiente a la máxima preacentuación en frecuencias altas.

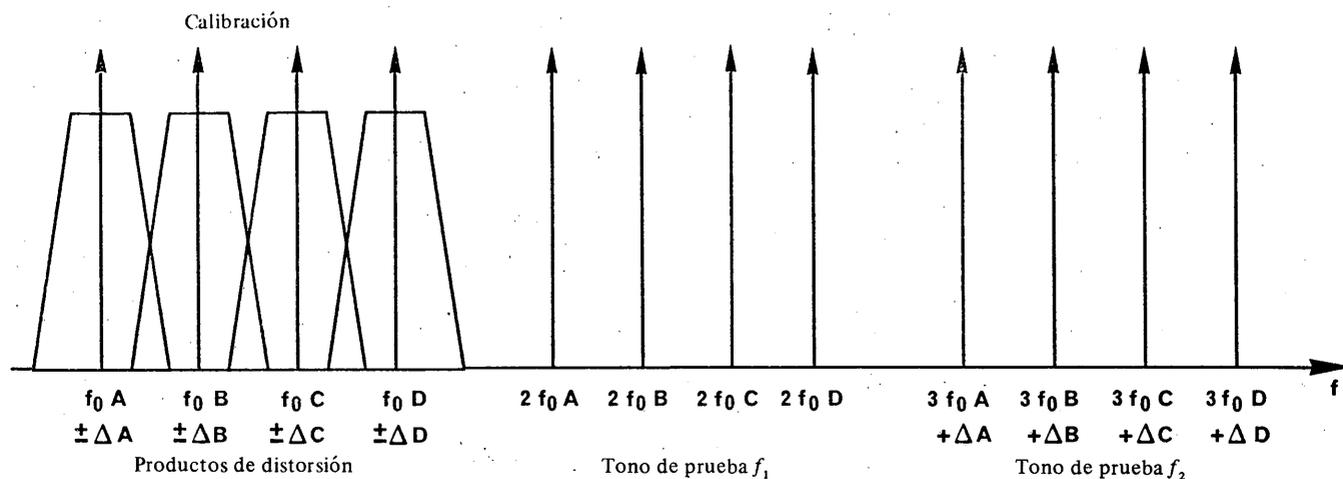


FIGURA 4 — Tonos de prueba y productos de distorsión con diferentes características de preacentuación A, B, C y D

### 1.6 Conclusiones

El método descrito es un método sencillo para medir la distorsión lineal en el extremo superior de la banda de audiofrecuencias. Puede realizarse fácilmente y permite hacer mediciones en una variedad de circuitos preacentuados con una posibilidad mínima de error en la alineación de niveles o en la elección de las características de preacentuación.

## 2. Método de medición del ruido impulsivo [CCIR, 1986-90b]

Durante la transmisión de señales sonoras aparecen con frecuencia en la reproducción acústica ruidos de corta duración, perceptibles y molestos, en forma de chasquidos que molestan al oyente. No existe hasta la fecha ningún procedimiento adecuado para medir este parámetro de calidad «ruido impulsivo» que tenga en cuenta el efecto perturbador subjetivo, o sea, el factor de molestia.

En la República Democrática Alemana se han efectuado estudios estadísticos subjetivos completos de todos los factores pertinentes que influyen en la molestia subjetiva de esos impulsos. Como resultado de esas investigaciones, se ha sugerido el siguiente método de medición del ruido impulsivo:

Para efectuar la medición selectiva en frecuencia del ruido impulsivo, se propone establecer un «valor de cresta ponderado de impulso  $\hat{U}_{IW}$ », que se define del siguiente modo:

$$\hat{U}_{IW}(\text{dB}) = 20 \cdot \log \left( \frac{\hat{U}}{U_0} \right) + 20 \cdot \log (k_1 \times k_2 \times k_3)$$

donde  $k_1$ ,  $k_2$  y  $k_3$  son los factores objetivos de graduación correspondientes a la duración del impulso  $t_i$ , la forma del impulso  $u(t)$  y su frecuencia de repetición  $f_p$  que resulta de los cuadros de evaluación subjetiva predeterminados. La determinación del valor  $\hat{U}_{IW}$  sólo puede efectuarse por un método de medición informatizado. Para hacerlo, se almacena en primer lugar el impulso entrante y se analiza. La amplitud de impulso  $U$  y su duración  $t_i$  pueden medirse directamente, así como el tiempo hasta la llegada del próximo impulso. La forma del impulso puede determinarse utilizando un análisis espectral por medio de analizadores de transformación rápida de Fourier o (más simple) por comparación con formas de impulso tipo determinadas previamente. A partir de los valores medidos de  $t_i$ ,  $u(t)$  y  $f_p$ , se determinan los factores  $k_1$ ,  $k_2$  y  $k_3$  utilizando los cuadros de evaluación subjetiva, y por último se determina el valor  $\hat{U}_{IW}$  a partir de los mismos.

Al evaluar la calidad del equipo de los estudios y de los enlaces de transmisión, el valor  $\hat{U}_{IW}$  puede servir de medida de este importante parámetro de «ruido impulsivo». Sin embargo, se necesitan nuevos estudios para fijar el valor admisible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

THIELE, A. N. [1983] Measurement of non-linear distortion in a band-limited system. Convention Digest, IREE International Electronics Convention, Sydney, Australia, 1975, 480-482: Reimpreso JAES [junio de 1983], Vol. 31, 6, 443-445.

*Documentos del CCIR*

[1986-90]: a. 10/325 (Australia), b. 10/329 (República Democrática Alemana).

## BIBLIOGRAFÍA

SCHAFFNER, H. [1988] Investigaciones para evaluación subjetiva y medición objetiva del ruido impulsivo en canales de radiodifusión sonora (Untersuchungen zur subjektiven Beurteilung und objektiven Messung impulsartiger Störungen im Hörrundfunk – Tonkanal). Ponencia presentada en la 8.ª reunión sobre Radiodifusión de ITG, Mainz, República Federal de Alemania, noviembre de 1988 (véanse las actas).

WEINAUSE, N. [1988] Contribution to subjective assessment and objective measurement of impulsive noise in sound broadcasting channels (Beitrag zur subjektiven Bewertung und objektiven Messung impulsartiger Störungen im Hörrundfunk – Tonkanal). Disertación en la Escuela de Tráfico y Telecomunicación, Dresde, República Federal de Alemania.

---

## RECOMENDACIÓN 468-4\*

MEDICIÓN DEL NIVEL DE TENSION DEL RUIDO DE  
AUDIOFRECUENCIA EN RADIODIFUSIÓN SONORA

(Cuestión 50/10)

(1970-1974-1978-1982-1986)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que conviene normalizar los métodos de medición del ruido de audiofrecuencia en radiodifusión, en sistemas de grabación del sonido y en circuitos radiofónicos;
- b) que estas mediciones de ruido deben concordar de manera satisfactoria con las pruebas subjetivas,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que el nivel de tensión del ruido se mida en valor ponderado y de cuasicresta, con arreglo al sistema de medición que se describe a continuación:

## 1. Red de ponderación

La curva de respuesta nominal de la red de ponderación se da en la fig. 1b que es la respuesta teórica de la red pasiva representada en la fig. 1a. El cuadro I indica los valores de esta respuesta a distintas frecuencias.

Las diferencias admisibles entre esta curva nominal y la curva de respuesta del equipo de medición, que comprende el amplificador y la red, se indican en la última columna del cuadro I y en la fig. 2.

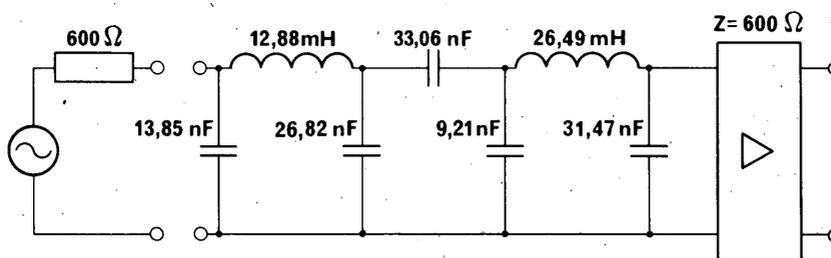


FIGURA 1a - Red de ponderación, forma simple

(En el anexo I, se describe una realización de resistencia constante)

Una tolerancia del 1%, como máximo, en los componentes y un factor de calidad,  $Q$ , de 200, como mínimo, a 10 kHz, bastan para respetar las tolerancias especificadas en el cuadro I.

(Tal vez sea posible regular con mayor precisión la diferencia entre las respuestas en 1000 Hz y 6300 Hz mediante un pequeño ajuste del condensador de 33,06 nF o, por otro método, utilizando un filtro activo [CCIR, 1982-86a].)

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la CMTT.

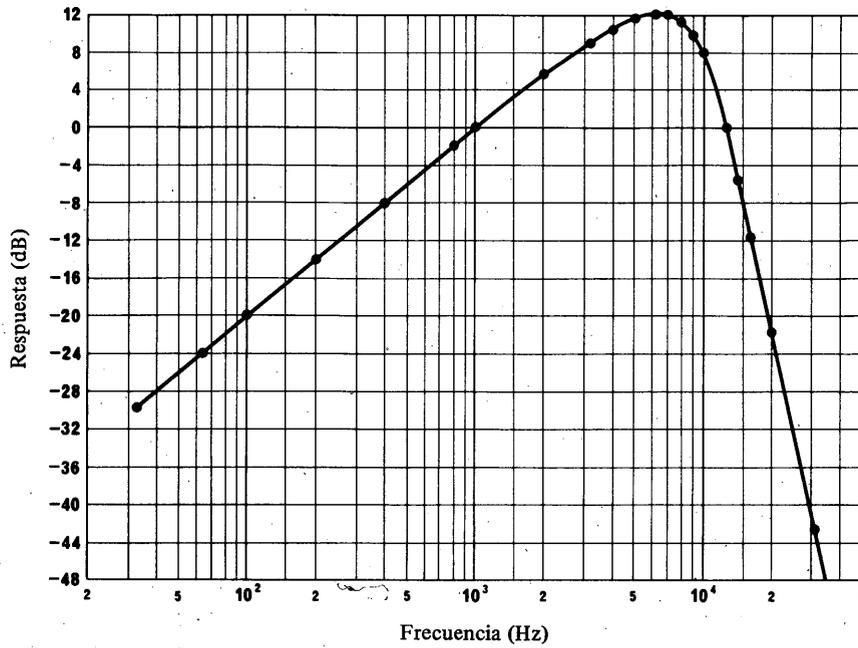


FIGURA 1b – Curva de respuesta de la red de ponderación de la fig. 1a

CUADRO I

Frecuencia (Hz)	Respuesta (dB)	Tolerancia propuesta (dB)
31,5	-29,9	±2,0
63	-23,9	±1,4(1)
100	-19,8	±1,0
200	-13,8	±0,85(1)
400	-7,8	±0,7(1)
800	-1,9	±0,55(1)
1000	0	±0,5
2000	+5,6	±0,5
3150	+9,0	±0,5(1)
4000	+10,5	±0,5(1)
5000	+11,7	±0,5
6300	+12,2	0
7100	+12,0	±0,2(1)
8000	+11,4	±0,4(1)
9000	+10,1	±0,6(1)
10000	+8,1	±0,8(1)
12500	0	±1,2(1)
14000	-5,3	±1,4(1)
16000	-11,7	±1,6(1)
20000	-22,2	±2,0
31500	-42,7	{ +2,8(1) -∞

(1) Se obtiene esta tolerancia por interpolación lineal en un diagrama logarítmico a partir de los valores especificados para las frecuencias que se han utilizado para la definición del gálibo a saber: 31,5, 100, 1000, 5000, 6300 y 20000 Hz.

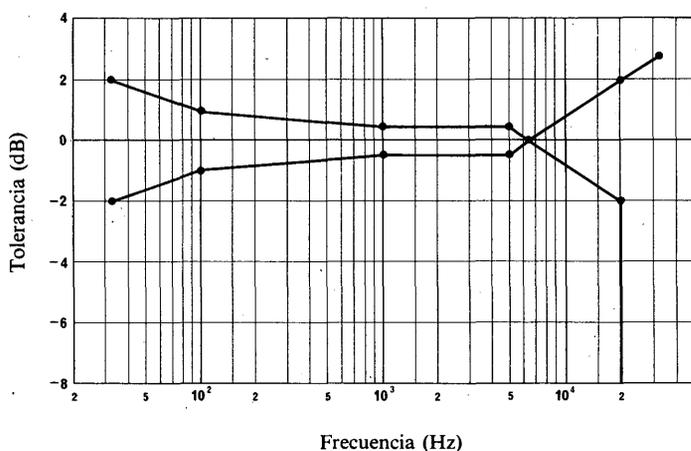


FIGURA 2 – Límites de tolerancia de la curva de respuesta de la red de ponderación y del amplificador

*Nota 1* – Cuando se usa un filtro de ponderación de conformidad con el punto 1 para medir ruido de audiofrecuencia, el aparato de medida debe efectuar mediciones cuasicresta de conformidad con el punto 2. En realidad, el uso de cualquier otro tipo de aparato de medida (por ejemplo, un medidor de valor eficaz) para dichas mediciones daría valores de relación señal/ruido no comparables directamente con los obtenidos utilizando las características descritas en esta Recomendación.

*Nota 2* – El aparato de medida se debe calibrar a 1 kHz (véase el punto 2.6).

**2. Características del aparato de medida**

Conviene utilizar un método de medida de valores cuasicresta. Las características dinámicas del aparato de medida pueden obtenerse de diversas formas (véase la nota). Éstas están definidas como se indica en los párrafos siguientes. Deben hacerse las pruebas del equipo de medida, exceptuadas las del punto 2.4, a través de la red de ponderación.

*Nota* – Después de la rectificación de onda completa de la señal de entrada, podrían utilizarse, por ejemplo, dos circuitos detectores de cresta en cascada con diferentes constantes de tiempo [CCIR, 1974-78].

