



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.

COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES

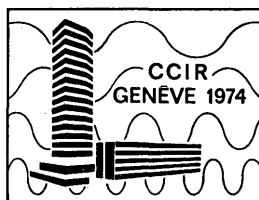
C.C.I.R.

XIII ASAMBLEA PLENARIA

GINEBRA, 1974

VOLUMEN III

SERVICIOS FIJOS EN FRECUENCIAS
INFERIORES A UNOS 30 MHz
(COMISIÓN DE ESTUDIO 3)



Publicado por la
UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
GINEBRA, 1975



COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES

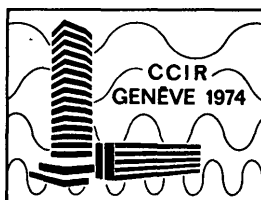
C.C.I.R.

XIII ASAMBLEA PLENARIA

GINEBRA, 1974

VOLUMEN III

SERVICIOS FIJOS EN FRECUENCIAS
INFERIORES A UNOS 30 MHz
(COMISIÓN DE ESTUDIO 3)



Publicado por la
UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
GINEBRA, 1975

ISBN 92-61-00043-6



PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

**SERVICIOS FIJOS EN
FRECUENCIAS
INFERIORES
A UNOS 30 MHz**

RECOMENDACIONES E INFORMES

3A: Sistemas completos

3B: Radiotelefonía

3C: Radiotelegrafía y facsímil

**CUESTIONES Y PROGRAMAS DE ESTUDIOS,
DECISIONES, RESOLUCIONES Y RUEGOS
(Comisión de estudio 3)**

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

DISTRIBUCIÓN DE LOS TEXTOS DE LA XIII ASAMBLEA PLENARIA DEL C.C.I.R. ENTRE LOS VOLUMENES I A XIII

Todos los textos del C.C.I.R. vigentes en la actualidad están contenidos en los Volúmenes I a XIII de la XIII Asamblea Plenaria. Sustituyen a los de la edición anterior, XII Asamblea Plenaria, Nueva Delhi, 1970.

1. Recomendaciones, Informes, Decisiones, Resoluciones y Ruegos

1.1 Indicaciones sobre la numeración de estos textos

Las Recomendaciones, los Informes, las Resoluciones y los Ruegos están numerados de acuerdo con la serie en vigencia desde la X Asamblea Plenaria.

De conformidad con las decisiones de la XI Asamblea Plenaria, los textos revisados conservan su número original al que se agrega un guión y una cifra que indica el número de revisiones. Por ejemplo: Recomendación 253, para la versión original; Recomendación 253-1, para la primera revisión; Recomendación 253-2, para la segunda revisión, y así sucesivamente.

La XIII Asamblea Plenaria adoptó una nueva categoría de textos, denominados Decisiones, en virtud de los cuales las Comisiones de estudio toman medidas generalmente de carácter orgánico, relativas a cuestiones incluidas en el marco de su mandato, en especial la formación de Grupos interinos de trabajo (mixtos) (véase la Resolución 24-3, Volumen XIII). Aunque la Asamblea Plenaria adoptó determinados textos en la categoría «Resoluciones» que, tras la modificación de la Resolución 24-2, están destinados a figurar en la categoría «Decisiones», se ha decidido publicarlos, por motivos prácticos, dentro de esta última categoría en los Volúmenes de la XIII Asamblea Plenaria. En tales casos se indica entre paréntesis bajo el título, el número de la Resolución original.

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 XIII.

1.2 Recomendaciones

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
45	VIII	310, 311	V	436	III
48, 49	X	313	VI	439	VIII
77	VIII	314	II	441	VIII
80	X	325-334	I	442, 443	I
100	I	335, 336	III	444	IX
106	III	337	I	445	I
139, 140	X	338, 339	III	446	IV
162	III	341	I	447-450	X
166	XII (CMV)	342-349	III	451	XII (CMTT)
182	I	352-354	IV	452, 453	V
205	X	355-359	IX	454-456	III
214-216	X	361	VIII	457-460	VII
218, 219	VIII	362-367	II	461	XII (CMV)
224	VIII	368-370	V	462, 463	IX
237	I	371-373	VI	464-466	IV
239	I	374-376	VII	467, 468	X
240	III	377-379	I	469-472	XI
246	III	380-393	IX	473-474	XII (CMTT)
257, 258	VIII	395-406	IX	475-478	VIII
262	X	407-416	X	479	II
265, 266	XI	417-418	XI	480	III
268	IX	419	X, XI	481-484	IV
270	IX	421	XII (CMTT)	485, 486	VII
275, 276	IX	422, 423	VIII	487-496	VIII
283	IX	427-429	VIII	497	IX
289, 290	IX	430, 431	XII (CMV)	498, 499	X
302	IX	433	I	500, 501	XI
305, 306	IX	434, 435	VI	502-505	XII (CMTT)

1.3 Informes

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
19	III	275-282	I	424-426	V
32	X	283-289	IX	428	V
42	III	292, 293	X	429-432	VI
79	X	294	XI	433-437	III
93	VIII	298-305	X	438, 439	VII
106, 107	III	306, 307	XI	440	(¹)
109	III	311, 312	XI	441	XII (CMV)
111	III	313	XII (CMTT)	443-446	IX
112	I	315	XI	448, 449	IX
122	XI	318, 319	VIII	451	IV
130	IX	321	XII (CMV)	453-455	IV
137	IX	322	(¹)	456	II
176-189	I	324-330	I	457-461	X
190	X	335	XII (CMV)	463-465	X
192, 193	I	336	V	467, 468	X
195	III	338	V	469-473	XI
196	I	340	(¹)	476-485	XI
197, 198	III	341-344	VI	486-488	XII (CMTT)
200, 201	III	345-357	III	490, 491	XII (CMTT)
202	I	358, 359	VIII	493	XII (CMTT)
203	III	361	VIII	495-498	XII (CMTT)
204-208	IV	362-364	VII	499-502	VIII
209	IX	366	VII	504-513	VIII
211-214	IV	367-373	I	515	VIII
215	IX	374-382	IX	516	X
216	VIII	383-385	IV	518	VII
222-224	II	386-388	IX	519-534	I
226	II	390, 391	IV	535-548	II
227-229	V	393	IX	549-551	III
233-236	V	394	VIII	552-561	IV
238, 239	V	395, 396	II	562-570	V
241	V	398-401	X	571-575	VI
245-251	VI	403	X	576-580	VII
252	(¹)	404, 405	XI	581-603	VIII
253-256	VI	409	XI	604-615	IX
258-266	VI	410-412	XII (CMTT)	616-622	X
267	VII	413-415	(¹)	623	X,XII (CMTT)
269-271	VII	417-420	I	624-634	XI
272, 273	I	422, 423	I	635-649	XII (CMTT)
				650	XII (CMV)

(¹) Publicados por separado.

1.4 Decisiones

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
1	I	6-11	VI	17	XI
2	IV	12-14	VII	18	XII (CMTT)
3-5	V	15	VIII	19, 20	XII (CMV)
		16	IX		

1.5 Resoluciones

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
4	VI	22, 23	XII (CMV)	43, 44	I
14	VII	24	XIII	48	VI
15, 16	I	26, 27	XIII	59	X
20	VIII	33	XIII	60, 61	XIII
		36, 39	XIII		

1.6 Ruegos

Número	Volumen	Número	Volumen	Número	Volumen
2	I	29, 30	I	45, 46	VI
11	I	32	I	47, 48	VII
13, 14	IX	34, 35	I	49	VIII
15, 16	X	36	VII	50	IX
22, 23	VI	38-40	XI	51, 52	X
24	VIII	41	XII (CMTT)	53, 54	XI
26-28	VII	42, 43	VIII	55	XII (CMTT)
		44	I		

2. Cuestiones y Programas de estudios

2.1 Indicaciones sobre la numeración de estos textos

2.1.1 Cuestiones

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 que indica el número de revisiones a que se ha sometido el texto. 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.

2.1.2 Programas de estudios

Los Programas de estudios se numeran de modo que indiquen, si ha lugar, de qué Cuestión se derivan; el número se completa con una letra mayúscula que permite distinguir varios Programas de estudios derivados de una misma Cuestión. La parte de la designación del Programa de estudios reservada al número de la Cuestión de la que se deriva no menciona el índice de revisión eventual de ésta y se refiere al texto en vigor que figura en el volumen. Así, por ejemplo:

- Programa de estudios 1A/10, para la versión original del primer Programa que se deriva de la Cuestión 1/10.
- Programa de estudios 1C/10, para la versión original del tercer Programa que se deriva de la Cuestión 1/10.
- Programa de estudios 1A-1/10, para la primera revisión del primer Programa que se deriva de la Cuestión 1/10.

Se observará que un Programa de estudios puede no derivarse de Cuestión alguna; en este caso lleva el número de orden análogo al de los demás Programas de estudios de la Comisión de que se trate con la diferencia que, si se consulta la lista pertinente de Cuestiones, no se hallará ninguna Cuestión que corresponda a dicho número.

2.2 Clasificación de Cuestiones y Programas de estudios

El plan que figura en la página 8 indica el Volumen que contiene los textos de cada Comisión de estudio, lo que permite determinar en qué Volumen se encuentra una Cuestión o un Programa de estudios determinado.

**PLAN DE LOS VOLUMENES I A XIII
DE LA XIII ASAMBLEA PLENARIA DEL C.C.I.R.**

(Ginebra, 1974)

- VOLUMEN I Utilización del espectro y comprobación técnica de las emisiones (Comisión de estudio 1).
- VOLUMEN II Investigación espacial y radioastronomía (Comisión de estudio 2).
- VOLUMEN III Servicio fijo en frecuencias inferiores a unos 30 MHz (Comisión de estudio 3).
- VOLUMEN IV Servicios fijos mediante satélites de telecomunicación (Comisión de estudio 4).
- VOLUMEN V Propagación en medios no ionizados (Comisión de estudio 5).
- VOLUMEN VI Propagación ionosférica (Comisión de estudio 6).
- VOLUMEN VII Servicio de frecuencias patrón y señales horarias (Comisión de estudio 7).
- VOLUMEN VIII Servicios móviles (Comisión de estudio 8).
- VOLUMEN IX Servicio fijo: Sistemas de relevadores radioeléctricos (Comisión de estudio 9). Coordinación y compartición de frecuencias entre sistemas del servicio fijo por satélite y de relevadores radioeléctricos terrenales (asuntos comunes a las Comisiones de estudio 4 y 9).
- VOLUMEN X Servicio de radiodifusión (sonora) incluidas la grabación de programas de radiodifusión sonora y la utilización de satélites (Comisión de estudio 10).
- VOLUMEN XI Servicio de radiodifusión (televisión) incluidas la grabación de programas de televisión y la utilización de satélites (Comisión de estudio 11).
- VOLUMEN XII Transmisión a larga distancia de señales de radiodifusión sonora y de televisión (CMTT). Vocabulario (CMV).
- VOLUMEN XIII Informaciones relativas a la XIII Asamblea Plenaria.
Estructura del C.C.I.R.
Listas de los textos del C.C.I.R.

Nota. — Para facilitar las referencias, la numeración de las páginas de cada volumen es la misma en los tres idiomas, español, francés e inglés.

VOLUMEN III *

ÍNDICE DE LOS TEXTOS **

SERVICIOS FIJOS EN FRECUENCIAS INFERIORES A UNOS 30 MHz

(Comisión de estudio 3)

	Página
Introducción por el Relator principal de la Comisión de estudio 3	13
SECCIÓN 3A: Sistemas completos	23
SECCIÓN 3B: Radiotelefonía	77
SECCIÓN 3C: Radiotelegrafía y facsímil	117

RECOMENDACIONES

	Sección	
Rec. 106-1 Telegrafía armónica en circuitos radioeléctricos	3C	117
Rec. 162-2 Utilización de antenas directivas en las bandas de frecuencias comprendidas entre 4 y 28 MHz	3A	23
Rec. 240-2 Relaciones de protección señal/interferencia	3A	25
Rec. 246-3 Manipulación por desplazamiento de frecuencia	3C	117
Rec. 335-2 Enlaces radiotelefónicos en los circuitos telefónicos internacionales	3B	77
Rec. 336-2 Principios de los dispositivos empleados para el secreto de las conversaciones radio-telefónicas	3B	79
Rec. 338-2 Anchura de banda necesaria a la salida de un receptor telegráfico o telefónico	3A	28
Rec. 339-3 Anchuras de banda, relaciones señal/ruido y márgenes para el desvanecimiento en sistemas completos	3A	29
Rec. 342-2 Sistema de corrección automática de errores para señales telegráficas transmitidas por circuitos radioeléctricos	3C	119
Rec. 343-1 Transmisión en facsímil de cartas meteorológicas por circuitos radioeléctricos	3C	129
Rec. 344-2 Normalización de los sistemas de telefotografía utilizables en circuitos mixtos radio-eléctricos y metálicos	3C	130
Rec. 345 Distorsión telegráfica	3C	132
Rec. 346-1 Sistema dúplex de cuatro frecuencias	3C	134
Rec. 347 Clasificación de los sistemas radiotelegráficos multicanales para circuitos de larga distancia que emplean frecuencias inferiores a unos 30 MHz y designación de los canales en estos sistemas	3C	136
Rec. 348-2 Disposición de los canales en los transmisores multicanales de banda lateral única y de bandas laterales independientes para circuitos a larga distancia, que trabajan en frecuencias inferiores a 30 MHz aproximadamente	3B	80

* Aunque los documentos de trabajo mencionados en este Volumen lleven la referencia «Periodo 1970-1973» en el caso de los documentos publicados en 1971 y 1972, y «Periodo 1970-1974» en el caso de los publicados en 1973 y 1974, se trata en ambos casos de los documentos del periodo 1970-1974 comprendido entre la Asamblea Plenaria de Nueva Delhi y la de Ginebra. Por consiguiente, en las referencias a dichos documentos en este Volumen se indica «Periodo 1970-1974».

** En el presente Volumen, las Recomendaciones y los Informes se han agrupado en secciones que tratan de un tema determinado. Debido al sistema utilizado para la numeración de dichos textos, no es posible presentarlos en su orden numérico y seguir, al mismo tiempo, el orden numérico de las páginas. En consecuencia, en este índice se sigue el orden numérico creciente de los textos y no el de las páginas.

		Sección	Página
Rec. 349-2	Estabilidad de frecuencia necesaria en los sistemas de banda lateral única y de bandas laterales independientes y en los sistemas telegráficos, para evitar el empleo del control automático de frecuencia	3A	31
Rec. 436-1	Disposición de los canales de telegrafía armónica que funcionan a una velocidad de modulación de unos 100 baudios en circuitos radioeléctricos en ondas decamétricas	3C	138
Rec. 454	Nivel de la portadora piloto en los sistemas de banda lateral única y de bandas laterales independientes con portadora reducida	3A	33
Rec. 455-1	Sistema perfeccionado de transmisión para circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas	3B	82
Rec. 456	Transmisión de datos a 1200/600 bitios/s en los circuitos de ondas decamétricas que utilizan sistemas de telegrafía armónica multicanal por desplazamiento de frecuencia	3C	139
Rec. 480	Explotación semiautomática en los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas. <i>Dispositivos de conexión a distancia de una central automática por circuito radiotelefónico</i>	3B	93
INFORMES			
Informe 19-1	Telegrafía armónica en los circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas	3C	143
Informe 42-2	Utilización de circuitos radiotelegráficos con aparatos arrítmicos de cinco unidades a 50 baudios	3C	143
Informe 106-1	Mejoras derivadas del empleo de antenas directivas	3A	35
Informe 107-1	Directividad de las antenas a larga distancia	3A	39
Informe 109-2	Sistemas radioeléctricos que utilizan la propagación por dispersión ionosférica	3A	41
Informe 111	Influencia de las desviaciones de frecuencia debidas al paso por la ionosfera en las comunicaciones a larga distancia en ondas decamétricas con manipulación por desplazamiento de frecuencia	3A	44
Informe 195	Anchuras de banda y relaciones señal/ruido en sistemas completos. <i>Previsión del funcionamiento de los sistemas telegráficos de acuerdo con su anchura de banda y con la relación señal/ruido</i>	3C	144
Informe 197-3	Factores que afectan a la calidad de los sistemas completos del servicio fijo	3C	152
Informe 198	Telegrafía armónica en los circuitos radioeléctricos	3C	157
Informe 200-1	Distorsión telegráfica, proporción de errores	3C	157
Informe 201-2	Señales de telemando para las transmisiones de facsimil	3C	158
Informe 203	Propagación por trayectos múltiples en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas. <i>Medición de las diferencias entre los tiempos de propagación y de su ocurrencia en circuitos radioeléctricos típicos</i>	3A	49
Informe 345-1	Calidad de funcionamiento de sistemas telegráficos en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas	3C	158
Informe 346	Calidad de funcionamiento de sistemas con manipulación por desplazamiento de fase en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas	3C	168
Informe 347	Sistemas de telegrafía armónica en circuitos radioeléctricos	3C	173
Informe 348-2	Sistema telegráfico simplex de un solo canal con corrección automática de errores ..	3C	174
Informe 349-1	Sistemas radiotelegráficos de un solo canal con dispositivo de corrección de errores que no necesitan un canal de retorno	3C	174
Informe 350	Sistemas telegráficos ARQ dúplex de un solo canal	3C	189
Informe 351-2	Calidad de funcionamiento de los sistemas radiotelegráficos	3C	189
Informe 352	Utilización de la preacentuación y de la desacentuación en las transmisiones telefotográficas por circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas	3C	192
Informe 353	Empleo de sistemas de frecuencia común en los circuitos radiotelefónicos internacionales	3B	96

	Sección	Página
Informe 354-2 Sistema de transmisión mejorado para circuitos radiotelefónicos de ondas decamétricas	3B	100
Informe 355-1 Utilización de la recepción por diversidad en los circuitos radiotelefónicos internacionales de ondas decamétricas	3B	110
Informe 356-2 Empleo de antenas directivas en las bandas de frecuencias comprendidas entre 4 y 28 MHz	3A	52
Informe 357-1 Utilización práctica de los sondeos ionosféricos de incidencia oblicua	3A	60
Informe 433 Factores que rigen la elección del nivel de la portadora piloto en las transmisiones por ondas decamétricas y bandas laterales independientes	3A	63
Informe 434-1 Características de transmisión de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas	3B	115
Informe 435 Estadísticas de errores y protección contra ellos en las transmisiones de tipo numérico por circuitos radioeléctricos en servicio	3C	192
Informe 436 Métodos automáticos de selección y atribución para el empleo eficaz en la red télex de canales radiotelegráficos de ondas decamétricas	3C	195
Informe 437 Utilización del factor de eficacia en explotación	3C	198
Informe 549 Simuladores de canales ionosféricos en ondas decamétricas	3A	66
Informe 550 Estabilidad a corto plazo de los sintetizadores de frecuencia	3A	75
Informe 551 Mando automático de sistemas radioeléctricos en ondas decamétricas	3A	76

CUESTIONES Y PROGRAMAS DE ESTUDIOS

Cuestión 1/3 Factores que influyen en la calidad de los sistemas completos del servicio fijo	199
Programa de estudios 1A-2/3 Factores que influyen en la calidad de los sistemas completos del servicio fijo. <i>Relaciones de protección señal/ruido y señal/ interferencia para señales con desvanecimiento; anchura de banda, separación entre canales adyacentes y estabilidad de frecuencia</i>	199
Programa de estudios 1B/3 Utilización de una portadora piloto en los sistemas de banda lateral única y de bandas laterales independientes	202
Programa de estudios 1C/3 Factor de eficacia y distorsión telegráfica en circuitos con dispositivo ARQ ..	203
Cuestión 2/3 Disposición de los canales en los sistemas telegráficos multicanales para circuitos radioeléctricos de larga distancia que utilizan frecuencias inferiores a 30 MHz aproximadamente	204
Cuestión 3/3 Directividad de las antenas a larga distancia	204
Programa de estudios 3A-2/3 Mejoras derivadas del empleo de antenas directivas	204
Programa de estudios 3B/3 Directividad de las antenas para servicios fijos que emplean la propagación por dispersión ionosférica	206
Cuestión 4/3 Sistemas radioeléctricos que utilizan la propagación por dispersión ionosférica	206
Cuestión 7/3 Influencia de las desviaciones de frecuencia, debidas al paso por la ionosfera, en las comunicaciones en ondas decamétricas	207
Cuestión 8/3 Manipulación por desplazamiento de frecuencia	208
Cuestión 12/3 Características de distorsión requeridas para los sistemas de banda lateral única y de bandas laterales independientes utilizados para la transmisión de datos a gran velocidad por circuitos radioeléctricos en ondas decamétricas	208
Cuestión 13-1/3 Mejora de la calidad y eficacia de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas	209
Cuestión 14/3 Enlaces de control automático en el servicio fijo por ondas decamétricas	210
Programa de estudios 17A-1/3 Telegrafía armónica en los circuitos radioeléctricos	210
Programa de estudios 20A/3 Sondeos ionosféricos de incidencia oblicua, con fines de explotación	211
Cuestión 21/3 Simuladores de canales ionosféricos en ondas decamétricas	212
Cuestión 22/3 Equipos transportables para radiocomunicaciones del servicio fijo destinadas a operaciones de socorro	213

	Página
Cuestión 23/3 Empleo de sistemas de frecuencia común en los circuitos radiotelefónicos	213
Cuestión 24/3 Estaciones receptoras con mando a distancia en ondas decamétricas para el servicio fijo	214
Cuestión 25/3 Control automático de la potencia de salida de los transmisores de ondas decamétricas en el servicio fijo	215

DECISIONES

No se ha formulado ninguna Decisión en los trabajos de la Comisión de estudio 3.

RESOLUCIONES

No se ha formulado ninguna Resolución en los trabajos de la Comisión de estudio 3.

RUEGOS

No se ha formulado ningún Ruego en los trabajos de la Comisión de estudio 3.

SERVICIOS FIJOS EN FRECUENCIAS INFERIORES A UNOS 30 MHz

COMISIÓN DE ESTUDIO 3

Mandato:

Estudiar las cuestiones relativas a los sistemas completos que se utilizan en el servicio fijo y a los correspondientes equipos terminales (excluidos los sistemas de relevadores radioeléctricos); los sistemas que emplean la propagación por dispersión ionosférica están comprendidos en este mandato, aun cuando funcionan en frecuencias superiores a 30 MHz.

Relator principal: S. ARITAKE (Japón)

Relator principal adjunto: T. De HAAS (Estados Unidos de América)

INTRODUCCIÓN POR EL RELATOR PRINCIPAL DE LA COMISIÓN DE ESTUDIO 3

1. Introducción

Durante la XIII Asamblea Plenaria, Ginebra, 1974, se adoptaron una nueva Recomendación y tres nuevos Informes, habiéndose reemplazado cinco Recomendaciones, ocho Informes, una Cuestión y dos Programas de estudios. También se decidió la transferencia de una Cuestión de la Comisión de estudio 1 a la Comisión de estudio 3, de dos Cuestiones de la Comisión de estudio 1 a las Comisiones de estudio 3 y 8, y de la Recomendación 337-1 de la Comisión de estudio 3 a la Comisión de estudio 1. Se aprobó asimismo la supresión de las siguientes Recomendación y Cuestión:

Recomendación 340 Margen contra el desvanecimiento para las distintas clases de emisión

Cuestión 16/3 Características de transmisión de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas

A continuación se han resumido brevemente los textos y las actividades de la Comisión de estudio 3 en el periodo 1970-1974.

2. Sistemas completos

2.1 Antenas

Con relación a las antenas para los servicios fijos, una Recomendación y tres Informes constituyen las respuestas a la Cuestión 3/3 y al Programa de estudios 3A-2/3. En el periodo 1974-1977, deberán solicitarse más datos, en apoyo de la Recomendación 162-2, relativos, en particular, a la directividad observada.

Recomendación 162-2 Utilización de antenas directivas en las bandas de frecuencias comprendidas entre 4 y 28 MHz

Esta Recomendación trata de las características prácticas normalizadas de antenas directivas tipo. Se recomiendan estas características, desde los puntos de vista técnico y económico para evitar interferencias perjudiciales causadas por innecesaria radiación fuera del lóbulo principal.

Informe 106-1 Mejoras derivadas del empleo de antenas directivas

Este Informe contiene varios datos técnicos, registrados en muchos países, sobre la directividad de las antenas rómbicas principalmente utilizadas para la transmisión.

Informe 107-1 Directividad de las antenas a larga distancia

Este Informe se refiere a la directividad de las antenas utilizadas para la recepción, incluida la directividad en el plano vertical.

Informe 356-2 Empleo de antenas directivas en las bandas de frecuencias comprendidas entre 4 y 28 MHz

Este Informe contiene un método fundamental para calcular la directividad de las antenas, así como algunos ejemplos experimentales obtenidos en relación con la Recomendación 162-2. En el periodo 1970-1974 se ha añadido un resumen de los estudios teóricos sobre la influencia de la nieve, del hielo y de las mareas en los diagramas de radiación de las antenas.

2.2 *Anchuras de banda, relaciones señal/interferencia y relaciones señal/ruido necesarias para los sistemas de varios servicios*

La anchura de banda, la relación señal/interferencia y la relación señal/ruido son factores esenciales para la planificación de circuitos radioeléctricos de un determinado servicio de ondas decamétricas, así como para la concepción de los equipos transmisores, receptores y antenas para estos circuitos. También son importantes tales factores para la atribución nacional e internacional de frecuencias en la banda 7 (ondas decamétricas).

En las tres Recomendaciones indicadas a continuación, dos de las cuales fueron revisadas en el periodo 1970-1974, se resumen los valores medidos y comunicados por varias administraciones en respuesta a la Cuestión 1/3 y al Programa de estudios 1A-2/3. No obstante, en los cuadros de las Recomendaciones 240-2 y 339-3 subsisten muchas casillas vacías, en las que no se ha indicado ningún valor. Habida cuenta de que estos valores son esenciales para la atribución de frecuencias radioeléctricas en ondas decamétricas y para la concepción de los sistemas radioeléctricos que utilizan ondas decamétricas, es una necesidad imperiosa y urgente que las administraciones, por medio de contribuciones, suministren estos valores que faltan.

Recomendación 240-2 Relaciones de protección señal/interferencia

En esta Recomendación se indican las relaciones mínimas de protección y las separaciones de frecuencia entre las señales deseada e interferente para las distintas clases de emisión y los márgenes contra el desvanecimiento correspondientes.

Recomendación 338-2 Anchura de banda necesaria a la salida de un receptor telegráfico o telefónico

Esta Recomendación trata de la anchura de banda necesaria a la salida de audiofrecuencia de los receptores radiotelegráficos y radiotelefónicos.

Recomendación 339-3 Anchuras de banda, relaciones señal/ruido y márgenes para el desvanecimiento en sistemas completos

Contiene los valores de las relaciones señal/ruido para las distintas clases de emisión que se requieren a la entrada de los receptores en función de las relaciones señal/densidad de ruido en radiofrecuencia y en los pasos de audiofrecuencia de los receptores en relación con las anchuras de banda en los pasos anterior y posterior a la detección. También se indican las relaciones señal/ruido en radiofrecuencia para las condiciones de desvanecimiento.

2.3 *Sistemas radiotelefónicos y radiotelegráficos de banda lateral única y bandas laterales independientes*

En la actualidad, los sistemas de banda lateral única y de bandas laterales independientes se utilizan ampliamente no sólo en los servicios radiotelefónicos, sino también en radiotelegrafía multicanal. Para la explotación de los sistemas debe mantenerse una buena estabilidad global de frecuencia. Esta estabilidad también se requiere para los sistemas por desplazamiento de frecuencia y sistemas telegráficos dúplex de cuatro frecuencias. En lo que concierne a los errores de frecuencia admisibles para estos sistemas y al nivel de la portadora piloto en los sistemas de banda lateral única y bandas laterales independientes, por medio de los cuales puede mantenerse la estabilidad global de frecuencia, existen dos Recomendaciones y un Informe.

Recomendación 349-2 Estabilidad de frecuencia necesaria en los sistemas de banda lateral única y de bandas laterales independientes y en los sistemas telegráficos, para evitar el empleo del control automático de frecuencia

En esta Recomendación se indican los errores de frecuencia admisibles en los transmisores y receptores de servicios típicos, para poder prescindir de los dispositivos de control automático de frecuencia.

Recomendación 454 Nivel de la portadora piloto en los sistemas de banda lateral única y de bandas laterales independientes con portadora reducida

Como conclusión de los estudios relacionados con el Programa de estudios 1B/3, esta Recomendación preconiza la aplicación del nivel de portadora piloto normalizada de -20 ± 1 dB con relación a la potencia de cresta del transmisor, para todos los tipos de transmisión con portadora reducida.

Informe 433 Factores que rigen la elección del nivel de la portadora piloto en las transmisiones por ondas decamétricas y bandas laterales independientes

En este Informe se exponen las razones técnicas del nivel de portadora piloto normalizada que se preconiza en la Recomendación 454.

2.4 Textos varios

Informe 109-2 Sistemas radioeléctricos que utilizan la propagación por dispersión ionosférica

Este Informe contiene suficiente información técnica sobre los sistemas por dispersión ionosférica. En el periodo 1970-1974 se ha añadido un informe sobre una prueba en la que se ha utilizado un código de corrección de errores para mejorar la calidad de funcionamiento de los sistemas. Sin embargo, en la actualidad no se utilizan mucho los sistemas por dispersión ionosférica.

Informe 111 Influencia de las desviaciones de frecuencia debidas al paso por la ionosfera en las comunicaciones a larga distancia en ondas decamétricas con manipulación por desplazamiento de frecuencia

Este Informe, que se refiere al desvanecimiento y a la variación de frecuencia causada por la deriva de la ionosfera, lo cual puede producir errores en los circuitos radiotelegráficos que utilizan manipulación por desplazamiento de frecuencia, responde en parte a la Cuestión 7/3.

Informe 203 Propagación por trayectos múltiples en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas. — Medición de las diferencias entre los tiempos de propagación y de su ocurrencia en circuitos radioeléctricos típicos

Este Informe trata de los valores del tiempo de propagación medido en algunos circuitos típicos intercontinentales que funcionan en ondas decamétricas y que pueden proporcionar información importante, especialmente para el estudio de la distorsión de propagación por trayectos múltiples en sistemas radiotelegráficos. Se solicitan contribuciones de las administraciones sobre los valores del tiempo de propagación registrados en los circuitos radioeléctricos actuales, teniendo en cuenta la importante influencia de los trayectos múltiples en los sistemas radiotelegráficos indicados en el Informe 345-1. Estas contribuciones también serían de utilidad para los estudios de la nueva Cuestión 21/3. (Simuladores de canales ionosféricos en ondas decamétricas).

Informe 357-1 Utilización práctica de los sondeos ionosféricos de incidencia oblicua

Se explican en este Informe algunas de las técnicas generales utilizadas para aplicar los sondeos ionosféricos a la explotación de los circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas. Al haberse obtenido información suplementaria, se ha efectuado una revisión completa de este Informe y se han agregado también referencias a problemas relacionados con el empleo de los sistemas, incluido el posible aumento de las interferencias.

Informe 549 Simuladores de canales ionosféricos en ondas decamétricas

En este nuevo Informe se han resumido los resultados de varios estudios sobre los simuladores y los valores sugeridos para los parámetros; en anexo al Informe se indican los valores típicos de dichos parámetros.

Informe 550 Estabilidad a corto plazo de los sintetizadores de frecuencia

En este Informe se ha resumido la información sobre la estabilidad a corto plazo de los sintetizadores de frecuencia numéricos utilizados en los transmisores radioeléctricos en ondas decamétricas, especialmente los que emplean circuitos numéricos, así como su influencia en la calidad de las distintas clases de emisión.

Informe 551 Mando automático de sistemas radioeléctricos en ondas decamétricas

Este Informe trata de un nuevo sistema receptor radiotelegráfico de ondas decamétricas, en el que el cambio de frecuencia se realiza automáticamente por medio de la detección de la distorsión telegráfica durante un periodo de tiempo fijado previamente.

3. Radiotelefonía

3.1 Sistema de transmisión perfeccionado

Recomendación 455-1 Sistema perfeccionado de transmisión para circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas

El principio de este sistema perfeccionado consiste en acoplar la acción de un compresor instalado en el extremo transmisor con la de un expansor instalado en el extremo receptor, utilizando para ello un tono de control; de esta forma se puede emplear en todo momento al máximo la potencia del transmisor, independientemente del nivel de la señal telefónica. En la Recomendación se describen las características normalizadas del nuevo equipo terminal radiotelefónico y sus condiciones de funcionamiento, como la fijación del nivel en los transmisores radioeléctricos del sistema, llamado también Lincompex (abreviatura de «*Linked Compressor and Expander* »).

Informe 354-2 Sistema de transmisión mejorado para circuitos radiotelefónicos de ondas decamétricas

El sistema Lincompex puede proporcionar un circuito radiotelefónico de mejor calidad que la de un circuito con equipo corriente. En este Informe figura el resumen de los datos obtenidos en pruebas y en servicio real. Describe asimismo equipos Lincompex capaces de suprimir los ecos. Debe solicitarse más información sobre la respuesta transitoria a una señal intensa en el equipo Lincompex con miras a mejorar el sistema.

3.2 Explotación semiautomática

Hasta la XIII Asamblea Plenaria del C.C.I.R., el C.C.I.T.T. había solicitado información sobre la posibilidad de mejorar las condiciones de utilización de los circuitos radiotelefónicos de ondas decamétricas semiautomáticas haciendo uso de la señalización normalizada por dicho Comité. El propio C.C.I.T.T. pidió que se suprimiera la Cuestión 16/3, que había formulado al C.C.I.R. a tal fin. En efecto, los estudios realizados sobre dicha Cuestión habían llevado a la conclusión de que no puede emplearse ninguna de las señalizaciones normalizadas del C.C.I.T.T. en los circuitos radioeléctricos en ondas decamétricas y de que, en cambio, la señalización por frecuencia vocal con manipulación por desplazamiento de frecuencia conviene para la explotación semiautomática.

Se han aprobado, por ello, la nueva Recomendación y el Informe revisado que se describen a continuación. Se ruega a las administraciones que envíen contribuciones sobre el funcionamiento real de la señalización que ahora se recomienda para los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas.

Recomendación 480 Explotación semiautomática en los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas

Como resultado de los estudios sobre la explotación semiautomática de circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas, que figuran en forma resumida en el Informe 434-1, se ha adoptado por unanimidad esta Recomendación sobre el sistema internacional de señalización normalizado para la explotación semiautomática de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas.

Por estos motivos, se ha reconocido que la señalización por frecuencia vocal con manipulación por desplazamiento de frecuencia constituye el procedimiento más eficaz para la explotación semiautomática. En esta nueva Recomendación se indican los dispositivos para la transmisión y la recepción de señales para la conexión a distancia, así como las condiciones de señalización.

Informe 434-1 Características de transmisión de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas

En este Informe, revisado mediante las contribuciones del periodo 1970-1974, figura el resumen de los resultados de pruebas relacionadas con la explotación semiautomática de circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas con varios tipos de señalización, incluidos los sistemas normalizados del C.C.I.T.T.

3.3 Otros asuntos

Recomendación 335-2 Enlaces radiotelefónicos en los circuitos telefónicos internacionales

En esta Recomendación se indican los principios generales para los circuitos radiotelefónicos.

Recomendación 336-2 Principios de los dispositivos empleados para el secreto de las conversaciones radiotelefónicas

En esta Recomendación se describen las normas de los dispositivos de secreto. Al respecto, se podría estudiar la necesidad de mantener como norma el empleo de sistemas divisores de banda, teniendo en cuenta la introducción de sistemas que asocian un compresor con un expansor y la complejidad de los sistemas de secreto.

Recomendación 348-2 Disposición de los canales en los transmisores multicanales de banda lateral única y de bandas laterales independientes para circuitos a larga distancia que trabajan en frecuencias inferiores a unos 30 MHz aproximadamente

Se muestra en esta Recomendación la disposición normalizada de los canales telefónicos para la transmisión de banda lateral única y de bandas laterales independientes. Se han suprimido las referencias a la disposición especial para la transmisión por dos canales, teniendo en cuenta la mejora de la linealidad de los transmisores radioeléctricos.

Informe 353 Empleo de sistemas de frecuencia común en los circuitos radiotelefónicos internacionales

Trata este Informe de las disposiciones técnicas para la explotación de un circuito radiotelefónico en una frecuencia radioeléctrica común a los extremos transmisor y receptor. Constituye una respuesta a la Cuestión 23/3 que ha sido transferida de la Comisión de estudio 1. Tal disposición puede contribuir a resolver el problema de la congestión del espectro en ondas decamétricas para los servicios radiotelefónicos.

Informe 355-1 Utilización de la recepción por diversidad en los circuitos radiotelefónicos internacionales de ondas decamétricas

En relación con la Cuestión 13-1/3, se muestran en este Informe tres técnicas de diversidad que pueden servir para mejorar la calidad de los servicios radiotelefónicos en ondas decamétricas.

4. Radiotelegrafía y facsimil

4.1 Manipulación por desplazamiento de frecuencia

Para la manipulación por desplazamiento de frecuencia hay dos Recomendaciones. La primera de ellas se refiere al sistema F1, y fue revisada en el periodo 1970-1974, mientras que la segunda trata del sistema F6 (Sistema dúplex de cuatro frecuencias).

Recomendación 246-3 Manipulación por desplazamiento de frecuencia

Esta Recomendación revisada contiene, en primer término, valores normalizados del desplazamiento de frecuencia, para los que se preconizan nuevos valores inferiores para los nuevos equipos con miras a mejorar la estabilidad de frecuencia en los transmisores y receptores radioeléctricos.

En segundo lugar, se indica también en esta Recomendación la correspondencia entre, por un lado, las frecuencias superior e inferior de la manipulación por desplazamiento de frecuencia y, por otro, los estados significativos de la modulación para varios tipos de códigos normalizados internacionalmente. La correspondencia figura en un nuevo cuadro general.