**2.1 Respuesta en régimen dinámico a ráfagas sinusoidales aisladas**

*Método de medición*

Se aplican a la entrada ráfagas aisladas constituidas por un tono de 5 kHz con una amplitud tal que la señal en régimen permanente daría lugar a una lectura del 80% de la escala total. La ráfaga debe comenzar en el instante de paso por cero del tono de 5 kHz y comprender un número entero de periodos completos. En el cuadro II se indican los límites de lectura correspondientes a diferentes duraciones de la ráfaga.

Las pruebas se realizarán tanto sin ajuste de los atenuadores, observándose las lecturas directamente en la escala del instrumento, como con ajuste de los atenuadores para cada duración de la ráfaga, a fin de obtener la lectura tan próxima al 80% de la escala total como lo permitan los pasos del atenuador.

**2.2 Respuesta en régimen dinámico a ráfagas sinusoidales repetidas**

*Método de medición*

Se aplica a la entrada del aparato, una serie de ráfagas, de 5 ms de duración, de un tono a 5 kHz, empezando por el valor cero y de una amplitud tal que la señal permanente daría una indicación correspondiente al 80% de la escala total. En el cuadro III se indican los límites de la lectura correspondientes a cada frecuencia de repetición.

Las pruebas deben realizarse sin ajuste de los atenuadores, aunque la respuesta ha de estar situada dentro de los límites de tolerancia, cualquiera que sea el margen de medida.

CUADRO II

Duración de una ráfaga (ms)	1 <sup>(1)</sup>	2	5	10	20	50	100	200
Indicación con relación a la lectura en régimen permanente (%) (dB)	17,0 -15,4	26,6 -11,5	40 -8,0	48 -6,4	52 -5,7	59 -4,6	68 -3,3	80 -1,9
Valores límite								
- límite inferior (%) (dB)	13,5 -17,4	22,4 -13,0	34 -9,3	41 -7,7	44 -7,1	50 -6,0	58 -4,7	68 -3,3
- límite superior (%) (dB)	21,4 -13,4	31,6 -10,0	46 -6,6	55 -5,2	60 -4,4	68 -3,3	78 -2,2	92 -0,7

<sup>(1)</sup> La Administración de la URSS proyecta utilizar ráfagas de duración  $\geq 5$  ms.

CUADRO III

Número de ráfagas por segundo		2	10	100
Indicación con relación a la lectura en régimen permanente (%) (dB)		48 -6,4	77 -2,3	97 -0,25
Valores límite				
- límite inferior (%) (dB)		43 -7,3	72 -2,9	94 -0,5
- límite superior (%) (dB)		53 -5,5	82 -1,7	100 -0,0

### 2.3 Características de sobrecarga

La capacidad de sobrecarga del aparato de medida debe ser de 20 dB, como mínimo, con relación a la indicación máxima de la escala para todas las posiciones de ajuste de los atenuadores. El término «capacidad de sobrecarga» denota tanto la ausencia de recorte en los pasos lineales como el mantenimiento de la ley de cualquier etapa logarítmica, o semejante, que pueda incorporarse.

#### Método de medición

Se aplican a la entrada del aparato ráfagas aisladas, de 0,6 ms de duración de un tono de 5 kHz, empezando por el valor cero, con una amplitud que proporciona una lectura a plena escala en el margen más sensible del instrumento. Se va reduciendo por pasos la amplitud de las ráfagas hasta un total de 20 dB, observando al mismo tiempo las lecturas para comprobar que se reducen también por pasos correspondientes, con una tolerancia global de  $\pm 1$  dB. Se repite la prueba para cada margen de medida.

#### 2.4 Error debido a la inversión de polaridad

Al invertir la polaridad de una señal asimétrica la diferencia de lectura no será superior a 0,5 dB.

##### Método de medición

En el modo sin ponderación se aplican en la entrada del aparato impulsos rectangulares de corriente continua de 1 ms de duración con una periodicidad inferior o igual a 100 impulsos por segundo y amplitud tal que la indicación corresponda al 80% de la escala total. Se invierte entonces la polaridad de la señal de entrada y se anota la diferencia en el nuevo valor indicado.

#### 2.5 Desviación excesiva

El dispositivo de lectura ha de estar exento de desviación excesiva.

##### Método de medición

Se aplica a la entrada del aparato un tono de 1 kHz con una amplitud que proporcione una lectura permanente de 0,775 V o 0 dB (véase el punto 2.6). Al aplicar súbitamente esta señal, la sobredeviación momentánea deberá ser inferior a 0,3 dB.

#### 2.6 Calibrado

El instrumento se calibrará de tal manera que con una señal permanente aplicada a la entrada, constituida por una onda sinusoidal de 1 kHz, y un valor eficaz de 0,775 V con una distorsión armónica total inferior al 1%, se obtenga una lectura de 0,775 V o 0 dB. La escala tendrá un margen calibrado de 20 dB, como mínimo, con la indicación correspondiente a 0,775 V (o 0 dB) situada entre 2 y 10 dB por debajo del valor correspondiente a la escala total.

#### 2.7 Impedancia de entrada

El aparato debe tener una impedancia de entrada  $\geq 20 \text{ k}\Omega$ , y si se prevé una terminación de entrada, ésta debe ser de  $600 \Omega \pm 1\%$ .

### 3. Presentación de los resultados

Los niveles de tensión de ruido medidos de conformidad con esta Recomendación se expresan en dBqps.

*Nota 1.* — Si, por razones técnicas, conviene medir el ruido no ponderado, debe emplearse el método descrito en el anexo II.

*Nota 2.* — En el Informe 496 se describe la influencia de la red de ponderación sobre los resultados obtenidos con ruidos aleatorios de espectros distintos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### Documentos del CCIR

[1974-78]: 10/28 (Reino Unido).

[1982-86]: a. 10/248 (Australia).

### BIBLIOGRAFÍA

BBC [1968] Research Department Report N.º EL-17. The assessment of noise in audio-frequency circuits.

Normas alemanas «DEUTSCHE NORMEN» DIN 45 405.

STEFFEN, E. [1972] Untersuchungen zur Geräuschspannungs-messung. (Investigaciones sobre la medición de la tensión de ruido) *Techn. Mitt. RFZ*, Heft 3.

WILMS, H. A. O. [diciembre de 1970] Subjective or psophometric audio noise measurement: A review of standards. *J. Audio Eng. Soc.*, Vol. 18, 6.

#### Documentos del CCIR

[1978-82]: 10/9 (UER); 10/31 (LM Ericsson); 10/38 (OIRT); 10/225 (República Democrática Alemana).

## ANEXO I

## RED DE PONDERACIÓN DE RESISTENCIA CONSTANTE

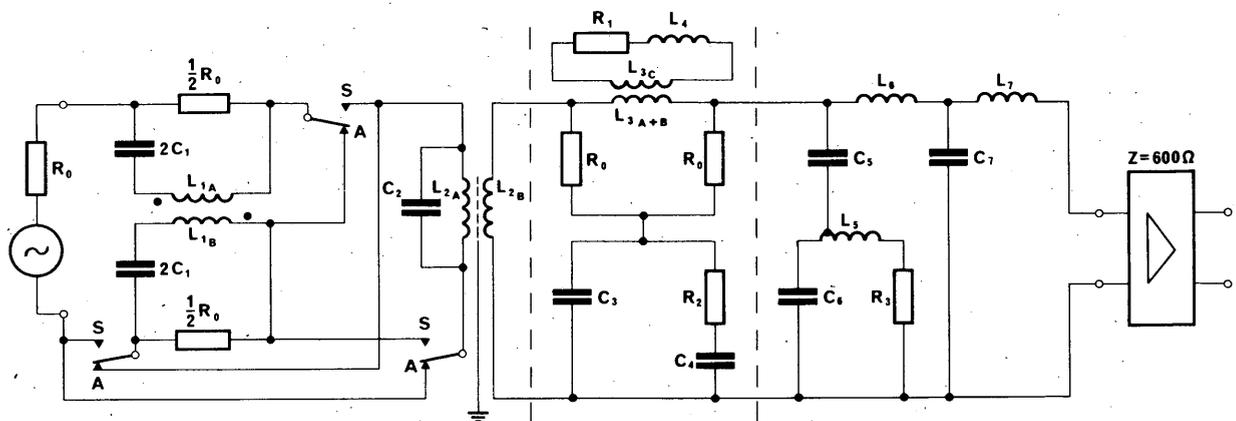


FIGURA 3 - Red de ponderación de resistencia constante

R ( $\Omega$ )	C (nF)	L (mH)
$R_0$ : 600	$2C_1$ : 83,7	$L_1$ : 12,70 (para ambos devanados en serie)
$\frac{1}{2} R_0$ : 300	$C_2$ : 35,28	$L_2$ : 15,06 (para cada uno de los dos devanados separados con pantalla electrostática)
$R_1$ : 912	$C_3$ : 38,4	$L_{3A+B}$ : 16,73 (dos devanados iguales en serie)
$R_2$ : 3340	$C_4$ : 7,99	$L_{3C}$ : 4,18 (un devanado, de la mitad de las espiras de $L_{3A+B}$ , que puede presentar gran resistencia en c.c., compensada por $R_3$ )
$R_3$ : 941	$C_5$ : 23,8	$L_4$ : 20,1 (puede presentar gran resistencia en c.c., compensada por $R_3$ )
	$C_6$ : 13,94	$L_5$ : 31,5 (con derivación 20,1 en 0,798 del número total de espiras)
	$C_7$ : 35,4	$L_6$ : 13,29
		$L_7$ : 8,00

A: Asimétrico  
S: Simétrico

## BIBLIOGRAFÍA

AUSTRALIAN BROADCASTING COMMISSION Engineering Development Report N.º 106 - Constant resistance realization of CCIR noise weighting network, Recommendation 468.

## ANEXO II

## MEDICIONES NO PONDERADAS

Es sabido que, para aplicaciones específicas, tal vez sea necesario efectuar mediciones no ponderadas fuera del alcance de la presente Recomendación. Se incluye, a título de orientación, una respuesta en frecuencia normalizada para mediciones no ponderadas.

*Respuesta en frecuencia*

La respuesta en frecuencia deberá mantenerse dentro de los límites indicados en la fig. 4.

Esta respuesta sirve para normalizar la medición y garantizar lecturas coherentes del ruido distribuido en el espectro útil. En caso de haber señales de amplitud suficiente fuera de banda, por ejemplo, residuos de portadora, pueden dar lugar a lecturas incoherentes entre equipos de medida cuyas respuestas sean diferentes, pero que se mantienen dentro de la plantilla de tolerancias de la fig. 4.

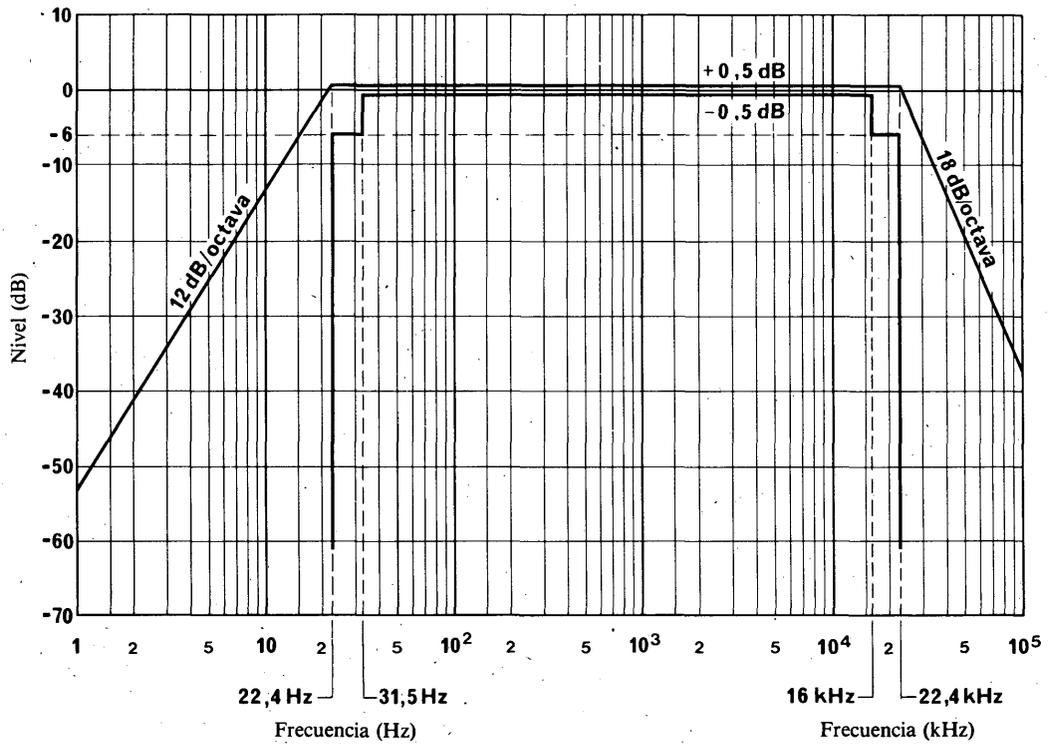


FIGURA 4

BIBLIOGRAFÍA

*Documentos del CCIR*

[1978-82]: 10/76 (CMTT/14) (Canadá).

## RECOMENDACIÓN 645-1\*

## SEÑALES DE PRUEBA PARA LOS ENLACES RADIOFÓNICOS INTERNACIONALES

(Cuestiones 50/10 y 19/CMTT, Programa de Estudios 50B/10 y 50E/10)

(1986-1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que muchas degradaciones en el intercambio internacional de programas en enlaces radiofónicos son atribuibles a distintas definiciones nacionales de la señal de prueba;
- b) que en diferentes Recomendaciones del CCITT y del CCIR figuran algunas definiciones;
- c) que una lista de esas definiciones permitiría esclarecer la situación,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que en los enlaces radiofónicos internacionales sólo se utilicen las señales de prueba definidas a continuación:

## 1. Señal de alineación (SA)

Señal sinusoidal a la frecuencia de 1 kHz, utilizada para alinear la conexión radiofónica internacional. El nivel de la señal corresponde a 0 dBu0s (véase la nota), (es decir, 0,775 V de tensión eficaz, en un punto de nivel relativo cero). De conformidad con la Recomendación N.13 del CCITT, el tiempo de transmisión de la señal de alineación debe ser lo más breve posible, preferentemente inferior a 30 s.

*Nota* — La notación «dBu0s» se define en la Recomendación 574. Otros textos conexos de la CMTT utilizan la notación «dBm0s» que también se define en la Recomendación 574.

## 2. Señal de medición (SM)

Señal sinusoidal con un nivel de 12 dB por debajo del nivel de la señal de alineación que debe utilizarse para mediciones de larga duración y mediciones en todas las frecuencias (véanse las Recomendaciones N.12, N.13, N.21 y N.23 del CCITT).

## 3. Señal máxima permitida (SMP)

Señal sinusoidal a la frecuencia de 1 kHz, con un nivel superior en 9 dB al nivel de la señal de alineación equivalente al máximo nivel permitido de la señal radiofónica. La señal radiofónica debe controlarse por el organismo de radiodifusión transmisor de manera que la amplitud de las crestas sólo rebasa raras veces la amplitud de cresta de la señal máxima permitida.

*Nota* — En tales condiciones un medidor de las crestas del programa indicará niveles no superiores al nivel de la señal máxima permitida.

Para aclarar esta definición puede utilizarse un ejemplo numérico. La señal de alineación tiene una tensión eficaz de 0,775 V y una amplitud de cresta de 1,1 V, en un punto de nivel relativo cero. La amplitud de cresta instantánea de la señal radiofónica en este punto sólo debe exceder raras veces de 3,1 V.

Si bien está previsto que las crestas de la señal radiofónica no deben exceder del nivel de la señal máxima permitida, debe preverse una capacidad de sobrecarga de manera que puedan tolerarse raras sobredesviaciones de la señal radiofónica por encima del nivel de la señal máxima permitida.

*Nota* — En el anexo I se describen la respuesta de los medidores de las crestas del programa y de los vúmetros a estas señales de prueba.

\* La Comisión de Estudio 10 y la CMTT deberán coordinar la futura evolución de la presente Recomendación. Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio IV del CCITT.

ANEXO I

UTILIZACIÓN DE LAS SEÑALES DE PRUEBA RECOMENDADAS PARA LA ALINEACIÓN CON MEDIDORES DE LAS CRESTAS DEL PROGRAMA Y VÚMETROS

1. Los organismos de radiodifusión vienen desarrollando, desde hace cuarenta años, procedimientos para utilizar ambos tipos de medidores en el control de los niveles de los programas. Estos procedimientos se utilizan a satisfacción de las organizaciones, pues no producen sobremodulación, que ocasiona la distorsión, ni inframodulación, que lleva a la degradación debida al ruido.

Si bien estos dos instrumentos reaccionan de forma diferente según la naturaleza de las señales, las organizaciones que los emplean han elaborado técnicas que garantizan un control del nivel satisfactorio y un equilibrio artístico en el programa.

2. Los medidores de las crestas del programa (PPM – Peak programme meters) tienen tal sensibilidad que una señal sinusoidal con el nivel de alineación, 0 dBu0s, indica «prueba» en un PPM de la UER (esto corresponde a «4» en el PPM de la BBC y a «-9» en los PPM de la República Federal de Alemania y de la OIRT; véase la fig. 1).

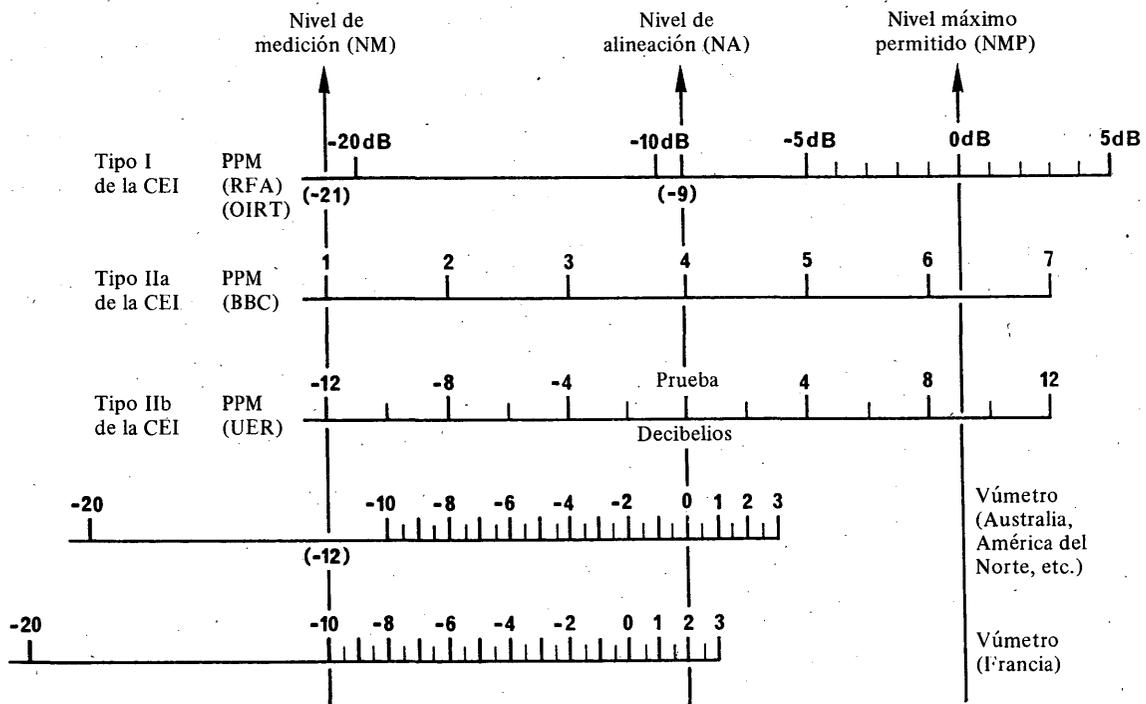


FIGURA 1 – Indicaciones producidas por medidores de nivel de varios tipos con las señales de prueba recomendadas

Nota. – Las indicaciones de los medidores de las crestas del programa (PPM – Peak programme meters) son esquemáticas: no están representadas a escala.

3. El vúmetro tiene tal sensibilidad que una señal sinusoidal con el nivel de alineación, 0 dBu0s, produce una indicación casi máxima en la escala, es decir 0 vu en Australia y América del Norte, y +2 vu en Francia (véase la fig. 1).

4. El PPM lee «cuasicresta», es decir, que indica valores de los niveles de cresta de las señales de los programas, inferiores a los verdaderos valores de los mismos. Los operadores tienen instrucciones para que las crestas de los programas den la misma indicación que un tono sinusoidal con +9 dBu0s (en algunas organizaciones este valor es de +8 dBu0s). Las verdaderas crestas del programa son más altas que las indicadas en hasta 3 dB. Cuando se toman, además, en consideración los errores del operador, las verdaderas crestas de la señal radiofónica pueden alcanzar la amplitud de una señal sinusoidal de +15 dBu0s.

5. El vúmetro indica el nivel medio del programa, generalmente mucho más bajo que la verdadera cresta. Los operadores tienen instrucciones para que la cresta de los programas corresponda generalmente a la lectura de 0 vu. La experiencia ha demostrado que las verdaderas crestas de los programas superan los valores indicados en una cantidad comprendida entre +6 dB y +13 dB, según la naturaleza del programa. Cuando se toman además en consideración los errores de los operadores, las verdaderas crestas de la señal pueden ser hasta 16 dB más altas de lo indicado, correspondiendo a la amplitud de cresta de una señal sinusoidal de +16 dBu0s, o +14 dBu0s, según el caso, cuando la aplicación de la señal de nivel de alineación da como resultado una indicación de +2 vu.

6. Por tanto, si bien difieren las características dinámicas de los dos medidores, los niveles de cresta más altos observados después del control de la modulación, utilizando ambos medidores, son muy similares.

7. Así pues, una conexión internacional entre organismos de radiodifusión se alineará correctamente, con independencia del tipo de medidor utilizado, cuando una señal sinusoidal con el nivel de alineación, 0 dBu0s, de la indicación apropiada a ese nivel en los extremos transmisor y receptor del circuito.

Para evitar toda confusión entre un nivel de alineación y otros niveles que puedan emplearse, se recomienda utilizar para la alineación de una conexión radiofónica internacional la señal de prueba de tres niveles descrita en la Recomendación 661.

El diagrama de la fig. 1 ilustra las indicaciones dadas por varios medidores de niveles del programa cuando se les aplican las señales de prueba recomendadas.

RECOMENDACIÓN 708\*

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ELECTROACÚSTICAS DE LOS AURICULARES DE CONTROL UTILIZADOS EN ESTUDIOS**

(Cuestión 50/10 y Programa de Estudios 50F/10)

(1990)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que unas condiciones de audición de referencia unificadas y especificadas estrictamente supervisadas constituyen el requisito indispensable para la evaluación subjetiva y el control de la calidad;
- b) que resulta muy difícil armonizar las características acústicas de las salas de control y de audición existentes;
- c) que los auriculares permiten percibir con mayor claridad que los altavoces, algunos aspectos de la señal acústica;
- d) que la respuesta en frecuencia de los auriculares de control en estudios debe proporcionar la misma neutralidad de color-sonido que se necesita para la comprobación de los altavoces en las salas de control y en las salas de audición de alta calidad,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que la curva de respuesta en frecuencia medida de conformidad con el anexo II sea plana dentro de los límites especificados en el anexo I;
2. Que la respuesta en frecuencia de los auriculares de control en estudios se mida de conformidad con el anexo II;
3. Que la diferencia de respuesta en frecuencia entre los auriculares derecho e izquierdo no exceda de 1 dB en la gama de frecuencias 100 Hz-8 kHz ni de 2 dB en la gama de frecuencias 10 kHz-16 kHz.

ANEXO I

ESPECIFICACIÓN DE TOLERANCIAS

La fig. 1 contiene las características de respuesta en frecuencia de los auriculares de control en estudios. La plantilla para la tolerancia de respuesta en frecuencia con campo difuso que se presenta en la fig. 1 se basa en la exactitud de medición que se puede obtener con 16 oyentes.

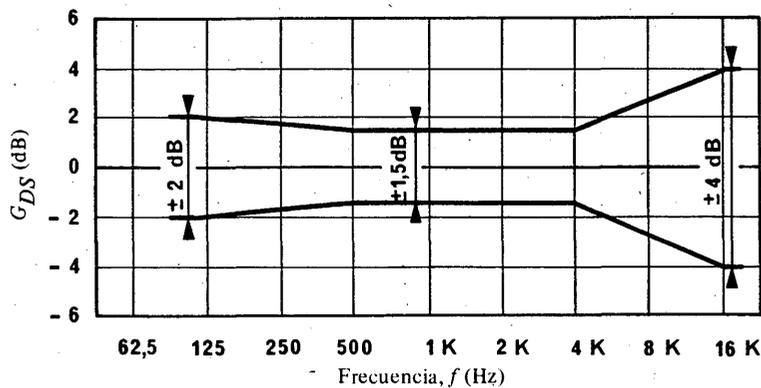


FIGURA 1 - Plantilla de tolerancia de la respuesta en frecuencia con campo difuso de los auriculares de control en estudios

$G_{DS}$ : Respuesta de los auriculares con campo difuso (dB(Pa/V))

\* Conviene señalar esta Recomendación a la atención de la CEI y la AES (Sociedad de Ingeniería de Audio - Audio Engineering Society).

## ANEXO II

RESPUESTA EN FRECUENCIA DE AURICULARES DE CONTROL  
CON CAMPO DIFUSO EN ESTUDIOS**Especificación para las mediciones****1. Consideraciones generales**

El procedimiento de medición se utiliza para determinar la respuesta en frecuencia en función de la frecuencia de cada uno de los auriculares de un casco en función de la frecuencia, mediante mediciones de la presión sonora en los conductos auditivos de los participantes en la prueba. En el procedimiento de medición directa se compara la presión sonora producida por los auriculares en el conducto auditivo con la producida por el campo sonoro de referencia. En el procedimiento indirecto se sustituye el campo sonoro por unos auriculares de referencia calibrados por el método directo. El campo sonoro de referencia es el campo sonoro difuso [CCIR, 1986-90a].

El dispositivo de medición consiste en una fuente de señales y equipo para recepción de esas señales. La fuente incluye un generador de ruido, filtros de un tercio de octava, al menos un altavoz o unos auriculares de referencia y los auriculares que deben someterse a prueba. Cabe también la posibilidad de utilizar un analizador de un tercio de octava en tiempo real al que se aplica una señal de ruido de banda ancha. El equipo receptor contiene un micrófono miniaturizado, montado en forma de sonda, para medir la presión sonora en los conductos auditivos externos de los participantes en la prueba y, si se emplea el procedimiento directo, un micrófono calibrado con una respuesta en frecuencia con campo difuso conocida a fin de medir el nivel de presión sonora no ponderado en la cámara de reverberación. Las tensiones de los micrófonos y los altavoces deben determinarse mediante un voltímetro de valores cuadráticos medios con un tiempo de integración suficiente.

**2. Micrófono sonda**

Se aplican los siguientes requisitos al micrófono montado en la sonda, micrófono denominado simplemente «sonda» en el presente texto:

- La captación del sonido debe tener lugar dentro del conducto auditivo, como mínimo a 4 mm de su comienzo.
- En la zona del pabellón y a 4 mm fuera del conducto auditivo, la sonda no debe tener una sección transversal superior a 5 mm<sup>2</sup>.
- En la parte siguiente del conducto auditivo, la relación entre la sección transversal de la sonda y la sección del conducto auditivo será inferior a 0,6 (la sección transversal del conducto auditivo de un adulto es de unos 45 mm<sup>2</sup> por término medio). El volumen de la sonda, incluidos los elementos de fijación, debe ser menor de 130 mm<sup>3</sup>.
- No se establecen requisitos especiales con respecto a la función de transferencia de la sonda. Sin embargo, la respuesta de la sonda debe estar exenta de resonancias. Basta que la respuesta de los tercios de octava adyacentes no difiera en más de 3 dB.
- Se garantizará que, cuando el oído esté obturado, el nivel de salida de la sonda sea inferior en 15 dB al obtenido con un oído abierto.
- Son necesarios elementos de fijación para mantener la sonda centrada en el conducto auditivo. La suspensión por muelle de esos elementos se dimensionará de tal modo que la sonda se adapte en un grado suficiente a conductos auditivos de diferentes secciones transversales y que pueda insertarse y retirarse fácilmente.
- La sonda ha de ser examinada por un médico, que dé un certificado de uso en relación con los aspectos médicos.