Recomendación 346-1 Sistemas dúplex de cuatro frecuencias

Trata esta Recomendación de la disposición normalizada de los sistemas de dos canales telegráficos que utilizan manipulación por desplazamiento de frecuencia con cuatro frecuencias e igual separación entre ellas. Estos sistemas se llaman, a veces, dúplex de cuatro frecuencias.

4.2 Telegrafía armónica

Los sistemas de telegrafía armónica de banda lateral única se utilizan ampliamente en los servicios fijos por ondas decamétricas, especialmente en circuitos de mucho tráfico. Para estos sistemas existen cuatro Recomendaciones, incluida una que trata de la transmisión de datos, y seis Informes con las bases técnicas de las Recomendaciones. En el periodo 1970-1974 no se ha revisado ninguno de estos documentos.

Recomendación 106-1 Telegrafía armónica en circuitos radioeléctricos

Esta Recomendación describe la técnica de diversidad indispensable para los sistemas de telegrafía armónica.

Recomendación 347 Clasificación de los sistemas radiotelegráficos multicanales para circuitos de larga distancia que emplean frecuencias inferiores a unos 30 MHz y designación de los canales en estos sistemas

Trata esta Recomendación de la designación de subportadoras, sistemas multicanales en las subportadoras, canales y subcanales con distribución en el tiempo, con el fin de obtener uniformidad y evitar toda posible confusión en la disposición y explotación de los sistemas complejos multicanales que utilizan telegrafía armónica.

Recomendación 436-1 Disposición de canales de telegrafía armónica que funcionan a una velocidad de modulación de unos 100 baudios en circuitos radioeléctricos en ondas decamétricas

En esta Recomendación se indican dos tipos de disposición de los canales para su utilización internacional. Se señala que para los circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas se recomienda una disposición, distinta de la que se está utilizando en circuitos que no son de ondas decamétricas, según la cual las subportadoras deben tener una separación de 170 Hz, siendo la más baja de 425 Hz como se muestra en el cuadro I. El primer tipo es un sistema de manipulación por desplazamiento de frecuencia para canales con una velocidad de modulación de unos 100 baudios, que utiliza dos canales ARQ en cada subportadora. El segundo es un sistema de permutación de frecuencia en cuya disposición típica se utilizan dos subportadoras con una separación de 340 Hz para la misma velocidad de modulación. En general, es el primer tipo el que se prefiere utilizar actualmente, por las razones expuestas en el Informe 345-1.

Recomendación 456 Transmisión de datos a 1200/600 bitios/s en los circuitos de ondas decamétricas que utilizan sistemas de telegrafía armónica multicanal por desplazamiento de frecuencia

En esta Recomendación se describe un sistema normalizado para transmisión de datos con la disposición de los sistemas de telegrafía armónica por desplazamiento de frecuencia señalada en la Recomendación 436-1.

Informe 19-1 Telegrafía armónica en los circuitos radioeléctricos en ondas decamétricas

Este Informe trata de las condiciones técnicas generales que deben tenerse en cuenta al utilizar sistemas de telegrafía armónica por circuitos de ondas decamétricas.

Informe 42-2 Utilización de circuitos radiotelegráficos con aparatos arritmicos de cinco unidades a 50 baudios

En él se señalan las ventajas de los sistemas sincrónicos en los circuitos radiotelegráficos de ondas decamétricas con relación a la telegrafía arritmica y se expone la posibilidad de una disposición de telegrafía armónica, con separación de 120 Hz entre los canales, distinta de la disposición de la Recomendación 436-1.

Informe 198 Telegrafía armónica en los circuitos radioeléctricos

En este breve Informe se señalan dos valores distintos de desplazamiento óptimo de frecuencia en función de la velocidad de modulación. No obstante, como ya se ha adoptado la Recomendación 436-1, se podría suprimir este Informe.

Informe 345-1 Calidad de funcionamiento de sistemas telegráficos en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas

Este es el Informe más importante y contiene considerables datos en los que se basa la Recomendación 436-1. Su texto comprende los resultados de estudios teóricos, de pruebas de laboratorio con simuladores de desvanecimiento y de pruebas realizadas por muchas administraciones en circuitos reales para comparar sistemas típicos de telegrafía armónica.

En él se clasifican los sistemas típicos: sistema A, de permutación de frecuencia (segundo tipo en la Recomendación 436-1) y sistema B, de manipulación por desplazamiento de frecuencia. El sistema B se divide en B1, que corresponde al primer tipo de la citada Recomendación 436-1 y sistema B2, con una separación entre canales de 340 Hz y un desplazamiento de frecuencia de 170 Hz para cada subportadora, que funciona con velocidades de modulación de hasta 200 baudios.

Según los amplios estudios efectuados, estos tres sistemas, explotados con ARQ de 2 ó 4 canales, son, por orden de calidad, primero el A, después el B1 y por último el B2. Aunque el sistema A es superior al B1, sobre todo en condiciones deficientes de propagación, el sistema B1 se puede considerar preferible en general debido a su doble capacidad de canales. Además, se ha reconocido que no sólo la relación señal/ruido sino también las señales de propagación por trayectos múltiples son factores importantes que influyen en la calidad de la transmisión, en particular del sistema B, el cual utiliza un pequeño valor de desplazamiento de frecuencia.

Informe 346 Calidad de funcionamiento de sistemas con manipulación por desplazamiento de fase en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas

En este Informe se exponen, junto con los resultados de pruebas efectuadas en circuitos de ondas decamétricas, distintos tipos de sistemas que utilizan manipulación por desplazamiento de fase de subportadora de audiofrecuencia, que se pueden aplicar más bien a la transmisión de datos a gran velocidad.

Considerando la posibilidad de transmitir más información numérica, tal como transmisión de datos a velocidades mayores, deberá estudiarse más a fondo el posible empleo de los sistemas multifase de modulación por desplazamiento de fase, por circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas.

Informe 347 Sistemas de telegrafía armónica en circuitos radioeléctricos

Contiene este Informe información sobre los resultados obtenidos en explotación real con la disposición indicada en el Informe 42-2.

4.3 *Sistemas de corrección automática de errores*

En lo que respecta a los sistemas de corrección automática de errores, existen dos sistemas diferentes. El primero de ellos es para los circuitos radioeléctricos provistos de circuitos de retorno, en los que puede transmitirse automáticamente la petición de repetición. Este es el sistema que normalmente suele denominarse ARQ. El segundo sistema emplea los códigos de corrección de errores que no necesitan un canal de retorno. Una Recomendación y tres Informes tratan de los sistemas ARQ y dos Informes se ocupan principalmente de los códigos de corrección de errores que no necesitan un canal de retorno.

Recomendación 342-2 Sistema de corrección automática de errores para señales telegráficas transmitidas por circuitos radioeléctricos

Esta Recomendación trata de las características normalizadas del sistema múltiplex con distribución en el tiempo de 4 ó 2 canales y corrección automática de errores, que se ha utilizado mucho en telegrafía por circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas, con el Alfabeto telegráfico internacional N.º 3 de siete unidades. En particular, cuando se han de prever servicios télex por circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas ajustándose a las Recomendaciones del C.C.I.T.T., este sistema es indispensable, no sólo para la protección contra los errores, sino también para la señalización que requiere el servicio. Como se ha estudiado a fondo esta Recomendación, no parece necesario proseguir los estudios.

Informe 348-2 Sistema telegráfico simplex de un solo canal con corrección automática de errores

En este Informe se describe un sistema de corrección automática de errores para circuitos telegráficos de un solo canal, para la explotación en simplex por el enlace radioeléctrico. Este Informe se ha abreviado mediante una referencia a la Recomendación 476-1, puesto que en la Recomendación se menciona el mismo tipo de sistema para su empleo en el servicio móvil marítimo.

Informe 349-1 Sistemas radiotelegráficos de un solo canal con dispositivo de corrección de errores que no necesita un canal de retorno

En este Informe se resumen los resultados de pruebas efectuadas en laboratorio y en circuitos reales utilizando simuladores de desvanecimiento con varios sistemas de corrección de errores sin canal de retorno; mediante estos sistemas se pueden corregir los errores en el extremo receptor sin necesidad de un circuito de retorno hacia el extremo transmisor. Este tipo de sistemas puede utilizarse en los servicios telegráficos de difusión y, por consiguiente, es necesario proseguir los estudios y examinar la necesidad de normalizar las características de tales tipos de sistemas de corrección automática de errores.

Informe 350 Sistemas telegráficos ARQ dúplex de un solo canal

Presenta este Informe otro sistema de telegrafía de un solo canal que aplica los mismos principios que figuran en la Recomendación 342-2.

Informe 435 Estadísticas de errores y protección contra ellos en las transmisiones de tipo numérico por circuitos radioeléctricos en servicio

En este Informe se resumen estudios relativos a las distintas clases de códigos adecuados para la corrección de errores. Estos estudios se puede considerar que convienen a la Comisión de estudio I para la teoría de las comunicaciones, ya que el Informe constituye una respuesta parcial al Programa de estudios 18A/1.

Informe 436 Métodos automáticos de selección y atribución para el empleo eficaz en la red télex de canales radiotelegráficos de ondas decamétricas

Además de lo indicado en los cuatro Informes citados precedentemente, se presenta en éste un sistema denominado «flex», con el que se prevé explotar los canales télex con mayor eficacia cuando se trata de muchos canales ARQ para un solo destino, por ejemplo, utilizando telegrafía armónica.

4.4 *Calidad de funcionamiento*

Los resultados de diversos estudios sobre la calidad de funcionamiento de los circuitos radiotelegráficos se describen en una Recomendación y cinco Informes. Generalmente se considera que, la distorsión telegráfica constituye el factor más importante para la evaluación de la calidad. En el caso de los circuitos ARQ, excepcionalmente, el factor de eficacia también podría utilizarse satisfactoriamente para evaluar la calidad en condiciones prácticas de explotación.

Recomendación 345 Distorsión telegráfica

En esta Recomendación se introducen las definiciones de varios tipos de distorsión telegráfica y de proporción de errores, que figuran en el Repertorio de definiciones publicado por la U.I.T.

Informe 195 Anchuras de banda y relaciones señal/ruido en sistemas completos — Previsión del funcionamiento de los sistemas telegráficos de acuerdo con su anchura de banda y con la relación señal/ruido.

Este Informe trata en particular de los estudios fundamentales para prever la calidad de un circuito telegráfico en relación con el sistema receptor. Dichos estudios pueden ser útiles para evaluar el efecto de los sistemas por diversidad y la relación señal/ruido necesaria para un circuito telegráfico.

Informe 197-3 Factores que afectan a la calidad de los sistemas completos del servicio fijo

Se resumen en este Informe varias contribuciones relativas a la variación de la distorsión telegráfica y de la proporción de errores en distintos tipos de circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas. Se ha efectuado una revisión parcial de este Informe para tener en cuenta el factor distancia en los circuitos radiotelegráficos. Se lo puede emplear para prever la calidad de funcionamiento de un circuito.

Informe 200-1 Distorsión telegráfica, proporción de errores

Se resumen aquí los estudios de distorsión y de proporción de errores realizados por el C.C.I.T.T. y el C.C.I.R.

Informe 351-2 Calidad de funcionamiento de los sistemas radiotelegráficos

Este Informe contiene los resultados de observaciones sobre el factor de eficacia y la distorsión en varios circuitos radiotelegráficos. Según este Informe, la medición de la distorsión puede constituir un medio más adecuado y directo para determinar el factor de eficacia, si bien éste puede dar el grado de calidad del sistema total en ambos sentidos.

Dicho texto se modificó en lo que concierne al factor de funcionamiento satisfactorio, habida cuenta de las indicaciones que figuran en las contribuciones más recientes. Se acordó incluir la definición del factor de funcionamiento satisfactorio en el Repertorio de definiciones de los términos esenciales utilizados en telecomunicaciones. También se describen en el Informe algunos aparatos empleados para medir la calidad de funcionamiento de los circuitos radiotelegráficos.

Informe 437 Utilización del factor de eficacia en explotación

Es un Informe que comprende extractos de dos contribuciones relativas a la utilización del factor de eficacia como medida de evaluación y previsión del funcionamiento de los circuitos ARQ. Puede constituir una respuesta parcial al Programa de estudios IC/3, sobre todo en lo que respecta a la explotación de circuitos ARQ por redes télex totalmente automáticas.

4.5 *Facsimil*

Hay dos Recomendaciones y dos Informes relativos a la transmisión de facsimil y de telefotografía.

Recomendación 343-1 Transmisión en facsimil de cartas meteorológicas en circuitos radioeléctricos

En esta Recomendación se describen las características normalizadas para la transmisión de cartas meteorológicas.

Recomendación 344-2 Normalización de los sistemas de telefotografía utilizables en circuitos mixtos radioeléctricos y metálicos

Modificada ligeramente durante la XII Asamblea Plenaria, esta Recomendación contiene normas internacionales para la transmisión de telefotografía y los aparatos conexos. En ella se señala a la atención de las administraciones la necesidad de mantener las características de los aparatos del tipo «b» indicadas en el § 2, con el módulo de cooperación 264 y la velocidad de rotación del tambor de 90/45 r.p.m.

Informe 201-2 Señales de telemando para las transmisiones de facsimil

Trata este Informe de la Recomendación T.4 del C.C.I.T.T. y de sus proposiciones relativas a las señales de telemando para los servicios facsimil de abonados y meteorológico.

Informe 352 Utilización de la preacentuación y de la desacentuación en las transmisiones telefotográficas por circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas

En este Informe se presenta una nueva técnica de preacentuación y desacentuación que permite mejorar la calidad de la imagen recibida.

5. Cuestiones y Programas de estudios revisados

Cuestión 13-1/3 Mejora de la calidad y eficacia de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas

En lo que concierne a la Cuestión 16/3, propuesta por el C.C.I.T.T., este organismo opina que la Cuestión ha dejado de ofrecer interés, a causa de la disminución de la importancia de los circuitos radioeléctricos en ondas decamétricas en la red telefónica mundial, por lo que se ha aprobado la supresión de la Cuestión.

No obstante, al haberse manifestado el deseo de que se continúen los estudios sobre la explotación semiautomática de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas, se ha modificado parcialmente la Cuestión 13/3 a estos efectos.

Cuestión 23/3 Empleo de sistemas de frecuencia común en los circuitos radiotelefónicos

Esta Cuestión, anteriormente Cuestión 19/1, se ha transferido, sin modificación, de la Comisión de estudio 1. En el Informe 353 se han introducido las características técnicas de los sistemas de frecuencia común.

Cuestión 24/3 Estaciones receptoras con mando a distancia en ondas decamétricas para el servicio fijo

Al haberse transferido de la Comisión de estudio 1 a las Comisiones de estudio 3 y 8 la anterior Cuestión 12/1, se ha modificado ligeramente su texto para ajustarlo al mandato de la Comisión de estudio 3. En lo que respecta al Informe 329-1, que constituye una respuesta parcial a la Cuestión original, el trabajo de revisión de un Informe para la Comisión de estudio 3 se efectuará durante el periodo 1974-1977.

Cuestión 25/3 Control automático de la potencia de salida de los transmisores de ondas decamétricas en el servicio fijo

Esta Cuestión, anteriormente Cuestión 21/1, también se ha transferido a las Comisiones de estudio 3 y 8, y se ha modificado ligeramente su texto. Para esta Cuestión no existe ningún Informe de las Comisiones de estudio 1 y 3.

Cuestión 22/3 Equipos transportables para radiocomunicaciones del servicio fijo destinadas a operaciones de socorro

El estudio de esta Cuestión fue pedido al C.C.I.R. por la Conferencia administrativa mundial de radiocomunicaciones espaciales (Ginebra, 1971), para dar cumplimiento al número 190 del Convenio internacional de telecomunicaciones (Montreux, 1965).

Programa de estudios 1A-2/3 Factores que influyen en la calidad de los sistemas completos del servicio fijo

Este Programa de estudios se ha modificado en parte, teniendo en cuenta la revisión de las Recomendaciones correspondientes.

Programa de estudios 3A-2/3 Mejoras derivadas del empleo de antenas directivas

También se ha modificado ligeramente este Programa de estudios, al haberse reconocido la importancia que reviste conocer la influencia del hielo y de la nieve en la directividad de las antenas.

6. Otros asuntos

6.1 *Preparación del Manual sobre la planificación, mantenimiento y explotación de los servicios fijos en ondas decamétricas*

En la Resolución 33-1, Nueva Delhi, se decidió preparar un manual especial para la planificación, el mantenimiento y la explotación de los servicios fijos en ondas decamétricas. De acuerdo con su mandato, la Comisión de estudio 3 examinó en el periodo de estudios 1970-1974 la preparación del Manual. Por otro lado, la U.I.T. publicó en 1973 el «Manual de la I.F.R.B. sobre las técnicas recomendadas para mejorar la utilización del espectro de ondas decamétricas y reducir su congestión». Después de examinar dicho Manual se reconoció que, si bien la finalidad original de la publicación difería algo del Manual a que se refiere la Resolución, el contenido del Manual de la I.F.R.B. atiende casi todos los requisitos de la Resolución 33-1.

Considerando que no convendría que la U.I.T. tuviera dos manuales análogos, se ha decidido no adoptar medida alguna para preparar el nuevo Manual a que se refiere la Resolución 33-1.

6.2 *Lista de puntos del Anuario estadístico de las telecomunicaciones de la U.I.T.*

De conformidad con la Resolución 37, adoptada por la Asamblea Plenaria de Nueva Delhi, también se ha examinado y establecido la lista de puntos para el Anuario. Como se indica en el Doc. PLEN./8, la XIII Asamblea Plenaria ha aprobado esta lista.

SECCIÓN 3A: SISTEMAS COMPLETOS

RECOMENDACIONES E INFORMES

Recomendaciones

RECOMENDACIÓN 162-2

UTILIZACIÓN DE ANTENAS DIRECTIVAS EN LAS BANDAS DE FRECUENCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 4 Y 28 MHz

(Cuestión 20/1)*

(1953 — 1956 — 1966 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que en las bandas de frecuencias del servicio fijo comprendidas entre 4 y 28 MHz existe una gran congestión;
- b) Que la ocupación del espectro no sólo está representada por el tiempo y la anchura de banda, sino también por la distribución en el espacio de la potencia radiada;
- c) Que la radiación fuera de las direcciones necesarias para el servicio puede reducirse eficazmente con el empleo de antenas directivas;
- d) Que los artículos 12 y 14 del Reglamento de Radiocomunicaciones parecen justificar la necesidad de utilizar antenas directivas en estas bandas de frecuencias;
- e) Que el Grupo de expertos, en la Recomendación N.º 13 de su Informe final, Ginebra, 1963, preconiza el empleo de antenas directivas para la transmisión y la recepción en el servicio fijo;
- f) Que tanto la petición formulada por el Grupo de expertos en la Recomendación N.º 38 de su Informe final como la cuestión urgente planteada por la I.F.R.B. en la Cuestión 20/1, tienden a la especificación de normas razonables de directividad para las antenas utilizadas en los diferentes servicios de radiocomunicación en las bandas de frecuencias comprendidas entre 4 y 28 MHz, teniendo debidamente en cuenta los factores económicos inherentes;
- g) Que la adopción de normas mínimas para las antenas directivas contribuiría a resolver los problemas de la compartición de frecuencias;
- h) Que con las técnicas modernas puede conseguirse, a costo razonable, una calidad de funcionamiento de antena mejor que esas normas mínimas,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Definiciones

Que se adopten las siguientes definiciones para especificar las características de funcionamiento de las antenas directivas:

1.1 *Ganancia directiva (G_0)***

En una dirección dada, el producto de 4π multiplicado por la relación entre la intensidad de radiación*** en esa dirección y la potencia total radiada por la antena;

Nota. — Se señala esta nueva definición de la ganancia directiva a la atención de la Comisión mixta para el Vocabulario C.C.I.R./C.C.I.T.T., (CMV) solicitándole que le manifieste si dicha definición coincide con las que han propuesto otros organismos internacionales como la CEI;

1.2 *Sector de servicio (S)*

Sector horizontal que contiene el haz principal de radiación de la antena y la dirección requerida para el servicio. Es casi el doble de la abertura angular del haz principal medido en puntos de media potencia (−3 dB);

* Reemplaza a la Cuestión 10/III.

** La ganancia de una antena está definida en el número 99 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

*** La intensidad de radiación es la potencia por unidad de ángulo sólido (esterradian).

1.3 *Sector de interferencia (I)*

Sector horizontal exterior al haz principal:

$$I^\circ = 360^\circ - S^\circ$$

1.4 *Antena normal mínima*

Antena que reúne las características mínimas especificadas (ganancia directiva y sector de servicio) en su frecuencia o frecuencias de trabajo;

1.5 *Antena normal económica*

Antena que reúne en su frecuencia o frecuencias de trabajo las características especificadas de ganancia directiva y de sector de servicio justificables en el aspecto económico (es decir, que permitan realizar economías en la obtención de una potencia de salida dada en el transmisor);

1.6 *Factor de directividad de la antena (M)**

Relación entre la densidad de flujo de potencia en la dirección deseada y el valor medio de la densidad de flujo de potencia en crestas en el diagrama de directividad de la antena, en el sector de interferencia. Es equivalente al promedio de la mejora de la relación señal/interferencia conseguida con el empleo de la antena real en lugar de una antena isótropa en el espacio libre;

2. Que la antena normal mínima tenga un factor de directividad dado por

$$M = 0,1 f^2$$

siendo f la frecuencia de trabajo en MHz;

3. Que la antena normal económica tenga un factor de directividad expresado por

$$M = 0,25 f^2;$$

4. Que para una potencia radiada igual por lo menos a 5 kW, el coeficiente de directividad M de la antena utilizada deberá ser por lo menos igual al de la antena normal mínima;

5. Que para una potencia radiada igual por lo menos a 10 kW, se utilicen, en lo posible, antenas de rendimiento no inferior al de la antena normal económica;

6. Que para potencias de transmisión inferiores a 5 kW, la densidad del flujo de potencia en el sector de interferencia no exceda el valor obtenido con una antena normal mínima que radie una potencia total de 5 kW;

7. Que para reducir los efectos de interferencia, el coeficiente de directividad M de la antena de recepción deberá ser por lo menos igual al de una antena normal mínima y que, en lo posible, estas características sean equivalentes a las de la antena normal económica.

Notas aclaratorias

En el cuadro siguiente figuran los valores de ganancia directiva y de sector de servicio correspondientes a los valores M especificados para la antena normal mínima y para la antena normal económica, respectivamente:

Frecuencia de trabajo f (MHz)	Antena normal mínima			Antena normal económica		
	M	G_0 (dB)	S°	M	G_0 (dB)	S°
5	2,5	13,8	54	6,25	17,5	35
10	10	16,6	39	25	20,4	25
15	22,5	18,3	32	57	22,1	21
20	40	19,4	28	100	23,3	18

* El Informe 356-2 explica la determinación del valor del factor de directividad para una antena dada.

La ganancia de antena con relación a un dipolo de media onda sobre el suelo puede obtenerse sustrayendo 8 dB del valor de G_0 . Adviértase que el valor de S representa el límite mínimo de la ganancia directiva especificada y se ha obtenido suponiendo que por lo menos el 40% de la potencia total se radia en el haz principal (este porcentaje se obtiene con muchas antenas rómbicas). Cuando se conoce (como ocurre a menudo) la ganancia (en potencia) de la antena (véase el número 99 del Reglamento de Radiocomunicaciones), conviene hacer la corrección adecuada, al calcular la ganancia directiva, para tener en cuenta el rendimiento de la antena.

Si para determinar el factor de directividad M de la antena se utilizan valores de ganancia calculados según fórmulas establecidas en la hipótesis de que la intensidad de la corriente es constante, conviene aplicar una corrección para tener en cuenta la disminución de intensidad de la corriente a lo largo de la antena real. Los métodos que hay que utilizar para esta corrección se indican en el Informe 356-2.

No se fija una polarización ni un tipo de antena preferentes. La polarización horizontal ofrece mejores características de reflexión en el suelo y alguna reducción, en la recepción, de la interferencia ocasionada por el ruido industrial. En los casos de reflexión en el agua del mar o en un terreno de muy alta conductividad, la polarización vertical puede mejorar el rendimiento en los pequeños ángulos necesarios en los trayectos largos. Esta importante consideración se ha tenido en cuenta en el cálculo de M , donde se introduce un factor de ponderación $10/\Delta$, siendo Δ el ángulo vertical de radiación óptima. No es necesario que las antenas de transmisión y de recepción tengan las mismas características de polarización, ya que la polarización adquiere un carácter aleatorio en el proceso de propagación ionosférica.

Los valores del factor M elegidos se basan principalmente en los datos medidos del rendimiento de antenas rómbicas y de sistemas de antenas típicos. Las características de radiación en la zona de interferencia de las antenas rómbicas simples son, por lo general, algo inferiores a las de otros tipos de antenas (por ejemplo, sistemas de antenas de media onda), hecho que también se ha tenido en cuenta en el cálculo de M . A condición de que se elijan correctamente los parámetros, el rendimiento de los distintos tipos de antenas que posean el mismo factor M será comparable.

RECOMENDACIÓN 240-2

RELACIONES DE PROTECCIÓN SEÑAL/INTERFERENCIA

(Cuestión 1/3, Programa de estudios 1A-2/3)

(1953 — 1956 — 1959 — 1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

La necesidad de conocer las relaciones de protección señal/interferencia que requieren las distintas clases de emisión,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que se consideren adecuados para los tipos de emisión indicados los valores de la relación señal/interferencia, por debajo de los cuales se produce, en condiciones estables, una interferencia perjudicial, y que se indican en el cuadro que se examina actualmente;
2. Que se prosigan los estudios para determinar los valores de la relación señal/interferencia, en condiciones estables, que faltan en el cuadro, y que se revisen los valores que figuran en el mismo;
3. Que se prosigan los estudios relativos a la Recomendación 339-3 y al Programa de estudios 1A-2/3 conjuntamente con los previstos en el Programa de estudios 16A-2/6, para determinar si los valores provisionales fijados para los márgenes contra los desvanecimientos pueden ser aceptados o deben modificarse;
4. Que, entretanto, los valores que se indican se consideren provisionalmente como representativos del valor global de los márgenes contra los desvanecimientos (valor combinado de los coeficientes de seguridad contra los desvanecimientos y de los factores de fluctuación de la intensidad de campo), y que puedan utilizarse como guía, conjuntamente con los valores de la relación señal/interferencia que, en condiciones estables, resultan adecuados para las diversas clases de emisión.

CUADRO

Relaciones mínimas de protección y separación de frecuencias requeridas*

SEÑAL DESEADA		SEÑAL INTERFERENTE CLASE DE EMISIÓN																																			
		Telegrafía A1								Telegrafía A2								Telegrafía F1																			
		Manual				50 baudios ⁽¹⁾				100 baudios				Manual				24 baudios				50 baudios 2D = 280 Hz ⁽¹⁾				50 baudios 2D = 400 Hz ⁽¹⁾				100 baudios 2D = 400 Hz				200 baudios 2D = ...			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
		dB	kHz			dB	kHz			dB	kHz			dB	kHz			dB	kHz			dB	kHz			dB	kHz			dB	kHz			dB	kHz		
Telegrafía A1 recepción auditiva																																					
Telegrafía A1 teleimpresor 50 baudios B = 500 Hz						11	0,36	0,44	1,41	(?)	(?)	(?)							13	0,46	0,54	1,24					(?)	(?)	(?)								
Telegrafía A1 100 y 200 baudios registrador B = ...																																					
Telegrafía A2 recepción auditiva																																					
Telegrafía A2 24 baudios																																					
Telegrafía F1 ⁽¹⁾ 50 baudios, teleimpresor 2D = 280 Hz; B = 500 Hz						1,0	0,2	0,28	0,6										7,0	0,32	0,39	0,67															
Telegrafía F1 50 baudios, teleimpresor 2D = 400 Hz; B = 500 Hz										(?)	(?)	(?)														(?)	(?)	(?)									
Telegrafía F1 100 baudios, teleimpresor ARQ 2D = ... B = ...																																					
Telegrafía F1 200 baudios, teleimpresor ARQ 2D = 400 Hz; B = 500 Hz										(*)	(*)	(*)														(*)	(*)	(*)									
Teleimpresor F6 ⁽³⁾ 50 baudios 2D = 1200 Hz B = 1200 Hz	Canal 1																								8	0,85	0,95	1,51									
	Canal 2																								18	0,98	1,1	2,06									
Telefotografía A4A																																					
Telefotografía F4 60 rpm B = 1000 Hz										15	1,00	1,20									15					15	1,10	1,20									
Telefonía A3 Doble banda lateral	apenas utilizable																																				
	calidad apenas comercial																																				
	buena calidad comercial																																				
Telefonía A3A banda lateral única portadora reducida ⁽⁴⁾	apenas utilizable																																				
	calidad apenas comercial																																				
	buena calidad comercial																																				
Telefonía A3J banda lateral única portadora suprimida ⁽⁶⁾	apenas utilizable																																				
	calidad apenas comercial																																				
	buena calidad comercial																																				
Telegrafía armónica multicanal A7J																																					
Telegrafía armónica multicanal A7A portadora reducida																																					

* **Nota.** En la indicación «Clases de emisión» B representa la anchura de banda del receptor y 2D el desplazamiento total de frecuencia. En las columnas 1 se dan los valores límites de la relación señal/interferencia (dB) cuando la banda ocupada por las emisiones interferentes cae enteramente dentro de la banda de paso del receptor o la cubre completamente. En las columnas 2, 3 y 4 se indica la separación necesaria entre la frecuencia asignada de una señal deseada y la de una señal interferente, cuando el nivel de esta última es respectivamente 0,6 y 30 dB superior al de la señal deseada. (Como se indica en el número 85 del Reglamento de Radiocomunicaciones, la frecuencia asignada es el centro de la banda de frecuencias asignada.)

⁽¹⁾ Anchura de banda de las señales interferentes limitada a 500 Hz.

⁽²⁾ Para una probabilidad de errores en los caracteres de 1/10 000.

⁽³⁾ Para una probabilidad de errores en los caracteres de 1/1000.

⁽⁴⁾ Para un factor de eficacia de tráfico del 90%.

Nota general — El empleo de los valores recomendados sólo permite una estimación que tal vez haya de ajustarse para circuitos radioeléctricos de diferente longitud, en función de la calidad de servicio requerida. Para calcular el coeficiente de seguridad de desvanecimiento para desvanecimientos rápidos o de corto periodo, se ha utilizado una distribución de amplitud logarítmica normal de la señal recibida con desvanecimiento (utilizando 7 dB para la relación del nivel mediano respecto del nivel excedido el 10% o el 90% del tiempo) excepto para los servicios telegráficos automáticos de gran velocidad, en los que la protección se ha calculado a base de una distribución de Rayleigh.

RECOMENDACIÓN 338-2

ANCHURA DE BANDA NECESARIA A LA SALIDA DE UN RECEPTOR TELEGRÁFICO O TELEFÓNICO

(Cuestión 1/3)

(1953 — 1963 — 1966 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) La urgente necesidad de determinar la separación mínima entre las frecuencias asignadas a estaciones que trabajan en canales adyacentes de la banda comprendida entre 10 y 30 000 kHz;
- b) Que la anchura de la banda de frecuencias necesaria a la salida del receptor es uno de los factores determinantes de la banda de frecuencias necesaria para el conjunto del sistema;
- c) Que, en lo que a la telegrafía respecta, no se ha definido aún el grado de distorsión admisible;
- d) Que, en lo que se refiere a la telefonía, la anchura de banda ocupada puede depender, entre otros factores, del tipo de dispositivo de secreto utilizado,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que, en lo que respecta a la telegrafía, se adopte un valor provisional para la anchura de banda necesaria a la salida del receptor, en condiciones prácticas medias y que este valor sea el siguiente:
 - 1.1 Para las emisiones de clase A1, la anchura de banda en hertzios, después del paso final de detección, tendrá un valor igual a 2,5 veces la velocidad de modulación en baudios;
 - 1.2 Para las emisiones de clase F1, la anchura de banda en hertzios, después del discriminador, tendrá un valor igual a 1,4 veces la velocidad de modulación en baudios.

La medida en que estos valores pueden aplicarse para permitir una separación menor entre canales adyacentes depende de la magnitud y velocidad de las variaciones de amplitud causadas por los desvanecimientos y de los desvanecimientos selectivos de las frecuencias correspondientes a los dos estados significativos de modulación;

2. Que, en lo que concierne a la telefonía y para tener en cuenta a la vez la inteligibilidad y la economía de anchura de banda, el valor de la anchura de banda necesaria a la salida del receptor en cada canal telefónico sea el siguiente:
 - 2.1 Según la Recomendación 335-2, la frecuencia límite superior debería reducirse a 3000 Hz o menos, pero no por debajo de 2600 Hz. En caso de un sistema radiotelefónico perfeccionado que utilice expansores-compresores acoplados (Recomendación 455-1) la anchura de banda no será, en ningún caso, inferior a 3000 Hz;
 - 2.2 La frecuencia límite inferior de los canales telefónicos debería ser de 250 Hz y de, 100 Hz la de los canales de transmisión de radiodifusión;
 - 2.3 Para los sistemas que utilizan un dispositivo de secreto comercial, la anchura de banda necesaria para lograr un servicio satisfactorio puede dar lugar a una frecuencia límite superior mayor que 2600 Hz (por ejemplo, en los sistemas de división en cinco bandas, la anchura de banda necesaria es de 2750 Hz y la frecuencia límite superior de 3000 Hz).

RECOMENDACIÓN 339-3

**ANCHURAS DE BANDA, RELACIONES SEÑAL/UIDO Y MÁRGENES PARA
EL DESVANECIMIENTO EN SISTEMAS COMPLETOS**

(Cuestión 1/3, Programa de estudios 1A-2/3)

(1951 — 1953 — 1956 — 1963 — 1966 — 1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que aún no es posible responder de una manera completa y precisa al Programa de estudios 1A-2/3, pero que para facilitar la respuesta conviene precisar los puntos importantes que han de considerarse en futuros estudios;
- b) Que se necesitan valores que tengan en cuenta el desvanecimiento y las fluctuaciones de la intensidad de campo;
- c) Que, sin embargo, la información contenida en los Informes 248-3 y 266-3 proporciona algunos resultados de los que pueden deducirse datos provisionales sobre márgenes de desvanecimiento,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

- 1. Que, entretanto, se adopten los valores del cuadro I como valores provisionales para la relación señal/ruido requerida para la clase de emisión considerada;
- 2. Que, entretanto, se utilicen como ayuda los valores que figuran en las dos últimas columnas del cuadro I, junto con la estimación del factor de fluctuación de la intensidad de campo que se indica en la Nota 4 al cuadro I, para calcular los valores medianos horarios de la intensidad de campo mediana horaria que se requieren para los distintos tipos y grados de servicio;
- 3. Que se amplíe el cuadro I para incluir nuevos sistemas, a medida que se disponga de la información pertinente;
- 4. Que se continúen los estudios relacionados con el Programa de estudios 1A-2/3 conjuntamente con los del Programa de estudios 16A-2/6, con el fin de determinar si pueden aceptarse o deben modificarse los valores provisionales del cuadro.

Nota 1. — En estos estudios deberán tenerse debidamente en cuenta los métodos indicados en los Informes 195, 413, 414 y 415.

Nota 2. — El empleo de los valores recomendados provisionalmente sólo permite obtener una estimación, que puede requerir ajuste para los circuitos radioeléctricos de diferentes longitudes según el grado de servicio deseado.