**3. Método directo de medición**

Este método se basa en una comparación de los niveles de tensión de salida de una sonda situada en el conducto auditivo externo de un oyente con una señal de ruido producida por fuentes alternativas, a saber, el auricular ensayado y un campo sonoro difuso de una cámara de reverberación.

**3.1 Señales de prueba**

Las señales sonoras preferidas son señales de ruido filtradas que se obtienen a partir de ruido rosa mediante los filtros de un tercio de octava especificados en la Publicación 225 de la CEI, tipo b). La salida de la sonda se ha de medir selectivamente en pasos de un tercio de octava. Ello se puede hacer sucesivamente o al mismo tiempo con un analizador de tercio de octava en tiempo real. Los niveles de presión sonora de las señales de prueba deben ser tales que las señales de entrada del amplificador del micrófono sean superiores como mínimo en 10 dB al nivel de ruido eléctrico intrínseco y al nivel de ruido orgánico del propio cuerpo en el conducto auditivo. El nivel de presión sonora en el punto de referencia no excederá de 85 dB. La tensión de los auriculares ha de ajustarse de manera que, de un tercio de octava de la frecuencia central de 500 Hz, el nivel de salida de la sonda corresponda al que existiría en el caso del campo sonoro difuso con una tolerancia de 3 dB.

### 3.2 *Campo sonoro difuso*

Si se cumplen los siguientes requisitos, se considera que el campo sonoro de la cámara de reverberación es suficientemente difuso\*:

- En ausencia del oyente, el nivel de presión sonora medido mediante un micrófono omnidireccional a una distancia de 15 cm delante, detrás, a la derecha, a la izquierda, por encima y por debajo del punto de referencia (entrada del canal auditivo del oyente) no tiene que diferir en más de 2 dB del nivel de presión sonora en el punto de referencia.
- En ausencia del oyente, debe medirse el nivel de presión sonora en el punto de referencia con un micrófono direccional con un índice de directividad de 8 dB como mínimo por encima de 500 Hz. El nivel de presión sonora en cada banda de un tercio de octava  $\geq 500$  Hz no tiene que variar en más de 3 dB, cualquiera que sea la dirección del micrófono.

### 3.3 *Oyentes*

Se seleccionarán como mínimo 16 personas para efectuar las mediciones en el canal auditivo. Se les pedirá que se quiten gafas, pendientes, etc., y que se recojan el cabello para que éste no cubra el oído. Si bien no se aplican condiciones especiales en cuanto a la capacidad auditiva de los oyentes, el oído externo en que se hace la medición no debe presentar ninguna anomalía. Si la sonda no se adapta suficientemente bien al canal auditivo de una persona debido a sus dimensiones, ésta no puede participar en la prueba.

Los oyentes deben moverse lo menos posible al efectuarse las mediciones y se pondrán los auriculares del modo previsto por su construcción mecánica, en especial por lo que respecta a los auriculares derecho e izquierdo. Los propios oyentes se colocarán y quitarán los auriculares, y cuidarán de que la posición de éstos sea lo más cómoda y ajustada posible.

### 3.4 *Procedimiento de medición*

Antes de la medición se insertará la sonda en el conducto auditivo del oyente. La posición en el conducto auditivo puede variar, a condición de que no esté a menos de 4 mm hacia el interior. El cable del micrófono o la sonda se fijará por debajo del pabellón auditivo, por ejemplo con esparadrapo. La sonda del conducto auditivo no deberá cambiar perceptiblemente de posición cuando se coloquen o quiten los auriculares.

La tensión de salida de la sonda se medirá para cada banda de frecuencias durante la exposición del oyente a las ondas sonoras (primera medición en el campo sonoro). A continuación el oyente se colocará cuidadosamente los auriculares y se medirá la tensión recibida de la sonda para cada banda de frecuencias (primera medición de los auriculares). El oyente procederá entonces a quitarse los auriculares y a ponérselos una vez más, tras lo cual se efectuará la segunda medición en éstos. Asimismo, podrán realizarse otras mediciones con un tipo distinto de auriculares. Por último, se repite la medición en el campo sonoro (segunda medición en el campo sonoro).

Para garantizar que la sonda no se mueva en ningún momento de la medición, lo que es indispensable para obtener resultados correctos, se comparan los niveles de tensión de la sonda en la primera y segunda mediciones del campo sonoro. Si el valor medido en una de las bandas de frecuencias difiere en más de 2,5 dB, habrán de repetirse todas las fases de la medición. Si al repetirse las mediciones se vuelven a registrar diferencias de más de 2,5 dB, debe reemplazarse el oyente por otro.

### 3.5 *Determinación de las respuestas en frecuencias individuales con campo difuso*

Se calculará la media aritmética de los niveles de tensión de la sonda en la primera y segunda mediciones del campo sonoro para cada banda de frecuencias, así como el correspondiente a los niveles de tensión de las dos mediciones efectuadas con los auriculares. Esos valores medios se utilizarán a continuación para determinar la respuesta en frecuencia individual con campo difuso del auricular probado aplicando la siguiente fórmula:

$$G_{DS\ ind} \text{ (con relación a } 1 \text{ Pa/V)} = 20 \log \frac{U_{SK}}{U_{SD}} \text{ dB} + L_D - 94 \text{ dB} - 20 \log \frac{U_K}{U_0} \quad \text{dB}$$

\* Estas condiciones se satisfacen en cámaras de reverberación que sirven para efectuar mediciones acústicas. De no disponerse de una cámara de ese tipo, respuesta en frecuencia de los auriculares de control con campo difuso en estudios, deberá determinarse por el método de medición indirecta (véase el § 4).

donde:

$G_{DS\ ind}$ : respuesta individual del auricular en campo difuso por banda frecuencias,

$U_{SK}$ : valor cuadrático medio de la tensión a la salida de la sonda, cuando se emplean auriculares como fuentes sonora,

$U_{SD}$ : valor cuadrático medio de la tensión a la salida de la sonda en el campo difuso,

$U_K$ : valor cuadrático medio de la tensión a la entrada de los auriculares,

$U_0$ : tensión de referencia de 1 V,

$L_D$ : nivel de la presión sonora con campo difuso en el punto de referencia.

### 3.6 Determinación de la respuesta en frecuencia con campo difuso

La respuesta en frecuencia con campo difuso del auricular  $G_{DS}$  se determina calculando la media aritmética de los resultados  $G_{DS\ ind}$  de los oyentes en cada banda de frecuencias. Se debe calcular también la desviación típica.

## 4. Método indirecto de medición

Cuando se haya determinado la respuesta en frecuencia con campo difuso de un casco de auriculares por el procedimiento directo, éste podrá utilizarse como referencia en lugar del campo sonoro difuso y se aplicarán luego en consecuencia los métodos de medición directa. La respuesta en frecuencia individual con campo difuso del auricular ensayado se determina con la siguiente fórmula:

$$G_{DS\ ind} \text{ (con relación a 1 Pa/V)} = G_{DSr} + 20 \log \frac{U_B}{U_K} \text{ dB} - 20 \log \frac{U_{SB}}{U_{SK}} \text{ dB}$$

donde:

$G_{DSr}$ : respuesta individual con campo difuso de los auriculares de referencia, por banda de frecuencias,

$U_{SB}$ : valor cuadrático medio de la tensión de salida de la sonda, cuando se emplean los auriculares de referencia como fuente sonora,

$U_B$ : valor cuadrático medio de la tensión a la entrada de los auriculares de referencia.

Si se ha elegido el método de medición indirecto, hay que indicar el tipo y la respuesta en frecuencia con campo difuso del auricular de referencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Documentos del CCIR

[1986-90]: a. 10/281 (Alemania (República Federal de)).

## BIBLIOGRAFÍA

SPIKOFSKI, G. [1988] The diffuse-field probe transfer function of studio-quality headphones. *EBU Rev. Tech.*, **229**, 111-126.

THEILE, G. [1986] On the standardisation of the frequency response of high-quality studio headphones, *J. Audio Eng. Soc.*, Vol. 34, 956-969.

## RECOMENDACIÓN 646\*

**CODIFICACIÓN EN LA FUENTE DE LAS SEÑALES DE SONIDO DIGITALES  
EN LOS ESTUDIOS DE PRODUCCIÓN DE RADIODIFUSIÓN**

(Cuestión 51/10, Programa de Estudios 51B/10)

(1986)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que la introducción de las técnicas digitales en los estudios de producción de radiodifusión supondrá una mejora de la calidad y de las posibilidades de explotación;
- b) que es necesario definir una frecuencia común de muestreo para los programas radiofónicos y para la señal de audio que acompaña a los programas de televisión, en las aplicaciones de los estudios de producción;
- c) que esta frecuencia de muestreo debe guardar una relación sencilla con la frecuencia de muestreo de 32 kHz recomendada por el CCIR para los enlaces de transmisión y para la radiodifusión por satélite, a fin de reducir los costes del equipo de transcodificación;
- d) que la gama dinámica debe dejar suficiente margen para el proceso de las señales, teniendo en cuenta que se recomienda una gama dinámica de 14 bits por lo menos para los enlaces de transmisión y la radiodifusión por satélite,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que la frecuencia de muestreo utilizada para la codificación digital de las señales radiofónicas en los estudios de radiodifusión, incluyendo las grabaciones, tenga un valor nominal de 48 kHz.
2. Que la frecuencia de muestreo utilizada para la codificación digital de las señales de audio que acompañan a los programas de televisión tenga el mismo valor.
3. Cuando un equipo audio digital opera en funcionamiento libre, la tolerancia máxima de la frecuencia de muestreo interna debe ser de  $\pm 1 \times 10^{-5}$ . Cuando están interconectados, en radiodifusión sonora o en televisión, varios equipos audio digitales, debe ser posible sincronizar la frecuencia de muestreo interna con una frecuencia de muestreo externa (por ejemplo, señales de sincronización de televisión, reloj maestro de la entidad de radiodifusión, reloj de alta precisión de una red de telecomunicaciones).
4. Que la codificación utilizada tenga una resolución mínima equivalente a 16 bits por muestra con codificación uniforme.
5. Que no se utilice preacentuación.

---

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 11 y de la CMTT.

## RECOMENDACIÓN 647-1\*

## INTERFAZ AUDIO DIGITAL PARA LOS ESTUDIOS DE RADIODIFUSIÓN

(1986-1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO:

- a) que será necesario interconectar digitalmente los diferentes aparatos audio digitales de los estudios de radiodifusión, con inclusión de los registradores audio en cinta magnética, los sistemas audio de los magnetoscopios, los mezcladores, etc.;
- b) que supondría una ventaja que todos los aparatos utilizaran las mismas conexiones de interfaz;
- c) que el interfaz debe dejar un margen para los procesos desde el punto de vista de la resolución;
- d) que el interfaz debe prever datos auxiliares de diversas clases;
- e) que habrá que estudiar detenidamente toda modificación a la presente Recomendación,

## RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. La adopción del interfaz que figura en los anexos I y II.
2. Que las propuestas de modificación de la presente Recomendación se adjunten primeramente al anexo III que figura a continuación para ser examinadas antes de su eventual aprobación por el CCIR y de la consiguiente modificación de los anexos I y II.

## ANEXO I

## 1. Introducción

En esta Recomendación se describe un interfaz serie destinado a la interconexión de los aparatos audio digitales en un estudio, mediante cables de unos centenares de metros de longitud.

Este interfaz está concebido principalmente para encaminar programas monofónicos o estereofónicos en un estudio, a una frecuencia de muestreo de 48 kHz y con una resolución de hasta 24 bits por muestra (las señales de la fuente se muestrearán y codificarán de conformidad con la Recomendación 646). Puede utilizarse también el interfaz para uno o los dos canales muestreados a 32 kHz. Se transmiten juntos con el programa una referencia de reloj e informaciones auxiliares.

Pueden utilizarse algunos de estos interfaces para la interconexión del equipo multicanal.

*Nota* — En esta especificación de un interfaz para aplicaciones profesionales se hace referencia también a un interfaz de utilización por el público. Ambos interfaces no son idénticos.

## 2. Terminología

## 2.1 Frecuencia de muestreo

La frecuencia de muestreo es la frecuencia de las muestras que representan una señal de audio. Cuando se transmiten dos señales a través del mismo interfaz, las frecuencias de muestreo deben ser idénticas.

## 2.2 Palabra de muestreo de la señal de audio

La palabra de muestra audio representa la amplitud de una muestra audio digital. La representación es lineal en forma binaria con complemento a 2. Los números positivos corresponden a tensiones lógicas positivas a la entrada del convertidor analógico-digital.

El número de bits atribuido a cada palabra es de 24 o de 20. Si la fuente proporciona menos bits que los que requiere el interfaz, los bits menos significativos no utilizados se ponen a 0 lógico.

Si el número de bits atribuidos es de 20, los 4 bits que quedan disponibles pueden utilizarse para suministrar hasta dos canales de audio de calidad vocal, uno en las subtramas «A» y otro en las subtramas «B». En el anexo II se dan más detalles.

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la CEI y de la AES (Sociedad de Ingeniería de Audio — Audio Engineering Society).

### 2.3 *Bandera de validez*

Una bandera de validez está asociada a cada muestra audio, para indicar si su valor es fiable o no.

### 2.4 *Estado del canal*

La señal del estado del canal lleva en una estructura fija información relativa a cada canal audio y puede ser decodificada por cualquier interfaz de usuario. Como ejemplos de información que lleva la señal del estado de canal se pueden citar: la longitud de las palabras de muestra audio, la indicación de preacentuación, la frecuencia de muestreo, los códigos temporales y códigos alfanuméricos de origen y de destino.

### 2.5 *Datos de usuario*

Se prevé un canal de datos de usuario para transmitir cualquier otra información. No se imponen limitaciones a la organización de los bits de usuario; no obstante, ofrece ventajas adoptar una estructura de bloques similar a la del estado del canal (véanse los § 2.10 y 3.6).

### 2.6 *Bits de paridad*

Se prevé un bit de paridad que permita la detección de un número impar de errores debidos a un funcionamiento incorrecto del interfaz.

### 2.7 *Preámbulos*

Los preámbulos son esquemas específicos para sincronización; existen tres preámbulos diferentes, que se describen en el § 3.4.

### 2.8 *Subtrama*

La subtrama es la estructura fija utilizada para llevar la información descrita en los anteriores § 2.2 a 2.7. En todo periodo de la frecuencia de muestreo de la fuente se transmiten secuencialmente dos subtramas, una para cada canal de audio.

### 2.9 *Trama*

La trama es una secuencia de dos subtramas.

### 2.10 *Bloque*

Un grupo de 192 tramas consecutivas constituye un bloque, que para cada canal contiene los 192 bits de datos del estado del canal y los 192 bits de datos de usuario. El comienzo de un bloque se indica mediante un preámbulo de subtrama especial.

### 2.11 *Codificación del canal*

La codificación del canal describe el método mediante el que se representan las cifras binarias para su transmisión a través del interfaz.

## 3. **Estructura del interfaz**

### 3.1 *Estructura de la subtrama*

Cada subtrama se divide en 32 intervalos de tiempo, numerados desde el 0 al 31 (fig. 1).

- *Los intervalos de tiempo del 0 al 3* transmiten uno de los tres preámbulos permitidos, denominados X, Y o Z. Se les utiliza para la sincronización de las subtramas, tramas y bloques.
- *Los intervalos de tiempo del 4 al 27* llevan la palabra de muestra audio en representación lineal con complemento a 2. El intervalo de tiempo 27 lleva el bit más significativo.
- Cuando se utiliza una gama de codificación de 24 bits, el bit menos significativo va en el intervalo de tiempo 4.
- Cuando es suficiente una gama de codificación de 20 bits, el bit menos significativo se encuentra en el intervalo de tiempo 8, y los intervalos 4 a 7 pueden destinarse a otras aplicaciones (llevar señales de calidad vocal para comentarios, coordinación o telefonía de servicio, por ejemplo) tal y como se describe en el anexo II. En estas circunstancias, los bits situados en los intervalos de tiempo 4 a 7 se denominan bits auxiliares de la muestra.

Si la fuente suministra menos bits que los que permite el interfaz (24 ó 20), los bits menos significativos no utilizados deben ponerse a un 0 lógico. Mediante este procedimiento pueden conectarse entre sí equipos que utilizan distintos números de bits.

- *El intervalo de tiempo 28* lleva la bandera de validez asociada a la palabra de muestra audio. Esta bandera se pone a 0 si la muestra audio es fiable y a 1 si no es fiable.
- *El intervalo de tiempo 29* lleva un bit del canal de datos de usuario asociado al canal audio transmitido en la misma subtrama.
- *El intervalo de tiempo 30* lleva un bit de la palabra de estado de canal asociado al canal audio transmitido en la misma subtrama.
- *El intervalo de tiempo 31* lleva el bit de paridad con un valor tal que los intervalos 4 a 31 inclusive tengan un número par de unos y un número par de ceros.

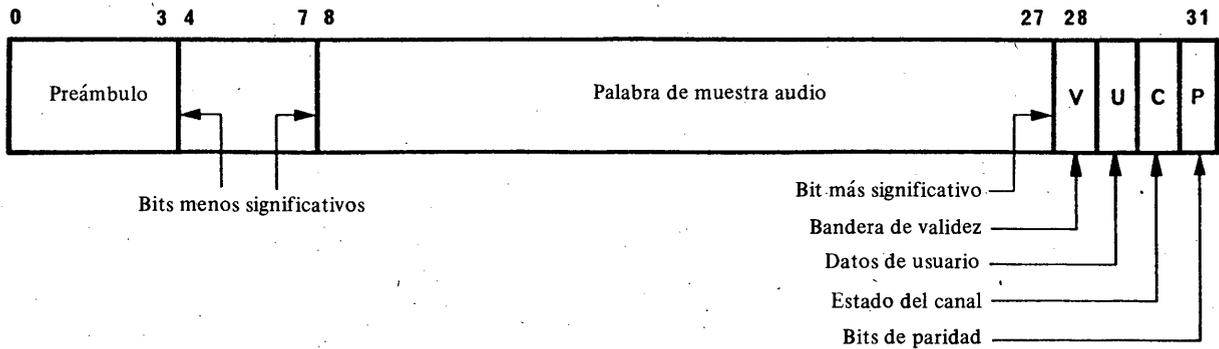


FIGURA 1 – Estructura de la sub-trama

3.2 Estructura de la trama

Una trama se compone de dos subtramas (fig. 2). La velocidad de transmisión de las tramas se corresponde exactamente con la frecuencia de muestreo de la fuente.

En el modo de funcionamiento de dos canales, las muestras tomadas de los dos canales se transmiten por multiplexación en el tiempo en subtramas consecutivas. Las subtramas relativas al canal 1 (canal izquierdo o «A») en funcionamiento estereofónico y canal primario en funcionamiento monofónico) utilizan normalmente el preámbulo X. Sin embargo, cada 192 tramas, se cambia el preámbulo Z, con lo que se define la estructura de bloque utilizada para organizar la información del estado del canal (véase el § 3.5).

Las subtramas del canal 2 (canal derecho o «B») en funcionamiento estereofónico y canal secundario en funcionamiento monofónico) utilizan siempre el preámbulo Y.

En el modo de funcionamiento en un canal se utiliza únicamente el canal 1. En las subtramas adscritas al canal 2, el intervalo de tiempo 28 (bandera de validez) tiene que ponerse a 1 (muestra no válida).

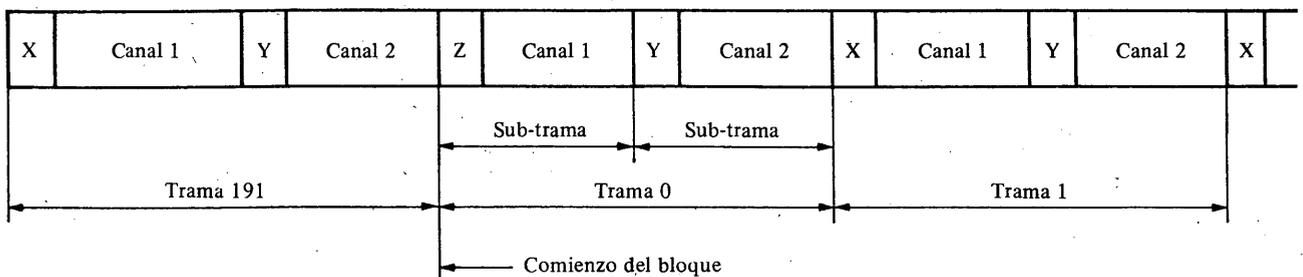


FIGURA 2 – Estructura de la trama

3.3 Codificación del canal

Para minimizar la componente continua en la línea de transmisión, facilitar la recuperación de la señal de reloj a partir de los datos y hacer insensible el interfaz a la polaridad de las conexiones, los intervalos de tiempo 4 a 31 se codifican en marca bifase.

Cada uno de los bits que se transmiten se representa mediante un símbolo que consta de dos estados binarios consecutivos. El primer estado de un símbolo siempre es diferente del segundo estado del símbolo precedente. El segundo estado del símbolo es idéntico al primero si el bit que se ha de transmitir es un cero y es diferente si es un 1 (fig. 3).

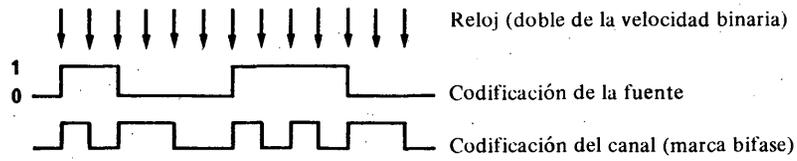


FIGURA 3 – Codificación del canal

3.4 Preámbulos

Los preámbulos son esquemas específicos que proporcionan la sincronización e identificación de las subtramas, tramas y bloques. Para lograr la sincronización dentro de un periodo de muestreo y hacer que este proceso sea completamente fiable, estos preámbulos incumplen las reglas del código de marca bifase, con lo que se evita que los datos puedan decodificarse como preámbulos o viceversa.

Se utilizan tres preámbulos transmitidos en el periodo atribuido a cuatro símbolos (intervalos de tiempo 0 a 3) y se representan por ocho estados consecutivos. El primer estado del preámbulo siempre es distinto del segundo estado del símbolo precedente (que representa el bit de paridad). Dependiendo de este estado (véase la nota), los preámbulos son:

- o bien:      preámbulo X: 11100010                      (subtrama 1)
- preámbulo Y: 11100100                      (subtrama 2)
- preámbulo Z: 11101000                      (subtrama 1 y comienzo del bloque)
- o:            preámbulo X: 00011101
- preámbulo Y: 00011011
- preámbulo Z: 00010111

Al igual que en el código de marca bifase, estos preámbulos no llevan componente continua y permiten una recuperación fácil del reloj. Difieren como mínimo en dos estados de cualquier secuencia bifase válida o de cualquier secuencia bifase separada por un estado, como ilustra la fig. 4 que representa el preámbulo X.

*Nota* – Debido a la presencia del bit de paridad en el intervalo de tiempo 31, todos los preámbulos comenzarán con una transición en el mismo sentido (véase el § 3.1). Así pues, sólo se transmitirá en la práctica uno de estos conjuntos de preámbulos a través del interfaz. No obstante, es necesario que cualquiera de los conjuntos sea decodificable, pues se puede producir una inversión de polaridad en la conexión.

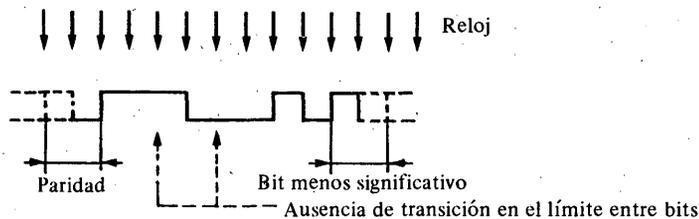


FIGURA 4 – Preámbulo X (11100010)

3.5 Formato de los datos de estado de canal

El estado de canal de cada una de las señales audio transporta información relacionada con la citada señal. De ese modo, diversos datos de estado de canal pueden ser transportados en las dos señales de estado de canal.

Los datos de estado del canal se estructuran en incrementos por octetos, con lo que habrá 24 octetos por bloque (véase la fig. 5).

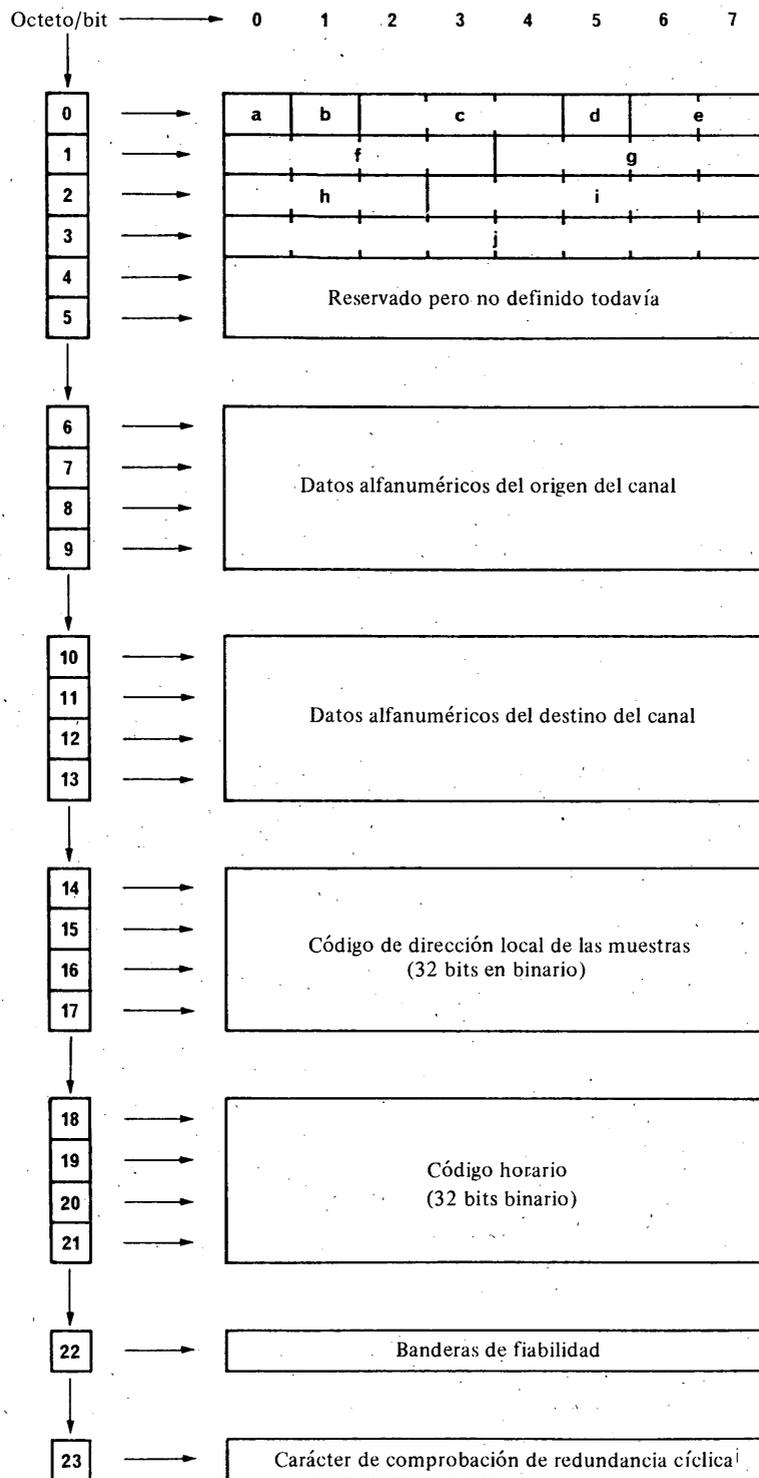


FIGURA 5 – Estructura de los datos de estado del canal

- |   |   |
|---|---|
| a: Utilización del bloque de estado de canal          | f: Modo de funcionamiento del canal                                   |
| b: Modo audio/no-audio                                | g: Gestión de los bits de usuario                                     |
| c: Acentuación de la señal de audio                   | h: Utilización de bits de muestreo auxiliares                         |
| d: Enganche de la frecuencia de muestreo de la fuente | i: Longitud de la palabra de fuente y antecedentes de la codificación |
| e: Frecuencia de muestreo                             | j: Descripción de un futuro funcionamiento multicanal                 |

Se indica a continuación la estructura específica, en la que el sufijo 0 indica el primer octeto o el primer bit.