CUADRO I

Relaciones señal/ruido requeridas

Clase de emisión	Anchura de banda del receptor antes de la detección (Hz)	Anchura de banda del receptor después de la detección (Hz)	Grado de servicio	Relación señal/ruido en audiofrecuencia (¹) (dB)	Relación señal/densidad de ruido en radiofrecuencia (²) (³) (dB)		
					Condición estable	Condición de desvanecimiento (⁴)	
						Sin diversidad	Doble diversidad
Telegrafía A1 8 baudios	3000	1500	Recepción acústica (⁶)	-4	31	38	
Telegrafía A1 teleimpresor, 50 baudios	250	250	Comercial (⁷)	16	40		58
Telegrafía A1 ondulador, 120 baudios	600	600		10	38		49
Telegrafía A2 8 baudios	3000	1500	Recepción acústica (⁶) (¹⁹)	-4	35	38	
Telegrafía A2 24 baudios	3000	1500	Comercial (⁷) (¹⁹)	11	50	56	
Telegrafía F1 teleimpresor, 50 baudios 2D = 200 a 400 Hz	1500	100	$\left. \begin{array}{l} P_c = 0,01 \\ P_c = 0,001 \\ P_c = 0,0001 \end{array} \right\} \text{ }^{(8)}$		$\left. \begin{array}{l} 45 \\ 51 \\ 56 \end{array} \right\} \text{ }^{(9)}$	$\left. \begin{array}{l} 53 \\ 63 \\ 74 \end{array} \right\} \text{ }^{(9)}$	$\left. \begin{array}{l} 45 \\ 52 \\ 59 \end{array} \right\} \text{ }^{(9)}$
Telegrafía F1 teleimpresor, 100 baudios 2D = ..., con ARQ			(¹⁰)				
Telegrafía F1 teleimpresor, 200 baudios 2D = ..., con ARQ			(¹⁰)				
Telegrafía F6							
Telefotografía A4A 60 rpm	3000	3000			50	59	
Telefotografía F4 60 rpm							
Telefonía A3 doble banda lateral	6000	3000	$\left. \begin{array}{l} \text{Apenas utilizable} \\ \text{Comercial marginal} \\ \text{Comercial bueno} \end{array} \right\} \text{ }^{(11)} \text{ }^{(12)} \text{ }^{(13)}$	$\left. \begin{array}{l} 6 \\ 15 \\ 33 \end{array} \right\} \text{ }^{(18)}$	$\left. \begin{array}{l} 50 \\ 59 \\ 67 \end{array} \right\} \text{ }^{(14)}$	$\left. \begin{array}{l} 51 \\ 64 \\ 75 \end{array} \right\} \text{ }^{(20)}$	$\left. \begin{array}{l} 48 \\ 60 \\ 70 \end{array} \right\} \text{ }^{(15)} \text{ }^{(20)}$
Telefonía A3H banda lateral única portadora completa	3000	3000	$\left. \begin{array}{l} \text{Apenas utilizable} \\ \text{Comercial marginal} \\ \text{Comercial bueno} \end{array} \right\} \text{ }^{(11)} \text{ }^{(12)} \text{ }^{(13)}$				
Telefonía A3A banda lateral única portadora reducida	3000	3000	$\left. \begin{array}{l} \text{Apenas utilizable} \\ \text{Comercial marginal} \\ \text{Comercial bueno} \end{array} \right\} \text{ }^{(11)} \text{ }^{(12)} \text{ }^{(13)}$				
Telefonía A3J banda lateral única portadora suprimida	3000	3000	$\left. \begin{array}{l} \text{Apenas utilizable} \\ \text{Comercial marginal} \\ \text{Comercial bueno} \end{array} \right\} \text{ }^{(11)} \text{ }^{(12)} \text{ }^{(13)}$	$\left. \begin{array}{l} 6 \\ 15 \\ 33 \end{array} \right\} \text{ }^{(18)}$	$\left. \begin{array}{l} 47 \\ 56 \\ 64 \end{array} \right\} \text{ }^{(14)}$	$\left. \begin{array}{l} 48 \\ 61 \\ 72 \end{array} \right\} \text{ }^{(20)}$	$\left. \begin{array}{l} 45 \\ 57 \\ 67 \end{array} \right\} \text{ }^{(15)} \text{ }^{(20)}$
Telefonía A3B banda lateral independiente 2 canales	6000	3000 cada canal	$\left. \begin{array}{l} \text{Apenas utilizable} \\ \text{Comercial marginal} \\ \text{Comercial bueno} \end{array} \right\} \text{ }^{(11)} \text{ }^{(12)} \text{ }^{(13)}$	$\left. \begin{array}{l} 6 \\ 15 \\ 33 \end{array} \right\} \text{ }^{(18)}$	$\left. \begin{array}{l} 49 \\ 58 \\ 66 \end{array} \right\} \text{ }^{(14)}$	$\left. \begin{array}{l} 50 \\ 63 \\ 74 \end{array} \right\} \text{ }^{(20)}$	$\left. \begin{array}{l} 47 \\ 59 \\ 69 \end{array} \right\} \text{ }^{(15)} \text{ }^{(20)}$
Telefonía A3B banda lateral independiente 4 canales	12 000	3000 cada canal	$\left. \begin{array}{l} \text{Apenas utilizable} \\ \text{Comercial marginal} \\ \text{Comercial bueno} \end{array} \right\} \text{ }^{(11)} \text{ }^{(12)} \text{ }^{(13)}$	$\left. \begin{array}{l} 6 \\ 15 \\ 33 \end{array} \right\} \text{ }^{(18)}$	$\left. \begin{array}{l} 50 \\ 59 \\ 67 \end{array} \right\} \text{ }^{(14)}$	$\left. \begin{array}{l} 51 \\ 64 \\ 75 \end{array} \right\} \text{ }^{(20)}$	$\left. \begin{array}{l} 48 \\ 60 \\ 70 \end{array} \right\} \text{ }^{(15)} \text{ }^{(20)}$
Telegrafía armónica multicanal A7J por canal 16 canales de 75 baudios	3000	110 cada canal	$\left. \begin{array}{l} P_c = 0,01 \\ P_c = 0,001 \\ P_c = 0,0001 \end{array} \right\} \text{ }^{(8)}$		$\left. \begin{array}{l} 59 \\ 65 \\ 69 \end{array} \right\} \text{ }^{(21)}$	$\left. \begin{array}{l} 67 \\ 77 \\ 87 \end{array} \right\} \text{ }^{(21)}$	$\left. \begin{array}{l} 59 \\ 66 \\ 72 \end{array} \right\} \text{ }^{(21)}$
Telegrafía armónica multicanal A7J 15 canales de 100 baudios con ARQ	3000	110 cada canal	(¹⁰)				
Telegrafía armónica multicanal A7A portadora reducida							
Emisión compuesta A9B 16 canales de 75 baudios 1 canal telefónico (¹⁶)	6000	110 por canal telegráfico 3000 canal telefónico	$\left. \begin{array}{l} P_c = 0,01 \\ P_c = 0,001 \\ P_c = 0,0001 \end{array} \right\} \text{ }^{(8)}$		$\left. \begin{array}{l} 60 \\ 66 \\ 70 \end{array} \right\} \text{ }^{(17)}$	$\left. \begin{array}{l} 68 \\ 78 \\ 88 \end{array} \right\} \text{ }^{(17)}$	$\left. \begin{array}{l} 60 \\ 67 \\ 73 \end{array} \right\} \text{ }^{(17)}$

Notas al cuadro I

- (¹) Anchura de banda de ruido igual a la del receptor después de la detección. Para telefonía de banda lateral independiente, la anchura de banda de ruido es igual a la de un canal después de la detección.
- (²) Los valores de esta columna representan la relación potencia de cresta de la envolvente de la señal/potencia media de ruido para una anchura de banda de 1 Hz, excepto para las emisiones A3, doble banda lateral, en que los valores representan la relación potencia de portadora/potencia media de ruido para una anchura de banda de 1 Hz.
- (³) Los valores de la relación señal/densidad de ruido para telefonía enumerados en esta columna se aplican cuando se emplean terminales clásicos. Estos valores pueden reducirse considerablemente (en una proporción que debe aún determinarse) cuando en los terminales se aplica el principio de los compresores-expansores asociados (Lincompex) (véase el Informe 354-2). Se ha comprobado que una relación señal/ruido (valor eficaz) de 7 dB, medida en audiofrecuencia en una banda de 3 kHz, corresponde a una calidad apenas comercial a la salida del sistema, habida cuenta de la mejora introducida por el compresor-expansor.
- (⁴) Los valores de estas columnas representan los valores medianos de la potencia de la señal con desvanecimiento necesaria para obtener un grado de servicio equivalente, y no comprenden el factor de fluctuación de la intensidad (margen para la fluctuación diaria), que se puede obtener de los Informes 252-3 y 322-1. En ausencia de información de estos Informes, a los valores de estas columnas pueden añadirse 14 dB, como factor de fluctuación de la intensidad, para llegar a valores provisionales de la relación total señal/densidad de ruido requerida, que se pueden utilizar como guía para calcular los valores medianos mensuales necesarios de la intensidad de campo mediana horaria. Ese valor de 14 dB se ha obtenido como sigue:
El factor de fluctuación de la intensidad de la señal, con relación a un ruido constante, es de 10 dB, el cual se considera como suficiente protección para el 90% de los días. Para las fluctuaciones de intensidad del ruido atmosférico se toman también 10 dB para el 90% de los días (véase el Programa de estudios 1A-2/3). Admitiendo que no exista correlación entre las fluctuaciones de la intensidad del ruido y las de la señal, una buena evaluación del factor combinado señal/ruido es:
$$\sqrt{10^2 + 10^2} = 14 \text{ dB.}$$
- (⁵) En el cálculo de las relaciones señal/densidad de ruido, en radiofrecuencia, para los desvanecimientos rápidos de corta duración, se ha utilizado una distribución logarítmica normal de la amplitud de la señal recibida con desvanecimiento (con un valor de 7 dB para la relación entre el nivel mediano y el nivel rebasado durante el 10% o el 90% del tiempo), salvo en el caso de los servicios telegráficos automáticos de gran velocidad, para los que se ha calculado la protección en la hipótesis de una distribución Rayleigh. Las notas siguientes se refieren a la protección contra el desvanecimiento rápido o de corta duración.
- (⁶) Para una protección durante el 90% del tiempo.
- (⁷) Para telegrafía A1, teleimpresor a 50 baudios: Para protección durante el 99,99% del tiempo. Para telegrafía A2 a 24 baudios: Para protección durante el 98% del tiempo.
- (⁸) P_c corresponde a la probabilidad de errores en los caracteres.
- (⁹) En la hipótesis de un ruido atmosférico ($V_a = 6 \text{ dB}$) (Véase el Informe 322-1).
- (¹⁰) Basado en un rendimiento de transmisión del tráfico del 90%.
- (¹¹) Para una inteligibilidad del 90% de las frases.
- (¹²) Cuando está conectado a la red del servicio público. Basado en una protección del 80%.
- (¹³) Cuando está conectado a la red del servicio público. Basado en una protección del 90%.
- (¹⁴) En la hipótesis de una mejora de 10 dB merced al uso de reductores de ruido.
- (¹⁵) Mejora obtenida utilizando diversidad espacial con gran separación (varios km).
- (¹⁶) Se ha supuesto una carga del transmisor correspondiente al 80% de su potencia nominal de cresta cuando lo modula la señal de telegrafía multicanal.
- (¹⁷) Relación señal/densidad de ruido requerida basada en la calidad de los canales telegráficos.
- (¹⁸) Para telefonía, los valores de esta columna representan la relación entre la señal de audiofrecuencia, medida con un volúmetro normal, y el valor eficaz del ruido en una anchura de banda de 3 kHz. (La potencia de cresta de la señal correspondiente, es decir, con una modulación de 100% en el transmisor, se supone 6 dB superior).
- (¹⁹) En la hipótesis de que la potencia total de la banda lateral, junto con la portadora manipulada se traducirá en un efecto de diversidad parcial (dos elementos). Se concede un margen de 4 dB para una protección del 90% (8 baudios) y 6 dB para una protección del 98% (24 baudios).
- (²⁰) El empleo de terminales Lincompex reducirá estos valores en una proporción que está aún por determinarse.
- (²¹) Para un número inferior de canales estas cifras serán diferentes. Está aún por determinarse la vinculación entre el número de canales y la relación señal/ruido requerida.

RECOMENDACIÓN 349-2

ESTABILIDAD DE FRECUENCIA NECESARIA EN LOS SISTEMAS DE BANDA LATERAL ÚNICA Y DE BANDAS LATERALES INDEPENDIENTES Y EN LOS SISTEMAS TELEGRÁFICOS, PARA EVITAR EL EMPLEO DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE FRECUENCIA

(1963 — 1966 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que en ciertos sistemas telefónicos (de banda lateral única o de bandas laterales independientes) y en muchos sistemas telegráficos, es corriente aplicar un control automático de frecuencia para ajustar la frecuencia del oscilador del receptor de modo que reproduzca las variaciones de la frecuencia de transmisión;

- b) Que tales dispositivos de control automático de frecuencia pueden crear dificultades cuando las condiciones de propagación son mediocres en las frecuencias inferiores a 30 MHz;
- c) Que la estabilidad de frecuencia que ahora puede conseguirse es muy superior a la indicada en el apéndice 3 al Reglamento de Radiocomunicaciones, y próxima a un valor que permitiría suprimir el control automático de frecuencia;
- d) Que, en los sistemas desprovistos de control automático de frecuencia, el error de frecuencia en las etapas de modulación y demodulación y en las etapas de transposición de frecuencia radioeléctrica en la transmisión y en la recepción se combinan con el error de frecuencia debido al trayecto de propagación, formando un error total de frecuencia;
- e) Que el error total de frecuencia del sistema completo tiene una importancia decisiva y que en lo posible debería dividirse equitativamente entre los terminales transmisor y receptor;
- f) Que, no obstante, cuando en ciertos casos se emplean sistemas telegráficos con desplazamiento de frecuencia reducido, puede seguir siendo necesario el control automático de frecuencia por motivos distintos de la estabilidad de frecuencia del equipo,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que los valores admisibles de los errores de frecuencia para los sistemas desprovistos de control automático de frecuencia que den acceso a la red pública sean los indicados en el cuadro siguiente;
2. Que los valores indicados en la columna (1) del cuadro I se consideren de importancia decisiva para el sistema y los indicados en las columnas (2), (3) y (4) se consideren como ejemplo para dividir el error total de frecuencia en errores admisibles en las distintas etapas de un sistema completo;
3. Que, no obstante, pueda mantenerse el control automático de frecuencia cuando se empleen sistemas de telegrafía armónica y sistemas de telefonía que emplean el principio de una pérdida global constante de transmisión, tal como se establece en la Recomendación 455-1 (véase el anexo).

CUADRO I

Sistema	Error total máximo admisible (Hz) (1)	Error de frecuencias en:		Error de frecuencia en las etapas de transposición de frecuencia (en los dos terminales + el trayecto de propagación) ⁽¹⁾ (Hz) (4)
		Las etapas de modulación (Hz) (2)	Las etapas de demodulación (Hz) (3)	
1. Radiotelefonía de banda lateral única o de bandas laterales independientes	20	5	5	10
2. Radiotelegrafía:				
2.1 Multicanal de dos frecuencias con 340 Hz de separación entre ellas, y telegrafía armónica por desplazamiento de frecuencias con 340 Hz de separación entre canales	12 ⁽¹⁾	3	3	6
2.2 Desplazamiento de frecuencias (F1) (por ejemplo, 50 baudios, desplazamiento de frecuencia 200 Hz) y díplex de cuatro frecuencias (F6) utilizando filtros de banda estrecha en la recepción	12	3	3	6
2.3 Sistemas F1 y F6 con limitador/discriminador en la recepción; índice de modulación ≈ 2 ; (por ejemplo, 196 baudios, desplazamiento de frecuencia 400 Hz)	20 ⁽⁴⁾	3	3	14
2.4 Telefotografía ⁽²⁾	16	4	4	8

⁽¹⁾ Véase el Doc. III/27, Ginebra, 1962.

⁽²⁾ Para la estabilidad de frecuencias a corto plazo, véase la Recomendación 344-2. Los valores indicados en la línea 2.4 del cuadro deben ser considerados como provisionales, en espera de la respuesta del C.C.I.T.T. a las cuestiones que el C.C.I.R. le ha planteado (véase el Doc. III/66 (Rev.), Ginebra, 1962).

⁽³⁾ Esto representa el error máximo, medido en el demodulador en la frecuencia portadora si ésta se transmite.

⁽⁴⁾ Para los sistemas radiotelegráficos que en la recepción utilizan un dispositivo corrector de una eventual distorsión asimétrica, debida a un error de frecuencia, se pueden admitir valores superiores a los indicados en el cuadro.

ANEXO

FACTORES DISTINTOS DE LA ESTABILIDAD DE FRECUENCIA QUE PUEDEN HACER CONVENIENTES EL EMPLEO DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE FRECUENCIA

1. Introducción

La Recomendación que precede, que constituye una respuesta a la Cuestión 182, contiene un cuadro con los errores de frecuencia totales admisibles en distintos sistemas pero no tiene en cuenta la telegrafía de banda estrecha.

2. Relación entre la distorsión y el error de frecuencia

En algunos circuitos radiotelegráficos de bandas laterales independientes en ondas decamétricas, previstos para velocidades de modulación de unos 100 baudios, se utilizan subportadoras con separaciones de 170 Hz.

Las mediciones efectuadas con distintos receptores bien diseñados para telegrafía por desplazamiento de frecuencia, han demostrado que la distorsión de los elementos aumenta aproximadamente un 1,25% por cada hertzio de error de frecuencia. Esta distorsión aumenta considerablemente cuando se utilizan filtros de banda de calidad mediocre para los canales, o canales más estrechos.

Se ha observado que las condiciones de propagación ionosférica pueden producir variaciones de frecuencia de hasta 7 Hz durante intervalos de tiempo que pueden llegar a ser de 15 minutos [Rishbeth y Garriott, 1964; Davies, 1963], dando por resultado una distorsión adicional incluso de un 9%. Se podría reducir esta distorsión utilizando un control automático de frecuencia. Convendría disponer de información complementaria sobre la distribución estadística de este fenómeno, para poder evaluar de un modo más completo su influencia en la eficacia de los circuitos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAVIES, K. [1963] Doppler studies of the ionospheric effects of solar flares. Proceedings of the International Conference on the Ionosphere, 76-83.
- RISHBETH, H. y GARRIOTT, O. K. [marzo de 1964] Relationship between simultaneous geomagnetic and ionospheric oscillations. *Radio Science*, Vol. 68D, 3, 339-343.

RECOMENDACIÓN 454*

NIVEL DE LA PORTADORA PILOTO EN LOS SISTEMAS DE BANDA LATERAL ÚNICA Y DE BANDAS LATERALES INDEPENDIENTES CON PORTADORA REDUCIDA

(1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que los sistemas de onda portadora reducida y bandas laterales independientes funcionan a menudo con un nivel de portadora piloto de -26 dB con relación a la potencia de cresta de modulación del transmisor;
- b) Que si bien, en teoría, un nivel de -26 dB parece suficiente para los sistemas radiotelefónicos clásicos, la experiencia práctica demuestra que un nivel más elevado permite mejorar notablemente el coeficiente de utilización;
- c) Que en los sistemas radiotelefónicos que utilizan un canal de control con modulación de frecuencia hay que proteger más la onda portadora piloto para asegurar la estabilidad de ganancia del circuito de un extremo a otro;
- d) Que, en los actuales sistemas radiotelegráficos multicanales, un nivel de -26 dB es teórica y prácticamente insuficiente para asegurar el buen funcionamiento del control automático de frecuencia hasta el punto de interrupción de los canales telegráficos;

* La Administración de Pakistán ha reservado su opinión acerca de esta Recomendación.

- e) Que los niveles de portadora reducida utilizados por las diferentes administraciones oscilan entre -16 y -26 dB con relación a la potencia de cresta;
- f) Que para la explotación sería conveniente fijar un mismo nivel de onda portadora piloto para todas las emisiones de banda lateral única y de bandas laterales independientes;
- g) Que las características de linealidad de los transmisores modernos son muy superiores a las de los transmisores que se utilizaban cuando se introdujo el sistema de bandas laterales independientes,

RECOMIENDA:

1. Que se adopte un nivel normalizado de -20 dB ± 1 dB con relación a la potencia de cresta de modulación del transmisor para las ondas portadoras piloto de todas las emisiones del servicio fijo, en ondas decimétricas, con portadora reducida y banda lateral única, o bandas laterales independientes;
 2. Que las administraciones concluyan acuerdos bilaterales a fin de aplicar este nuevo nivel, tan pronto como lo permitan las condiciones de explotación.
-

3A: Informes

INFORME 106-1*

MEJORAS DERIVADAS DEL EMPLEO DE ANTENAS DIRECTIVAS

(Cuestión 3/3)

(1953 — 1956 — 1959 — 1970)

1. Introducción

Los documentos presentados por diversas administraciones en la VIII Asamblea Plenaria, Varsovia, 1956 y en la Reunión intermedia de la Comisión de estudio III, Ginebra, 1958, pueden servir de base para un informe provisional sobre la ganancia de potencia de las señales y la discriminación señal/interferencia que se obtiene en la práctica por medio de antenas rómbicas. En el presente Informe se han resumido los datos experimentales contenidos en los Docs. III/4 y III/31, Ginebra, 1958, así como en los Docs. 19, 139, 265, 320 y 532, Varsovia, 1956, que se refieren igualmente a esta cuestión. Se indica la relación que existe entre estos resultados provisionales y los valores medianos de ganancia indicados en la Recomendación 162 (Ginebra, 1963).

En todo el texto:

- l = longitud del lado en metros,
- ϕ = semiángulo obtuso, en grados,
- h = altura sobre el nivel del suelo, en metros.

2. Resumen y discusión de los resultados presentados

La República Federal de Alemania ha presentado el Doc. III/4, Ginebra, 1958, que constituye un resumen (véase el cuadro I a continuación) de los valores medianos de los resultados de mediciones hechas con una antena rómbica, del tipo empleado corrientemente por la Administración de correos con $l = 115$ m, $h = 20$ m y $\phi = 75^\circ$. La primera serie de mediciones se refería a una *antena vertical*. Por otra parte, los resultados se presentan en el cuadro I en la forma descrita en el cuadro de la Recomendación 162 (Ginebra, 1963).

CUADRO I

Frecuencia en MHz	Valor mediano de la ganancia referida al lóbulo principal (dirección de la ganancia óptima) (dB)				Acimut en grados		
	Lóbulo principal	En el arco <i>A</i>	En el arco <i>B</i>		Mitad del arco principal	Arco $A_1 = A_2$	Mitad del arco <i>B</i>
			Antena unidirectiva	Antena reversible			
10	0	-8	-21	-12	23	22	135
15	0	-6		-17	18	29	133
20	0	-8	-23	-15	13	24	143

El Doc. III/31, Ginebra, 1958, contiene igualmente resultados de mediciones de la ganancia de la antena rómbica, en el lóbulo principal, con relación a la ganancia de una antena horizontal de media onda. Estas observaciones consistieron principalmente en medir en 15 MHz las señales procedentes de la estación WWV, que transmite con una antena no directiva; no obstante, se hizo igualmente una serie de observaciones en la frecuencia de 18 MHz con las señales que transmite la estación PPZ con una antena directiva. Los resultados muestran que la ganancia obtenida es inferior a la de la onda plana en la dirección de la ganancia máxima y que varía considerablemente con la hora y/o la intensidad de la señal. Los resultados no ponen de manifiesto una variación diurna sistemática, pero los que se obtuvieron en 15 MHz inducen a pensar que los valores máximos de la ganancia se obtienen cuando la intensidad de las señales es elevada. Esta conclusión se halla en contradicción con los resultados de la recepción en 18 MHz de una emisión a larga distancia con antena directiva, lo que subraya la necesidad de observaciones complementarias y hace pensar en que todas estas observaciones dependen casi seguramente de la *directividad de las antenas en los dos extremos del trayecto*. El cuadro II, a continuación, indica los valores medianos, así como los valores de los decilos superiores e inferiores de las ganancias conseguidas en estas pruebas.

* Adoptado por unanimidad.

CUADRO II

Periodo		Ganancia 10% (dB)	Ganancia 50% (dB)	Ganancia 90% (dB)	
<i>Recepción de WWV en 15 MHz:</i>					
11-22 de junio de 1956,	130	Observaciones	12,9	9,1	6,7
28 de julio-6 de agosto de 1956,	117		15,2	11,7	7,7
29 de sept.-11 de oct. de 1956,	217		12,9	10,7	6,8
28 de feb.-23 de marzo de 1957,	405		10,8	7,1	0,0
15-25 de enero de 1958,	162		11,1	8,5	3,2
<i>Recepción de PPZ en 18 MHz:</i>					
29 de sept.-10 de oct. de 1956		13,0	7,8	4,4	

El Doc. 139 del Reino Unido, Varsovia, 1956, presenta resultados relativos a la ganancia de potencia y a la discriminación de antenas de recepción rómicas, es decir, la ganancia en direcciones distintas de la principal, referida a la ganancia máxima. Las señales recibidas de estaciones muy alejadas se median en 13 y 20 MHz por medio de 30 antenas dispuestas en círculo con $l = 81$ m, $\phi = 70^\circ$ y $h = 23$ m. El cuadro III reproduce estos resultados para el lóbulo principal, para el arco anterior (180°) con exclusión del lóbulo principal y para el arco posterior.

CUADRO III

Frecuencia	Lóbulo principal (ganancia) (dB)	Ganancia, referida a un dipolo horizontal de media onda (dB) ⁽¹⁾					
		Arco anterior (180°) con exclusión del lóbulo principal			Arco posterior (180°)		
		Ganancia 10%	Ganancia 50%	Ganancia 90%	Ganancia 10%	Ganancia 50%	Ganancia 90%
13,4 MHz (Nueva York)	11	-2,5	-11	-19,5	-8,3	-12,7	-17
20,4 MHz (Pretoria)	15	3,5	-5,0	-13,5	-4,3	-8,7	-13
20,4 MHz (Pretoria)	15	2,5	-6,0	-14,5	-9,2	-13,6	-18

⁽¹⁾ Valores medianos y decilos (salvo para el lóbulo principal) relativos al arco.

En el mismo documento figuran resultados más detallados. Se han estudiado los resultados referentes a todos los acimuts de observación; los valores medianos de las ganancias obtenidas en los arcos definidos por la Recomendación 162 (Ginebra, 1963), son los siguientes:

CUADRO IIIa

Frecuencia	Valor mediano ⁽¹⁾ de la ganancia, con relación a un dipolo de media onda (dB)			Gama de acimuts (grados) (Recomendación 162)		
	Acimut principal	Arco A	Arco B	Mitad del arco principal	Arco $A_1 = A_2$	Mitad del arco B
13,4 MHz (Nueva York)	11	-5	-13	12	21	147
20,4 MHz (Pretoria)	15	2	-10	$8\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$	153

⁽¹⁾ Valores medianos (salvo para el acimut principal) relativos al arco.

Es interesante observar, en lo que concierne a la discriminación de las señales que llegan fuera del acimut principal, que los valores del cuadro IIIa son ligeramente mejores que los de la Recomendación 162 (Ginebra, 1963); no parece muy probable que se puedan obtener en la práctica valores tan ventajosos como los de los cuadros III y IIIa. El valor relativo al arco A en 13 MHz es, en realidad, mejor de lo que parece a primera vista; pero, sobre todo para el arco A, los resultados no han permitido obtener un valor mediano muy seguro.

El Doc. 265 (Países Bajos), Varsovia, 1956, hace un resumen de los resultados experimentales obtenidos sobre la ganancia de potencia en el acimut principal y en cierto número de direcciones distintas del acimut principal. Los valores de la ganancia que figuran en ese documento se obtuvieron con antenas de recepción rómicas y se expresan con relación a la ganancia de una antena horizontal de media onda situada a la misma altura. Se utilizaron también para las mediciones antenas de transmisión directivas. En el informe de los Países Bajos figuran los resultados experimentales resumidos sobre las antenas de recepción empleadas en Amsterdam; estas antenas tienen las siguientes características nominales:

Antena	A	B
Longitud l (m)	120	174,5
Altura h (m)	33	29,5
Angulo φ (grados)	71	70
Frecuencia nominal (MHz)	14,5	7,5

Las mediciones de ganancia relativas al lóbulo principal se efectuaron en un trayecto de propagación de gran longitud (7500 km), en tanto que algunas observaciones referentes a la ganancia en direcciones distintas de la principal se realizaron en un trayecto de longitud media (3000 km). Los valores de ganancia así obtenidos son más pequeños que los que da la teoría. Se comprobó que la ganancia medida de este modo y/o la discriminación variaban en forma apreciable según la hora del día y un poco según la estación del año, aunque resulte imposible formular una ley de variación sistemática en función de la estación. Se observó igualmente que los valores máximos de la ganancia en el acimut principal tendían a coincidir con el máximo de claridad diurna a lo largo del trayecto; la ganancia disminuía sistemáticamente durante la mañana. Estos resultados son valederos para la frecuencia de 13 MHz, que no se utilizaba durante la noche. Los valores obtenidos para la ganancia en direcciones distintas del acimut principal ponían de manifiesto igualmente una variación notable en función de la hora y de la estación del año, pero no permitían formular una ley de variación sistemática. El cuadro IV resume los resultados obtenidos.

El Doc. 320 (Japón), Varsovia, 1956, concluye diciendo que no puede pensarse en obtener una discriminación mayor de 15 a 20 dB; en ese documento figuran algunos resultados experimentales sobre la discriminación (ganancia en el exterior del lóbulo principal con relación a la ganancia en el interior) para una antena rómbica de las siguientes características: $l = 120$ m, $\varphi = 70^\circ$ (no se precisa la altura). Estos resultados se indican en el cuadro V; los datos contenidos en el documento del Japón no eran suficientes para realizar un análisis estadístico en los arcos definidos en la Recomendación 162 (Ginebra, 1963).

CUADRO IV

Tipo de antena	Frecuencia (MHz)	Ganancia con relación a una antena de media onda horizontal (dB)									
		Lóbulo principal				Distancia (km)	Acimut con relación al lóbulo principal (grados)	Direcciones distintas del acimut principal			
		Número de horas de observación	Ganancia 10%	Ganancia 50%	Ganancia 90%			Número de horas de observación	Ganancia 10%	Ganancia 50%	Ganancia 90%
A	7,7	83	9,4	8,3	6,7	2000	317	17	8,5	5,6	2,4
	13,7	158	13,4	11,4	8,8	3200	236	49	-7,3	-8,7	-10,3
	13,7					9300	143	56	-2,9	-10,7	-13,5
	13,7					2000	14	14	1,8	0,5	-1,4
	13,7					5800	37	42	6,1	4,5	0,2
	17,6	46	14,2	13,3	12,1						
B	7,7	30	15,0	11,4	7,6						
	13,7	50	13,7	11,0	9,2						
	17,6	34	9,9	7,8	6,0						

CUADRO V

Valores medianos de la discriminación, en decibelios

(Respuesta en acimuts distintos del principal con relación a la respuesta en el lóbulo principal)

Diferencia de acimut (grados)	Gama de frecuencias (MHz)					
	10,3 a 12,2		13,3 a 14,5		14,5 a 15,6	
	Discriminación (dB)					
	Valor mediano	Desviación típica mediana	Valor mediano	Desviación típica mediana	Valor mediano	Desviación típica mediana
6	9,3	1,4	12,5	2,0	3,8	2,1
12½					8,9	2,5
18½					8,0	3,2
21					9,8	1,4
22			7,5	2,9		
25½						
27					13,5	1,7
39½					12,5	2,1
46½			14,5	1,4		
52½			17,6	2,0		
79½	15,5	2,1	19,8	2,8		
93			12,5	3,6		
109½			20,3	3,8		
117						
168½			11,8	3,4		

El Doc. 19, Varsovia, 1956, llama la atención sobre las variaciones acimutales de las señales que se propagan a larga distancia pasando por la ionosfera y relaciona estas variaciones con la directividad de las antenas determinada desde largas distancias. Las mediciones de acimut ponen solamente de manifiesto diferencias mínimas entre los valores de las desviaciones acimutales para trayectos de propagación de diversas longitudes. En el 80% de las mediciones la desviación media era inferior a $\pm 2^\circ$ y en el 98% era inferior a $\pm 4^\circ$. La mayor desviación se obtuvo en el recorrido más corto (2000 km), mientras que la desviación más pequeña se observó en el trayecto más largo.

3. Conclusiones

Los resultados obtenidos denotan una variación característica de la ganancia y/o de la discriminación en función del tiempo, especialmente de la hora del día y, en cierta medida, de la estación del año. Es indiscutible que se producen fenómenos importantes a la salida y a la puesta del Sol, en los momentos de fallo de las señales en frecuencias de explotación cercanas a la MUF y en periodos de perturbaciones ionosféricas que se traducen en desviaciones acimutales considerables. Sería interesante establecer una correlación estadística entre los valores de la ganancia y los de la atenuación a lo largo del trayecto y se puede prever que los resultados que se logren con el Programa de estudios 3A-2/3 permitirán saber si existe tal correlación y en qué condiciones. Los datos mencionados más arriba permiten hacerse una idea del valor de la desviación acimutal que se puede observar en condiciones de propagación normales. Advuértase que, a causa de la influencia de las irregularidades ionosféricas que originan desviaciones acimutales, la discriminación conseguida en el terminal de recepción depende esencialmente de la directividad de la antena de transmisión y viceversa. Por ello, es importante efectuar observaciones como las descritas en el Programa de estudios 3A-2/3, a fin de obtener precisiones sobre la directividad de las antenas de transmisión y de recepción.

INFORME 107-1*

DIRECTIVIDAD DE LAS ANTENAS A LARGA DISTANCIA

(Cuestión 3/3)

(1959 — 1966)

1. Introducción

Los métodos hasta ahora utilizados para la determinación a larga distancia de la directividad de las antenas son los siguientes:

- método «estadístico» por comparación de numerosas mediciones de la misma señal recibida con diferentes antenas fijas situadas en el mismo punto pero con distintas orientaciones [C.C.I.R., 1951 y 1953];
- método basado en la rotación mecánica de las estructuras de antena con diversos análisis de los datos estadísticos así obtenidos [Pession, 1935, 1936, 1948; Silberstein, 1957];
- método de retrodispersión, por comparación de las señales de dispersión hacia atrás siguiendo un procedimiento análogo al del método estadístico [Beckmann y Vogt, 1955].

La mayor parte de los estudios se han hecho en ondas decamétricas, aunque por lo menos uno de ellos se ha realizado en la banda de radiodifusión de ondas hectométricas [Fine y Damelin].

En las referencias [Pession, 1935, 1936, 1948] y [Silberstein, 1957] se indica que, por término medio, a distancias no muy grandes, se conservan los lóbulos principales, incluso en presencia de una fuerte perturbación ionosférica. La cuestión de la subsistencia de los nulos del diagrama de radiación y de la protección hacia atrás constituye un problema aún más serio y merece un nuevo estudio. La referencia [Fine y Damelin] indica que esos nulos y relaciones no se conservan en el caso de las ondas hectométricas. La determinación de estos efectos es muy difícil a causa de los ruidos e interferencias. Por otra parte, en la realización de los nulos y mínimos con antenas rómbicas para propagación ionosférica, es muy difícil equilibrar las antenas, líneas de transmisión y circuitos de antena para las dos polarizaciones [Brueckmann, 1958].

Las referencias [Miya y otros, 1957] y [Miya y Kawai] tratan de los efectos de desviación del trayecto con respecto al arco de círculo máximo. Estos efectos ya se observaron en los años 1930 [Keen, 1947].

En [Norton, 1959] se estudia la influencia que ejerce en la pérdida de transmisión el medio de propagación para diferentes orientaciones de la antena.

La directividad de las antenas se examina en los siguientes documentos:

- Cuestión 3/3 — Directividad de las antenas a larga distancia.
- Programa de estudios 3A-2/3 — Mejoras derivadas del empleo de antenas directivas.
- Recomendación 162-2 — Empleo de antenas directivas.

Nota. — Es conveniente señalar que, en las normas del IRE relativas a transmisiones, sistemas de modulación y antenas, 1948, la definición de directividad es la siguiente: «Valor de la ganancia de directividad en la dirección de su valor máximo». Es, por tanto, diferente de la que se le atribuye en estos documentos.

2. Directividad en el plano vertical**

En el Doc. III/25, 1963-1966, se resumen los resultados de medidas del ángulo de incidencia en el plano vertical, efectuadas en el Reino Unido sobre cierto número de enlaces de ondas decamétricas a larga distancia. En [Low y Harris, 1963] se describen más completamente diversas experiencias, así como los métodos de medida utilizados.

* Adoptado por unanimidad.

** Se trata de características de una antena medida a partir del suelo en el plano vertical, que contiene el transmisor y el receptor.

CUADRO I

Resumen estadístico de las mediciones de ángulos de incidencia en el plano vertical
efectuadas en el Reino Unido

Transmisor	Distancia (km)	Frecuen- cia apro- ximada (MHz)	Época de las mediciones	Número total de medi- ciones	Ángulo de incidencia predominante que no se ha rebasado en los porcen- tajes siguientes de todas las mediciones		
					10%	50%	90%
Nueva York ⁽¹⁾ (Estados Unidos de América)	5500	13,4	mayo, junio y julio de 1961	4900	2°	9°	13,5°
Poona ⁽¹⁾ (India)	7300	14,5	avril, junio y julio de 1961	4434	3°	9°	13°
Sidney ⁽¹⁾ (Australia)	17 000	14,7	junio y julio de 1961	3780	4°	9°	13°
Barbada	6800	7,5	agosto de 1963, noviembre de 1963, enero de 1964	2954	2°	4°	7°
				798	3°	6°	8°
				437	3°	7°	10°

⁽¹⁾ Estas mediciones se han efectuado utilizando antenas que no estaban particularmente adaptadas a la recepción de ondas de bajo ángulo de llegada.

En el cuadro I se resumen los resultados, que pueden considerarse representativos, para circuitos cuyos trayectos radioeléctricos pasan por latitudes iguales o inferiores a 50°.

Puede llegarse a la conclusión de que las ondas decamétricas se propagan a gran distancia durante un elevado porcentaje de tiempo, según modos que comportan ángulos de incidencia inferiores a 10°. La atenuación de propagación más reducida y la ganancia aparente de antena más elevada se obtendrán, pues, con antenas que tengan las características de directividad en el plano vertical que favorezcan estos modos de propagación tanto en la estación transmisora como en la receptora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKMANN, B. y VOGT, K. [1955] Über Beobachtung der Rückstreuung im Kurzwellengebiet an Kommerziellen Telegraphiesignalen (Observaciones sobre la dispersión hacia atrás de señales de telegrafía comercial en ondas decamétricas). *FTZ*, Vol. VIII, 473-481. El Doc. VI/45, Ginebra, 1958, contiene algunas de estas observaciones.
- BRUECKMANN, H. [agosto de 1958] Suppression of undesired radiation of directional HF antennas and associated feed lines. *Proc. IRE*, Vol. 46, 1510-1516.
- C.C.I.R. [1951] Doc. 23, Ginebra.
- C.C.I.R. [1953] Doc. 206, Londres.
- FINE, H. y DAMELIN, J. Suppressional performance of directional antenna systems in the standard broadcast band. Federal Communications Commission, Report TRR, 1.2.7.
- KEEN, R. [1947] *Wireless direction finding*, 4.^a ed., Iliffe and Co., Londres.
- LOW, A. T. y HARRIS, B. V. [25-27 de marzo de 1963] Vertical wave-arrival angle measurements of HF transmission over the period Dec. 1960 to July 1961. *Proc. I.E.E. Convention on HF Communication*, 52.
- MIYA, K., ISHIKAWA, M. y KANAYA, S. [1957] On the bearing of ionosphere radio waves. *Rep. Ion. and Space Res. in Japan*, Vol. 9, 3, 130-144.
- MIYA, K. y KAWAI, M. On the propagation of long-distance HF signals above the classical MUF—Pulse and dot transmission tests between England and Japan. *Electronic and Radio Engineer* (Reino Unido).
- NORTON, K. A. [julio-agosto de 1959] System loss in radio wave propagation (véase la Sec. 9 del Informe). *NBS Journ. of Research*, Vol. 63D, 1, 53-74.
- PESSION, Admiral G. Artículos publicados en las revistas *Rassegna della P.T.T.* (septiembre de 1935) y *Alta Frequenza* (agosto de 1936), cuyo resumen figura en el Libro de Estocolmo (1948) (Proposiciones sometidas al C.C.I.R.), Comisión de estudio II (Propagación radioeléctrica), 288.
- SILBERSTEIN, R. [octubre de 1957] The long-distance horizontal radiation pattern of a high-frequency antenna. *NBS, Report 3538*. Abstract given in *Transactions of The Institute of Radio Engineers*, Vol. AP-5 (Antennas and Propagation), 4, 397.