*Octeto 0:*

<i>bit 0</i>	0	Utilización pública del bloque de estado del canal.
	1	Utilización profesional del bloque de estado del canal.
<i>bit 1</i>	0	Modo audio normal.
	1	Modo no-audio.
<i>bits 2 a 4</i>		Codificación de la acentuación de la señal audio.
<i>bit estado</i>	2 3 4	
	0 0 0	No se indica acentuación. El receptor pasa por tanto a situación de no acentuación con posibilidad de funcionamiento manual.
	1 0 0	Sin acentuación. Se anula la posibilidad de funcionamiento manual del receptor.
	1 1 0	Acentuación 50/15 µs. Se anula la posibilidad de funcionamiento manual del receptor.
	1 1 1	Acentuación según la Recomendación J.17 del CCITT (con pérdida de inserción de 6,5 dB a 800 Hz). Se anula la posibilidad de funcionamiento manual del receptor.

Los demás estados de los bits 2 a 4 no están definidos todavía, aunque están reservados.

<i>bit 5</i>	1	Frecuencia de muestreo de la fuente desbloqueada.
	0	Indicación de omisión y frecuencia de muestreo de la fuente bloqueada.
<i>bits 6 a 7</i>		Codificación de la frecuencia de muestreo.
<i>bit estado</i>	6 7	
	0 0	No se indica frecuencia de muestreo. El receptor pasa por tanto al funcionamiento a 48 kHz y se establece la posibilidad de funcionamiento manual o automático.
	0 1	Frecuencia de muestreo 48 kHz. Se anula la posibilidad de funcionamiento manual o automático.
	1 0	Frecuencia de muestreo 44,1 kHz. Se anula la posibilidad de funcionamiento manual o automático.
	1 1	Frecuencia de muestreo 32 kHz. Se anula la posibilidad de funcionamiento manual o automático.

*Nota* — El significado de los bits 0 a 4 es tal que puede reconocerse una transmisión procedente de un interfaz destinado al público y un receptor que acepte únicamente el formato destinado al público recibirá correctamente una señal con formato adecuado de un transmisor de tipo profesional.

*Octeto 1:*

<i>bits 0 a 3</i>		Codificación del modo de funcionamiento del canal.
<i>bit estado</i>	0 1 2 3	
	0 0 0 0	Modo no indicado. El receptor pasa por tanto al modo de dos canales. Posibilidad de funcionamiento manual.
	0 0 0 1	Modo de dos canales. Se anula la posibilidad de funcionamiento manual.
	0 0 1 0	Modo de un solo canal (monofónico). Se anula la posibilidad de funcionamiento manual.
	0 0 1 1	Modo primario/secundario (el canal 1 es el primario). Se anula la posibilidad de funcionamiento manual.
	0 1 0 0	Modo estereofónico con muestras simultáneas en el canal 1 y en el canal 2 (el canal 1 es el canal izquierdo). Se anula la posibilidad de funcionamiento manual.
	0 1 0 1	Modo estereofónico con muestreo alterno (el canal 1 es el canal izquierdo y se muestrea antes que el canal 2). Se anula la posibilidad de funcionamiento manual.
	0 1 1 0	Reservado pero no definido.
	a	
	1 1 1 0	Reenvío al octeto 3 para aplicaciones futuras.
	1 1 1 1	
<i>bits 4 a 7</i>		Codificación de la gestión de los bits de usuario. Reservado, aunque no definido todavía.

*Nota* — Para todo canal en que se utilice el estado de canal, se transmitirán todos los datos de los octetos 0 y 1 del bloque de estado del canal en cuestión.

Si no se utiliza el estado del canal, se pondrán a 0 lógico todos los datos del bloque de estado del canal. En este caso, el interfaz de recepción pasará a una frecuencia de muestreo de 48 kHz, funcionamiento en modo de dos canales, con datos de muestreo de audio de 20 bits y sin preacentuación.

Hay que señalar que en este estado no se pueden recibir comunicaciones de un transmisor de tipo público.

**Octeto 2:**

**bits 0 a 2**

Codificación de la utilización de bits auxiliares de la palabra de muestra audio.

bit estado            0 1 2  
                          0 0 0

La utilización de los bits de muestreo auxiliares no está definida. La longitud de la palabra de muestra de audio es de 20 bits.

0 0 1

Bits de muestreo auxiliares utilizados como muestras principales de audio. La longitud de la palabra de muestra de audio es de 24 bits.

0 1 0

Bits de muestreo auxiliares en este canal utilizados para transportar una sola señal de coordinación.

0 1 1

Bits de muestreo auxiliares en ambas subtramas utilizados para transportar dos señales de coordinación.

1 0 0

a

1 1 1

Reservados, aunque no definidos todavía.

**bits 3 a 7**

Codificación de la longitud de palabra de la fuente y antecedentes de la codificación. Reservados, aunque no definidos.

**Octeto 3:**

Reservado para describir el funcionamiento multicanal ulterior por reenvío a partir del octeto 1. Valor supletorio 0 0 0 0 0 0 0 0.

**Octetos 4 a 5:**

Reservados aunque no definidos todavía. Valor supletorio 0 0 0 0 0 0 0 0.

**Octetos 6 a 9:**

Datos alfanuméricos de origen del canal. Datos ASCII de 7 bits con uno de paridad impar. (El primer carácter del mensaje es el octeto 6.)

**Octetos 10 a 13:**

Datos alfanuméricos de destino del canal. Datos ASCII de 7 bits con uno de paridad impar. (El primer carácter del mensaje es el octeto 10.)

**Octetos 14 a 17:**

Código de la dirección local de las muestras\* (32 bits en binario). Los bits menos significativos se envían en primer lugar. Su valor es el de la primera muestra del bloque en curso.

**Octetos 18 a 21:**

Código horario\*\* (32 bits en binario). Los bits menos significativos se envían en primer lugar. Su valor es el de la primera muestra del bloque en curso.

**Nota** — A los efectos de la trascodificación a tiempo real o a códigos temporales en particular, un valor «todos ceros» debe corresponder a medianoche (es decir, 00 h, 00 min, 00 s, 00 tramas).

La trascodificación del número binario a cualquier código temporal convencional necesitará únicamente conocer la frecuencia de muestreo para obtener el valor del código temporal con precisión de una muestra, o para deducir otra información de temporización en forma convencional.

**Octeto 22:**

Bandera utilizada para determinar si la información que lleva el estado del canal es fiable.

**bits 0 a 3**

Reservados, puestos a cero.

**bit 4**

1

Octetos 0 a 5 no son fiables.

**bit 5**

1

Octetos 6 a 13 no son fiables.

**bit 6**

1

Octetos 14 a 17 no son fiables.

**bit 7**

1

Octetos 18 a 21 no son fiables.

**Octeto 23:**

Carácter de control (CRCC) de los datos de estado del canal. El polinomio generador es:  $G(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$ . El CRCC lleva información para comprobar la recepción válida de todo el bloque de datos de estado del canal (inclusive los octetos 0 a 22), con un estado inicial de todos los bits igual a 1.

\* Este código tiene la misma función que un índice de cómputo de registro.

\*\* Este código representa la hora del día fijada durante la codificación de la señal en la fuente y debe permanecer inalterado durante las operaciones subsiguientes.

3.6 Estructura de los datos del usuario

Los bits de datos de usuario pueden emplearse en cualquier manera que requiera éste. No obstante, en muchas aplicaciones, es ventajoso adoptar una estructura del bloque similar a la del estado del canal, teniendo alineados los límites entre bloques con los de los bloques de estado del canal.

Por ejemplo, en algunos esquemas de sincronización en que puede ser necesario repetir o descartar muestras para mantener el sincronismo a largo plazo, la perturbación en los datos de estado del canal y de usuario puede minimizarse si la repetición o eliminación atañen a bloques de 192 muestras en la forma que se define la estructura de bloques del interfaz.

El valor supletorio de los bits de usuario es el 0 lógico.

4. Características eléctricas

4.1 Generalidades

Los parámetros eléctricos del interfaz se basan en los que define la Recomendación V.11 del CCITT para los circuitos digitales simétricos en tensión. Para obtener una simetría del transmisor, del receptor o de ambos, mejor que la recomendada por el CCITT, se puede utilizar la configuración general del circuito de transmisión de la fig. 6. En esta versión de interfaz que utiliza transformadores en el transmisor y en el receptor, los condensadores serie aíslan los transformadores de la corriente continua. Aunque se emplea la igualación en el receptor, no está admitido que dicha igualación se efectúe antes de la transmisión.

El cable de conexión debe estar apantallado y tendrá una impedancia característica del orden de 90 a 120  $\Omega$  a las velocidades de transmisión utilizadas. Estas velocidades pueden calcularse multiplicando las frecuencias de muestreo de la fuente por 64, que es el número de bits por trama.

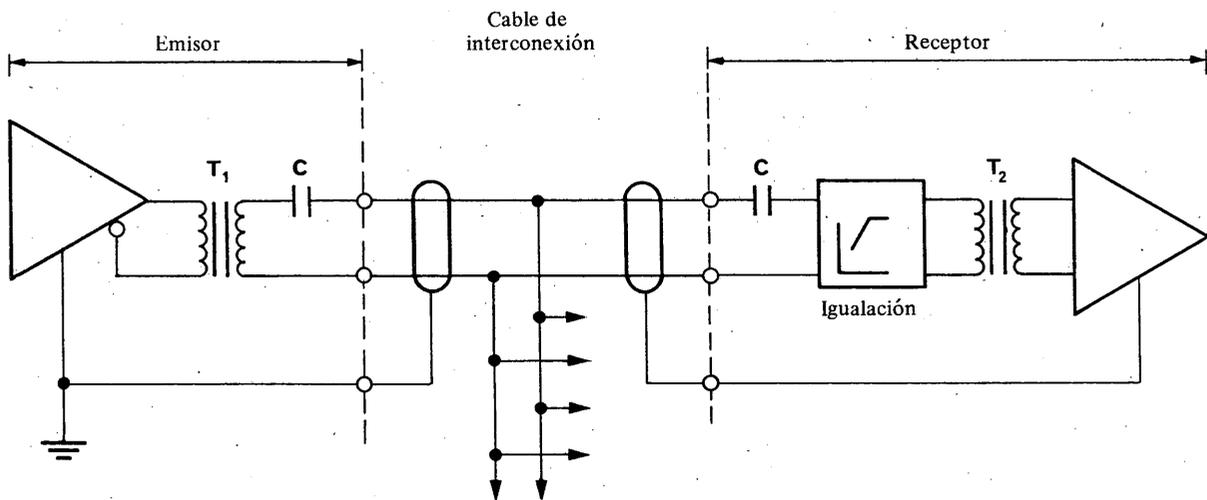


FIGURA 6 – Configuración general del circuito

4.2 Características del emisor

4.2.1 Impedancia de salida

La salida del emisor debe ser simétrica con una impedancia interna de  $110 \Omega \pm 20\%$ , medida en los terminales en los que se conecta la línea, y a frecuencias de 0,1 a 6 MHz.

4.2.2 Amplitud de la señal

La amplitud cresta a cresta de la señal estará comprendida entre 3 y 10 V, cuando se mida entre los extremos de una resistencia de  $110 \Omega$  conectada a los terminales de salida, sin ningún cable de interconexión.

#### 4.2.3 Tiempos de elevación y caída

Los tiempos de elevación y caída, que se determinan entre puntos del 10% y 90% de la amplitud, estarán comprendidos entre 10 y 30 ns, medidos entre los extremos de una resistencia de 110  $\Omega$  conectada a los terminales de salida, sin ningún cable de interconexión.

#### 4.2.4 Fluctuación del reloj

Las transiciones de los datos se producirán dentro de los  $\pm 20$  ns del periodo nominal del reloj medidas entre puntos a tensión-mitad.

### 4.3 Características del receptor

#### 4.3.1 Impedancia terminal

El receptor presentará una impedancia de 250  $\Omega$ , fundamentalmente resistiva, al cable de interconexión, en la banda de frecuencias comprendida entre 0,1 y 6 MHz. No se conectarán más de cuatro receptores al cable de interconexión de un emisor. No obstante, para las longitudes mayores del cable, tal vez haya que reducir este valor para cumplir los requisitos del § 4.3.3.

#### 4.3.2 Señales máximas de entrada

El receptor interpretará correctamente los datos cuando esté conectado directamente a un emisor que trabaje entre los límites extremos de tensión especificados en el § 4.2.2.

#### 4.3.3 Señales mínimas de entrada

El receptor deberá detectar correctamente los datos cuando una señal aleatoria a su entrada produzca un diagrama en ojo caracterizado por un  $V_{min}$  de 200 mV y un  $T_{min}$  del 50% del  $T_{nom}$  (véase la fig. 7).

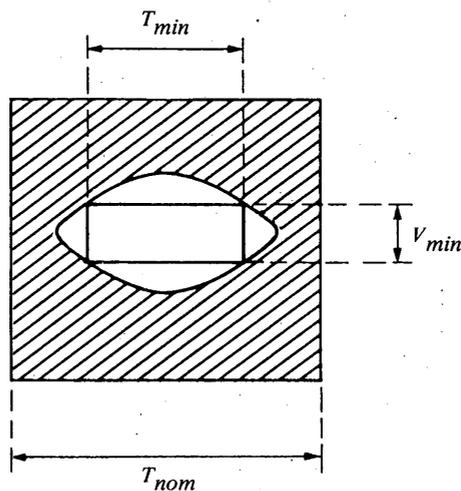


FIGURA 7 - Diagrama en ojo

$$T_{min} = 0,5 \times T_{nom}$$

$$V_{min} = 200 \text{ mV}$$

$T_{nom}$ : La mitad del periodo del símbolo bifase

#### 4.3.4 Igualación en el receptor

En el receptor se deberá efectuar una igualación a fin de que puedan utilizarse cables de interconexión de longitud superior a 100 m. En la fig. 8 se propone una curva característica de igualación en función de la frecuencia. El receptor debe seguir cumpliendo los requisitos especificados en los § 4.3.2 y 4.3.3.

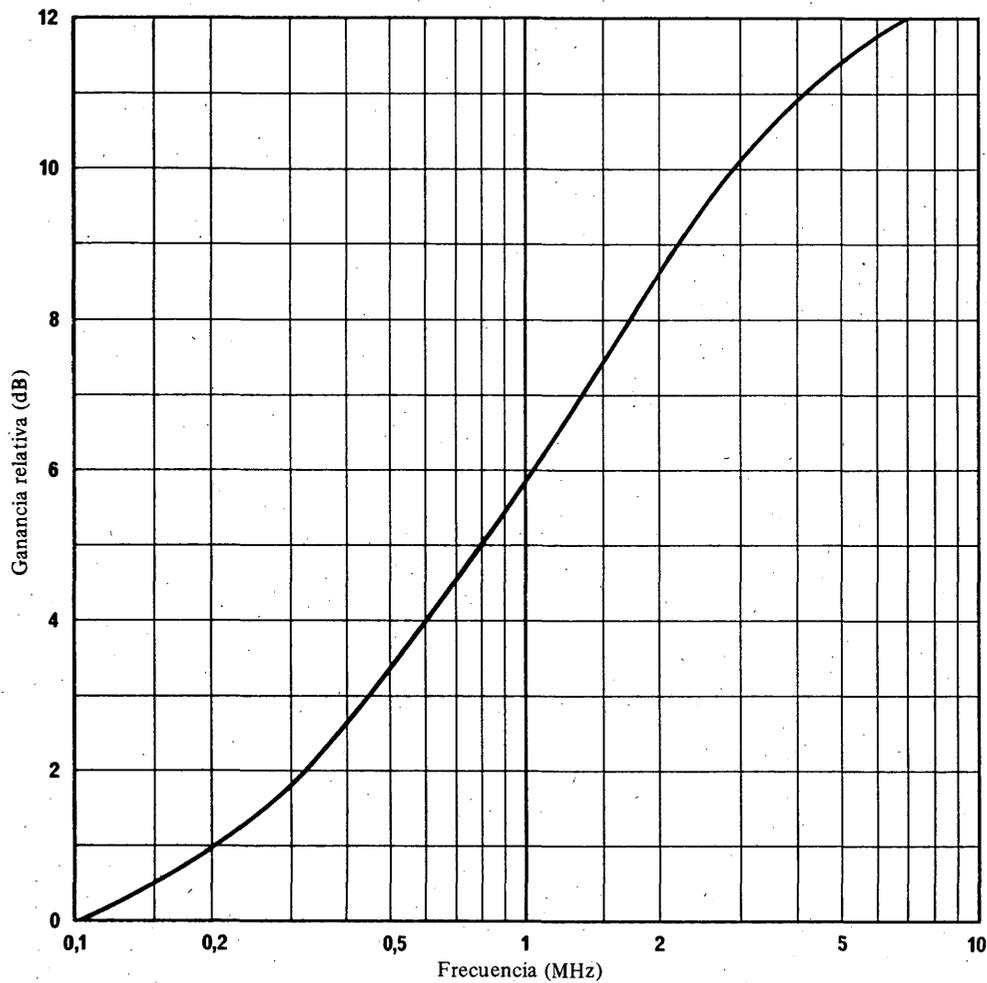


FIGURA 8 – Característica de igualación propuesta para el receptor

**5. Conectores**

El conector normalizado, tanto para las salidas como para las entradas, será el de bloqueo circular y tres contactos descrito en la Publicación 268-12 de la CEI, equipo para sistemas de sonido, parte 12, conectores para radiodifusión y usos análogos (este tipo de conector se denomina a veces «XLR»).

Por lo que se refiere al empleo de los contactos y las cubiertas para entradas y salidas, se aplicará la norma fijada por la CEI.

Dicha norma dice:

Un conector de salida de un equipo utilizará patillas macho y una cubierta hembra. El conector del cable correspondiente tendrá patillas hembra y una cubierta macho.

Un conector de entrada de un equipo tendrá patillas hembra y cubierta macho, y el conector del cable correspondiente tendrá patillas macho y cubierta hembra.

La función de las patillas será:

- Patilla 1: pantalla del cable o tierra de la señal
- Patilla 2: señal
- Patilla 3: señal

(Obsérvese que la polaridad relativa de las patillas 2 y 3 no tiene importancia en el caso de señales digitales.)

Los fabricantes de equipos deben identificar claramente las entradas y salidas digitales con los términos «entrada digital de audio» o «salida», según convenga.

Cuando la superficie sea reducida o cuando las funciones de los conectores puedan confundirse con las de un conector de señal analógica se utilizarán las abreviaturas «DI» o «DO» para indicar las entradas o salidas digitales de audio, respectivamente.

## ANEXO II

### SUMINISTRO DE CANALES DE CALIDAD VOCAL ADICIONALES A TRAVÉS DEL INTERFAZ DIGITAL

Cuando el interfaz audio digital transporta señales audio muestreadas a 48 kHz en el estudio, y cuando el número de bits atribuidos a la palabra muestra de audio es de 20 (por ejemplo a la salida de un estudio en el que los niveles de señales habrán sido controlados por el operador del estudio), hay disponibles cuatro bits para su uso como bits de muestra auxiliar. Estos últimos pueden ser utilizados para llevar señales de calidad vocal. El suministro de canales de calidad vocal a través de los mismos interfaces que están transportando el audio del programa permite señales de «coordinación» o «telefonía de servicio» que son utilizadas en radiodifusión para comunicación entre estudios, continuidad, áreas de grabación, etc., en el centro de estudios a conectar a través del mismo sistema de encaminamiento tal como se utiliza para el audio del programa. Esto conduce a un sistema de encaminamiento digital más simple y económico que el que sería necesario si las señales del programa y de calidad vocal tuvieran que ser encaminadas separadamente [Gilchrist y otros, 1986].

Las señales de calidad vocal son muestreadas a 16 kHz (es decir, exactamente a un tercio de la frecuencia de muestreo del audio del programa), codificadas uniformemente con 12 bits por muestra y encaminadas en grupos de 4 bits al mismo tiempo en los bits de muestra auxiliar de las subtramas de interfaz, tal y como se muestra en la fig. 9. Una de dichas señales puede enviarse en las subtramas «A» y la otra en las subtramas «B». El preámbulo «Z» al principio de cada bloque se utiliza como palabra de alineación de trama para las señales de calidad vocal, seguido inmediatamente de los 4 bits menos significativos de la primera muestra, tal como se indica en la fig. 10. La fig. 10 también muestra el entrelazado de las dos señales de calidad vocal, 4 bits al mismo tiempo.

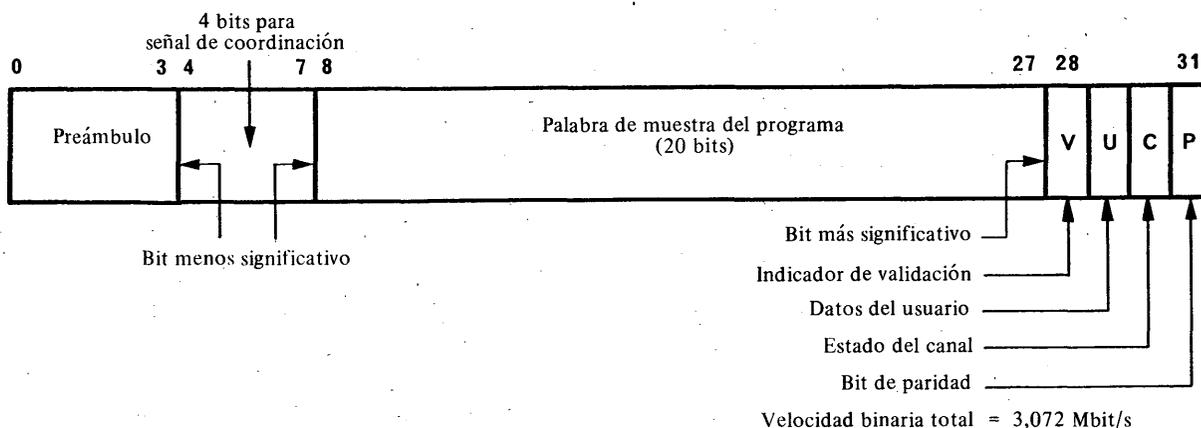


FIGURA 9 - Subtrama de 32 bits

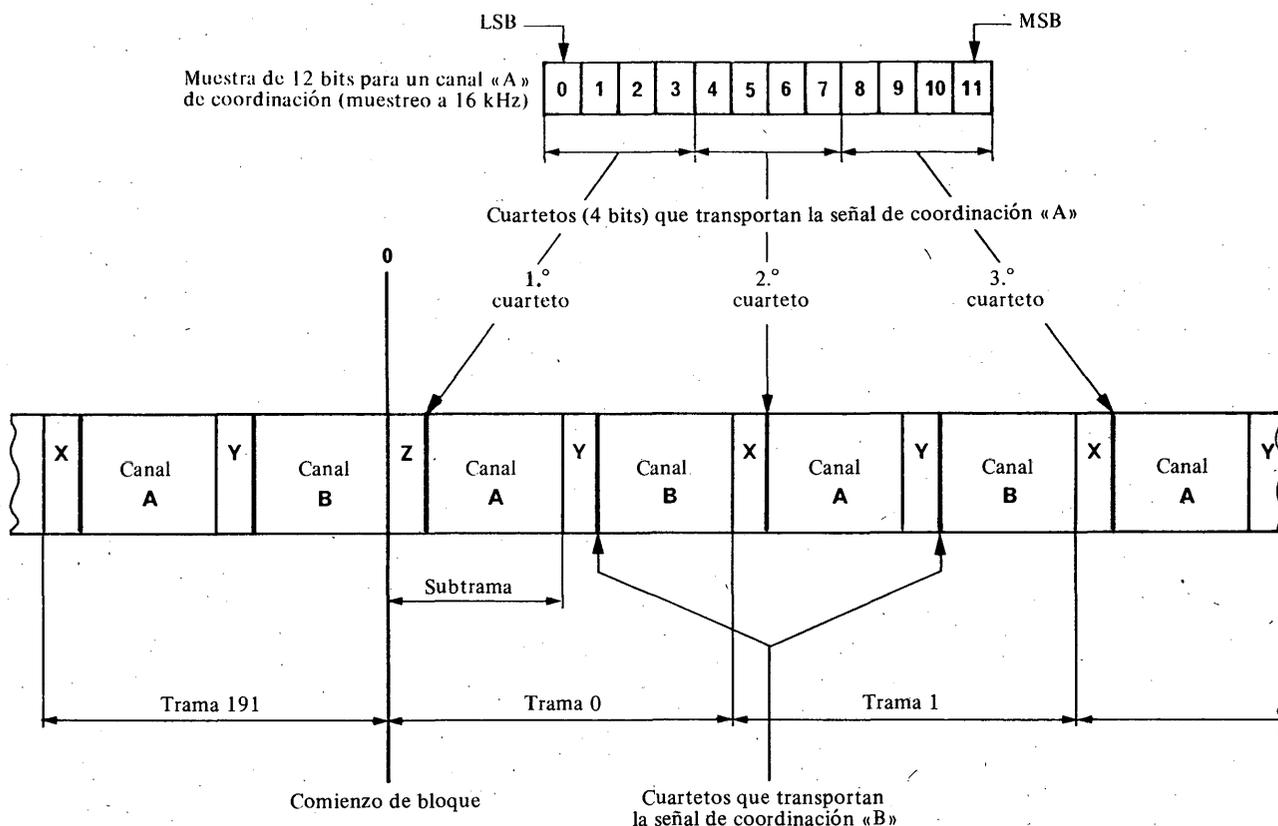


FIGURA 10 — Estructura de trama y de bloque

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GILCHRIST, N. H. C., CROWE, G. W. y LEGG, G. R. [1986] Routing of digital audio signals in a radio broadcasting centre. IEE Conference Publication No. 268, 114-117. *International Broadcasting Convention, 1986 (IBC 86)*.

ANEXO III

EVOLUCIÓN DEL INTERFAZ AUDIO DIGITAL

1. Introducción

Podrán proponerse modificaciones para mejorar las facilidades ofrecidas por el interfaz, o para conseguir la adaptación de éste a determinadas aplicaciones. Es importante que se estudien a fondo las ventajas y desventajas de tales modificaciones, no sólo por parte de los proponentes sino también por otros usuarios del interfaz.

En el presente anexo se exponen varias modificaciones e ideas que han sido propuestas, aunque no necesariamente adoptadas. Publicando esta información, se pretenden los fines siguientes:

- hacer consciente al usuario de ciertos problemas que podrían presentarse en el futuro;
- hacer consciente al usuario de nuevas necesidades y facilidades que serían posibles;
- ayudar al usuario a utilizar eficazmente el interfaz, tanto en aplicaciones actuales como futuras;
- prevenir a los fabricantes de equipos de interfaz acerca de la posible evolución de ciertos aspectos;
- estimular nuevos estudios.