INFORME 109-2*

**SISTEMAS RADIOELÉCTRICOS QUE UTILIZAN LA
PROPAGACIÓN POR DISPERSIÓN IONOSFÉRICA**

(Cuestión 4/3)

(1959 — 1966 — 1974)

Se ha recibido de Estados Unidos de América un trabajo relativo a la Cuestión 4/3 (Doc. III/29, Ginebra, 1958), con una serie de referencias bibliográficas en las que pueden encontrarse informaciones sobre la propagación por dispersión ionosférica que se pueden aprovechar para la explotación de los sistemas [Bailey y otros, 1955; I.E.E., 1958]. En el Informe 260-2 se indican las características básicas de la propagación.

1. Variación de las características de propagación en función de la frecuencia

Para evaluar el funcionamiento de los sistemas fijos es importante saber cómo varían las características siguientes en función de la frecuencia: la intensidad media de campo, las características de desvanecimiento, tales como la distribución de las amplitudes en un corto periodo y el límite de desvanecimiento y el nivel del ruido de fondo galáctico. Prácticamente, se puede considerar que la potencia recibida varía en función inversa de la séptima potencia de la frecuencia cuando se emplean antenas calibradas. El ruido de fondo galáctico es inversamente proporcional a la potencia $7/3$ de la frecuencia. El resultado es una relación señal/ruido que, medida con antenas calibradas, es casi proporcional a f^{-5} . Las investigaciones han demostrado que la variación en función de la frecuencia, durante las horas en que la intensidad de campo es mínima, no difiere mucho de la variación observada para la intensidad media de campo. La distribución en un corto periodo de los niveles de señal se aproxima mucho a una distribución de Rayleigh para frecuencias de la gama 30 a 74 MHz. El valor típico medido del índice de desvanecimiento (intersecciones con el valor mediano) en 50 MHz, es de 1 Hz aproximadamente. El índice de desvanecimiento es proporcional a la frecuencia de trabajo elevada a una potencia de 0,7 a 1,2, según las condiciones.

Existe otra característica importante de propagación que varía con la frecuencia: se trata de la aparición de un modo de propagación a larga distancia con reflexión en la capa F2; este modo de propagación va acompañado de interferencias mutuas y de dispersión hacia atrás, engendrándose así autointerferencias en un sistema telegráfico de gran velocidad que trabaje por dispersión. En los párrafos siguientes se trata de la aparición de ese modo de propagación y de las interferencias mutuas.

2. Medida en que los sistemas que utilizan este modo de propagación y que funcionan en la misma frecuencia o en frecuencias vecinas son capaces de interferirse mutuamente o de causar interferencias a otros servicios

Desde el punto de vista de las interferencias a larga distancia entre servicios que utilizan la dispersión y otros servicios, los modos de propagación más importantes son la reflexión en la capa E esporádica y la reflexión en la capa F2. No se dispone aún de bastantes resultados de mediciones de propagación por la capa E esporádica en el mundo entero, para poder evaluar el porcentaje total de tiempo en que pueden producirse interferencias. En algunas publicaciones [Smith, 1957; Smith y Davis], puede encontrarse un estudio completo sobre la aparición en el mundo entero de la ionización de la capa E esporádica, a base de observaciones en ondas decamétricas efectuadas con ayuda de aparatos de registro de los fenómenos ionosféricos. En la práctica, si se quiere evitar toda interferencia debida a la propagación Es, es conveniente que los transmisores y los receptores de los circuitos de dispersión ionosférica estén situados a una distancia de 2500 km, por lo menos, de los demás circuitos. En las figs. 1 a 3 del Informe 260-2 pueden verse las curvas representativas de los valores de la MUF F2- 4000 km rebasados durante el 1% del número de horas; esas curvas se refieren al solsticio de diciembre, al solsticio de junio y al equinoccio para el máximo de actividad solar. Han sido deducidas de las previsiones corrientes del C. R. P. L. relativas a F2, habida cuenta de la distribución en torno al valor mediano de los resultados de mediciones cotidianas de la MUF F2. Trazando un círculo de 2000 km de radio con la estación como centro, se obtiene la posición de las frecuencias en que ocurre la propagación por trayectos de 4000 km durante el 1% o el 10% del tiempo, en el curso de la estación del año correspondiente. Existen porcentajes de tiempo más pequeños para trayectos de longitud superior o inferior a 4000 km.

* Adoptado por unanimidad.

3. Características en las frecuencias radioeléctricas y en la banda de base de los sistemas que emplean la dispersión ionosférica

Actualmente se explota cierto número de estos sistemas con toda seguridad y se espera que su número aumente en el futuro. Estos sistemas trabajan con antenas muy directivas y con transmisores cuya potencia es de unos 40 kW.

Dada la rapidez con que progresa la técnica, actualmente no conviene pensar en una normalización. Nos contentaremos, pues, con indicar únicamente, a título de ejemplo, las características de modulación de algunos sistemas típicos en explotación o en proyecto:

- sistema de un solo canal telefónico, curva de respuesta entre 300 y 3100 Hz, con banda lateral única o modulación de frecuencia de banda estrecha (excursión de frecuencia máxima 3 kHz);
- sistema de cuatro a dieciséis canales múltiplex con distribución en el tiempo, velocidad telegráfica comprendida entre 150 y 600 baudios, manipulación por desplazamiento de frecuencia; para reducir al mínimo los errores causados por el efecto Doppler se adopta corrientemente una separación de 6 kHz entre las frecuencias de trabajo y reposo;
- combinación de los dos sistemas anteriores en la que se utilizan transmisores lineales; por ejemplo: un canal telefónico y un sistema de manipulación por desplazamiento de frecuencia, o dos sistemas distintos de manipulación por desplazamiento de frecuencia; se puede adoptar también otra variante que comprende dos transmisores, uno que transmita telefonía y otro señales de teleimpresor;
- se ha propuesto un sistema que comprende un canal telefónico único y cuatro canales de teleimpresor, con dispositivos de detección y corrección de errores; velocidad 177 baudios. La fig. 1 representa una forma de distribución típica de las frecuencias para una anchura de banda total de 20 kHz;
- un sistema de radioteleimpresor con desplazamiento de frecuencia que emplea un cambio de frecuencia mediante heterodino, eligiéndose la frecuencia del oscilador entre las frecuencias que representan de tal modo los dos estados significativos de modulación (véase el Doc. III/112 (U.R.S.S.), 1963-1966), que la frecuencia de batido superior de una de ellas y la frecuencia de batido inferior de la otra caen ambas en una banda estrecha; entre las ventajas comprobadas de este método, puede citarse un aumento de la relación señal/ruido y un precio de coste reducido.

Las características de modulación del medio de propagación tienen gran importancia en la explotación de estos sistemas, debiendo considerarse especialmente los siguientes factores:

- es ventajoso emplear la recepción por diversidad para el tráfico telefónico o de teleimpresor; corrientemente se trabaja con un sistema de diversidad doble o triple;
- las condiciones de propagación por trayectos múltiples en el medio considerado son tales que la anchura de banda coherente no es superior a unos 3 kHz;
- en general, la velocidad de modulación está limitada por los efectos de trayectos múltiples ocasionados por los meteoros;
- se puede prever la propagación por la capa F2 durante los periodos en que la MUF es superior a la frecuencia de trabajo. En estas condiciones se observan a menudo ecos muy retrasados que se propagan por trayectos múltiples, y que pueden durar 50 ms o más. Las amplitudes de esos ecos pueden ser iguales o mayores que las de la señal deseada, lo que produce un porcentaje de errores sumamente elevado. Para resolver los problemas de propagación por trayectos múltiples de ecos muy retrasados se puede recurrir a uno de los medios siguientes: utilizar antenas con propiedades directivas más satisfactorias; emplear una frecuencia de trabajo superior a la MUF; procedimientos especiales de modulación;
- una de las características de los sistemas de dispersión ionosférica es que trabajan con antenas muy directivas y con una gran potencia; en periodo de propagación por la capa E esporádica, o cuando la MUF tiene un valor elevado, estos sistemas deben considerarse fuentes posibles de interferencias que pueden afectar a los servicios que comparten la misma banda de frecuencias;
- los sistemas clásicos de teleimpresor de cuatro canales que trabajan en doble diversidad en el espacio exigen una relación señal/ruido de 24 dB (ruido medido en una banda de 250 Hz) para un porcentaje de error binario de 1×10^{-4} ;
- en los sistemas telefónicos corrientes, la calidad de la transmisión es suficiente para un circuito «entre operadores» en el caso de una sección única con una relación señal de radiofrecuencia/ruido igual a unos 14 dB (ruido medido en una anchura de banda de 3 kHz).

Generalmente, para este modo de propagación se emplean frecuencias comprendidas entre 30 y 40 MHz. En cierto número de circuitos, actualmente en instalación, se ha adoptado un sistema de diversidad de dos frecuencias. Será conveniente emplear frecuencias más elevadas, hasta 60 MHz, por ejemplo, a fin de suprimir la propagación a larga distancia durante los periodos en que coincide un máximo de actividad solar con valores elevados de la MUF F2.

Estos sistemas aseguran la propagación a distancias generalmente comprendidas entre 1000 y 2000 km; actualmente, en las zonas árticas se explotan varios sistemas de este tipo.

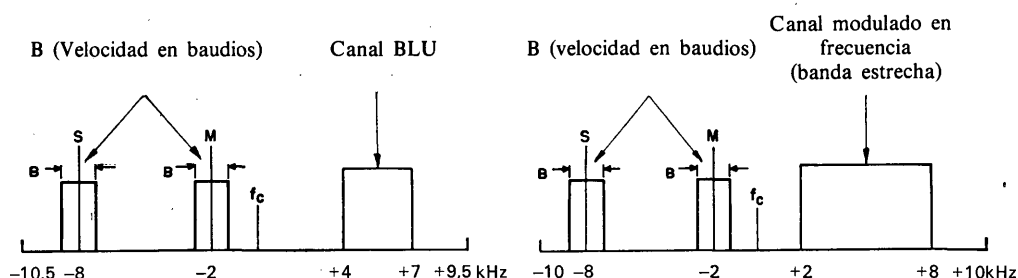


FIGURA 1

Distribución espectral típica en una banda de 20 kHz para propagación por dispersión ionosférica
(B es la frecuencia en Hz correspondiente a la velocidad telegráfica en baudios)

4. Utilización de códigos de corrección de errores en canales de teleimpresor transmitidos por dispersión ionosférica

La confiabilidad de la explotación de teleimpresores a través de circuitos que emplean la propagación por dispersión en ondas métricas puede mejorarse mediante la utilización de códigos de corrección de errores. En un trayecto de 1300 km de propagación por dispersión ionosférica, en latitudes moderadas, se obtuvieron datos experimentales correspondientes a unas 150 horas, utilizando un bloque de código de relación 1:3 e imbricación en un intervalo de 8,4 segundos [Juroshek y otros, 1971]. La potencia del transmisor era de 500 vatios, la velocidad de transmisión de 108 bits/s; y el desplazamiento de frecuencia de 6 kHz.

Los resultados mostraron que para una proporción de bitios erróneos por canal inferior a 10^{-2} , no se registraban caracteres erróneos en ninguna de las muestras de 10 minutos (4032 caracteres por muestra). Aunque la relación entre la proporción de caracteres erróneos antes de la decodificación y los caracteres erróneos después de la decodificación reveló cierta influencia del tipo de antena utilizado y del uso de la recepción con o sin diversidad, la calidad global de transmisión se aproximó mucho a las previsiones teóricas. Es de esperar que otras técnicas de codificación, por ejemplo, los códigos convolucionales para velocidades de codificación y limitaciones de longitud comparables, proporcionen una calidad similar de funcionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, D. K., BATEMAN, R. y KIRBY, R. C. [1955] Radio transmission at VHF by scattering and other processes in the lower ionosphere. *Proc. IRE*, Vol. 43, 1181-1230.
- I. E. E. [28 de enero de 1958] Symposium on long-distance propagation above 30 Mc/s. *Journal of the I.E.E.*, Vol. 105B, Londres.
- JUROSHEK, J. R., MATHESON, R. J. y NESENBERGS, N. [octubre de 1971] Interleaved block coding tests over VHF and HF channels. *IEEE Trans. on Commun. Technology*, COM-19-5.
- SMITH, E. K. [15 de marzo de 1957] Worldwide occurrence of sporadic-E. NBS Circular 582.
- SMITH, E. K. y DAVIS, Jr., R. M. The effect of sporadic-E on VHF transmission in the U.S.

BIBLIOGRAFÍA

- ABEL, W. G., de BETTENCOURT, J. T., CHISHOLM, J. H. y ROCHE, J. F. [1955] Investigation of scattering and multipath properties of ionospheric propagation at radio frequencies exceeding the MUF. *Proc. IRE*, Vol. 43, 1255-1268.
- BRAY, W. J., SAXTON, J. A., WHITE, R. W. y LUSCOMBE, G. W. [1955] VHF propagation by ionospheric scattering and its application to long-distance communication. *Proc. I.E.E.*, Vol. 103B, 236-260.
- IRE Trans. on Commun. Systems* [marzo de 1956] Vol. CS-4, 1.
- J.T.A.C. [enero de 1960] (Joint Technical Advisory Committee EIA-IRE). Radio transmission by ionospheric and tropospheric scatter. Supplement to Radio Spectrum Conservation (1952). *Proc. IRE*, Vol. 48, 3-46.
- ROSE, J. y otros [mayo de 1961] Pacific scatter communication system. Fifth National Symposium on Global Communications (Convention Record), Chicago, Estados Unidos de América, 110-113.
- ROSE, J. y otros [mayo de 1961] Improved ionoscatter receiving techniques used on the Pacific scatter communication system. Fifth National Symposium on Global Communications (Convention Record), Chicago, Estados Unidos de América, 114-117.

INFORME 111*

**INFLUENCIA DE LAS DESVIACIONES DE FRECUENCIA DEBIDAS AL
PASO POR LA IONOSFERA EN LAS COMUNICACIONES A
LARGA DISTANCIA EN ONDAS DECAMÉTRICAS CON MANIPULACIÓN
POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA**

(Cuestión 7/3)

(1959)

1. Introducción

En este Informe, que se inspira principalmente en el Doc. III/34 (Estados Unidos de América), Ginebra, 1958, se examinan tres aspectos de la cuestión: valor y duración de las desviaciones de frecuencias previsibles; cálculo de los límites superiores de las proporciones de errores de los sistemas de manipulación por desplazamiento de frecuencia, y desfases experimentales entre elementos, en la modulación de fase.

Este Informe proporciona sólo datos parciales. Es de esperar que un estudio más completo dé informaciones definitivas sobre el desplazamiento de frecuencia mínimo que se puede lograr en sistemas reales.

2. Características de las desviaciones de frecuencia en los circuitos de ondas decamétricas

Se sabe que los desvanecimientos rápidos observados en los circuitos de ondas decamétricas se deben a interferencias entre rayos distintos reflejados en diferentes partes de la ionosfera. La ionosfera puede concebirse como una capa reflectora irregular, cuyo continuo movimiento en el cielo hace que las ondas que llegan al lugar de recepción se hayan reflejado en superficies elementales en movimiento y que cada onda haya sufrido, en consecuencia, una ligera variación de frecuencia a causa del efecto Doppler. La interferencia de estas ondas, cuya frecuencia ha variado, produce desvanecimientos rápidos. Nos limitaremos aquí a estudiar estos desvanecimientos rápidos, sin ocuparnos de las variaciones lentas resultantes de las fluctuaciones de la absorción. En estas condiciones, la señal sujeta a desvanecimiento puede compararse a un ruido gaussiano de banda muy estrecha. Parece ser que J. A. Ratcliffe fue el primero que utilizó esta hipótesis [1948].

Si se hace uso de tal representación, se pueden utilizar los importantes trabajos realizados por S. O. Rice [1948] para determinar la naturaleza de una señal de ondas decamétricas sujeta a desvanecimiento.

La relación entre el índice de desvanecimiento N_G (definido como el número medio de veces por segundo que la envolvente de la señal pasa por el nivel mediano de esa señal con pendiente positiva) y la correspondiente «anchura de banda del ruido equivalente» de la señal sujeta a desvanecimiento puede representarse por:

$$N_G = 1,48 \sigma$$

siendo σ la desviación típica de un filtro de banda cuya característica se supone gaussiana. Esta anchura de banda del ruido equivalente se aplica sólo a la señal recibida, haciendo abstracción del ruido que puede acompañarla. Es equivalente a la semianchura de banda del filtro de 2,17 dB. Suponiendo un filtro de característica rectangular, el índice de desvanecimiento será:

$$N_R = \frac{B}{2,32}$$

donde B es la anchura de banda del filtro. Se cree que el filtro de característica gaussiana da una aproximación mejor de la anchura de banda efectiva de desvanecimiento de una onda decamétrica [Price, 1957]; no obstante, para mayor facilidad, nos limitaremos al caso de un filtro de característica rectangular. Después de haber medido la anchura de la señal sujeta a desvanecimiento, podremos buscar la distribución de probabilidad de la frecuencia instantánea al mismo tiempo que otros factores estadísticos.

La fig. 1 representa la distribución acumulativa de probabilidad de la frecuencia instantánea. Esta curva se ha referido al índice de desvanecimiento. Para un índice de 1 Hz, la frecuencia instantánea se situará, durante el 99,96% del tiempo, a menos de unos 20 Hz de la portadora.

Si se tiene en cuenta el índice de desvanecimiento indicado en el Informe 266-3, los valores de la variación de la frecuencia instantánea no son incompatibles con las desviaciones de 3×10^{-6} durante algunos milisegundos, mencionadas en el Doc. III/3 (Reino Unido), Ginebra, 1958.

* Adoptado por correspondencia y sin reserva alguna.

La duración media de la variación de la frecuencia instantánea puede hallarse también mediante los resultados obtenidos por Rice. Este autor ha encontrado una expresión del número medio de veces por segundo en que la frecuencia instantánea excede o pasa por un valor dado, cuando se conoce la anchura de banda del filtro. La inversa de este número de rebasamiento por segundo da el intervalo medio de tiempo que los separa. Puesto que conocemos igualmente el porcentaje de tiempo durante el cual la frecuencia instantánea se mantiene más allá de un nivel determinado, podemos también calcular el tiempo medio durante el cual se mantiene en él, ya que este factor es simplemente el producto de la probabilidad de rebasamiento de ese nivel por el intervalo de tiempo medio que separa los rebasamientos. La fig. 2 representa la relación entre este intervalo de tiempo medio $\bar{\Delta t}$ y la desviación de frecuencia con relación a la frecuencia central. El índice de desvanecimiento constituye el parámetro. Si se conoce su valor, se puede hallar la duración media durante la cual se excede una desviación de frecuencia dada. Obsérvese que $\bar{\Delta t}$ es prácticamente independiente del índice de desvanecimiento.

Hay que señalar que es necesario realizar un estudio más completo para obtener la distribución acumulativa de las duraciones con diversos valores determinados de desviación de frecuencia, pero esta cuestión se aparta del objeto del presente Informe.

3. Influencia en la manipulación por desplazamiento de frecuencia de las desviaciones de frecuencia debidas al paso por la ionosfera

Para determinar la influencia de estas desviaciones de frecuencia imaginaremos que no hay ruidos en el sistema y que se utiliza como detector un discriminador de frecuencia. El sistema dará lugar a error si la desviación de la frecuencia transmitida es suficientemente importante para que la frecuencia pase por el lado indebido del discriminador y se mantenga así un periodo de tiempo comparable a la mitad del intervalo elemental. Supongamos que este intervalo es de 20 ms.

Si suponemos que el índice de desvanecimiento es de uno por segundo y que la desviación de frecuencia es de 40 Hz, al examinar la fig. 1 se verá que la frecuencia de trabajo (o la de reposo) sólo se desviará 20 Hz y únicamente pasará por el lado indebido del discriminador durante el 0,04% del tiempo. Esta fracción de 0,04% representa el límite superior de la proporción de error binario que puede esperarse en ausencia de ruido. Si se examina la fig. 2, se comprueba que $\bar{\Delta t}$ es únicamente 6,2 ms; así, pues, incluso si la frecuencia instantánea se encuentra en el lado indebido del discriminador, su duración es tan breve, que el error será poco frecuente.

La fig. 3 representa la propagación máxima de error binario probable en función del desplazamiento de frecuencia del sistema, tomando como parámetro el índice de desvanecimiento. Se admite que los errores se producen en razón directa de la probabilidad de que la frecuencia instantánea pase por el lado indebido del discriminador. Esta hipótesis estima en exceso la proporción de error efectivo originado por las desviaciones de frecuencia cuando la duración media de la desviación es breve con relación a la de la señal elemental, porque se ha despreciado la constante de tiempo del discriminador (o la del filtro después de la detección). Para facilitar la estimación de la zona en que comienza a ejercer influencia esta constante de tiempo, se han llevado a las curvas, establecidas para $\bar{\Delta t} = 10$ ms, los puntos que aparecen en las curvas de la fig. 2.

4. Datos experimentales concernientes a la modulación de fase

Se han iniciado diversos estudios experimentales para determinar la calidad de funcionamiento de los sistemas que emplean la manipulación por desplazamiento de frecuencia y la de un sistema de modulación por desfasaje (sincrónico) empleado en las comunicaciones de ondas decamétricas por propagación ionosférica. El sistema de modulación por desfasaje exige una buena estabilidad de fase durante aproximadamente 44 ms. Los resultados de estos trabajos presentan gran interés para este estudio sobre el efecto Doppler.

Durante un corto periodo se ha observado la estabilidad de fase de las señales emitidas por WWV y recibidas en Burbank, California [Doelz y otros, 1957]. Las mediciones se han hecho en las frecuencias 5, 10 y 15 MHz, procediéndose a una serie de comparaciones entre las fases discretas, a una cadencia de 50 Hz. Cada medición consistió en comparar la fase de las señales de llegada durante un periodo de 20 ms con la de las señales del periodo siguiente de 20 ms.

La estabilidad del receptor es de importancia capital para efectuar mediciones de esta clase. La frecuencia de todo el equipo de recepción estaba regulada por un solo oscilador local de referencia de gran estabilidad (1×10^{-8}) de modo que el desfasaje aparente debido al error de frecuencia era insignificante con relación a los desfasajes causados por la propagación.

En general, el método empleado para las mediciones consiste en excitar, durante 20 ms, con la señal recibida, un circuito resonante de Q extremadamente elevado. Se deja entonces oscilar el resonador, en

tanto que la señal acciona un segundo resonador durante otro periodo de 20 ms. Se mide a continuación la fase relativa de ambos resonadores por medio de un detector de fase. La medida resultante da la diferencia de fase entre dos muestras de fase integrada, tomadas con un intervalo de 20 ms. Estableciendo una conexión adecuada entre dos detectores de fase en cuadratura, se obtiene en la pantalla de un osciloscopio la reproducción polar de la fase relativa y de la amplitud. El nivel de la señal no se aprecia en el osciloscopio, excepto al final de cada periodo de integración de 20 ms. La representación resultante es una serie de puntos que corresponden a los extremos de vectores cuyas longitudes iniciales son proporcionales a la amplitud de la señal aplicada y cuyos ángulos polares son iguales a los desfases entre las muestras seleccionadas. Estas series de puntos se fotografían con un tiempo de exposición que oscila entre 15 segundos y 5 minutos. El resultado más importante de este estudio ha sido proporcionar representaciones polares del desfase y de la amplitud de la señal. La fig. 4 indica las curvas de probabilidad aproximada cuyo trazado se funda en estas representaciones polares. Tales curvas señalan, como era de esperar, una discriminación de la estabilidad de fase en las frecuencias elevadas, e indican el grado de imprecisión de fase no imputable al ruido aditivo.

5. Conclusiones

En la medida en que se puede afirmar que el modo teórico que se ha adoptado representa fielmente el comportamiento de una señal de ondas decamétricas sujeta a desvanecimiento, parece ser que las desviaciones de frecuencia impuestas por la propagación son pequeñas para índices de desvanecimiento típicos. Esta opinión se ve corroborada por algunas observaciones experimentales sobre la estabilidad de fase conseguida en circuitos de ondas decamétricas. Será conveniente llevar a cabo estudios complementarios, especialmente en lo que concierne a la distribución de la duración de las desviaciones de frecuencia, si se quiere mejorar la estimación de los errores que llevan aparejados los sistemas que utilizan la manipulación por desplazamiento de frecuencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOELZ, M. L., HEALD, E. T. y MARTIN, D. L. [mayo de 1957] Binary data transmission techniques for linear systems. *Proc. IRE*, Vol. 45, 656-662.
- PRICE, R. [1957] The autocorrelogram of a complete carrier wave received over the ionosphere at oblique incidence. *Proc. IRE*, Vol. 45, 879.
- RATCLIFFE, J. A. [1948] Diffraction from the ionosphere and the fading of radio waves. *Nature*, 162, 9.
- RICE, S. O. [1948] Properties of a sine wave plus random noise. *B.S.T.J.*, Vol. 27, 109-157.

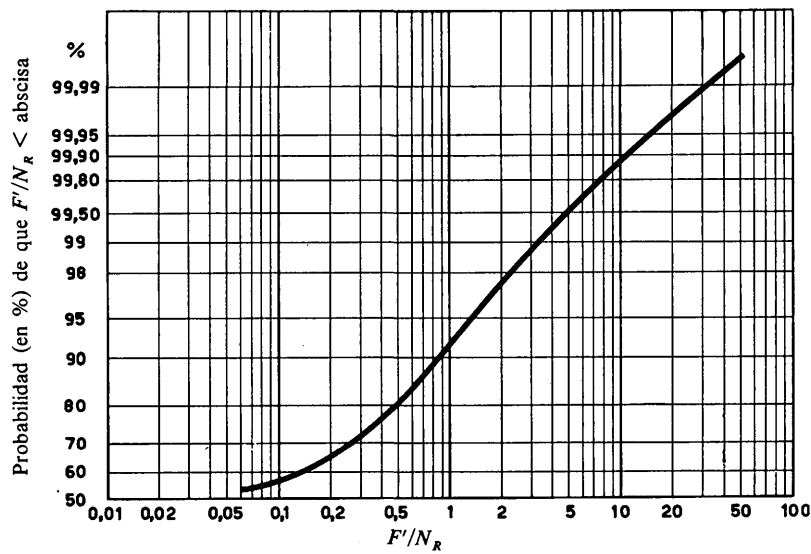


FIGURA 1

Distribución acumulativa de probabilidad de las desviaciones de frecuencia instantánea

F' = Desviación instantánea de frecuencia con relación a la frecuencia central (Hz)

N_R = Índice de desvanecimiento

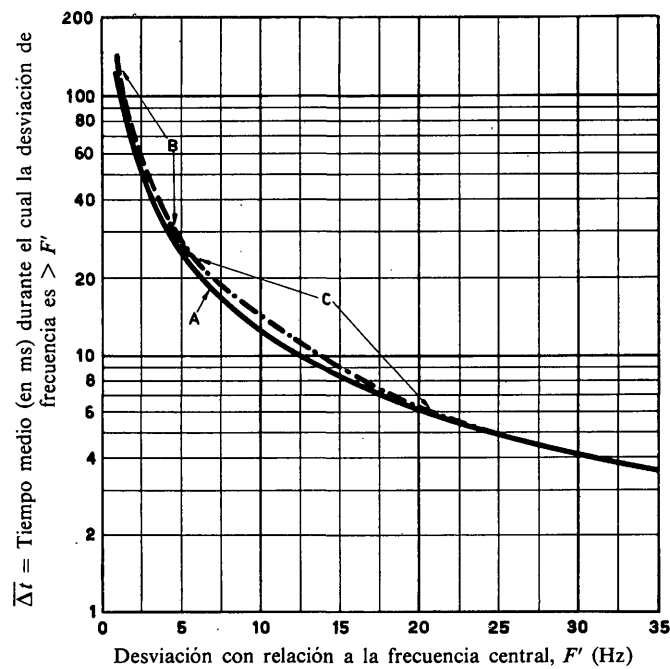


FIGURA 2

Tiempo medio durante el cual la desviación de frecuencia debida al efecto ionosférico es superior a F' representado en función de F' (índice de desvanecimiento de 0,2, 1,0 y 5,0 desvanecimientos por segundo), en la hipótesis de que el efecto Doppler sea análogo al de un ruido gaussiano en una banda estrecha

Curvas A: Índice de desvanecimiento: 0,2/s

B: Índice de desvanecimiento: 1,0/s

C: Índice de desvanecimiento: 5,0/s

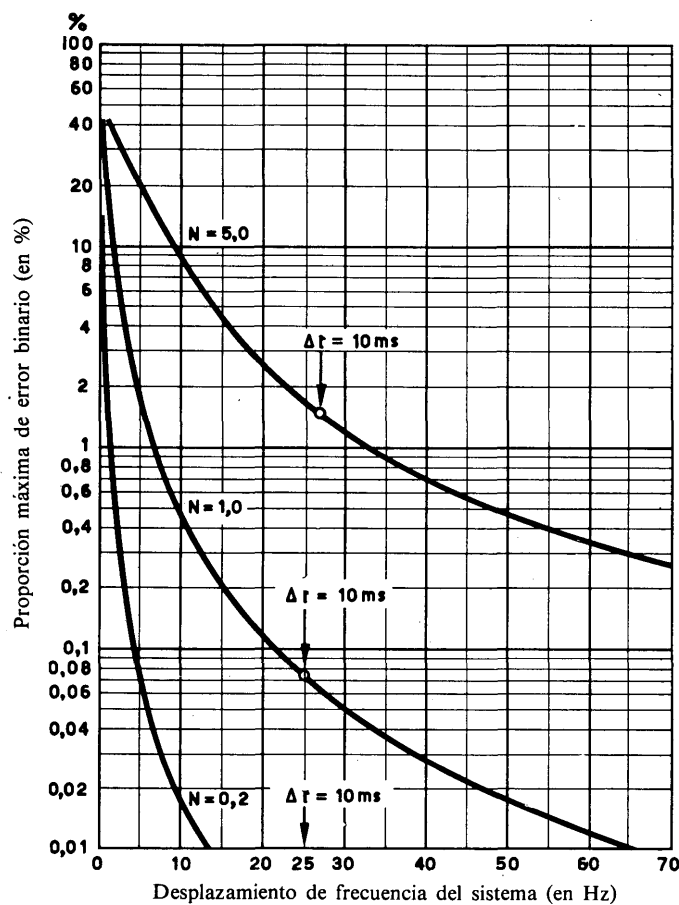


FIGURA 3

Porcentaje de error binario en función del desplazamiento de frecuencia, con índice de desvanecimiento N de 0,2, 1,0 y 5 desvanecimientos por segundo. Duración del elemento: 20 ms (50 baudios)

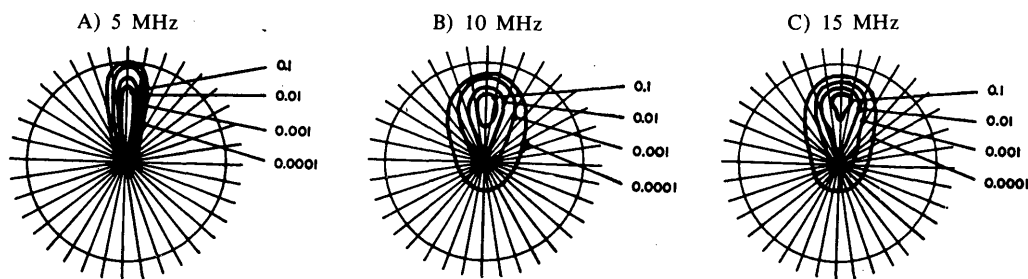


FIGURA 4

Curvas polares de igual probabilidad de las variaciones de fase y de las de amplitud (WWV)
Las cifras representan la probabilidad de que el punto de medida caiga fuera de las curvas.

INFORME 203*

**PROPAGACIÓN POR TRAYECTOS MÚLTIPLES EN CIRCUITOS
RADIOELÉCTRICOS DE ONDAS DECAMÉTRICAS**

**Medición de las diferencias entre los tiempos de propagación y de su
ocurrencia en circuitos radioeléctricos típicos**

(Programa de estudios 1A-2/3)

(1963)

1. Mediciones en los circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas del servicio fijo

1.1 Resumen

Se han examinado unas 4000 imágenes de facsímil recibidas en Londres por algunos circuitos importantes, durante el periodo comprendido entre un mínimo y un máximo de actividad solar (de 1953 a 1957), para determinar la ocurrencia del fenómeno de propagación por trayectos múltiples y medir las diferencias entre los tiempos de propagación. Se ha comprobado que la propagación por trayectos múltiples se presentó durante un elevado porcentaje de tiempo en ese periodo y que las diferencias entre los tiempos de propagación nunca pasaron de 2,5 ms. Las mediciones se hicieron con imágenes procedentes de Nueva York (1420), Melbourne (1600) y Moscú (350), y también con imágenes transmitidas por algunos circuitos que no se utilizan tan a menudo. El método de medida que se describe a continuación, es similar al expuesto en un documento presentado por Japón en la VII Asamblea Plenaria.

1.2 Método de medida

Las transmisiones de facsímil se hacen en modulación de frecuencia y, en general, la imagen recibida procede del trayecto predominante. Si, debido a desvanecimientos, predominan en distintos momentos señales procedentes de varios trayectos de desigual longitud, una línea recta perpendicular a las líneas de exploración en la imagen transmitida aparecerá en la imagen recibida como una línea dentada. La medición de la amplitud de las fluctuaciones de la línea recibida, permite determinar la diferencia entre los tiempos de propagación por el trayecto más corto y por el más largo, que predominen de vez en cuando durante la transmisión de la imagen.

Para determinar el despliegue de los tiempos de propagación con las imágenes de facsímil, se midió la fluctuación de una perpendicular a la dirección de exploración, que con certeza podía suponerse perfectamente recta y netamente marcada en la transmisión. La medición de la fluctuación se hizo con un microscopio de poco aumento, provisto de una retícula dividida en cuadrados. El aumento se ajustó para que cada cuadrado equivaliera a una diferencia de tiempo de 2 ms para los dispositivos más comúnmente utilizados. Las diferencias se redondearon en fracciones de 0,5 ms y cuando se observaban varios tiempos de propagación distintos, sólo se retenía la diferencia mayor. En algunos casos, este tiempo máximo no facilitaba una medida característica de la distorsión total de la imagen.

Se ha efectuado asimismo una comprobación, en condiciones bien determinadas, mediante un aparato simulador ajustado para producir desvanecimientos erráticos, con valores conocidos de la diferencia entre los tiempos de propagación o con varios valores del nivel mediano de las señales en los dos trayectos. En estos experimentos, la ocurrencia de la propagación por trayectos múltiples fue casi la misma que la indicada por el análisis matemático.

1.3 Mediciones hechas en imágenes de facsímil

Se examinó cada imagen con el fin de determinar la diferencia máxima entre los tiempos de propagación. Como los tiempos de propagación se redondeaban en 0,5 ms, la distribución probable de las diferencias de tiempo de propagación entre 0 y 2,5 ms se obtenía por el método acostumbrado de dividir por igual, entre las gamas de tiempo de propagación adyacente, el número de imágenes para cada valor de tiempo de propagación distinto de cero.

La ocurrencia de la distorsión debida a la propagación por trayectos múltiples se evaluó para cada imagen según los cuatro grados siguientes: nula, rara, frecuente, continua.

* Adoptado por unanimidad.

Todos los meses se calcularon los porcentajes de imágenes correspondientes a cada gama de valores de la diferencia de tiempo de propagación y a cada grado de ocurrencia. Para mayor sencillez, se ha calculado la media de esos porcentajes mensuales durante todo un año y se han presentado los resultados en la fig. 1.

1.4 *Análisis de los resultados*

Los resultados muestran que para cada uno de los años 1953-1957, la propagación por trayectos múltiples, frecuente o continua, se produjo en un 40 a 50% de las imágenes analizadas. En la mitad aproximadamente de las imágenes transmitidas por trayectos múltiples, la diferencia entre los tiempos de propagación fue, como mínimo, de 1 ms y, en cerca del 30% de esas imágenes, llegó a 1,5 ms, por lo menos.

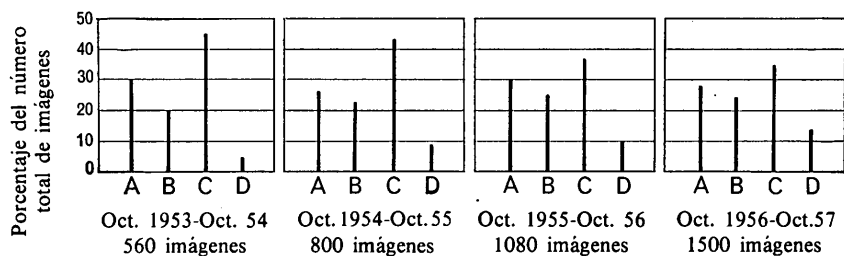
Los efectos de propagación por trayectos múltiples del tipo que acaba de describirse no son especialmente molestos en las transmisiones de facsímil. Hemos utilizado imágenes de facsímil, únicamente porque éstas constituyen un medio cómodo de determinar la ocurrencia de esos efectos y las diferencias de tiempo durante un largo periodo, en circuitos típicos de ondas decamétricas del servicio fijo. El efecto de la propagación por trayectos múltiples podría ser más molesto en los circuitos telegráficos y en los circuitos de transmisión de datos, sobre todo cuando la diferencia entre los tiempos de propagación es notable comparada con la duración de un elemento telegráfico. Por ejemplo, una diferencia de 2 ms influiría desfavorablemente en el funcionamiento de un circuito telegráfico que trabajara a 200 baudios, puesto que representaría el 40% de la duración del elemento. Los circuitos explotados con velocidades de modulación inferiores se verían menos perturbados, porque el valor de la diferencia de tiempo con relación a la duración del elemento sería más pequeño. Por ejemplo, una diferencia de 2 ms representaría únicamente el 20% de la duración del elemento a 100 baudios.

2. **Mediciones en circuitos de difusión meteorológica**

En el §1 de este Informe figuran las indicaciones relativas a la ocurrencia de propagación por trayectos múltiples y las diferencias entre los tiempos de propagación observadas en algunos circuitos de ondas decamétricas entre puntos fijos. Los efectos de propagación por trayectos múltiples pueden ser todavía más notables cuando tienen que utilizarse frecuencias inferiores al valor óptimo. Este caso se presenta a menudo, por ejemplo, en los servicios de difusión meteorológica por ondas decamétricas; hemos procedido, pues, a un análisis de las cartas meteorológicas transmitidas por facsímil de Washington y del Japón, y recibidas en el Reino Unido.

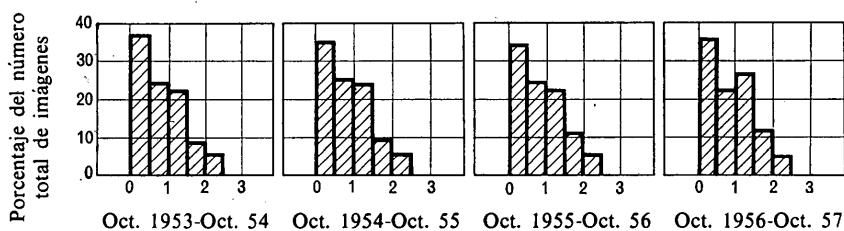
Se han analizado unas 1600 cartas recibidas entre junio y septiembre de 1961. Un millar de ellas procedían de Washington y 600 del Japón. El método de medida de las diferencias entre los tiempos de propagación era parecido al descrito en el § 1 de este Informe. Los resultados se consignan en el cuadro siguiente y en la fig. 2 se da una representación gráfica de los mismos.

Diferencia entre los tiempos de propagación por trayectos múltiples (ms)	Porcentajes de cartas para cada circuito	
	de Washington al Reino Unido (6000 km)	del Japón al Reino Unido (9600 km)
0 — $\frac{1}{2}$	10	0
$\frac{1}{2}$ — 1	20	5
1 — $1\frac{1}{2}$	28	9
$1\frac{1}{2}$ — 2	21	10
2 — $2\frac{1}{2}$	10	30
$2\frac{1}{2}$ — 3	6	26
3 — $3\frac{1}{2}$	2	11
$3\frac{1}{2}$ — 4	2	6
4 — $4\frac{1}{2}$	1	2



a) Ocurrencia de la propagación por trayectos múltiples

(A = nula, B = poco frecuente, C = frecuente, D = continua)



b) Gama de valores de la diferencia de tiempos de propagación (ms)

FIGURA 1

Propagación por trayectos múltiples en circuitos de ondas decamétricas del servicio fijo

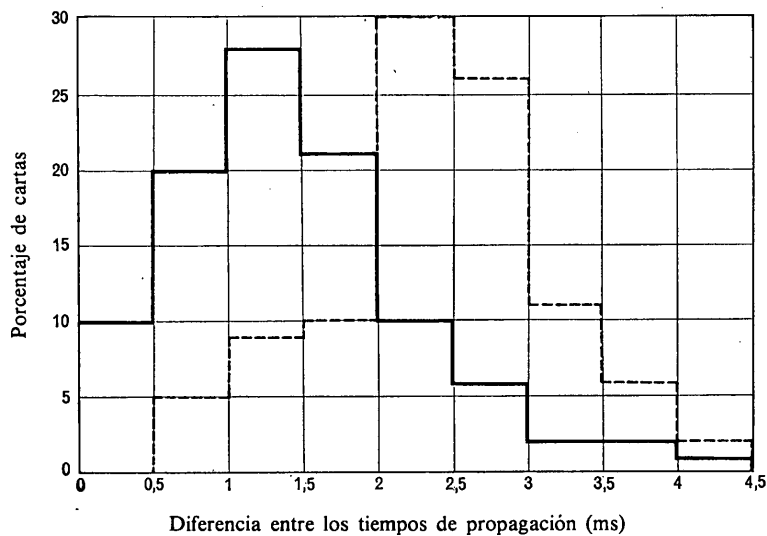


FIGURA 2

Propagación por trayectos múltiples en circuitos de difusión meteorológica

———— De Wáshington al Reino Unido
 - - - - - Del Japón al Reino Unido

INFORME 356-2*

EMPLEO DE ANTENAS DIRECTIVAS EN LAS BANDAS DE FRECUENCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 4 Y 28 MHz

(Recomendación 162-2)

(1966 - 1970 - 1974)

1. Introducción

La Cuestión 20/1 plantea el problema de especificar, para los distintos servicios y para diferentes distancias, normas razonables de directividad de las antenas en las bandas de frecuencias comprendidas entre 4 y 28 MHz, teniendo debidamente en cuenta las consideraciones de carácter económico. La proposición que en este Informe se hace se aplica principalmente a los enlaces entre puntos fijos de más de 4000 km de longitud, pero podría aplicarse, con las modificaciones adecuadas, a circuitos de menor longitud. La técnica propuesta requiere conocer la ganancia de la antena de que se trate y el ángulo de abertura en elevación y en acimut, de su haz principal de radiación. De estos datos puede derivarse un factor de directividad que, combinado con ciertos otros factores, por ejemplo, potencia del transmisor y precio de costo, puede servir para evaluar la idoneidad de una antena en una aplicación determinada.

2. Proposición

Las antenas con una determinada ganancia directiva que radien toda la potencia en un solo haz pueden considerarse como las de mejor rendimiento de su clase. Los sistemas de telecomunicación que utilicen tales antenas en la transmisión y en la recepción podrían explotarse en una frecuencia común con arreglo a una distribución especial dada, sin temor a interferencias mutuas, siempre que cada una de las antenas receptoras «vea» únicamente la antena transmisora deseada. Con esta disposición ideal, el número de sistemas que pueden funcionar en una misma frecuencia podría aumentarse en función de la ganancia de las antenas, dada la menor abertura angular de éstas.

Partiendo de ciertas hipótesis que simplifican el problema y que están perfectamente justificadas, puede demostrarse que existe con mucha aproximación la siguiente relación fija entre la ganancia directiva (con relación a un radiador isótropo) y la abertura de este haz único (con relación a cero):

$$G = \frac{P_0}{P} = \frac{32 \pi^2}{(\pi^2 - 4) \theta_0 \varphi_0} = \frac{K}{\theta_0 \varphi_0} \quad (1)$$

(θ_0 y φ_0 representan, respectivamente, la abertura angular horizontal y vertical, expresada en radianes, y P , P_0 la potencia total radiada, respectivamente, por la antena ideal y por el radiador isótropo necesaria para producir la misma intensidad de campo en la dirección deseada).

Las antenas utilizadas en la práctica no responden del todo a este ideal, ya que radian (o reciben) parte de su potencia en direcciones distintas de la del haz principal.

Siendo G' la ganancia directiva de una antena de este tipo y θ'_0 , φ'_0 las aberturas angulares de su haz principal, de (1) se desprende que la potencia radiada total en ese haz será:

$$P' = \frac{P_0 \theta'_0 \varphi'_0}{K} \quad (2)$$

Si este valor representa una fracción, q , de la potencia radiada total,

$$G' = \frac{P_0 q}{P'} = \frac{Kq}{\theta'_0 \varphi'_0} \quad (3)$$

$$\text{sea } q = \frac{G' \theta'_0 \varphi'_0}{K} \quad (4)$$

Por consiguiente, a base de las características medidas o calculadas de una antena se puede determinar la eficacia de su radiación, es decir, la fracción de la potencia radiada total dirigida al haz principal.

* Adoptado por unanimidad.

La potencia radiada fuera del haz principal de una antena transmisora capaz de producir señales interferentes viene dada por:

$$\frac{P_0 (1 - q)}{G'}$$

Si esta potencia se distribuye de manera uniforme en el hemisfero residual que queda fuera del arco θ'_0 , el flujo medio de potencia será:

$$\frac{P_0 (1 - q)}{(2\pi - \theta'_0) G'}$$

Puesto que el flujo máximo en el haz principal es $P_0/4\pi$, puede decirse que:

$$\frac{\text{Flujo máximo de potencia de la señal deseada}}{\text{Flujo medio de potencia de la señal interferente}} = \frac{G' (2\pi - \theta'_0)}{(1 - q) 4\pi} \quad (5)$$

Como nadie ignora, la distribución espacial del flujo fuera del lóbulo principal varía considerablemente, por lo que pueden hallarse valores muy superiores al valor medio. Convendría expresar esta circunstancia como una distribución de probabilidad de modo tal que la reducción de la relación señal/ruido que motiva se exprese en función del factor de directividad de la antena. Para ello hay que conocer la distribución del flujo en los lóbulos secundarios de gran número de antenas reales; sin embargo, como la información de que se dispone al respecto es insuficiente, la cuestión debe abordarse de otro modo. El método utilizado consiste en hallar un factor de directividad de la antena basado en la hipótesis de que toda la potencia radiada en direcciones distintas de la del haz principal representa un número de lóbulos secundarios de igual amplitud y en efectuar un ajuste cuando las amplitudes de los distintos lóbulos secundarios puedan influir de modo significativo en un problema determinado, por ejemplo, en el estudio de la compartición de frecuencias.

Si se utiliza para los lóbulos secundarios la misma distribución de potencia (coseno cuadrado) que la supuesta para el haz principal,

$$\left(\frac{F \text{ máx}}{F \text{ medio}} \right)^2 = \frac{2\pi^2}{\pi^2 - 4} = 3,41 \text{ (5,3 dB)}$$

que puede escribirse:

$$\frac{\text{Flujo máximo de potencia de la señal deseada}}{\text{Flujo máximo de potencia de la señal interferente}} = \frac{G' (2\pi - \theta'_0)}{(1 - q) 4\pi \times 3,41} \quad (6)$$

Para tener en cuenta la llamada «adaptación de propagación» de la antena hay que introducir otra modificación en esta fórmula; los estudios realizados han puesto de manifiesto que, a distancias largas (> 4000 km), la calidad del circuito aumenta a medida que se reduce el ángulo vertical del haz principal de la antena.

Para tener en cuenta este efecto se aplica un factor de ponderación (adecuado para ángulos verticales iniciales comprendidos entre 5° y 25°); la ecuación relativa al factor de directividad de la antena se convierte en:

$$M = \frac{G' (2\pi - \theta'_0)}{(1 - q) 4\pi \times 3,41} \cdot \frac{10}{\Delta_m}$$

y, si θ'_0 , φ'_0 se expresan en grados:

$$M = \frac{G' (360 - \theta'_0)}{245,6 \Delta_m (1 - q)} \quad (7)$$

$$\text{donde } q = \frac{G' \theta'_0 \varphi'_0}{176 600}$$

G' : ganancia de directividad de la antena con relación a un radiador isótropo (se expresa generalmente como una relación, salvo indicación en contrario),

θ'_0 : abertura angular del haz principal en el plano horizontal en grados (con relación a los primeros puntos mínimos),

φ'_0 : anchura angular del haz principal en el plano vertical en grados (con relación a los primeros puntos mínimos),

Δ_m : ángulo vertical máximo del haz principal (en grados).

Para las distancias inferiores a 4000 km, se puede reemplazar el valor de este factor por la altura de la antena elegida de modo que se adapte a las condiciones de propagación del trayecto.

3. Determinación de la ganancia de directividad

Cuando se conocen las características medidas de las antenas, en particular la ganancia (de potencia) y las aberturas angulares de los haces, es fácil calcular el coeficiente de directividad M , sabiendo el rendimiento de potencia que da la antena. No obstante, a menudo es necesario hacer una estimación a partir de las especificaciones de un proyecto y, se requiere especial atención en el caso de las antenas rómbicas, aunque se pueden prever con suficiente precisión las dimensiones del lóbulo principal y el ángulo máximo de elevación mediante un cálculo en el que se supone una corriente constante en los hilos de la antena [Harper, 1941], la ganancia así calculada es, por lo general, mayor que el valor real, de modo que hay que ajustarla antes de poderla utilizar en la fórmula que da M . Este ajuste se puede considerar bajo dos aspectos.

3.1 Ajuste para tener en cuenta la potencia disipada en la carga terminal de la antena, C_t

En realidad, se trata de una conversión de la ganancia (de potencia) medida a la ganancia de directividad. Este ajuste se especifica, para cierto número de configuraciones, en las figs. 1a) y 3a).

3.2 Ajuste para tener en cuenta la disminución de corriente a lo largo de la antena, C_d

Este ajuste es necesario para convertir la ganancia (de potencia) obtenida mediante las fórmulas de corriente constante en un valor más conforme con los medidos en antenas reales y se especifica, para las mismas configuraciones, en las figs. 1b) y 3b). Para mayor comodidad, se han agrupado esas curvas en las figs. 2 y 4, que permiten convertir directamente la ganancia (de potencia) calculada en valores de ganancia de directividad. Las partes de curva de trazo continuo representan la ganancia normal prevista durante la construcción.

Todas las curvas se han deducido de resultados de mediciones obtenidos para el rendimiento de potencia de antenas rómbicas (véase el Doc. III/21, 1966-1969); en esas mediciones se ha supuesto una reducción lineal de la corriente a lo largo de las antenas. Se trataba de antenas de 3 hilos con una impedancia característica de 600 ohmios. Existe una relación muy estrecha entre el rendimiento de radiación y la impedancia característica [Schelkunoff y Friis, 1952], y conviene tomar el valor más bajo aceptable. No obstante, se tropieza con dificultades de construcción si se quiere obtener un valor muy inferior a 600 ohmios en las bandas de ondas decamétricas.

4. Aplicación

La fig. 5 da los valores de M para cierto número de antenas de varios tipos y proporciona una indicación sobre la variación, en función de la frecuencia, de las características de una antena simple y de un sistema de antenas, características evaluadas a base de los valores de la ganancia de potencia medidos y de los valores de la ganancia calculados aplicando los métodos descritos en el § 3. En el diagrama se han trazado curvas que se considera representan normas razonables de rendimiento para estas dos clases de antenas. La curva inferior (denominada antena mínima normalizada), se adapta mejor a los datos experimentales y se puede expresar en la forma : $M = 0,1 f^2$. Esta se considera como representativa del nivel de funcionamiento que cabe esperar de antenas rómbicas debidamente proyectadas, explotadas en una banda de frecuencias en la que la relación entre la frecuencia más alta y la más baja no exceda de 2.

La curva superior (antena normal económica), que se puede representar de modo similar, $M = 0,25 f^2$, representa una calidad de funcionamiento que normalmente sólo puede alcanzarse con sistemas de antenas. Esta norma, más elevada, implica forzosamente la realización de inversiones proporcionalmente más elevadas en las instalaciones de antenas, pero, como se ha propuesto en [Watt-Carter y Young, 1963], desde el punto de vista económico, puede estar justificado un cierto aumento de los gastos con relación a los actuales.

En la planificación de frecuencias y en otros estudios conexos puede ser importante conocer en qué casos las amplitudes de los lóbulos secundarios son superiores al valor de equiamplitud de cresta. En la gama de los valores considerados de M , los resultados de las mediciones hechas con antenas reales indican que sólo en un 10% de los casos los lóbulos secundarios son 6 dB superiores al valor de equiamplitud de cresta. En consecuencia, en el caso de una antena con un valor de M igual a 40, la relación entre los niveles de intensidad del lóbulo principal y del lóbulo secundario más importante sería de 10 dB. Estos lóbulos secundarios se hallarán, generalmente, junto al lóbulo principal.

5. Influencia de la nieve, del hielo y de las mareas en los diagramas de radiación de las antenas

En el Doc. 3/5 (Canadá), 1970-1974, figuran los resultados de estudios teóricos efectuados para evaluar la influencia de diferentes espesores de nieve y de hielo en los diagramas de radiación de una antena dipolo horizontal de media onda y de una antena vertical de cuarto de onda. También se ha calculado la influencia de las mareas en los diagramas de radiación de estas mismas antenas sobre el mar.

En esos estudios, se ha partido del supuesto de que, tanto el terreno como las capas de nieve y de hielo, son llanos, homogéneos y de espesor uniforme.

Para un dipolo horizontal, es despreciable el efecto de una capa de nieve o de hielo de 1 m de espesor. En cambio, la influencia de un cambio de nivel de 3 m debido a las mareas, puede desplazar unos 5 grados el ángulo de radiación máxima en el plano vertical.

Una antena vertical de cuarto de onda es más sensible a la nieve o el hielo, especialmente en direcciones próximas de la horizontal, en las que se produce una atenuación importante de la señal. En el cuadro I se indican las variaciones correspondientes de la potencia transmitida o recibida para tres ángulos, a una frecuencia de 10 MHz.

CUADRO I

Variación relativa, en dB, de la potencia transmitida o recibida, como consecuencia de la nieve, el hielo o las mareas para diversos valores del ángulo cenital, a la frecuencia de 10 MHz

	Ángulo cenital		
	45°	75°	85°
Antena vertical de cuarto de onda sobre un suelo llano, cubierto por 1 m de nieve (constante dieléctrica de 1,2 y conductividad de 10^{-5} S/m)	-0,5	-0,6	-1,3
Antena vertical de cuarto de onda sobre el mar cubierto por una capa de 1 m de hielo (constante dieléctrica de 6,0 y conductividad de 10^{-3} S/m)	-1,7	-3,4	-8,7
Antena vertical de cuarto de onda sobre el mar, cuyo nivel ha descendido 3 m debido a la marea	-2,9	-0,4	-0,1

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HARPER, A. E. [1941] *Rhombic antenna design*. van Nostrand N. Y.
- SCHELKUNOFF, S. A. y FRIIS, H. T. [1952] *Antennas - theory and practice*. John Wiley & Sons, Inc., N.Y., 466-469.
- WATT-CARTER, D. E. y YOUNG, S. G. [septiembre de 1963] Survey of aeriels and aerial distribution technique in the HF fixed service. *Proc. I.E.E.*, Vol. 110, 9.

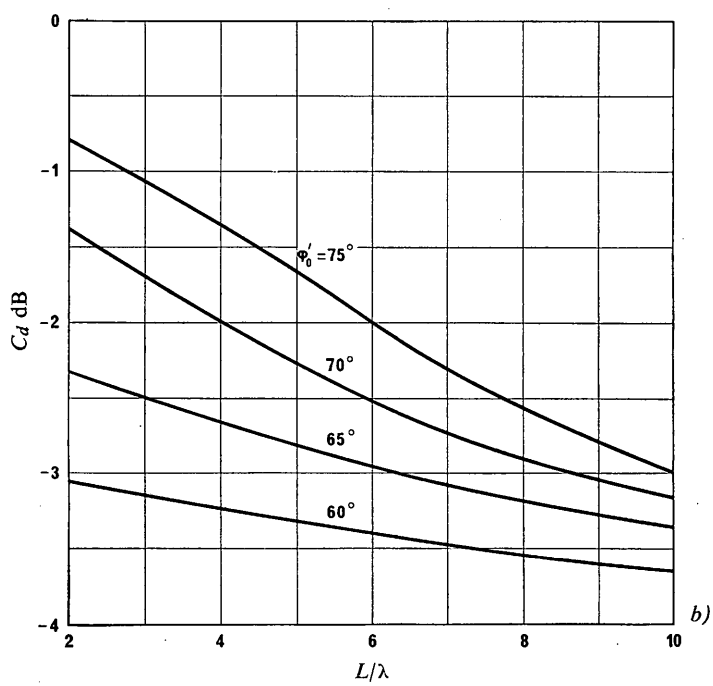
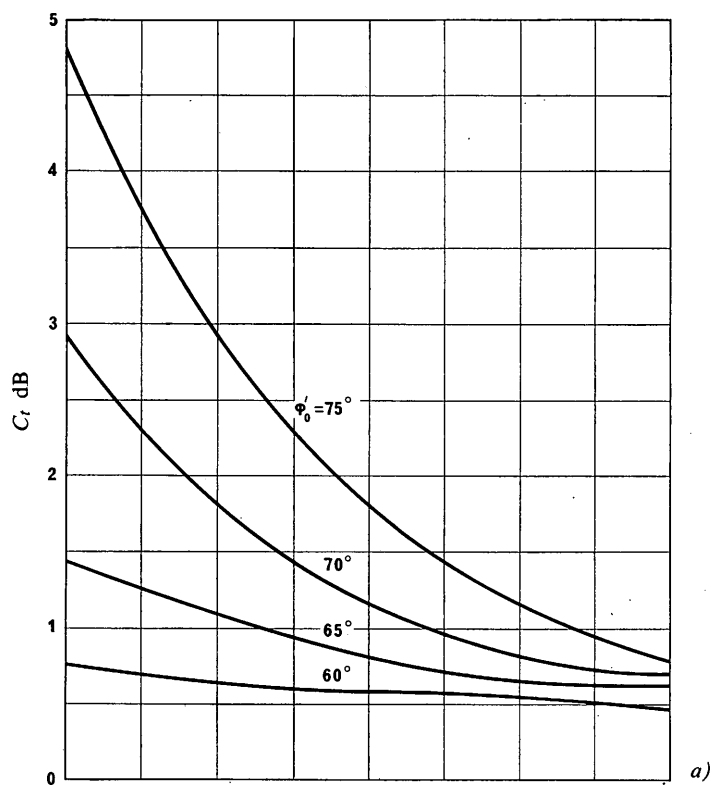


FIGURA 1

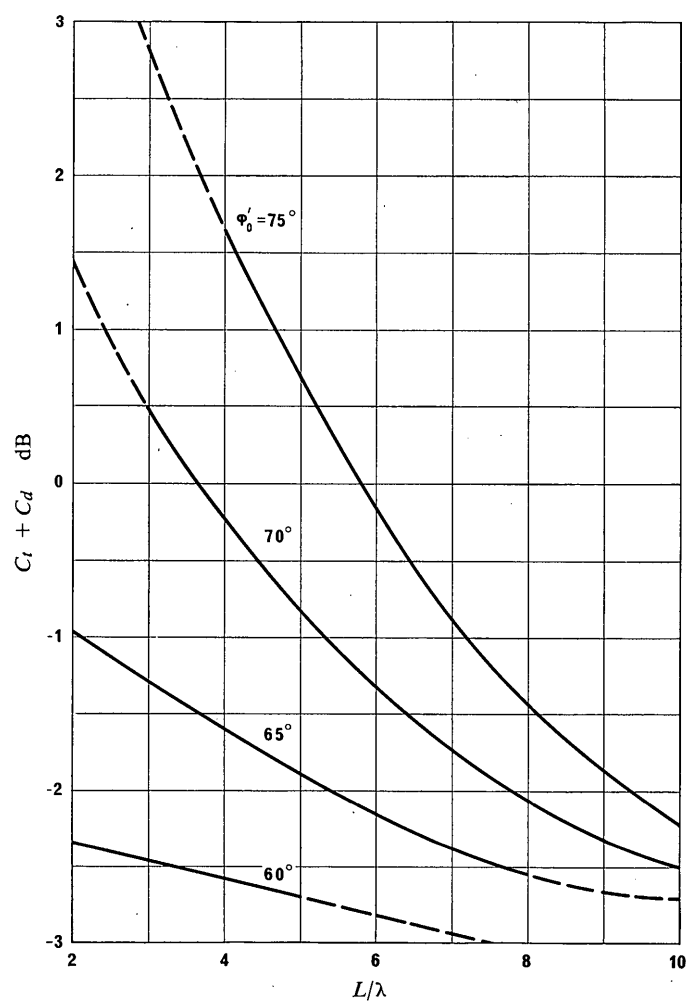


FIGURA 2

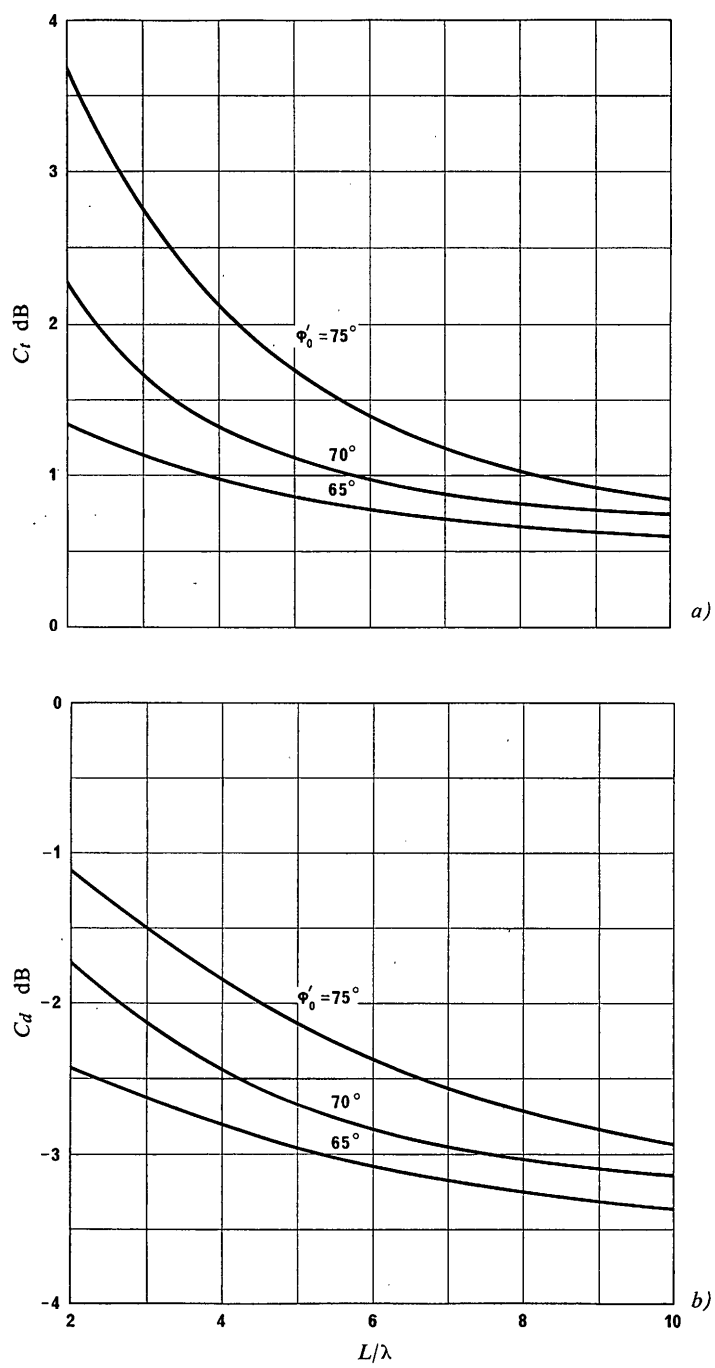


FIGURA 3

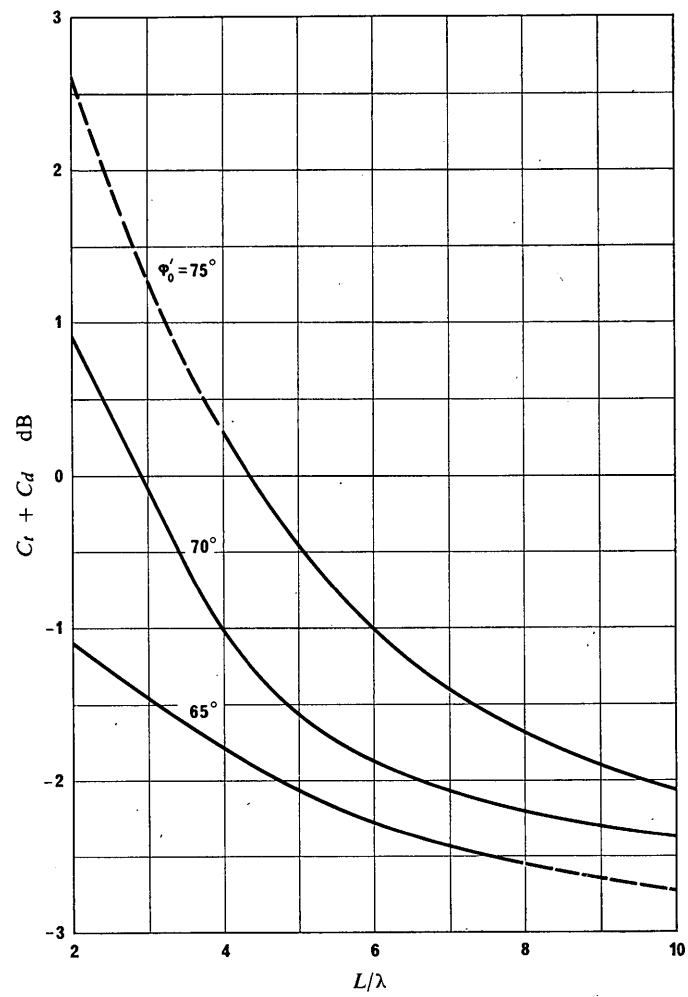


FIGURA 4

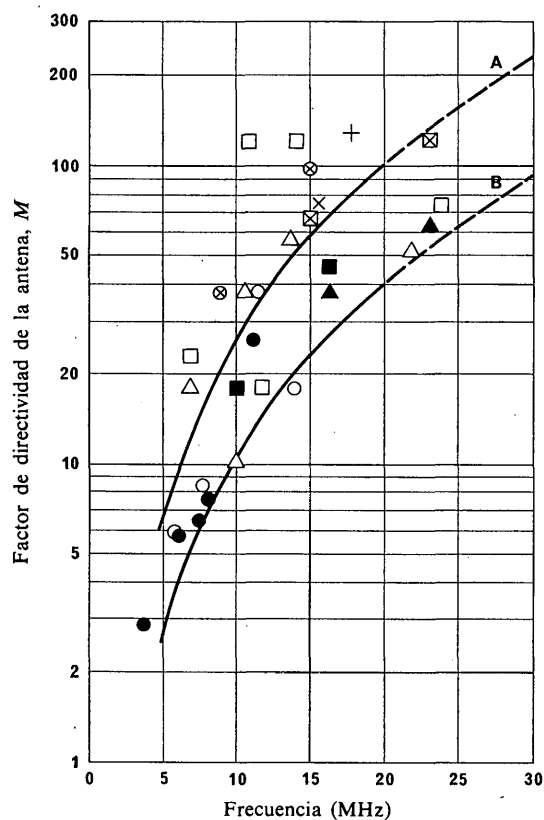


FIGURA 5

Factor de directividad de la antena, valores de M basados en las ganancias calculadas
(véase la Recomendación 162-2)

Curva A: Antena normal económica

- * Antena rómbica
125 m/65°/45 m
- * Antena rómbica
122 m/72,5°/23 m
- ⊗ Antena rómbica
158 m/71°/55 m
- ⊠ Antena rómbica
158 m/75°/37 m

Antenas
complementarias

Antenas
complementarias

Curva B: Antena normal mínima

- Antena rómbica
98 m/63°/45 m
- Antena rómbica
95 m/67°/32 m
- ▲ Antena rómbica
90 m/69°/29 m
- △* Antena rómbica
96 m/70°/23 m

Antenas
complementarias

×* Sistema de dipolos HR 4/4/1,0

+* Sistema de dipolos HR 8/4/0,5

INFORME 357-1**

UTILIZACIÓN PRÁCTICA DE LOS SONDEOS IONOSFÉRICOS DE INCIDENCIA OBLICUA

(Programa de estudios 20A/3)

(1966 — 1974)

1. Introducción

Para mejorar la calidad de las telecomunicaciones por ondas decamétricas se utilizan numerosos métodos. La mayoría de ellos tienden a perfeccionar los elementos del sistema, aumentando, por ejemplo, la ganancia de la antena o la potencia del transmisor. Aun produciendo habitualmente cierta mejora, la

* Valores de ganancia de potencia medidos con un equipo instalado a bordo de una aeronave.

** Adoptado por unanimidad.

calidad de los circuitos por ondas decamétricas suele estar por debajo del nivel que podría obtenerse, debido en gran medida a que no se ha determinado ni utilizado la frecuencia óptima de trabajo [Jelly, 1971].

Los resultados de sondeos experimentales han inducido a varios investigadores [Sandoz y otros, 1959; Doyle y otros, 1960; Hatton, 1961; Hunsucker y otros, 1969] a proponer el empleo de dispositivos de sondeo de modo independiente o como parte del sistema de telecomunicaciones, a fin de determinar las frecuencias óptimas de trabajo a corto plazo. Se han efectuado ciertas investigaciones [Jull y otros, 1962; Egan, 1963; Batts y otros, 1970; Page y otros, 1967; Stevens, 1968] que determinan las posibles mejoras derivadas de la utilización de datos de sondeo.

2. Tipos de sistemas de sondeo

Existen varios tipos de sistemas de sondeo con incidencia oblicua, pero tres de ellos son objeto de atención especial en el presente Informe.

2.1 *Sistemas de muestreo en un canal controlado de explotación local*

Cualquier servicio que decida adoptar este sistema podrá utilizar el juego de frecuencias que le haya sido asignado para las operaciones de sondeo y para las radiocomunicaciones, mediante su compartición en el tiempo o en frecuencia. Este sistema, denominado CHEC (Channel Evaluation and Calling - Llamada y evaluación de canales) fue concebido para su utilización en los enlaces aire-tierra-aire por ondas decamétricas [Stevens, 1968]. Se basa en la hipótesis de que el trayecto aire-tierra es el único que puede plantear dificultades dadas, en general, la poca eficacia de la antena y la potencia reducida del transmisor de las aeronaves.

En el sistema CHEC, las transmisiones de sondeo tienen su origen en el terminal en tierra y son recibidas por la aeronave. La eficacia del trayecto aire-tierra se calcula a base de la intensidad de campo de las señales de sondeo recibidas, suponiendo que existe una reciprocidad de pérdida por trayecto. Las transmisiones de sondeo llevan también información codificada sobre los niveles de ruido de cada canal medidos por un receptor en el terminal en tierra. Así puede calcularse a bordo de la aeronave la relación probable señal/ruido para transmisiones por el trayecto aire-tierra en canales soporte de telecomunicaciones.

El centro de comunicaciones en tierra CHEC incluye no sólo las facilidades habituales de transmisión y recepción, sino también un receptor en frecuencia escalonada para medir los niveles de interferencia de la onda de superficie y un transmisor de señales codificadas de sondeo en frecuencia escalonada. Por su parte, además del transmisor receptor, la aeronave está equipada de un receptor en frecuencia escalonada CHEC que recibe y evalúa las transmisiones de sondeo. La sincronización de la frecuencia de las facilidades aéreas y de tierra se mantiene en el tiempo a base de relojes internos con osciladores de cuarzo.

2.2 *Sistema común a varios usuarios*

El método CURTS [Probst, 1968] prevé la realización de sondeos ionosféricos sincrónicos con incidencia oblicua, mediciones del ruido y la interferencia en las frecuencias asignadas y la comprobación en cada momento de la calidad de las telecomunicaciones en la frecuencia utilizada, suministrándose todos estos datos a un computador central. La memoria de este computador contiene todos los datos necesarios sobre las frecuencias disponibles. La lógica del computador utiliza posteriormente los datos que se le han suministrado para predecir las características operacionales de las frecuencias asignadas, para seleccionar las frecuencias que deben utilizarse en todas las arterias controladas y da órdenes para modificar la frecuencia con objeto de asegurar la continuidad del sistema sometido a control.

En el Pacífico se han efectuado pruebas con una red CURTS compuesta por seis trayectos. Los dispositivos de sondeo trabajaron con 120 frecuencias, transmitiendo en cada una de ellas cuatro impulsos de 1 ms a una velocidad de 20 impulsos por segundo una vez cada 10 minutos. La señal de sondeo recibida proporcionó al computador datos sobre la amplitud de la señal y sobre su dispersión en función del tiempo y de la frecuencia. En los intervalos entre la secuencia de sondeo, se efectuó un muestreo de la salida de los receptores de sondeo que se convirtió en forma numérica, lo cual proporcionó datos sobre el ruido de fondo y la interferencia. Asimismo, los datos obtenidos de cada secuencia de sondeo se compararon con datos anteriores y se conservaron para su utilización en los días siguientes a la misma hora.

La memoria del computador contiene las listas de las frecuencias asignadas a cada uno de los trayectos controlados de ondas decamétricas. Entre las amplitudes recibidas de las señales de sondeo, con las dos frecuencias por encima y por debajo de cada frecuencia asignada se obtuvo un valor mediano que permitió predecir la energía de la señal que se recibiría en la frecuencia asignada. El computador evaluó posteriormente cada frecuencia asignada desde el punto de vista de la posible interferencia entre canales. Para determinar lo adecuado de las frecuencias asignadas se utilizaron también predicciones ionosféricas y las previsiones de perturbaciones programadas en el computador. Sobre la base de la proporción binaria de errores, el computador determinó un factor de calidad para cada una de las frecuencias asignadas, ordenándolas por orden descendente de calidad. Esta información se transmitió después por teletipos para su utilización en las decisiones relativas a la modificación de las frecuencias.

2.3 Sistema de selección de canales por tono

La transmisión de uno o varios tonos por el juego de frecuencias de un terminal radiotelefónico de ondas decamétricas proporciona al terminal receptor distante un medio para la selección de la frecuencia óptima y para la evaluación de los circuitos por vía manual o automática.