## 2. Códigos de tiempo alternativos

Las especificaciones originales del interfaz audio digital estipulan el empleo de «códigos de dirección de muestras», que son recuentos binarios de muestras (es decir, en la frecuencia de muestreo de la señal de audio). Esta codificación de tiempo es ideal para numerosas aplicaciones exclusivamente audio en un entorno digital, y diversas organizaciones han desarrollado equipos de edición audio sobre disco mediante códigos de tiempo de dirección de muestras.

Sin embargo, en algunas aplicaciones (por ejemplo, televisión o grabación [CCIR, 1986-90a]) pudiera ser necesario interconectar dos aparatos distintos que utilicen un mismo código de tiempo DCB (decimal en codificación binaria, en ocasiones denominado «código de tiempo SMPTE/UER»). Podría ocurrir que los aparatos fuesen compatibles en cuanto al código de tiempo, pero no pudiesen intercambiar información sobre dicho código vía el interfaz audio digital sin efectuar una transcodificación a partir de y con destino a la modalidad de dirección de muestras, a causa de restricciones del interfaz.

Se exponen a continuación algunas posibles soluciones.

### 2.1 *Sustitución de la dirección de muestras por un código de tiempo DCB*

Una posibilidad consistiría en sustituir directamente los códigos de tiempo de dirección de muestras por códigos de tiempo DCB, utilizando el mismo número de octetos en las mismas posiciones de las palabras de estado de canal del interfaz (4 octetos por código de tiempo). A fin de que el interfaz pueda transportar cualquiera de los dos tipos de código, es recomendable utilizar uno de los bits del estado de canal para señalar la sustitución del código de dirección de muestras por el código de tiempo DCB [CCIR, 1986-90b].

### 2.2 *Utilización de un código de tiempo que incorpore en el estado de canal elementos tanto del código DCB como del código de dirección de muestras*

Otra posibilidad consistiría en obtener un código de tiempo que reuniese elementos de ambos tipos. Por ejemplo, la parte más significativa del código de tiempo podría ser una representación DCB de valores de hora, minuto y segundo, y los valores de segundo podrían estar indicados mediante un recuento binario de muestras. Análogamente, podrían indicarse en el recuento DCB los campos de televisión y bloques de interfaz, en tanto que el recuento binario de muestras operaría como parte del recuento de bloques en los interfaces [Du Boyce, 1989].

De ese modo, se podría establecer un código de tiempo que cumpliera los requisitos de los aparatos con código DCB y que a la vez incorporase la resolución de los códigos de dirección de muestras. Sin embargo, una desventaja de este método es que serían necesarios más octetos en el estado de canal para ese tipo de código, lo que exigiría una reorganización del estado de canal y el requisito de que los equipos que utilicen código de dirección de muestras codifiquen y decodifiquen la parte DCB del código de tiempo en los interfaces.

### 2.3 *Utilización de códigos de tiempo adicionales en el canal de usuario*

Podría también utilizarse el canal de datos de usuario del interfaz para transportar códigos de tiempo DCB, además de los códigos de dirección de muestras del estado de canal. Probablemente, el canal de datos de usuario es demasiado valioso como para dedicarlo exclusivamente al transporte de códigos de tiempo; sin embargo, se ha desarrollado un sistema HDLC (control de enlace de datos de alto nivel) — “High-level Data Link Control” que permite transportar los códigos de tiempo y otros datos por dicho canal de usuario [Komly y Viallevieille, 1989], y que podría convenir como norma para el transporte de muy diversos tipos de información por el canal de datos de usuario.

## 3. Señalización del número de bits inactivos en la muestra audio

Resulta útil en ocasiones añadir temblores digitales («dither») a las señales de audio digitales antes de truncar o redondear éstas, a fin de evitar la aparición de distorsión granular. Sin embargo, no es posible aplicar correctamente esos temblores a menos que se conozca la longitud (es decir, el número de bits activos) de la palabra audio.

La facilidad que indica la longitud de palabra audio está radicada en los bits 3 a 7 del octeto 2 del estado de canal. Estos bits están reservados para ese fin, así como para indicar la «historia de codificación de la fuente». Ha habido una propuesta en el sentido de utilizar un código de 3 bits, transportado en los bits 3, 4 y 5 del octeto 2, para señalar el número de bits inactivos [CCIR, 1986-90c]. A partir de esa información es posible deducir el número de bits activos (es decir, la longitud de palabra audio).

#### 4. Información sobre copias

En cierta propuesta de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) [CCIR, 1986-90d] se aborda el tema de la protección de derechos de autor, así como los medios que permitirían indicar en el interfaz del usuario cuándo determinada grabación es original o copia. Debería examinarse la posibilidad de incorporar dicha información en el estado de canal de interfaz para usos profesionales.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DU BOYCE, T. [octubre de 1989] A proposal for a sample-block format AES-EBU channel status time code. Documento presentado al AES Standards Subcommittee on Digital Audio, Working Group on Input/Output Interfacing.

KOMLY, A. y VIALLEVIEILLE, A. [septiembre de 1989] Programme labelling in the user channel. Digest of the AES Interface Conference. Londres, Reino Unido.

#### *Documentos del CCIR*

[1986-90]: a. 10/344 (10-11R); b. 10/246 (Reino Unido); c. 10/214 (Reino Unido); d. 10/324 (CEI).

---

**PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK**

**PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT**

**SECCIÓN 10D: GRABACIÓN DE PROGRAMAS DE RADIODIFUSIÓN SONORA**

Los textos relativos a esta sección figuran en la parte 3 de los Volúmenes X y XI.

---

**SECCIÓN 10E: SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN (SONORA) POR MEDIO DE SATÉLITES**

Los textos relativos a esta sección figuran en la parte 2 de los Volúmenes X y XI.

---

**PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK**

**PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT**

## RESOLUCIONES Y RUEGOS

## RESOLUCIÓN 64

**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO  
PARA LA RADIODIFUSIÓN SONORA EN LA ZONA TROPICAL**

(1978)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

que los estudios acerca de las características del ruido radioeléctrico atmosférico y la compilación de datos relativos al ruido son de la competencia de la Comisión de Estudio 6,

## DECIDE, POR UNANIMIDAD:

1. Que los resultados de los estudios contenidos en el Informe 303 (Ginebra, 1974), que ya no aparecen en los actuales textos del CCIR, sean señalados a la atención de la Comisión de Estudio 6.
  2. Que la Comisión de Estudio 6 considere dicha información cuando se revisen los datos sobre la distribución mundial del ruido atmosférico radioeléctrico que figuran en el Informe 322.
-

## RESOLUCIÓN 76-1

## PRESENTACIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE ANTENAS

(1982-1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO:

- a) que en su Resolución N.º 516, la CAMR HFBC-87 invitaba al CCIR a actualizar su Manual de diagramas de antenas y a la IFRB a basar sus Normas técnicas en esa publicación;
- b) que se necesitan nuevos tipos de antenas, tales como las utilizadas por las administraciones para la radiodifusión por ondas decamétricas, para complementar la publicación del CCIR, Diagramas de antenas, edición de 1984;
- c) que la Comisión de Estudio 10 ya realizó un trabajo considerable a este respecto, con motivo de la preparación de la CAMR HFBC-84 y de la CAMR HFBC-87;
- d) que en el marco de sus Programas de Estudios 44H/10 y 45F/10 la Comisión de Estudio 10 tiene la misión de evaluar los diagramas de radiación de antenas en ondas decamétricas, incluido el estudio de su calidad de funcionamiento en términos de cobertura e interferencia,

## RESUELVE, POR UNANIMIDAD:

1. Que los resultados de los estudios efectuados por la Comisión de Estudio 10 y los correspondientes diagramas de antenas figuren en una Recomendación del CCIR publicada separadamente.
2. Que esta Recomendación, al tiempo que asegura una cierta continuidad con publicaciones anteriores del CCIR sobre diagramas de antena, contenga la información técnica fundamental y complementaria suficiente para servir de orientación en la elección de la antena adecuada al servicio que se desea, junto con otros posibles datos propios de su explotación práctica.
3. Que aparezca en esta Recomendación un conjunto adecuado de diagramas de antena, que abarque tanto como sea posible la gama de tipos de antenas utilizadas por las administraciones.
4. Que se complemente esta Recomendación con programas adecuados de computador para el cálculo de diagramas de radiación de antena, los cuales serán facilitados por la Secretaría del CCIR, que además se ocupará del mantenimiento del soporte lógico.
5. Que se invite a los participantes en los trabajos del CCIR a cooperar en el mantenimiento y actualización de esta nueva Recomendación, presentando las Contribuciones que sean pertinentes al CCIR.

## RUEGO 15-3

## RADIODIFUSIÓN EN LA BANDA DE 26 MHz

(1953-1966-1970-1974)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que en la radiodifusión a larga distancia, es importantísimo utilizar todas las bandas de frecuencias de que se dispone;
- b) que cuando el número de manchas solares llega a 70, pueden realizarse durante el día transmisiones eficaces de radiodifusión a larga distancia por muchos trayectos, en frecuencias de la banda de 26 MHz;
- c) que estas frecuencias se emplean raramente;
- d) que las transmisiones en estas frecuencias, cuando pueden efectuarse, presentan importantes ventajas por el bajo nivel del ruido atmosférico y la reducida absorción,

FORMULA, POR UNANIMIDAD, EL SIGUIENTE RUEGO:

1. Que las administraciones señalen a los organismos de radiodifusión las ventajas de la banda de 26 MHz para la radiodifusión terrenal a larga distancia, en condiciones ionosféricas favorables.
2. Que se informe de estas posibilidades a los fabricantes de receptores y se les incite a ampliar la gama de sintonía de sus aparatos, con objeto de permitir la recepción en la banda de 26 MHz.



## RUEGO 51\*

**ESTUDIO DE TÉCNICAS DIGITALES POR LAS COMISIONES  
DE ESTUDIO DEL CCIR Y LA CMTT**

(1974)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que el estudio de las técnicas digitales será una parte importante del futuro trabajo de las Comisiones de Estudio 4, 9, 10, 11 y CMTT;
- b) que por el momento se han asignado a la Comisión de Estudio XVIII del CCITT todas las cuestiones relativas a la modulación por impulsos codificados que estudia el CCITT;
- c) que la Comisión de Estudio XVIII del CCITT establecerá los requisitos en materia de calidad de funcionamiento de los sistemas de transmisión, trabajo para el que deberá conocer los regímenes binarios probables de los distintos servicios asegurados por la red digital y las posibilidades de los diversos medios de transmisión, incluidos los sistemas de radiocomunicaciones terrenales y por satélite,

## FORMULA, POR UNANIMIDAD, EL SIGUIENTE RUEGO:

1. Que los trabajos de las Comisiones de Estudio 4 y 9 del CCIR en materia de sistemas de transmisión digital se coordinen estrechamente con la labor de la Comisión de Estudio XVIII del CCITT. El Director del CCIR deberá comunicar a la Comisión de Estudio XVIII la documentación pertinente de las Comisiones de Estudio 4 y 9.
2. Que las Comisiones de Estudio 10 y 11 estudien los métodos de codificación digital y de protección contra errores apropiados para la radiodifusión, la grabación y el tratamiento en estudio de las señales radiofónicas y de televisión, respectivamente, y que estudien métodos para reducir la redundancia en dichas señales.
3. Que la CMTT estudie los métodos de codificación digital, transcodificación y protección contra errores apropiados para la transmisión a larga distancia de señales radiofónicas y de televisión. También tendrá a su cargo la coordinación necesaria para asegurar que sus trabajos y los de las Comisiones de Estudio 10 y 11 sean comunicados a la Comisión de Estudio XVIII del CCITT de una manera unificada, a través del Director del CCIR.
4. Que el resultado del trabajo de la Comisión de Estudio XVIII del CCITT sea comunicado a las Comisiones de Estudio interesadas del CCIR, por conducto del Director del CCIR.

---

\* Se solicita al Director del CCIR que señale este Ruego a la atención de la CEI y del CCITT.

## RUEGO 59\*

## SIMULACIÓN DE SEÑALES RADIOFÓNICAS

(1978)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que las señales radiofónicas en forma de ruido coloreado que pueden servir para diversas utilidades, se incluyen en las Recomendaciones 559 y 571, y están siendo consideradas por la CEI;
- b) que debe reducirse al mínimo el número de tales señales,

## FORMULA, POR UNANIMIDAD, EL SIGUIENTE RUEGO:

1. Que la labor de la Comisión de Estudio 10 del CCIR sobre la simulación de señales radiofónicas se coordine estrechamente con los trabajos de la CMTT y de la CEI (SC 29B). El Director del CCIR debe transmitir directamente a la CEI los documentos pertinentes de la Comisión de Estudio 10, y el Relator Principal de dicha Comisión debe hacerle propio con el Relator Principal de la CMTT.
2. Se invita a la CEI a que comunique al Relator Principal de la Comisión de Estudio 10 cualquier resultado ulterior de sus trabajos, a través del Director del CCIR.

---

\* Véase el Informe 798.

## RUEGO 74-1 \*

**SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN ENTRE LOS RECEPTORES  
DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y LOS EQUIPOS ASOCIADOS**

(1982-1990)

El CCIR,

## CONSIDERANDO

- a) que es importante facilitar la mejora y aumentar la eficacia de los sistemas de difusión;
- b) que hasta la fecha la introducción de tales mejoras se ha retrasado a menudo por la necesidad de esperar que los equipos que posee el público queden anticuados;
- c) que esa demora podría reducirse si se proporcionasen los medios adecuados para la interconexión de los equipos asociados;
- d) los estudios del CCIR decididos en los Programas de Estudios 46G/10 y 46H/10,

## FORMULA, POR UNANIMIDAD, EL SIGUIENTE RUEGO:

Que se invite a la CEI a estudiar y establecer normas para la interconexión entre los receptores de radiodifusión sonora, los grabadores y lectores de sonido, los decodificadores para servicios suplementarios de radiodifusión sonora y otro equipo asociado destinado a uso del público, teniendo debidamente en cuenta los estudios que el CCIR realice sobre esta materia.

---

\* Se ruega al Director del CCIR que señale este Ruego a la atención de los Directores del CCITT y de la CEI. El presente Ruego se ha transmitido asimismo a la Comisión de Estudio 11.