Una empresa telefónica canadiense efectúa actualmente pruebas para verificar la viabilidad y utilidad de adaptar la selección de canales a base de un tono a un sistema radiotelefónico clásico para regiones aisladas. En este tipo de sistema, un terminal radiotelefónico de frecuencias múltiples da servicio a gran número de estaciones radiotelefónicas de baja potencia, fijas o portátiles, a distancias de hasta 1600 km. El terminal está atendido por especialistas, pero los aparatos pequeños son utilizados por profanos. Según el método tradicional, en un sistema de esta índole, para establecer el circuito deseado se emplea un canal «de llamada» preestablecido. Al adaptar a este mismo sistema la selección de canales a base de tonos, la transmisión de los mismos por el terminal empleando el correspondiente juego de frecuencias a niveles de 10 a 20 dB por debajo de la potencia de cresta hace posible que el operador profano distante seleccione el canal óptimo disponible a base de una simple prueba de escucha en cada una de las frecuencias asignadas.

La empresa telefónica que estudia esta aplicación concreta de la selección de canales a base de tonos ha aludido a la posibilidad de aplicarlo a sistemas radiotelefónicos distintos del descrito y resume sus ventajas del modo siguiente:

- no es necesario modificar los equipos de los usuarios;
- los costos del sistema son relativamente reducidos en comparación con las técnicas tradicionales de sondeo;
- el sistema puede ser utilizado por profanos.

3. Problemas de explotación que plantea la utilización de sistemas de sondeo

Las pruebas efectuadas hasta la fecha a base de sondeos ionosféricos con incidencia oblicua han puesto de manifiesto una serie de problemas que se plantean cuando el equipo de sondeo trabaja en paralelo con el equipo de telecomunicaciones o cuando se utiliza este mismo equipo para efectuar los sondeos. Conviene tener en cuenta los aspectos siguientes:

- 3.1 Diferencias, desde el punto de vista de la sensibilidad de funcionamiento entre las características del equipo de telecomunicaciones y del de sondeo;
- 3.2 Imprecisión de las predicciones como consecuencia de sondeos por un trayecto ionosférico separado del trayecto de telecomunicaciones y en dirección contraria a un trayecto no recíproco. Ciertos estudios [Jull, 1968] parecen indicar que para una separación de 32 km estas diferencias pueden reducirse a unos 5 dB haciendo un promedio de los datos obtenidos de los sondeos al cabo de ocho minutos.
- 3.3 Diferencias de calidad entre el equipo de sondeo y el de telecomunicaciones en presencia de interferencias;
- 3.4 Dificultad para determinar el índice de repetición de sondeos que debe aplicarse para garantizar la validez de la información cuando las condiciones ionosféricas son variables o durante periodos de perturbación;
- 3.5 Dificultad para definir una señal de sondeo que represente la modulación de un sistema de telecomunicaciones.

4. Los sondeos como elemento auxiliar de los sistemas de telecomunicaciones

Todos los sistemas experimentados han revelado que los sondeos constituyen un elemento auxiliar eficaz de las telecomunicaciones, pues eliminan toda imprecisión que pueda afectar la calidad y el funcionamiento de los sistemas de telecomunicaciones. Esto es particularmente cierto en el caso de las altas latitudes donde la ionosfera es sumamente irregular.

Entre las mejoras conseguidas gracias a los sondeos figuran las siguientes:

- reducción del tiempo necesario para establecer el contacto;
- aumento de la calidad de las comunicaciones;
- reducción del personal especializado necesario gracias a la amplia automatización de las operaciones.

5. Interferencia

El empleo permanente de las técnicas arriba mencionadas puede entrañar un aumento inadmisibles de la interferencia puesto que la energía radioeléctrica se radia a todas las frecuencias asignadas en vez de serlo únicamente a la frecuencia efectivamente utilizada.

Por consiguiente conviene efectuar la verificación del canal escogido de manera intermitente a un ritmo que dependerá de las características de evolución de la calidad del circuito. Además, en determinados sistemas, esta verificación debiera limitarse a las frecuencias asignadas situadas inmediatamente por encima y por debajo de la frecuencia de trabajo, y no extenderse al conjunto de las frecuencias asignadas.

6. Continuación de los estudios

Se recomienda que se prosigan los estudios en lo que concierne a los problemas de interferencia y de explotación a que puede dar lugar un empleo extendido de estos sistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATTS, J. A., ELLINGTON, R. P. y JONES, D. R. L. [1970] C. W. sounding and its use for control of HF (3-30 MHz) adaptive systems for data transmission. *Proc. I.E.E.*, Vol. 117, 12.
- DOYLE, D. J., DUCHARME, E. D. y JULL, G. W. [1960] The structure of HF signals revealed by an oblique incidence sweep frequency sounder. *IEEE Trans. Ant. Prop.*, Vol. AP-8, 449.
- EGAN, R. D. y PRATT, D. S. [25-27 de marzo de 1963] Oblique sounding and HF communications. Records of Convention on HF Communications. I.E.E., Savoy Place, Londres, Reino Unido.
- HATTON, W. L. [1961] Oblique-sounding and HF radio communication. *Trans. IRE Communications System*, Vol. CS-9, 275.
- HUNSUCKER, R. D. y BATES, H. F. [1969] Survey of polar and auroral region effects on HF propagation. *Radio Science*, Vol. 4, 347-365.
- JELLY, Doris H. [1971] Ionospheric sounding as an aid to HF communications. Department of Communications, Ottawa, Ontario, Canada CRC Report No. 1225.
- JULL, G. W. [1968] HF spatial and temporal propagation characteristics and sounding assisted communications. *Ionospheric Radio Communications*, Plenum Press.
- JULL, G. W., DOYLE, D. J., IRVINE, G. W. y MURRAY, J. P. [1962] Frequency sounding techniques for HF communications over auroral zone paths. *Proc. IRE*, Vol. 50, 1676.
- PAGE, D. F. y HINDSON, W. D. [1967] The CHEC SYSTEM - Towards automatic selection of optimum communications channels. *Canadian Aeronautics and Space Journal*, Vol. 13, 7.
- PROBST, S. E. [1968] The CURTS concepts and current state of development. *Ionospheric Radio Communications*, Plenum Press.
- SANDOZ, O. A., STEVENS, E. E. y WARREN, E. S. [1959] The development of radio traffic frequency prediction techniques for use at high latitudes. *Proc. IRE*, Vol. 47, 681.
- STEVENS, E. E. [1968] The CHEC Sounding system. *Ionospheric Radio Communications*, Plenum Press.

INFORME 433*

FACTORES QUE RIGEN LA ELECCIÓN DEL NIVEL DE LA PORTADORA PILOTO EN LAS TRANSMISIONES POR ONDAS DECAMÉTRICAS Y BANDAS LATERALES INDEPENDIENTES

1. Introducción

(1970)

La experiencia adquirida recientemente en el Reino Unido induce a pensar que la práctica adoptada corrientemente de utilizar un nivel de portadora de -26 dB con relación al nivel de cresta, en los sistemas

* Adoptado por unanimidad.

de bandas laterales independientes con portadora reducida, da lugar a una disminución importante de la eficacia de los circuitos, especialmente cuando estos sistemas se utilizan para la transmisión de señales telegráficas.

En consecuencia, parece conveniente volver a estudiar los factores que influyen en la elección del nivel de la portadora piloto necesaria para las transmisiones de bandas laterales independientes.

2. Antecedentes

Cuando, hace cerca de treinta años, hicieron su aparición las transmisiones de banda lateral única en radiotelefonía por ondas decamétricas, se utilizaba una portadora piloto de un nivel de -16 dB con relación a la potencia de cresta. Al introducirse poco después las transmisiones de bandas laterales independientes, se observó la necesidad de reducir 10 dB el nivel de la portadora piloto, con objeto de disminuir al mínimo la diafonía entre canales que se producía, debido a la no linealidad, principalmente, en los pasos de alta potencia del transmisor. Durante varios años, la norma adoptada por muchas administraciones fue, pues, un nivel de portadora piloto de -16 dB para las transmisiones de banda lateral única y de -26 dB para las de bandas laterales independientes. En los enlaces radiotelefónicos de entonces, bastaba el menor de estos dos niveles para asegurar un funcionamiento satisfactorio del control automático de frecuencia y la práctica consistente en elevar el nivel de la portadora piloto para las transmisiones de doble banda lateral terminó por caer en desuso a medida que se preferían a ellas las transmisiones de bandas laterales independientes. Las características lineales de los transmisores actuales son muy superiores a las de los transmisores en los cuales la introducción del funcionamiento con bandas laterales independientes exigió reducir el nivel de la portadora.

La Administración francesa utiliza desde hace algunos años un valor de -20 dB con relación a la potencia de cresta de modulación.

El uso de equipos terminales Lincompex se ha generalizado mucho recientemente y esto ha motivado la introducción de factores adicionales que influyen en el nivel de la portadora piloto.

3. Relaciones señal/ruido en la banda lateral y en la portadora

3.1 Canales en los que se emplean terminales clásicos

La mínima relación señal/ruido admisible en un canal depende de la función de éste. En un terminal convencional es sólo necesario considerar el canal telefónico y el de la portadora, mientras que en un equipo Lincompex debe considerarse igualmente el canal de la señal de control.

El canal de la portadora asegura el control automático de frecuencia y el control automático de ganancia. Cuando en el canal de la portadora la relación señal/ruido es de aproximadamente 10 dB (valor eficaz), las crestas de ruido rebasan las crestas de la portadora. Las importantes perturbaciones e inclusive inversiones de la fase de la portadora que se producen son tan frecuentes que pueden dificultar el funcionamiento del control automático de frecuencia. Esto puede considerarse como el punto de avería del canal de la portadora en la medida de que la función del control automático de ganancia se ve algo menos afectada por el ruido. La anchura de banda del ruido en el canal de la onda portadora varía según el diseño del receptor. En Estados Unidos de América, por ejemplo, es comúnmente de 35 Hz, mientras que en el Reino Unido es de 70 Hz, y que en los receptores empleados en los Países Bajos, Francia y Japón se hace uso de anchuras de banda situadas entre estos dos valores.

La mínima relación señal/ruido utilizable para la telefonía depende del tipo de equipo terminal utilizado. Para terminales convencionales que funcionen en condiciones estables, un valor de 15 dB corresponde a una calidad apenas comercial*. Si se suponen estas condiciones y la relación indicada, puede calcularse la correspondiente relación portadora/ruido teniendo en cuenta las respectivas anchuras de banda de los canales telefónico y de portadora, y el nivel medio de la palabra con relación a la potencia de cresta. Aunque este último valor varía según las administraciones, así como la anchura de banda de ruido del filtro de la portadora, dicho cálculo muestra que, en ausencia de desvanecimientos selectivos, un nivel de portadora de -26 dB con relación a la potencia de cresta debe asegurar que el control automático de frecuencia no se vea apreciablemente afectado por el ruido antes de que la calidad del canal telefónico de un circuito convencional deje de ser comercial.

Sin embargo, las recientes experiencias prácticas efectuadas en el Reino Unido han demostrado que si se aumenta la relación portadora/ruido en 10 dB, se obtiene un incremento del índice de utilización comercial de los canales de aproximadamente el 5%.

* Véase la Recomendación 339-3.

3.2 *Canales en los que se emplean terminales con equipo Lincompex*

En un sistema Lincompex, es posible que la relación señal/ruido en el canal telefónico, en el canal de la onda portadora, en el canal de la señal de control o en estos dos últimos canales, no sea la adecuada. El canal de la onda portadora tiene una anchura de banda de 200 Hz, y la anchura de banda del canal telefónico, que se reduce en consonancia, pasa de los 2750 Hz usuales en un circuito clásico, a 2450 Hz, a fin de acomodar tanto las señales vocales como las de control en menos de 3 kHz*.

La presencia de ruido de nivel elevado en el canal de control hace variar la atenuación del circuito. Esto tiene como consecuencia dar a la palabra una calidad subjetiva «deformada». El efecto es excesivo tan pronto como la relación señal/ruido en el canal de control es inferior a unos 14 dB.

Teniendo en cuenta la mejora debida al compresor-expansor**, se ha comprobado que una relación señal/ruido de 7 dB representa una calidad apenas aceptable desde el punto de vista comercial.

Puede calcularse que las relaciones señal/ruido mínimas utilizables se producen aproximadamente al mismo tiempo en el canal telefónico, en el canal de la señal de control y en el canal de portadora.

Por consiguiente, la protección de la portadora es proporcional a la del canal de control si se hace caso omiso del desvanecimiento selectivo. No obstante, dada la importancia de la portadora en el control de la estabilidad de la ganancia de un enlace de hasta cuatro canales, es posible prever una relación señal/ruido más elevada, puesto que en el sistema Lincompex la estabilidad de ganancia es directamente función de la característica de funcionamiento del sistema de control automático de frecuencia.

3.3 *Sistemas telegráficos multicanales*

No puede darse una definición rigurosa del punto de avería de un canal radiotelegráfico dotado de un dispositivo de corrección automática de errores (ARQ), dado que este punto depende de la tolerancia en el rendimiento del circuito. Si este rendimiento es bajo, el número de errores de caracteres no detectados aumenta notablemente, por lo cual no convienen para el télex circuitos de poco rendimiento. No obstante, para otros tipos de tráfico telegráfico, puede tolerarse, en ciertos casos, un rendimiento comprendido entre el 20 y el 30%. A los efectos del presente análisis, se admite que el punto de avería está determinado por un rendimiento del circuito del 50%. Para un sistema de recepción por diversidad que funcione en condiciones radioeléctricas normales, esto corresponde a un valor mediano de 8 dB aproximadamente para la relación señal/ruido en el canal telegráfico que, en un sistema típico de 100 baudios, tiene una anchura de banda de 140 Hz.

De acuerdo con la Recomendación 326-2, la práctica actual muestra que la potencia media de cada canal de un sistema telegráfico multicanal (clase de emisión A7A o A7B) la da la potencia de cresta/ $4n$, cuando $n > 4$. Así, para un número representativo de canales (por ejemplo, $4 < n < 10$), la potencia en un canal telegráfico dado excederá en 10 dB, por lo menos, la potencia de una portadora piloto de -26 dB con relación a la potencia de cresta. Pero el canal de portadora tiene una ventaja, en lo que respecta a la anchura de banda de ruido, de sólo 3 a 6 dB, ya que la relación entre la anchura de banda del canal telegráfico y la anchura de banda del canal de portadora es generalmente de 2 a 4 (lo que corresponde a una gama de anchuras de banda de 70 a 35 Hz). Por lo tanto, es evidente que el canal de portadora se encontrará en una posición netamente desfavorable y que un nivel de la portadora piloto de -26 dB, con relación a la potencia de cresta, es inadecuado en toda una serie de circunstancias para permitir un control automático eficaz de la frecuencia hasta el punto de avería del sistema telegráfico.

El análisis que precede no tiene en cuenta el desvanecimiento selectivo. Cabe señalar que, en general, los canales telegráficos derivan normalmente beneficios sustanciales, de la recepción por diversidad en el espacio o por diversidad de frecuencia, lo que no es posible en el caso del canal de la onda portadora.

4. Conclusiones

Sería deseable un aumento del nivel de la portadora piloto para los sistemas de bandas laterales independientes y banda lateral única que transmitan señales telefónicas o telegráficas, o en el caso de emisiones combinadas. Dado que sería conveniente normalizar un valor para todos los tipos de tráfico, se recomienda la adopción del valor de -20 dB con relación a la potencia de cresta (véase la Recomendación 454).

* De acuerdo con la Recomendación 455-1.

** Véase la Nota 5 de la Recomendación 339-3.

INFORME 549 *

SIMULADORES DE CANALES IONOSFÉRICOS EN ONDAS DECAMÉTRICAS

(Cuestión 21/3)

(1974)

1. Introducción

La propagación por trayectos múltiples y el desvanecimiento resultante son características típicas de las radiocomunicaciones inosféricas en ondas decamétricas. De ordinario, la señal transmitida se propaga hacia el receptor por diversos modos o trayectos, mediante una o múltiples reflexiones en las capas E y F. Como los tiempos de propagación difieren según los trayectos, la señal en la antena receptora puede consistir en varias componentes de trayectos múltiples dispersas en el tiempo durante un intervalo de hasta varios milisegundos. La altura media de las capas ionosféricas suele aumentar o disminuir según la hora, con lo que se producen distintos desplazamientos de frecuencia (efecto Doppler) en cada una de las componentes de los trayectos múltiples. La ionosfera es también turbulenta lo que causa desvanecimientos en cada componente, con el consiguiente desvanecimiento de la señal compuesta recibida. Todos estos efectos producen la distorsión multiplicativa de la señal y la degradación de la calidad de funcionamiento de los sistemas de telecomunicaciones.

Si se transmite una señal de ondas continuas por un enlace de ondas decamétricas, los espectros de las componentes de trayectos múltiples recibidas pueden presentarse como se muestra en el ejemplo experimental de la fig. 1, en el que se observan cuatro trayectos: los modos 1E, 1F, 2F y Mixto. Aunque las dos componentes magnetoiónicas del modo 1E tienen más o menos la misma dispersión de frecuencia (proporción de desvanecimientos), sus desplazamientos de frecuencia son muy diferentes, lo que permite la resolución en frecuencia. En cada uno de los tres modos restantes, las dos componentes magnetoiónicas tienen prácticamente las mismas dispersiones y desplazamientos y se presentan como una sola. Las características de distorsión multiplicativa de corta duración de un canal de ondas decamétricas pueden describirse en función de los parámetros que especifican las características de dispersión en el tiempo y de dispersión de frecuencia, esto es, los diferentes tiempos de propagación en los diversos trayectos, y las intensidades, desplazamientos de frecuencia y dispersiones de frecuencia en cada uno. Estos parámetros están, naturalmente, sujetos a cambios según la hora del día y la estación del año y, en general, son diferentes según el circuito geográfico.

Para comparar la calidad de funcionamiento de dos o más sistemas en canales reales, es preciso someterlos a pruebas simultáneamente, ya que las condiciones de propagación o del canal están sujetas a variaciones incontrolables y es imposible reproducirlas con fidelidad a otras horas o en otros enlaces. Dadas las desventajas de las mediciones hechas mediante emisiones reales, se ha acrecentado rápidamente el interés en idear instrumentos de medida que puedan emplearse en experimentos de laboratorio para obtener mediciones análogas; instrumentos de registro y reproducción de canales [Goldberg y otros, 1965] y simuladores de canales [Bray y otros, 1947; Law y otros, 1957; Freudberg, 1965; Di Toro y otros, 1965; Walker, 1965; Clarke, 1965; Chapin y Roberts 1966; Adams y Klein, 1967; Zimmerman y Horowitz, 1967; Packer y Fox, 1969; Watterson y otros, 1969a].

Aunque el uso de simuladores de canales ofrece precisión, regularidad de funcionamiento, repetibilidad, disponibilidad, amplia gama de posibilidades de reproducción de las condiciones de canal y un costo más bajo, estas ventajas quedan limitadas si no es válido el modelo de canal en que se base la concepción del simulador. Los 12 simuladores a que se hace referencia se basan en 10 modelos de canales generalmente diferentes, cuya capacidad para simular una amplia gama de condiciones ionosféricas en tiempo real es limitada en diversa medida.

En el presente Informe se describe un modelo de canal de ondas decamétricas de dispersión gaussiana para la distorsión multiplicativa, así como el método experimental empleado para verificar la validez y la limitación de anchura de banda del modelo, y la aplicación de un simulador de ondas decamétricas a base del mismo.

* Adoptado por unanimidad.

2. El modelo de dispersión gaussiana

En la fig. 2 se ofrece un esquema de principio del modelo de canal ionosférico de ondas decamétricas con dispersión gaussiana. La señal (transmitida) de entrada se aplica a una línea de retardo ideal y pasa a diversas derivaciones ajustables, a las que se dan los números 1, 2, ..., i , ..., n , cada una de las cuales corresponde a un trayecto o modo de propagación ionosférica. La señal retardada se modula en amplitud y fase en cada derivación mediante una función «ganancia-derivación» compleja aleatoria adecuada, $G_i(t)$. Las señales retardadas y moduladas se suman al ruido aditivo (gaussiano, atmosférico o industrial) y a la interferencia (señales interferentes), para formar la señal (recibida) de salida. En el modelo de canal de dispersión gaussiana, cada función «ganancia-derivación» viene dada por la expresión:

$$G_i(t) = \tilde{G}_{ia}(t) \exp(j2\pi\nu_{ia}t) + \tilde{G}_{ib}(t) \exp(j2\pi\nu_{ib}t) \quad (1)$$

donde los subíndices a y b indican las dos componentes magnetoiónicas que suelen encontrarse en cada modo o trayecto. Las tildes indican que $\tilde{G}_{ia}(t)$ y $\tilde{G}_{ib}(t)$ son funciones de muestra de dos complejos (bi-variantes) e independientes procesos aleatorios gaussianos, cada uno de los cuales presenta un valor medio igual a cero y componentes reales e imaginarias independientes de igual valor eficaz que produce el desvanecimiento de Rayleigh (es decir, que son funciones de dispersión gaussiana). Se incluyen los factores exponenciales de la ecuación (1) para obtener los *desplazamientos de frecuencia* (Doppler), deseados ν_{ia} y ν_{ib} , para las componentes magnetoiónicas en el espectro «ganancia-derivación».

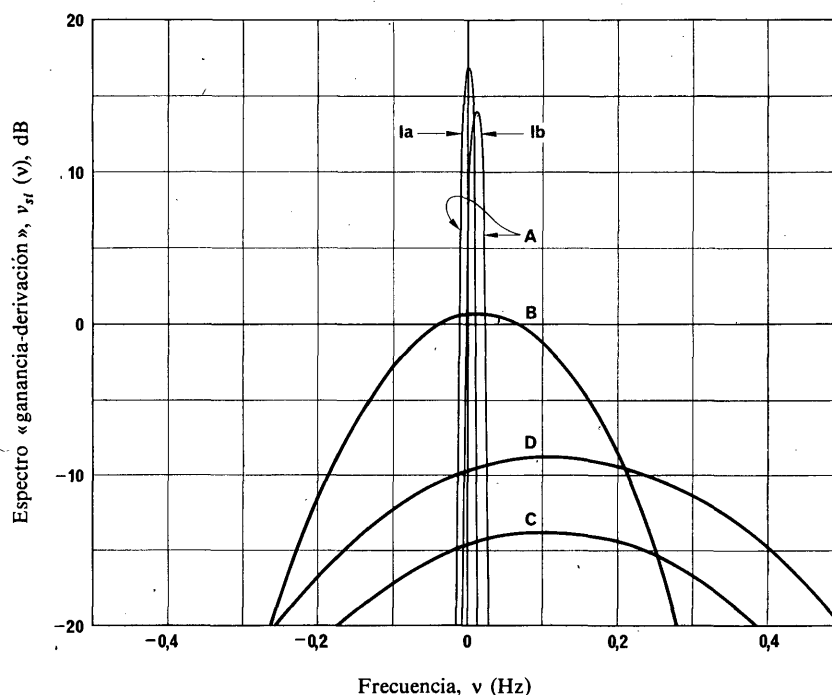


FIGURA 1

Espectros de potencia de las componentes de trayectos múltiples de una señal de ondas entretenidas

- A: Trayecto $i = 1$ (Modo 1E)
- B: Trayecto 2 (Modo 1F)
- C: Trayecto 3 (Modo Mixto)
- D: Trayecto 4 (Modo 2F)

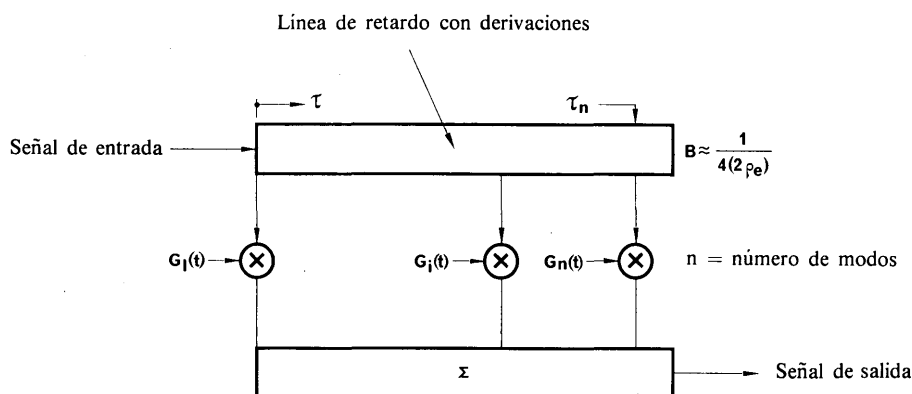


FIGURA 2

Esquema de principio de uno de los canales ionosféricos de ondas decamétricas

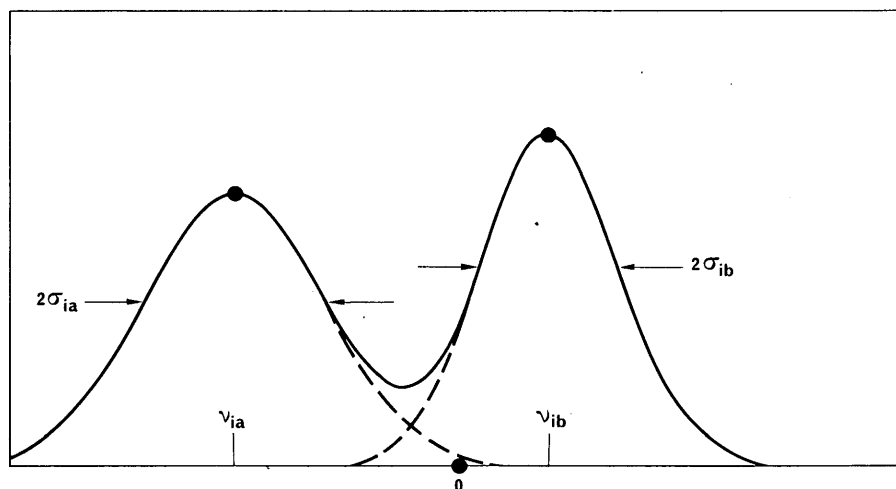
Cada función «ganancia-derivación» tiene un espectro, $v_i(\nu)$, que, en general, consiste en la suma de las dos componentes magnetoiónicas, cada una de las cuales es una función gaussiana de la frecuencia;

$$v_i(\nu) = \frac{1}{\tilde{A}_{ia} \sqrt{2\pi} \sigma_{ia}} \exp \left[-\frac{(\nu - \nu_{ia})^2}{2\sigma_{ia}^2} \right] + \frac{1}{\tilde{A}_{ib} \sqrt{2\pi} \sigma_{ib}} \exp \left[-\frac{(\nu - \nu_{ib})^2}{2\sigma_{ib}^2} \right] \quad (2)$$

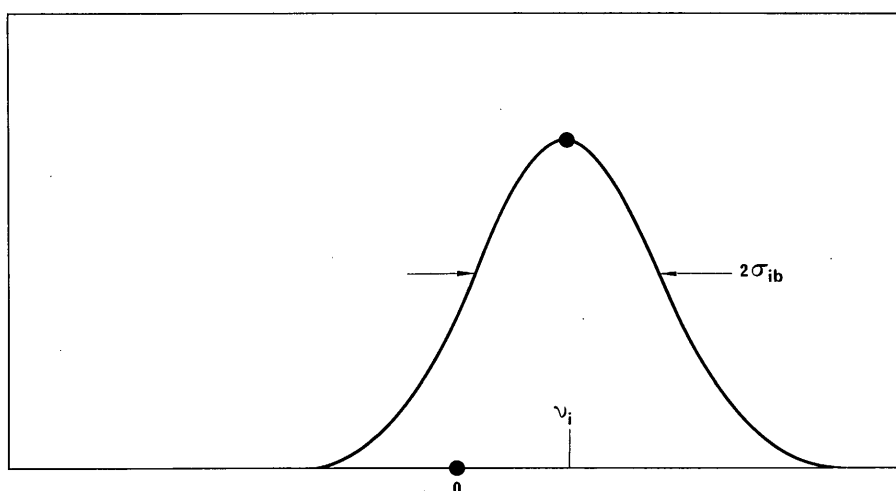
donde $\tilde{A}_{ia}$ y $\tilde{A}_{ib}$ son las *atenuaciones* de las componentes, y la *dispersión de frecuencia* de cada componente está determinada por $2\sigma_{ia}$ y $2\sigma_{ib}$. La ecuación (2) se ilustra en la fig. 3a). Son seis los parámetros independientes que determinan una función «ganancia-derivación» y su espectro: las dos atenuaciones, $\tilde{A}_{ia}$ y $\tilde{A}_{ib}$, los dos desplazamientos de frecuencia ν_{ia} y ν_{ib} , y las dos dispersiones de frecuencia $2\sigma_{ia}$ y $2\sigma_{ib}$.

La función «ganancia-derivación» que describen las ecuaciones (1) y (2) es general, en el sentido de que se aplica cuando los espectros de las dos componentes magnetoiónicas son muy distintos y cuando la diferencia de su tiempo de propagación es insignificante (menos de un cuarto de la recíproca de la anchura de banda del canal de que se trate). Sólo se requiere uno de los dos términos de las ecuaciones (1) y (2), en los dos casos siguientes:

- en ciertos rayos bajos, los desplazamientos y dispersiones de frecuencia así como los espectros de las dos componentes magnetoiónicas son casi iguales, y puede emplearse un término único con el espectro «ganancia-derivación» de la fig. 3b).
- en los rayos elevados, las dos componentes magnetoiónicas muestran a menudo una gran diferencia en el tiempo de propagación. En este caso, deberán emplearse derivaciones debidamente espaciadas de la línea de retardo, y cada una de las dos funciones «ganancia-derivación» y los espectros correspondientes tendrán también un solo término como en la fig. 3b).



a) Dos espectros de dispersión gaussianiana



b) Un solo espectro de dispersión gaussianiana

FIGURA 3

Los espectros «ganancia-derivación» en el modelo validado de dispersión gaussiana

3. Comprobación experimental del modelo de dispersión gaussiana

Para determinar la validez y la limitación de la anchura de banda del modelo de dispersión gaussiana, se concibió un equipo especial de medición de canales, que se utilizó para las mediciones ionosféricas en ondas decamétricas tanto diurnas como nocturnas, en un enlace de 1294 km, de latitud media, en dos bandas de 12 kHz. Se analizaron tres muestras de datos de 10 a 13 minutos para determinar la validez de las tres hipótesis en que se basa el modelo:

- 3.1 Cada función «ganancia-derivación» es una función gaussiana aleatoria y compleja de valor medio igual a cero, tal como se define en términos generales en la ecuación (1);
- 3.2 Cada función «ganancia-derivación» es independiente de las demás funciones «ganancia-derivación»;
- 3.3 En términos generales, cada espectro «ganancia-derivación» es la suma de dos funciones gaussianas de frecuencia, tal como se especifica en la ecuación (2).

Para cada muestra, se utilizaron pruebas estadísticas adecuadas, con el fin de determinar la validez de cada una de las hipótesis anteriores.

Como el modelo de canal tiene trayectos discretos con una dispersión de tiempo igual a cero, mientras que cada modo ionosférico siempre tiene, por lo menos, una pequeña dispersión de tiempo, la fidelidad con que el modelo puede reproducir un canal ionosférico disminuye a medida que aumenta la anchura de banda; a menor dispersión de tiempo en los modos ionosféricos, mayor anchura de banda en que el modelo conserva la precisión debida. Los datos se analizaron también a fin de determinar la precisión del modelo por lo que respecta a la anchura de banda.

Las pruebas estadísticas confirmaron la validez de las tres hipótesis y, por consiguiente, la del modelo. Para las tres muestras de datos se comprobó la exactitud del modelo en una anchura de banda de aproximadamente un cuarto de la inversa de la dispersión de tiempo efectiva en los modos de propagación ionosférica ($2\rho_e$ en la fig. 2); es decir, 2,5 kHz en la muestra correspondiente a la noche y 8 y 12 kHz en las correspondientes al día. La comprobación experimental del modelo de canal se describe con detalle en [Watterson y otros, 1969b y 1970].

Debe advertirse la importancia que reviste la configuración del espectro «ganancia-derivación». Se han hecho análisis teóricos [Bello y Nelin, 1962] de la calidad de funcionamiento de los sistemas numéricos de telecomunicación en un canal de trayecto único con desvanecimiento Rayleigh con dos espectros «ganancia-derivación» diferentes, a saber, el espectro de un filtro de un solo polo de la forma $1/(1 + \rho_1 v^2)$ y un espectro gaussiano de la forma $\exp(-\rho_2 v^2)$. Por lo que respecta a las constantes ρ_1 y ρ_2 que dieron iguales anchuras de banda a potencia mitad, el espectro de un solo polo dio una distorsión considerablemente mayor de la señal y mayor probabilidad de error que el espectro gaussiano. En las mediciones y análisis experimentales encaminados a verificar el modelo de canal con dispersión gaussiana, las pruebas estadísticas no sólo mostraron que era muy probable que fuese válida la hipótesis del § 3.3 del espectro gaussiano, sino que también demostraron que era muy probable que el espectro «ganancia-derivación» con un solo polo *no* lo fuese.

4. Componentes especulares

Aunque la comprobación experimental del modelo de canal de ondas decamétricas con dispersión gaussiana se limitó únicamente a algunas muestras de datos en un enlace único, otras mediciones ionosféricas [Balser y Smith, 1962; Shaver y otros, 1967; Boys, 1968] han demostrado que la mayoría de los modos de propagación ionosférica presentan desvanecimientos Rayleigh, lo que confirma aún más la precisión del modelo. Parece probable, por consiguiente, que con el modelo de canal de dispersión gaussiana pueda reproducirse con exactitud una importante proporción de los enlaces ionosféricos clásicos de ondas decamétricas. Sin embargo, es casi seguro que este modelo no es válido para todos los canales ionosféricos de ondas decamétricas. Concretamente, hay pruebas de que pueden presentarse componentes especulares (no sujetas a desvanecimientos) en los rayos elevados [Balser y Smith, 1962] y de que la onda de superficie es fundamentalmente especular en un enlace corto. Además, las componentes especulares se reproducen fácilmente en un simulador y pueden ser de utilidad en los casos en que no intervengan las ondas decamétricas (como por ejemplo, la simulación de canales en ondas miramétricas y kilométricas). Cuando exista una componente especular, tendrá el mismo desplazamiento de frecuencia que el espectro de modo correspondiente. Así, en la fig. 3, las componentes especulares aparecerían como las funciones Dirac-delta en v_{ia} , v_{ib} y v_{it} , conforme proceda.

Según los actuales conocimientos de las características ionosféricas, el modelo de dispersión gaussiana reproduce mejor la mayoría de los canales de ondas decamétricas, y las componentes especulares deben emplearse con precaución (excepto en el caso de la onda de superficie).

5. Descripción del simulador

Se ha construido [Watterson y otros, 1969a] y utilizado en pruebas de laboratorio un simulador de canales de ondas decamétricas basado en el modelo de dispersión gaussiana y especular. Este simulador está compuesto por una unidad de retardo, cuatro unidades de derivación, cada una de las cuales proporciona los desplazamientos de frecuencia y el desvanecimiento ilustrados en la fig. 3b), y una unidad sumadora que combina el ruido aditivo, la interferencia, o ambos, a las salidas de las cuatro unidades de derivación. Estas cuatro unidades, permiten una simulación sencilla sin diversidad con hasta cuatro trayectos independientes, o una simulación de doble diversidad, con dos trayectos para cada rama de diversidad.

La unidad de retardo acepta señales de entrada en la banda de base (de 0,3 a 12 kHz) y las muestrea a la cadencia de 50 kHz. Cada muestra de 10 bits en serie pasa a una cadena de registros de desplazamiento realizados mediante circuitos integrados en gran escala, con una separación de 20 μ s entre las derivaciones adyacentes y un retardo máximo de 10 ms. Las señales numéricas retardadas procedentes de las derivaciones escogidas, vuelven a convertirse a la forma analógica y se aplican a las cuatro unidades de derivación.

En cada una de las unidades de derivación, la señal retardada de banda de base se transforma en una frecuencia intermedia de 525 kHz con cierto desplazamiento que puede ser, a elección, más o menos pronunciado. El oscilador local empleado para la conversión de frecuencia es un sintetizador especialmente concebido, que permite elegir desplazamientos de frecuencia de 0, $\pm 0,01$, $\pm 0,02$, $\pm 0,05$, $\pm 0,1$, $\pm 0,2$, $\pm 0,5$, ± 1 , ± 2 , ± 5 , ± 10 , ± 20 , ± 50 , ± 100 , ± 200 ó ± 500 Hz. Pueden obtenerse otros desplazamientos de frecuencia mediante sintetizadores externos. La señal de frecuencia intermedia y doble banda lateral excita, haciéndolas variar entre $\pm 45^\circ$, las redes de puesta en fase en la unidad de derivación que genera señales en cuadratura. Cada señal en cuadratura se multiplica por el ruido gaussiano independiente de la banda de base con el mismo espectro de potencia gaussiano de paso bajo. Las salidas del multiplicador se suman para formar la componente compleja de dispersión gaussiana que se aplica, mediante un atenuador ajustable, a la unidad sumadora. La señal de frecuencia intermedia pasa también directamente a la unidad sumadora, mediante un atenuador ajustable, para proporcionar la componente especular. Tanto el atenuador especular como el de dispersión pueden ajustarse en una gama de 100 dB.

En cada unidad de derivación, los dos generadores de ruido gaussiano en la banda de base consisten en un generador de secuencias binarias aleatorias (con bits independientes) que excita un filtro RC activo de tres polos. El espectro del ruido, que determina la respuesta del filtro, se desvía un 0,7% como máximo, de la configuración ideal gaussiana. Como la frecuencia de corte del filtro de paso bajo es de aproximadamente un centésimo del régimen binario de la secuencia aleatoria que la excita, la distribución de amplitud del ruido procedente del filtro se acerca sobremedida a la gaussiana. Las redes RC de los filtros y la frecuencia de las secuencias aleatorias se conmutan para obtener dispersiones de frecuencia de 0,01, 0,02, 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 ó 500 Hz. Las tensiones eficaces del ruido procedente de los filtros, son las mismas en todas las dispersiones de frecuencia.

Las señales de frecuencia intermedia especulares y de dispersión procedentes de las unidades de derivación se suman al ruido de frecuencia intermedia gaussiano, al ruido atmosférico simulado [Bolton, 1971], o a la interferencia de ondas entretenidas, cuyos niveles son también ajustables. La interferencia de ondas entretenidas (o la interferencia proporcionada exteriormente de otras fuentes) puede sufrir asimismo un desvanecimiento independiente a través de una de las unidades de derivación. Las señales de frecuencia intermedia de doble banda lateral sumadas al ruido o a la interferencia pueden aplicarse a cualquiera de los tres filtros de banda lateral superior, con bandas de paso de 0 a 3, 3 a 6 ó 6 a 12 kHz, con relación a 525 kHz. El filtro elegido debe corresponder a la banda de frecuencias de la señal de entrada del simulador. La salida de la banda de base se obtiene combinando en forma heterodina la señal de frecuencia intermedia filtrada y la generada por un oscilador local de 525 kHz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R. T. y KLEIN, M. S. [junio de 1967] Simulation of time-varying propagation by computer control. Conf. Record, IEEE Int. Conf. on Comm., 74.
- BALSER, M. y SMITH, W. B. [1962] Some statistical properties of pulsed oblique HF ionospheric transmissions. *Radio Science*, Vol. 66D, 6, 721-730.
- BELLO, P. A. y NELLIN, B. D. [1962] The influence of fading spectrum on the binary error probabilities of incoherent and differentially coherent matched filter receivers. *IRE Trans. on Commun. Systems*, Vol. CS-10, 2, 160-168.
- BOLTON, E. [mayo de 1971] Simulating atmospheric radio noise from low frequency through high frequency. *Rev. Scientific Inst.*, Vol. 42, 5, 574-577.
- BOYS, J. T. [1968] Statistical variations in the apparent specular component of ionospherically reflected radio waves. *Radio Science*, 3, 10, 984-990.
- BRAY, W. J., LILLICRAP, H. G. y OWEN, F. C. [1947] The fading machine and its use for the investigation of the effects of frequency-selective fading. *J. Inst. Elec. Engrs.*, Londres, 94, Parte IIIA, 283-297.
- CHAPIN, E. W. y ROBERTS, W. K. [1966] A radio propagation and fading simulator using radio-frequency acoustic waves in a liquid. *Proc. IEEE*, Vol. 54, 6, 1072.
- CLARKE, K. K. [1965] Random channel simulation and instrumentation. IEEE 1st Annual Communications Convention (Conference Record), Boulder, Colorado, 623-629.
- DI TORO, M. J., HANULEC, J. y GOLDBERG, B. [junio de 1965] Design and performance of a new adaptive serial data modem on a simulated time-variable multipath HF link. IEEE 1st Annual Communications Convention (Conference Record), Boulder, Colorado, 770.

- FREUDBERG, R. [1965] Laboratory simulator for frequency selective fading. IEEE 1st Annual Communications Convention (Conference Record), Boulder, Colorado, 609-614.
- GOLDBERG, B., HEYD, R. L. y POCHMERSKI, D. [1965] Stored ionosphere. IEEE 1st Annual Communications Convention (Conference Record), Boulder, Colorado, 619-622.
- LAW, H. B., LEE, F. J., LOOSER, R. C. y LEVETT, F. A. W. [1957] An improved fading machine. *Proc. I.E.E.*, Vol. 104B, 117-147.
- PACKER, R. J. y FOX, J. A. S. [agosto de 1969] A simulator of ionospheric propagation of amplitude modulated signals. British Broadcasting Corporation, Kingswood Warren, Tadworth, Surrey, U.K., Res. Dept. Report 1969/24, 1-8.
- SHAVER, H. N., TUPPER, B. C. y LOMAX, J. B. [1967] Evaluation of a Gaussian HF channel model. *IEEE Trans. Comm. Tech.*, COM-15, 79-88.
- WALKER, W. F. [1965] A simple baseband fading multipath channel simulator. IEEE 1st Annual Communications Convention (Conference Record), Boulder, Colorado, 615-617. (Publicado también en 1966 en *Radio Science*, 1, 7, 763-767).
- WATTERSON, C. C., AX, G. G., DEMMER, L. J. y JOHNSON, C. H. [septiembre de 1969a] An ionospheric channel simulator. ESSA Tech. Memo. ERLTM-ITS 198.
- WATTERSON, C. C., JUROSHEK, J. R. y BENSEMA, W. D. [1969b] Experimental verification of an ionospheric channel model. ESSA Tech. Rep. ERL 112-ITS 80 (U. S. Government Printing Office, Washington, D.C.).
- WATTERSON, C. C., JUROSHEK, J. R. y BENSEMA, W. D. [1970] Experimental confirmation of an HF channel model. *IEEE Trans. on Commun. Technology*, COM-18, 792-803.
- ZIMMERMAN, M. S. y HOROWITZ, J. H. [1967] A flexible transmission channel simulator. Digest. 1967 IEEE Int. Conf. on Communication, Minneapolis, Minn., 73.

ANEXO

PARÁMETROS QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA A LOS EFECTOS DE LA SIMULACIÓN

1. El presente anexo, basado en los Docs. 3/46 (Alemania, República Federal de), 1970-1974, 3/49 (Estados Unidos de América), 1970-1974, y 3/58 (U.R.S.S.), 1970-1974, trata de los parámetros que han de especificarse al utilizar simuladores de canales ionosféricos por ondas decamétricas para evaluar el equipo para uso en circuitos radioeléctricos por ondas decamétricas.
2. En el Doc. 3/58 se indica la existencia de una relación entre la distancia, el número de manchas solares y los modos ionosféricos, que puede facilitar la determinación de los parámetros que han de emplearse en la simulación de canales ionosféricos por ondas decamétricas.
3. En el Doc. 3/46 se recomienda que los simuladores en cuestión han de poder simular los siguientes parámetros:

Parámetro	Gama
1) Profundidades de desvanecimiento	2 a 40 dB (por pasos de 2 dB)
2) * Duración del desvanecimiento (se entiende por duración del desvanecimiento el intervalo de tiempo en el que el nivel de la señal es inferior al nivel de referencia dado)	En la gama de 0,05 a 1,5 s (por pasos de 0,05 s)
3) * Periodicidad de los desvanecimientos	5, 10, 20, 40 por minuto
4) * Tiempo de propagación	0 a 5 ms
5) * Anchura espectral de un desvanecimiento selectivo aislado	0,1 a 1,2 kHz
6) * Velocidad con que un desvanecimiento selectivo barre el espectro	0,5 a 2 kHz/s
7) Derivas de frecuencia	0 a 7 Hz
8) Relación señal/ruido utilizando un ruido blanco gaussiano de una anchura de banda de 2,7 kHz	0 a 40 dB

* Estos parámetros no son todos independientes entre sí.

Para evaluar y probar los siguientes procedimientos utilizados en las transmisiones telegráficas y de datos:

- métodos de modulación;
- procedimientos de diversidad;
- procedimientos de corrección de errores,

es conveniente que la simulación de los canales de ondas decamétricas se efectúe en gamas de audio-frecuencias comprendidas entre 0,3 y 3 kHz y entre 3,3 y 6,0 kHz, respectivamente.

Como la eficacia de los procedimientos de transmisión telegráfica y de datos en trayectos de ondas decamétricas depende, no sólo de las propiedades del medio de transmisión sino también de las características de las instalaciones radioeléctricas, sería posible también incorporar ciertos parámetros específicos de estos sistemas radioeléctricos en el simulador, por ejemplo, las derivas de frecuencia, el control automático del volumen, las variaciones bruscas de frecuencia y de fase, como las que se producen en ocasiones debido al empleo de sintetizadores de frecuencia en el equipo de radiofrecuencia, etc.

La evaluación de las características de funcionamiento puede estar basada en la proporción de errores en los caracteres, en la proporción de errores en los bits o en el grado de distorsión.

4. En el anexo al Doc. 3/49 se proponen condiciones específicas para pruebas de módems, utilizando un simulador de canales ionosféricos en ondas decamétricas.

Se observa que las pruebas de módem con simuladores de ondas decamétricas se realizan, en general, con uno de los siguientes fines:

- 1) determinar si un módem dado puede utilizarse en los circuitos de ondas decamétricas, y cuál será cualitativamente su funcionamiento;
- 2) comparar la calidad de funcionamiento relativa de dos o más módems.

Normalmente, en las pruebas de tipo 1) podrá utilizarse un número limitado de combinaciones de parámetros de canales «representativos». Sin embargo, las pruebas de tipo 2) presentan mucha mayor dificultad, porque la sensibilidad de los distintos módems puede variar mucho en función de diferentes parámetros de canales.

En realidad, numerosos enlaces de ondas decamétricas presentan dos o más componentes múltiples, con diversas intensidades de campo relativas. No obstante, en general, el comportamiento del módem puede evaluarse en forma adecuada utilizando las componentes de trayectos múltiples de la misma densidad media, y las condiciones de trayectos múltiples que se indican a continuación se basan en una configuración de dos trayectos, con la misma intensidad media. Para comparar pruebas de módems, se propone un experimento adicional, con el fin de determinar la sensibilidad a las componentes de intensidad relativamente baja y tiempos de propagación relativamente largos.

Normalmente, las dispersiones de frecuencia no son iguales en las distintas componentes del trayecto. Sin embargo, contar con distintas dispersiones de frecuencia en diversas componentes del trayecto no representa ninguna ventaja para la prueba del módem, por lo que las pruebas propuestas se basan en dispersiones de frecuencia iguales.

En condiciones de propagación normales, los desplazamientos Doppler rara vez constituyen un factor importante en la calidad de funcionamiento del módem. Cuando en un equipo particular se sospecha una sensibilidad inusitada a los desplazamientos Doppler, o cuando hay que determinar una calidad de funcionamiento en condiciones de propagación anormales, la experiencia obtenida hasta ahora ha demostrado que el efecto del desplazamiento Doppler se aprecia mucho mejor cuando el desplazamiento se introduce en todas las componentes del trayecto.

Conviene realizar todas las pruebas del simulador con diversidad y sin ella, con el fin de evaluar la eficacia del sistema de combinación de diversidad utilizado.

Pruebas propuestas

Antes de iniciar las pruebas del simulador, para comprobar que el equipo funciona debidamente, debe medirse la calidad del módem en la banda de base, con ruido aditivo solamente.

4.1 Pruebas con combinaciones representativas de parámetros de canales

- Ruido gaussiano y desvanecimiento uniforme: probabilidad de errores en los bits, en función de la relación energía por bitio/densidad de ruido gaussiano, para un solo trayecto con desvanecimiento, sin desplazamiento de frecuencia.

Los valores propuestos para la dispersión de frecuencia (frecuencia de los desvanecimientos): 0,2 Hz y 1 Hz.

- Ruido gaussiano, trayectos múltiples y desvanecimientos: probabilidad de errores en los bits en función de la relación energía por bitio/densidad de ruido gaussiano, para dos trayectos independientes con desvanecimiento con la misma atenuación media, iguales dispersiones de frecuencia y sin desplazamiento.

Valores propuestos del parámetro:

1) *en buenas condiciones*

tiempo de propagación diferencial: 0,5 ms

dispersión de frecuencia: 0,1 Hz

2) *en condiciones medias*

tiempo de propagación diferencial: 1 ms

dispersión de frecuencia: 0,5 Hz

3) *en malas condiciones*

tiempo de propagación diferencial: 2 ms

dispersión de frecuencia: 1 Hz

4) *desvanecimientos por fluctuación* (en caso necesario)

tiempo de propagación diferencial: 0,5 ms

dispersión de frecuencia: 10 Hz

- Desplazamiento de frecuencia por efecto Doppler, trayectos múltiples y desvanecimiento (en caso necesario): Probabilidad de errores en los bits en función del desplazamiento de frecuencia de ambas componentes de una estructura de trayectos múltiples con la misma atenuación media, iguales dispersiones de frecuencia y sin ruido.

Valores propuestos del parámetro:

tiempo de propagación diferencial: 0,5 ms

dispersiones de frecuencia: 0,2 Hz

intervalo de variación del desplazamiento de frecuencia: 0 a 10 Hz

4.2 Pruebas adicionales con fines comparativos

Las siguientes pruebas proporcionan mayores conocimientos sobre las capacidades específicas de un módem. Junto con las pruebas anteriores, permitirán hacer una evaluación comparativa del equipo.

- *Desvanecimiento uniforme*: Probabilidad de errores en los bits en función de la dispersión de frecuencia, en un solo trayecto con desvanecimiento, sin ruido ni desplazamiento de frecuencia.

Intervalo de variación propuesto para la dispersión de frecuencia: 0,1 a 50 Hz.

Los resultados de esta prueba mostrarán las capacidades del módem con respecto a la distorsión de la dispersión de frecuencia en el canal y el efecto del ruido interno en el receptor del módem (y en el receptor radioeléctrico, si se utiliza).

- *Trayectos múltiples y desvanecimiento*: Probabilidad de errores en los bits, en función del tiempo de propagación diferencial de dos trayectos independientes con desvanecimiento, con la misma atenuación media e igual dispersión de frecuencia, y sin ruido ni desplazamiento de frecuencia.

Valores sugeridos para los parámetros:

dispersión de frecuencia: 0,2 Hz y 1 Hz

intervalo de variación del tiempo de propagación diferencial: 0,1 a 5 ms

Los resultados de esta prueba pondrán de relieve las capacidades del módem con respecto a la distorsión de dispersión de la señal en el tiempo y en frecuencia en el canal, y al efecto de ruido interno y de la distorsión de intermodulación en el receptor del módem (y en el receptor radioeléctrico).

- *Trayectos múltiples y desvanecimientos:* Proporción de errores en los bits en función de la relación de los niveles medios de dos trayectos independientes con desvanecimiento, con una atenuación media desigual, las mismas dispersiones de frecuencia y sin ruido ni desplazamiento de frecuencia.

Valores del parámetro propuestos:

tiempo de propagación diferencial: 5 ms

dispersión de frecuencia: 0,2 Hz

intervalo de variación de la relación de niveles medios: -40 a 0 dB

Los resultados de esta prueba mostrarán la sensibilidad del módem a las componentes de un trayecto de intensidad relativamente baja con largos tiempos de propagación.

5. Se requiere mayor información para la determinación de los valores del parámetro que han de emplearse en la simulación de circuitos específicos para una longitud y un periodo de tiempo determinados.

INFORME 550*

ESTABILIDAD A CORTO PLAZO DE LOS SINTETIZADORES DE FRECUENCIA

(Programa de estudios 1A-2/3)

(1974)

El fenómeno de la inestabilidad a corto plazo de los sintetizadores de frecuencia, es decir, la variación de la frecuencia instantánea con respecto al valor medio durante intervalos de tiempo inferiores a 0,1 segundos, aproximadamente, llamada variación cíclica, es harto conocido. Este fenómeno se asocia de un modo particular a los sintetizadores que emplean circuitos numéricos cada vez más utilizados en los sistemas de telecomunicación.

La variación cíclica tiene dos fuentes fundamentales:

- inestabilidad de la frecuencia del oscilador controlado por tensión, incluida la resultante de los cambios discontinuos producidos por los circuitos numéricos y de las ondulaciones de la fuente de alimentación;
- ruido en la línea de tensión de control del oscilador.

Interesa saber hasta qué punto es probable que esta oscilación cíclica afecte a distintos tipos de canales de comunicación. En el Doc. 3/4 (Reino Unido) 1970-1974, se exponen los resultados de observaciones sobre la degradación de la calidad de transmisión producida mediante la introducción de cantidades controladas de variación cíclica en los canales de comunicación que comprenden un dispositivo sintetizador provisto de un oscilador de portadora con enganche de fase. La variación cíclica se lograba mediante una tensión sinusoidal cuya frecuencia variaba entre 5 Hz y 1 kHz aproximadamente o un ruido limitado a anchuras de banda comprendidas entre 5 y 50 Hz que se utilizaba para modular la frecuencia del oscilador de portadora.

En el caso de las transmisiones telefónicas la evaluación subjetiva estuvo a cargo de seis observadores distintos, con arreglo a los siguientes criterios:

- 1) un deterioro apenas perceptible;
- 2) el límite de inteligibilidad.

* El presente Informe, adoptado por unanimidad, debe señalarse a la atención de la Comisión de estudio 1, en relación con la Cuestión 48/1.

Teniendo en cuenta la naturaleza de la variación cíclica causada por los sintetizadores numéricos, que tiende a producirse en frecuencias inferiores a 100 Hz, se descubrió que las excursiones de frecuencia necesarias para obtener los resultados indicados en los puntos 1) y 2) anteriores eran las siguientes:

Clase de emisión	Modulación de la variación cíclica	Valor eficaz de la excursión de frecuencia (Hz)	
		1)	2)
A3A	Onda sinusoidal	20	200
A3A Lincompex	Onda sinusoidal	6	20
A3A Lincompex	Ruido (anchura de banda: 20 Hz)	8	(¹)
A7A	Onda sinusoidal	20	(¹)
A4A	Onda sinusoidal		
	Ruido (anchura de banda: 50 Hz)	10	50

(¹) No se midió.

Teniendo presente que en las pruebas la degradación se debía exclusivamente al oscilador controlado por tensión y que en las transmisiones reales han de producirse otras degradaciones tales como ruido en los canales de comunicación y desviaciones de frecuencia debidas al trayecto de propagación, la calidad de funcionamiento de los sintetizadores debiera ser considerablemente superior a la que corresponde a los valores indicados en la columna 1).

INFORME 551 *

**MANDO AUTOMÁTICO DE SISTEMAS RADIOELÉCTRICOS
EN ONDAS DECAMÉTRICAS**

(Cuestión 14/3)

(1974)

En el Doc. 3/1 (Reino Unido), 1970-1974, se describe un método de programación de un sistema receptor de ondas decamétricas para que funcione a horas determinadas, durante un periodo de 24 horas, en una cualquiera de tres frecuencias según una secuencia fija, basado en previsiones de programación y en la experiencia.

El método realiza el cambio de frecuencia en dos pasos. En primer lugar, se fijan, previo acuerdo con la estación transmisora, los periodos en que se prevé efectuar un cambio de frecuencias. Un reloj programable en ciclos de 24 horas y provisto de tres levas, cada una de ellas dispuesta para efectuar una conmutación en la línea de control correspondiente a una frecuencia de sintonización específica, prepara al receptor para el cambio de frecuencia. Esta situación dura desde 15 minutos antes hasta 30 minutos después del momento previsto para el cambio de frecuencia. En segundo lugar, el circuito de control está completado por una conmutación realizada con un aparato de control de la distorsión telegráfica (elemento corto, como se indica en el § 3 del Informe 351-2) que detecta la distorsión persistente o la desaparición de la señal recibida. Si esto sucede durante un periodo de tiempo determinado de antemano, el receptor cambia a la nueva frecuencia adecuada.

El aparato de control de la distorsión telegráfica opera cuando la distorsión excede de 30% en el 12,5% de los elementos de señal recibidos o en ausencia total de manipulación. Si se produce una distorsión o una interrupción del circuito fuera de los periodos de cambio de frecuencia prescritos, el mismo equipo impide que funcione el control automático de frecuencia del receptor a partir de señales de calidad mediocre o del ruido. La selección de la antena se programa junto con el cambio de frecuencia, para seleccionar la antena más adecuada a la frecuencia utilizada.

Hasta ahora, se han equipado así cuatro enlaces, y el 90% de los cambios de frecuencia se realizan automáticamente.

* Adoptado por unanimidad.

SECCIÓN 3B: RADIOTELEFONÍA

RECOMENDACIONES E INFORMES

Recomendaciones

RECOMENDACIÓN 335-2

**ENLACES RADIOTELEFÓNICOS EN LOS CIRCUITOS TELEFÓNICOS
INTERNACIONALES**

(1951 — 1963 — 1966 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que en los sistemas radiotelefónicos que en la actualidad enlazan los diversos países se suelen emplear frecuencias portadoras inferiores a 30 MHz, aproximadamente*;
- b) Que la inserción de un enlace radioeléctrico de esta naturaleza en un circuito telefónico de larga distancia implica ciertas condiciones especiales que originan dificultades peculiares que no se encuentran con el empleo exclusivo de circuitos metálicos;
- c) Que esta clase de circuitos radioeléctricos difiere de los circuitos metálicos en los puntos siguientes:
 - c.a El circuito radiotelefónico está sujeto a variaciones de atenuación y a las dificultades particulares que se derivan del desvanecimiento de las señales;
 - c.b El circuito radiotelefónico sufre la influencia de los ruidos causados por los parásitos atmosféricos, cuya intensidad puede alcanzar un valor comparable al de la señal que se desea recibir, o incluso excederlo;
 - c.c Para el establecimiento y mantenimiento de un circuito de esta índole es necesario adoptar precauciones especiales, con el fin de evitar las perturbaciones causadas en el receptor radioeléctrico por cualquier transmisor radioeléctrico, especialmente por el que forma parte del enlace radioeléctrico considerado;
 - c.d Con el fin de mantener el enlace radiotelefónico en las mejores condiciones posibles desde el punto de vista de la calidad de transmisión, es necesario adoptar medidas especiales para que el transmisor funcione siempre, en la medida de lo posible, a plena carga, cualesquiera que sean la naturaleza y la atenuación del sistema telefónico conectado al circuito radiotelefónico;
 - c.e Es necesario adoptar medidas para evitar o corregir las condiciones anormales de oscilación o de diafonía;
 - c.f Si bien la banda de las frecuencias efectivamente transmitidas, recomendada para los circuitos internacionales de líneas terrestres, ha sido determinada en virtud del estudio hecho sobre las necesidades del oído humano, esta banda (en el caso de un enlace radiotelefónico que funcione en frecuencias inferiores a 30 MHz) puede hallarse limitada por la necesidad de colocar el número máximo de canales telefónicos en esta parte del espectro radioeléctrico y de que cada canal telefónico no ocupe una banda de frecuencias radioeléctricas más ancha de lo que es necesario;
 - c.g Un circuito radiotelefónico de esta índole es, en general, un circuito internacional de larga distancia que proporciona un servicio telefónico entre dos vastas redes, hecho que presenta gran importancia desde los dos puntos de vista siguientes:
 - c.g.a Por una parte, las comunicaciones internacionales tienen, en general, gran importancia para los usuarios, y por otra, se celebran en idiomas que no siempre son la lengua materna de los correspondientes, de modo que una recepción de buena calidad es de importancia capital;
 - c.g.b No conviene privar al público de un servicio muy útil so pretexto de que no alcanza siempre la calidad deseable para las comunicaciones a larga distancia,

* Siempre que en el texto se haga mención del límite de « 30 MHz » deberá entenderse que se trata de un valor aproximado.

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Circuitos que utilizan frecuencias superiores a 30 MHz

Que, siempre que sea posible, las comunicaciones telefónicas entre puntos fijos se realicen por líneas metálicas o enlaces radioeléctricos que empleen frecuencias superiores a 30 MHz, con el fin de hacer menos difícil el problema de la asignación de frecuencias radioeléctricas, y que, cuando pueda hacerse así, se fijen como objetivo las calidades de transmisión recomendadas por el C.C.I.T.T. para los circuitos metálicos internacionales de telefonía.

2. Circuitos que utilizan frecuencias inferiores a 30 MHz

- 2.1 Que, teniendo en cuenta la necesidad de economizar el espectro de frecuencias cuando se trata de circuitos internacionales constituidos principalmente por un circuito radioeléctrico único de larga distancia en frecuencias inferiores a 30 MHz, se empleen en la mayor medida posible los sistemas de banda lateral única, se utilice una banda de frecuencias vocales menor que la de 300 a 3400 Hz, recomendada por el C.C.I.T.T. para los circuitos terrestres y, de preferencia, se reduzca la frecuencia superior de la banda de frecuencias vocales a 3000 Hz o menos, pero no por debajo de 2600 Hz, salvo en casos especiales;
- 2.2 Que, no obstante la necesidad de tolerar grandes variaciones del nivel de ruido en estos circuitos radiotelefónicos, se hagan todos los esfuerzos posibles para que el circuito sufra el mínimo de ruidos y desvanecimientos, empleando para ello medios técnicos como la modulación completa del transmisor, las antenas directivas y la transmisión en banda lateral única;
- 2.3 Que, durante los periodos en que tal circuito radiotelefónico se halle conectado a un circuito de prolongación provisto de supresores de eco (dispositivo de conmutación accionado por la voz), se tomen las medidas necesarias para que la intensidad de las corrientes perturbadoras no tenga un valor que accione frecuentemente los supresores de eco;
- 2.4 Que tal circuito radiotelefónico esté provisto de un supresor de eco, con el fin de evitar reacciones o ecos perturbadores en todo el circuito o, de preferencia, de equipos terminales que funcionen según el principio de una pérdida de transmisión global constante, como se establece en la Recomendación 455-1;
- 2.5 Que se provea a tal circuito radiotelefónico de aparatos de control automático de ganancia, a fin de compensar automáticamente, en cuanto sea posible, los fenómenos de desvanecimiento;
- 2.6 Que los aparatos terminales de un circuito radiotelefónico de esta clase sean de tal naturaleza que permitan su conexión, como un circuito cualquiera, a cualquier otro tipo de circuito;
- 2.7 Que en los casos en que se emplee un dispositivo de secreto de las conversaciones, este dispositivo no influya de modo apreciable en la calidad de la transmisión telefónica;
- 2.8 Que cuando no existan dispositivos automáticos apropiados, un operador accione los mandos cuantas veces sea necesario para lograr el mejor ajuste posible de la carga del transmisor, del nivel a la salida del receptor y de las condiciones de funcionamiento de los supresores de eco.

Nota. — Aunque las normas establecidas en el § 2 de esta Recomendación son mucho menos severas que las impuestas a los circuitos metálicos internacionales terrestres, el ideal sería llegar a las mismas normas de transmisión telefónica en todos los casos. En vista de ello es conveniente que los sistemas telefónicos conectados a un circuito radiotelefónico se ajusten a las recomendaciones del C.C.I.T.T. relativas a las condiciones generales que deben reunir los circuitos internacionales empleados para la telefonía por líneas terrestres, especialmente en lo que concierne al equivalente, distorsiones, ruidos, ecos y fenómenos transitorios.

Habida cuenta de los §§ 1 y 2 de esta Recomendación, es conveniente que en cada caso particular las administraciones y empresas privadas de explotación interesadas se pongan de acuerdo, ante todo, para saber hasta qué punto pueden lograrse en el caso considerado las normas generalmente empleadas en las líneas metálicas internacionales terrestres. Si puede aplicarse la técnica recomendada en el § 1 de la Recomendación, el objetivo consistirá en lograr lo más posible las características recomendadas por el C.C.I.T.T. para los circuitos telefónicos internacionales por líneas terrestres. En los casos en que esto no sea posible, las administraciones o empresas privadas de explotación deben estudiar la mejor solución, tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista económico.

RECOMENDACIÓN 336-2

PRINCIPIOS DE LOS DISPOSITIVOS EMPLEADOS PARA EL SECRETO DE LAS CONVERSACIONES RADIOTELEFÓNICAS

(1951 — 1963 — 1966 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que los dispositivos de que se trata están destinados a asegurar el secreto comercial más bien que el secreto absoluto de las conversaciones radiotelefónicas;
- b) Que a fin de asegurar en la mayor medida posible el carácter secreto de las conversaciones, las características de detalle de los dispositivos empleados y de su funcionamiento deberían ser objeto de un acuerdo entre las administraciones y las empresas privadas de explotación interesadas,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que se dé por terminado el estudio de la Cuestión 30, en lo que respecta a los circuitos radiotelefónicos explotados en frecuencias inferiores a unos 30 MHz, con la siguiente exposición de los principios y características de los dispositivos:

1.1 *Principios de los dispositivos*

Para lograr el secreto comercial de los circuitos radiotelefónicos que funcionan en frecuencias inferiores a unos 30 MHz se emplean dos tipos principales de sistemas:

1.1.1 *Sistemas de doble banda lateral* (véase la Nota)

Se utilizan sistemas de inversión en los que la banda de frecuencias vocales se invierte con relación a una frecuencia fija;

1.1.2 *Sistemas de banda lateral única y de bandas laterales independientes*

Se utilizan sistemas de división de la banda, consistentes en la subdivisión de la banda de frecuencias vocales en cierto número de subbandas de igual anchura, que se permutan con o sin inversión de frecuencia, siguiendo una secuencia determinada previamente, para formar una señal ininteligible. En la recepción, se restablecen las señales vocales por un procedimiento inverso al utilizado en la transmisión. Naturalmente, se necesita una sincronización rigurosa de las permutaciones en las dos estaciones terminales;

1.2 *Características de los dispositivos*

1.2.1 Los sistemas de división de la banda proporcionan un secreto de las conversaciones mejor que el que se obtiene con los sistemas de inversión; pero para que den resultados satisfactorios es preciso que las distorsiones sean menores que con dichos sistemas;

1.2.2 Los aparatos están diseñados para reducir al mínimo la distorsión de atenuación y los niveles no deseados de los productos de modulación y de las portadoras. El grado admisible de la distorsión debida a la presencia de dispositivos de secreto comercial depende del tipo de dispositivo de secreto utilizado y se fija de común acuerdo entre las administraciones y empresas privadas de explotación interesadas;

2. Que para las frecuencias superiores a unos 30 MHz, las características de los sistemas que han de utilizarse, así como las de su funcionamiento, sean objeto de acuerdo entre las administraciones y empresas privadas de explotación interesadas.

Nota. — Se señala a la atención de las administraciones el número 465 del Reglamento de Radiocomunicaciones que estipula:

« 465 § 15. (1). Se ruega encarecidamente a las administraciones que, si es posible, a partir del 1.º de enero de 1970 dejen de utilizar, en el servicio fijo, las emisiones de radiotelefonía de doble banda lateral en las bandas inferiores a 30 Mc/s. »

RECOMENDACIÓN 348-2

DISPOSICIÓN DE LOS CANALES EN LOS TRANSMISORES MULTICANALES DE BANDA LATERAL ÚNICA Y DE BANDAS LATERALES INDEPENDIENTES PARA CIRCUITOS A LARGA DISTANCIA, QUE TRABAJAN EN FRECUENCIAS INFERIORES A 30 MHz APROXIMADAMENTE

(Cuestión 2/3)

(1953 — 1956 — 1959 — 1963 — 1966 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que la falta de uniformidad en la disposición y designación de los canales de los transmisores multicanales para circuitos radioeléctricos de larga distancia que emplean frecuencias inferiores a unos 30 MHz puede dar lugar a ciertas dificultades cuando una estación transmisora debe trabajar con varias estaciones receptoras;
- b) Que dada la necesidad de economizar el espectro radioeléctrico en las relaciones internacionales constituidas principalmente por un circuito radioeléctrico único de larga distancia, que trabaje en frecuencias inferiores a 30 MHz, conviene:
 - emplear, siempre que sea posible, los sistemas de bandas laterales independientes;
 - transmitir una banda de frecuencias menor que la banda de 300 a 3400 Hz recomendada por el C.C.I.T.T. para los circuitos terrestres;
 - reducir la frecuencia superior a 3000 Hz o menos en circunstancias especiales, pero no por debajo de 2600 Hz;
- c) Que actualmente existen en servicio circuitos internacionales de canales múltiples en los que la anchura de banda asignada a cada canal es de 3000 Hz, con una banda de frecuencias vocales realmente transmitida de 250 Hz a 3000 Hz;
- d) Que los riesgos de interferencia con una estación que trabaje en una frecuencia asignada adyacente son mucho mayores en los canales exteriores que en los interiores, entendiéndose por canales exteriores los más alejados de la frecuencia asignada, y por interiores los más próximos;
- e) Que es ventajoso adoptar la misma disposición de canales en todas las gamas de ondas decamétricas,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

- 1. Que se normalice la disposición de los canales de los sistemas radiotelefónicos multicanales;
- 2. Que la banda de frecuencias destinada a cada canal telefónico sea de 3000 Hz;
- 3. Que la banda de frecuencias vocales transmitida en cada canal esté comprendida entre 250 Hz y una frecuencia superior de 3000 Hz, o menos en circunstancias especiales, pero no por debajo de 2600 Hz;
- 4. Que en los sistemas de cuatro canales se dé a éstos la disposición representada en la fig. 1a);
- 5. Que, cuando se utilicen menos de cuatro canales, se elijan lo más próximos a la portadora, de acuerdo con la disposición indicada en las figs. 1b), 1c), 1d), 1e) ó 1f);
- 6. Que la fecha de entrada en vigor de estas disposiciones se fije por la próxima Conferencia administrativa de radiocomunicaciones.

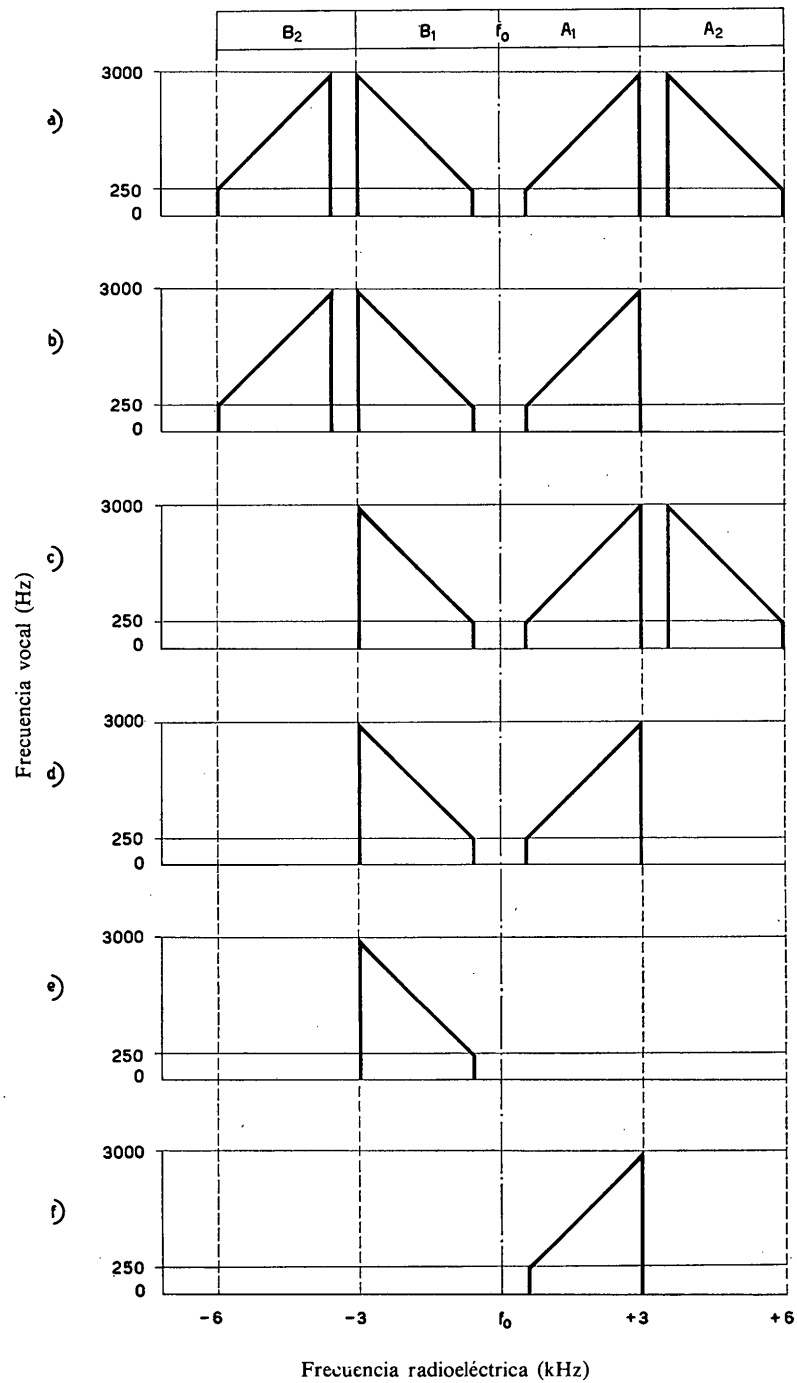


FIGURA 1

Relación entre las frecuencias vocales y las frecuencias radioeléctricas para las diferentes disposiciones de canales

RECOMENDACIÓN 455-1

**SISTEMA PERFECCIONADO DE TRANSMISIÓN PARA CIRCUITOS
RADIOTELEFÓNICOS EN ONDAS DECAMÉTRICAS**

(Cuestión 13-1/3)

(1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que, para mantener una calidad de transmisión satisfactoria en los circuitos radiotelefónicos internacionales explotados en las frecuencias inferiores a 30 MHz y conectados a la red nacional, hay que compensar, en el extremo transmisor, la mayor parte, si no la totalidad, de las variaciones del volumen vocal de los abonados, y también la mayor parte, si no la totalidad, de las pérdidas que se producen entre el abonado y el centro internacional;
- b) Que, en consecuencia, el circuito funciona a menudo con la ganancia total (entre puntos de dos hilos) y que es necesario emplear un supresor de eco para mantener la estabilidad;
- c) Que el supresor de eco reduce notablemente la calidad de funcionamiento del circuito debido a su acción de conmutación y a su tendencia al funcionamiento intempestivo bajo el efecto del ruido o de la interferencia que se ejerce en el trayecto radioeléctrico;
- d) Que la utilización de un supresor de eco para asegurar la estabilidad global del canal radiotelefónico compromete la interconexión en cuatro hilos (véase la Recomendación G.101 del C.C.I.T.T.) de los circuitos radioeléctricos con los cables de gran longitud, o con los enlaces por satélite;
- e) Que si la pérdida de transmisión total en los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas fuese casi constante se podría eliminar el supresor de reacción e integrar un circuito radioeléctrico en una cadena internacional;
- f) Que, para mantener constante la pérdida total y compensar al propio tiempo las variaciones del volumen vocal del abonado y las pérdidas de las líneas, hay que introducir en el extremo receptor del circuito una atenuación equivalente a la ganancia introducida en el extremo transmisor;
- g) Que las ventajas que ofrecen los compresores-expansores en el caso de ciertos circuitos establecidos en sistemas de transmisión en línea son muy conocidas, pero que no pueden obtenerse directamente con un circuito radioeléctrico en el que se produzcan desvanecimientos;
- h) Que, en un circuito radioeléctrico de esta clase, hay que controlar el expansor empleando nuevos métodos para transmitir la información relativa al estado de funcionamiento del compresor;
- i) Que estos nuevos métodos permiten aprovechar una relación de compresión superior a la que se obtiene en los compresores-expansores en línea, y que es generalmente de 2/1;
- k) Que se han establecido el comportamiento y las ventajas de un sistema de compresor y expansor acoplados (véase el Informe 354-2);
- l) Que, con una disposición de este tipo, los dos extremos de un circuito serán complementarios, y tendrán que normalizarse los parámetros esenciales del sistema,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

- 1. Que, siempre que sea posible, los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas se exploten con una pérdida de transmisión total constante (entre puntos de dos hilos);
- 2. Que, para obtener esta característica, se utilice un sistema de compresor y expansor acoplados por medio de un canal de control distinto del canal vocal y en el que no tengan efecto las distorsiones provocadas por los desvanecimientos;*

* Un sistema de este tipo se denomina «Lincompex», contracción de la expresión «linked compressor and expander» (compresor y expansor asociados); no se trata de una marca de fábrica ni se refiere al constructor de un equipo determinado.

3. Que el sistema asegure permanentemente una carga óptima del transmisor, a pesar de las variaciones de los niveles vocales de los abonados y de las pérdidas en las líneas;
4. Que la señal vocal y la señal de control estén contenidas en un canal único de 3 kHz;
5. Que el sistema responda a la descripción siguiente y tenga las características que se especifican a continuación:

5.1 Consideraciones generales

Para mayor comodidad, se considera en esta Recomendación que las especificaciones de funcionamiento son las de un sistema (del que un extremo se representa en la fig. 1) en el que se introduce un retardo del lado transmisión, antes de la compresión, en relación con un medidor de amplitud de la señal vocal. Esto no excluye otros tipos de sistemas que reúnan las exigencias de funcionamiento.

5.2 Transmisión (fig. 1a))

5.2.1 Canal «vocal»

5.2.1.1 Régimen estable

(Compresión y características generales)

Para los niveles de entrada comprendidos entre +5 dBm0 y -55 dBm0 (Nota 1), el nivel de salida deberá situarse entre los límites indicados en la fig. 2.

La respuesta global amplitud-frecuencia para el canal «vocal» en los dos casos siguientes: ganancia fija y control por medidor de amplitud, para cualquier nivel comprendido entre +5 dBm0 y -55dBm0 sea:

	Atenuación con relación a la respuesta máxima en la banda comprendida entre 250 y 2500 Hz (dB)
Por encima de 250 Hz:	
Para las frecuencias de la banda 250-2500 Hz	≤ 2
Para las frecuencias de la banda 2500-2700 Hz	≤ 6
Para las frecuencias iguales o superiores a 2800 Hz	> 55
Por debajo de 250 Hz:	
Aumento de la ganancia total para las frecuencias inferiores a 250 Hz	≤ 1

5.2.1.2 Respuesta transitoria

(Total, comprendido el medidor de amplitud, pero excluido el retardo suplementario)

Tiempo de establecimiento, fig. 3 a) (ms) (Nota 2)	7 ± 2
Tiempo de restablecimiento, fig. 3 b) (ms) (Nota 2)	20 ± 5

5.2.2 Canal de control

Oscilador modulado en frecuencia

(Frecuencia controlada por la señal de salida del medidor de amplitud)

Frecuencia central nominal (Hz)	2900 ± 1
Excursión de frecuencia máxima (Hz)	± 60

Variación de frecuencia para cada variación de nivel de entrada de 1 dB (fig. 4) (Hz)	2
Nivel de entrada que ha de aplicarse al extremo transmisor para obtener la frecuencia central nominal (dBm0)	-25
Frecuencia del oscilador para un nivel de entrada de 0 dBm0 (Hz)	2850
Frecuencia del oscilador en ausencia de señal de entrada del lado transmisor (Hz)	≤ 2980
Para aumentos bruscos del nivel de entrada, superiores a 3 dB, la duración necesaria para que el oscilador efectúe un 80 % de la variación de frecuencia correspondiente debería ser (ms)	5 a 7
Para disminuciones bruscas del nivel de entrada, superiores a 3 dB, la velocidad de variación de la frecuencia del oscilador debería estar comprendida entre (Hz/ms)	1,5 y 3,5
Espectro limitado a la salida entre (Hz)	2810 y 2990
Nivel de salida con relación al nivel del tono de prueba en el canal «vocal» (dB)	-5

5.3 Recepción (fig. 1 b))

5.3.1 Canal «vocal»

5.3.1.1 Régimen estable

La respuesta global amplitud/frecuencia del canal «vocal» en los dos casos siguientes: ganancia fija y ganancia regulada, debería ser:

Atenuación con relación a la respuesta máxima en la banda comprendida entre 250 y 2500 Hz (dB)

Por encima de 250 Hz:

Para las frecuencias de la banda 250-2500 Hz ≤ 2

Para las frecuencias de la banda 2500-2700 Hz ≤ 6

Para las frecuencias iguales o superiores a 2800 Hz (regulador contra el desvanecimiento con ganancia fija) > 55

Por debajo de 250 Hz:

Aumento de la ganancia total para las frecuencias inferiores a 250 Hz ≤ 1

5.3.1.2 Regulador contra el desvanecimiento

Régimen estable

Para los niveles de entrada comprendidos entre +7 dB y -35 dB con relación al nivel de entrada nominal especificado del regulador contra el desvanecimiento; el nivel de salida debería situarse en los límites indicados en la fig. 5. El nivel de entrada nominal especificado, cuyo valor puede variar de una administración a otra, es el valor medio a la entrada del regulador contra el desvanecimiento, en régimen estable, cuando se aplica al lado de transmisión una señal de 0 dBm0.

Respuesta transitoria

Tiempo de establecimiento: fig. 3 c) (ms) 11 ± 2

Tiempo de retorno: fig. 3 d) (ms) 32 ± 6

5.3.1.3 Expansor

(Controlado por la señal de salida del discriminador)

Gama dinámica efectiva (dB) 60

5.3.2 Canal de control

5.3.2.1 Característica amplitud/frecuencia y característica retardo diferencial del filtro

Atenuación en la banda 2810-2990 Hz (con relación a la atenuación en 2900 Hz) (dB)	-1 a +2
Retardo diferencial en la banda 2840-2900 Hz (ms)	< 3
Atenuación por debajo de 2700 Hz y por encima de 3150 Hz (con relación a la atenuación en 2900 Hz) (dB)	> 55

5.3.2.2 Discriminador (Traductor frecuencia-amplitud)

Característica para un nivel nominal del tono de control.

Cuando la frecuencia del tono de control varia entre 2840 Hz y 2960 Hz, las variaciones de la señal de salida del expansor deberían estar comprendidas entre los límites indicados en la fig. 6.

5.3.2.3 Gama de amplitud del discriminador

Las respuestas indicadas en el § 5.3.2.2 deberían obtenerse con tonos de control cuyos niveles de entrada estén comprendidos entre 0 dB y -30 dB con relación al nivel nominal a la entrada. Para niveles de entrada comprendidos entre -30 dB y -50 dB con relación al valor nominal, podría agregarse una tolerancia de ± 1 dB a los límites indicados en la fig. 6.

5.3.3 Valor total del tiempo de establecimiento y del tiempo de retorno

(Una variación brusca de 24 Hz de la frecuencia del tono de control se utiliza para simular un escalón de 12 dB)

Tiempo de establecimiento, fig. 3 e) (ms)	20 ± 5
Tiempo de restablecimiento, fig. 3 f) (ms)	20 ± 5

5.4 Comparación del tiempo de transmisión (total)

Para asegurar una calidad de transmisión satisfactoria especialmente la de los impulsos de tono, como los de numeración o de señalización, conviene compensar las duraciones de transmisión totales en el canal «vocal» y en el canal de control; esta compensación debe hacerse a la entrada del expansor, con una precisión por lo menos igual a 4 ms. Además, el retardo diferencial en una parte de la banda de paso del canal «vocal» (250-2500 Hz) no debiera exceder de 4 ms.

Para poder obtener este resultado con equipos de diseño diferente, conviene que la compensación de tiempo esté repartida en partes iguales entre los extremos transmisor y receptor del equipo; además, debería ser ajustable, para tener en cuenta el retardo existente en los sistemas de secreto.

5.5 Llamada y numeración

Hay que asegurarse de que las señales de llamada y de numeración pasan completamente por el equipo en ambos extremos o de que lo evitan por completo. Se preferirá el primer método.

5.6 Carga del transmisor

A fin de que los transmisores estén en régimen de plena carga y mantengan al propio tiempo en un nivel aceptable los productos de intermodulación y la radiación fuera de banda, se recomienda que los niveles de los circuitos vocal y de control de cada canal telefónico sean los que figuran en el cuadro I. Estos niveles se basan en una potencia media total de salida de -6 dB con relación al valor teórico de la potencia de cresta nominal del transmisor y en una potencia de la portadora de -20 dB con relación a dicha potencia de cresta.

CUADRO I

Número de canales	Potencia de cada canal dB con relación a la potencia de cresta	
	Circuito vocal	Circuito de control
1	- 7	-12
2	-10	-15
3 ⁽¹⁾	-12	-17
4	-13	-18

(¹) Para facilitar la explotación, tal vez convenga utilizar para tres canales niveles idénticos de potencia a los utilizados para cuatro canales.

5.7 Linealidad del trayecto de transmisión

Las condiciones de carga especificadas permiten obtener en el transmisor radioeléctrico un margen suficiente para tener en cuenta los cambios que normalmente se producen con relación a las condiciones de ajuste del equipo Lincompex y en el trayecto de transmisión que va hasta el transmisor. Teniendo presente que a la salida del equipo de transmisión Lincompex la señal está comprimida con una relación valor de cresta/valor medio de unos 8 dB, y la posibilidad de que se produzcan crestas transitorias en la salida del compresor, debe preverse un margen adecuado de linealidad en el equipo de transmisión, entre la salida del equipo de transmisión Lincompex y el transmisor. Consideraciones análogas se aplican al equipo situado entre la salida del receptor radioeléctrico y la entrada del equipo receptor Lincompex.

Los receptores que se utilizan en general en el servicio fijo son adecuados para los circuitos Lincompex, pero deben elegirse los niveles de modo que haya un margen de linealidad suficiente.

5.8 Estabilidad de frecuencia

El error de frecuencia máximo aceptable de un extremo a otro del circuito radioeléctrico debe mantenerse entre los límites de ± 2 Hz.

Nota 1. — Para la definición de la relación señal/nivel de medida (dBmO), véanse los textos pertinentes del C.C.I.T.T.

Nota 2. — Las definiciones del tiempo de establecimiento y del tiempo de restablecimiento son iguales a las dadas por el C.C.I.T.T. para los compresores-expansores (véase la Recomendación G.162). Estas definiciones son las siguientes:

- *el tiempo de establecimiento* de un compresor-expansor es el comprendido entre el instante en que se aplica a la entrada un aumento brusco de 12 dB y aquél en que la envolvente de la tensión a la salida alcanza un valor igual a 1,5 veces el valor en régimen permanente;
- *el tiempo de restablecimiento* de un compresor-expansor es el comprendido entre el instante en que se aplica a la entrada una disminución brusca de 12 dB y aquél en que la envolvente de la tensión a la salida alcanza un valor igual a las 3/4 partes del valor en régimen permanente.

Nota 3. — Se considera que los parámetros enumerados anteriormente corresponden a los valores mínimos que han de adoptarse para asegurar la compatibilidad entre los equipos. Se han especificado también tolerancias máximas, pero admitiendo que no se utilizarán como límites para la realización técnica.

Nota 4. — Las variaciones en el tiempo de temperatura y de tensión de alimentación, en cuyo límite conviene mantener los valores de los parámetros, no serán las mismas en una administración que en otra; por ello no se han mencionado. En sus especificaciones para los compresores-expansores, el C.C.I.T.T. indica (Recomendación G. 162) que los valores de los parámetros deben mantenerse constantes en una gama de temperatura de $+10^{\circ}\text{C}$ a $+40^{\circ}\text{C}$ y para variaciones de la alimentación de $\pm 5\%$ con relación al valor nominal.

Nota 5. — No se ha aludido a otros parámetros que normalmente debieran incluirse en una especificación para este tipo de equipo, por ejemplo, las impedancias y los niveles de entrada y de salida, la relación señal/ruido, la distorsión armónica, etc.; en efecto, no se ha juzgado que los valores de estos parámetros

sean esenciales en lo que respecta a la compatibilidad entre los equipos. Las administraciones tendrán posibilidad de incluir sus propios valores, para garantizar, en buenas condiciones, la integración del equipo en las redes que explotan.

Nota 6. — Según esta Recomendación, el tipo de transmisión en el canal de control no se considera como una emisión de clase F3; por consiguiente, no se aplican las prohibiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones relativas a las emisiones de clase F3 en los servicios fijos, en las bandas inferiores a 30 MHz.

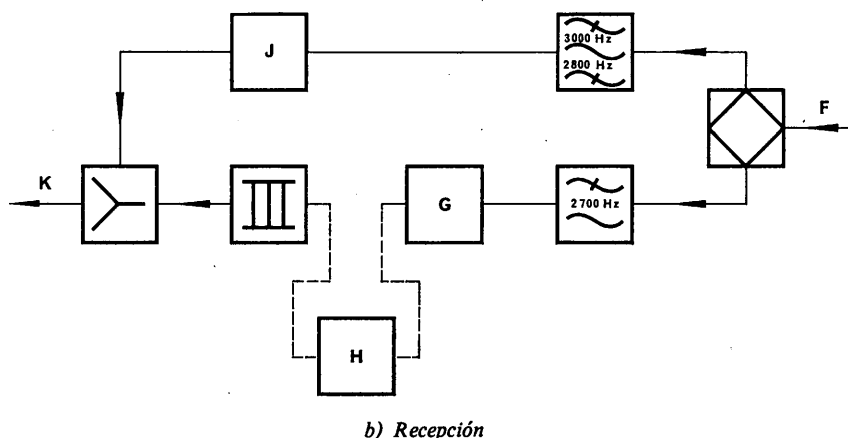
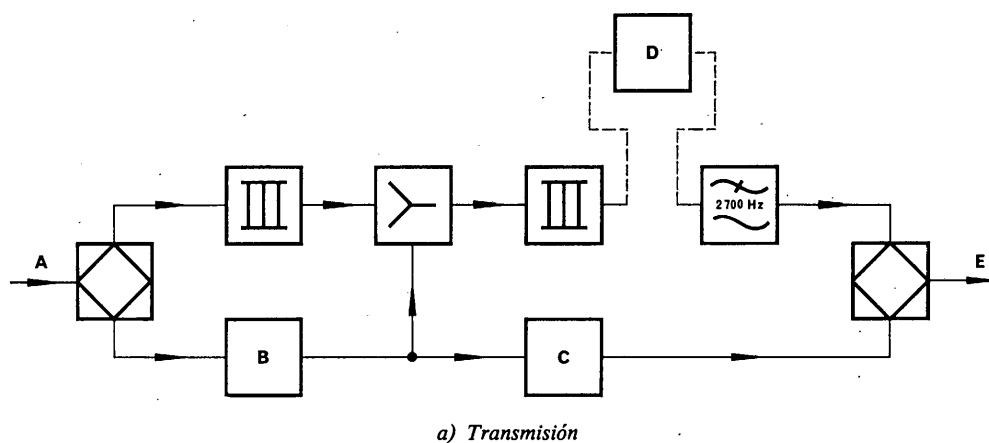


FIGURA 1

Esquema del sistema

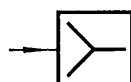
- | | |
|---------------------------------------|--|
| A: De la línea terrestre | F: Del receptor radioeléctrico |
| B: Medidor de amplitud | G: Regulador contra el desvanecimiento (amplificador de volumen constante) |
| C: Oscilador modulado en frecuencia | H: Dispositivo de secreto |
| D: Dispositivo de secreto | J : Discriminador de frecuencia |
| E: Hacia el transmisor radioeléctrico | K: Hacia la línea terrestre |



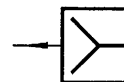
Transformador diferencial



Red de retardo



Compresor



Expansor

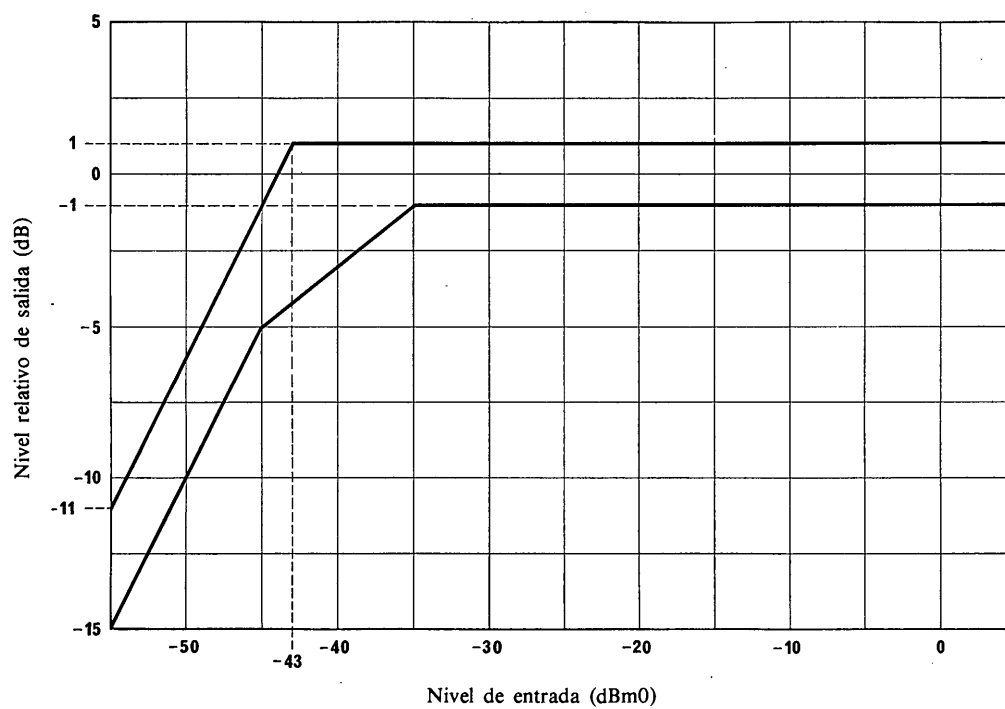
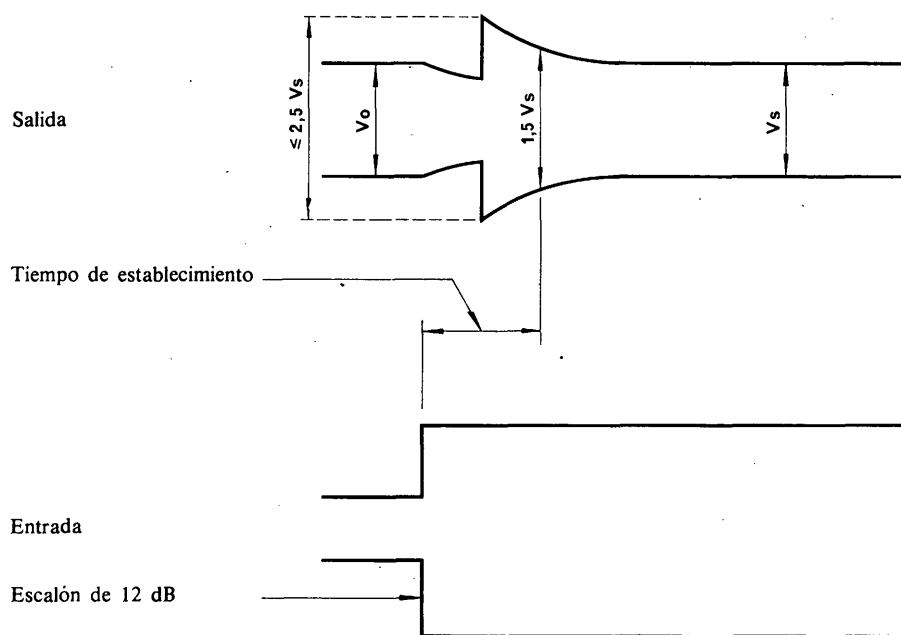
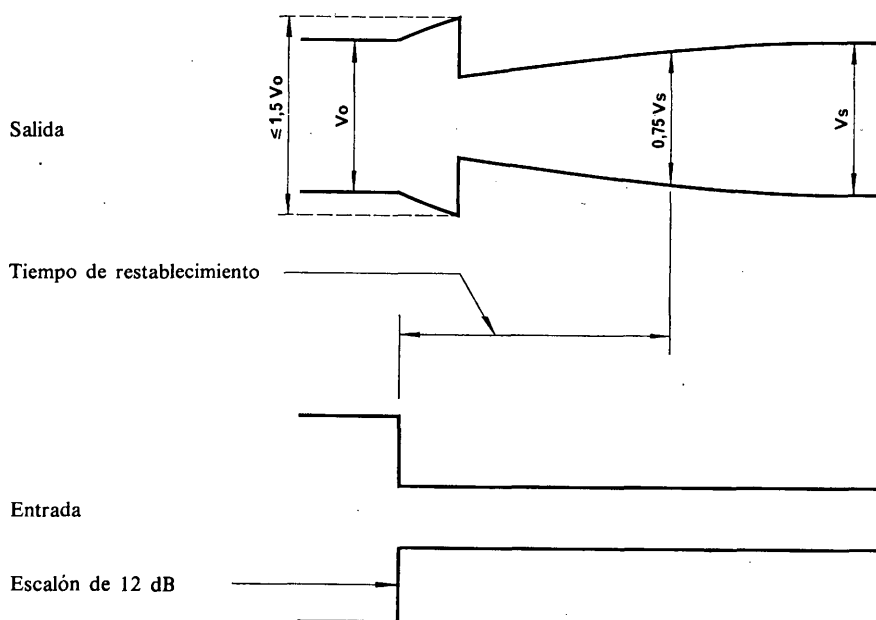


FIGURA 2
Característica entrada/salida en transmisión



a) Tiempo de establecimiento



b) Tiempo de retorno

FIGURA 3

Respuesta en régimen transitorio en transmisión

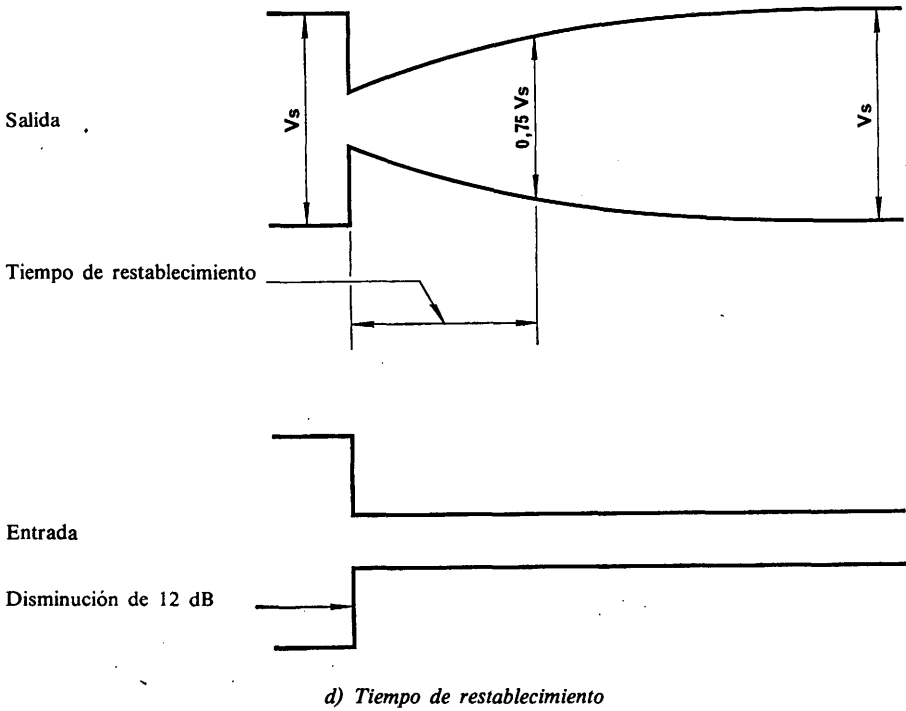
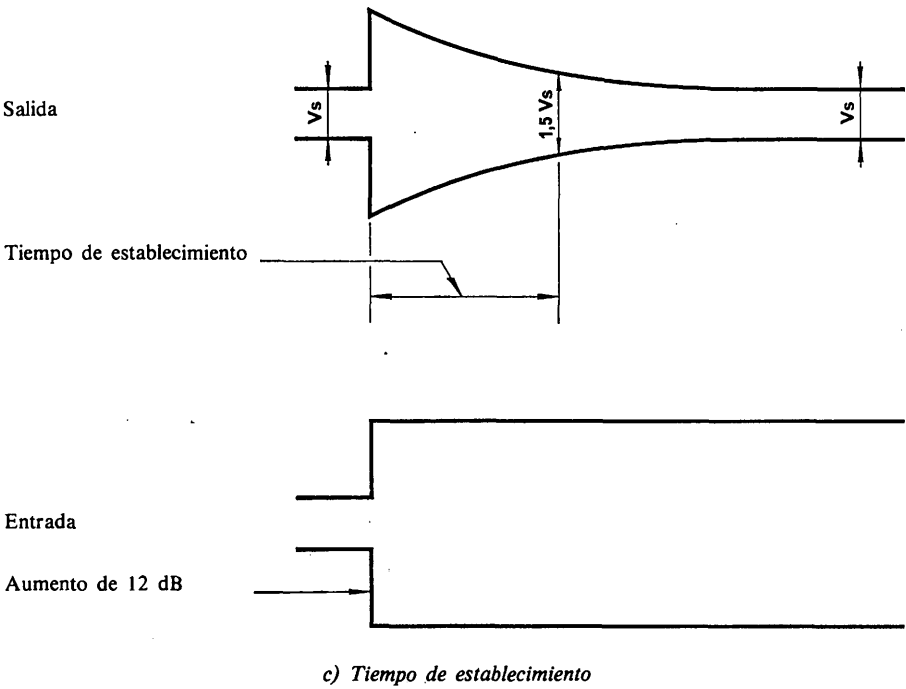
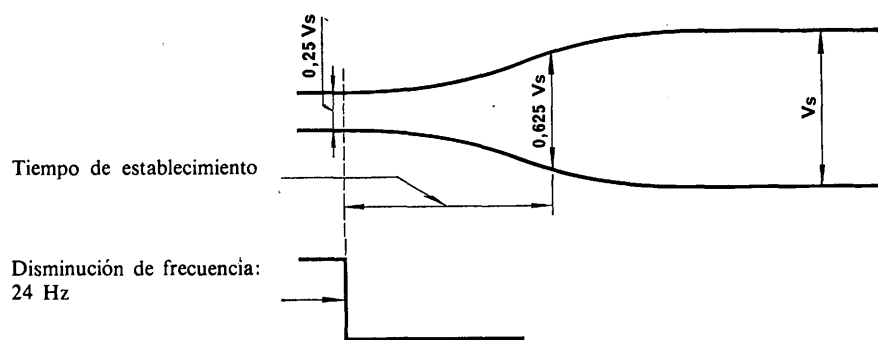
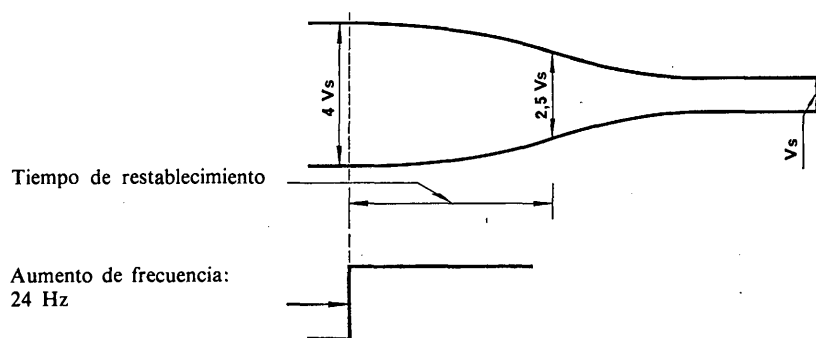


FIGURA 3 (cont.)
Respuesta transitoria del regulador de desvanecimiento



e) Tiempo de establecimiento



f) Tiempo de restablecimiento

FIGURA 3 (cont.)

Respuesta en régimen transitorio en recepción

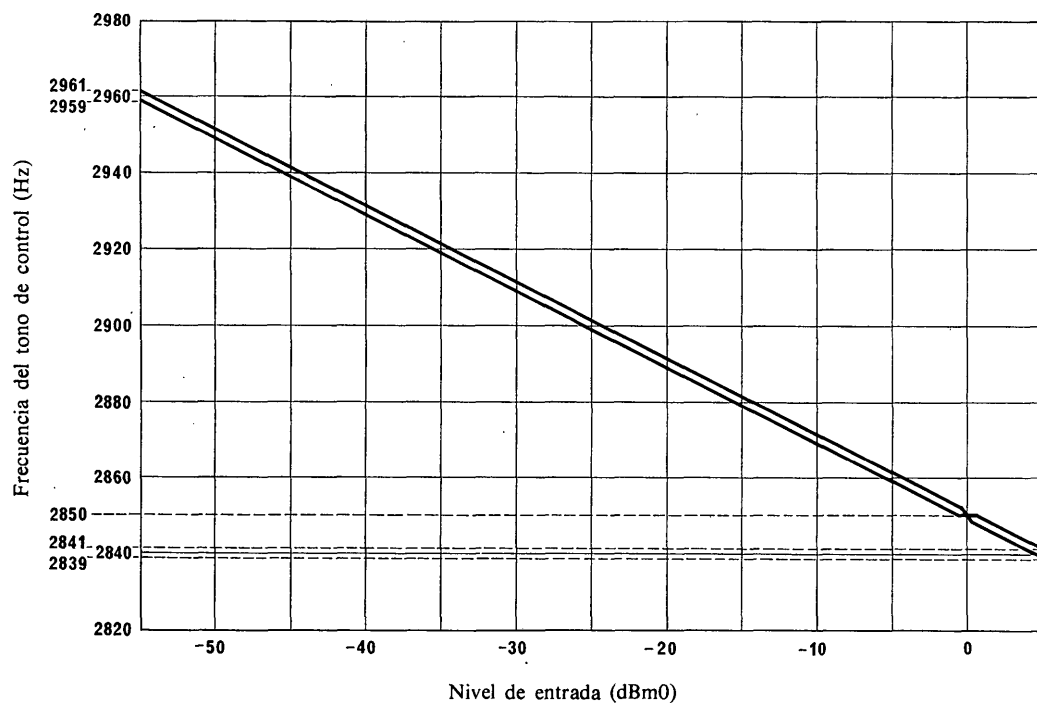


FIGURA 4

Variación de la frecuencia del tono de control en función del nivel de entrada en transmisión

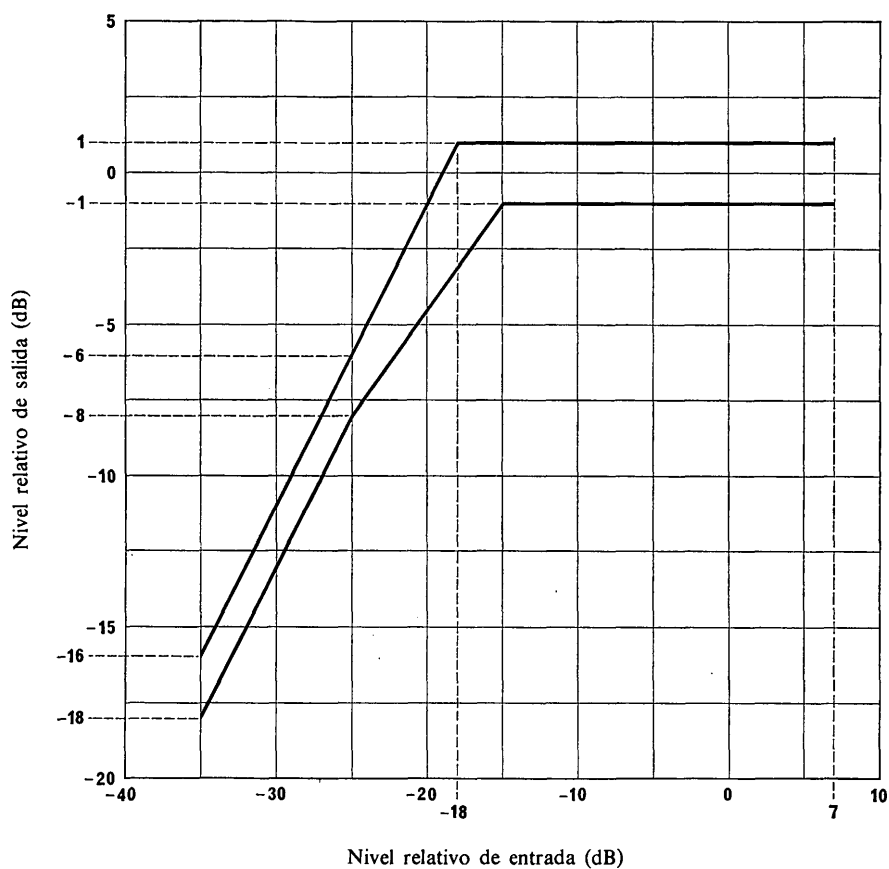


FIGURA 5

*Característica entrada/salida del regulador contra el desvanecimiento
(véase el § 5.3.1.2)*

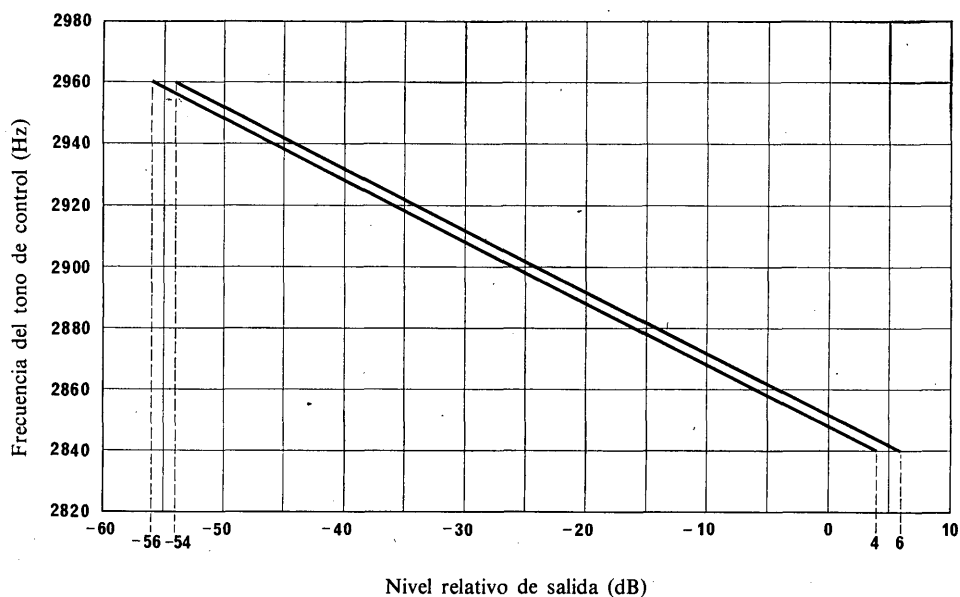


FIGURA 6

*Variación del nivel de salida en recepción, en función de la frecuencia del tono de control
(véase el § 5.3.2.3)*

RECOMENDACIÓN 480

EXPLOTACIÓN SEMIAUTOMÁTICA EN LOS CIRCUITOS RADIOTELEFÓNICOS EN ONDAS DECAMÉTRICAS

Dispositivos de conexión a distancia de una central automática por circuito radiotelefónico

(Cuestión 13-1/3)

(1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que el paso de la explotación manual a la explotación semiautomática permite mejorar de una manera muy sensible la explotación de los circuitos telefónicos;
- b) Que en el servicio fijo internacional seguirán utilizándose durante muchos años circuitos radiotelefónicos por ondas decamétricas;
- c) Que es difícil el empleo en estos circuitos, incluso cuando estén provistos de los sistemas a que se hace referencia en la Recomendación 455-1, de los códigos de señalización del C.C.I.T.T., habida cuenta de las probabilidades de pérdida requeridas para la utilización de estos códigos en el servicio internacional;
- d) Que, por el contrario, la utilización de métodos de señalización especialmente adaptados a los canales radiotelefónicos permite transmitir las informaciones necesarias para la conexión a distancia de una operadora de un país con una central automática situada en otro país;

- e) Que la señalización por desplazamiento de frecuencia como la empleada en los circuitos radiotelegráficos por ondas decamétricas, cumple los requisitos del § d) precedente;
- f) Que en el Informe 434-1 figuran detalles precisos sobre la utilización y la experimentación, en ciertos países, de dispositivos que emplean las señales descritas en e) precedente y que los resultados de las mismas son sumamente satisfactorios,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que cuando se desee establecer una conexión a distancia con una central automática por circuitos radioeléctricos en ondas decamétricas, las especificaciones de los equipos empleados se ajusten de preferencia a las indicadas en el anexo que adjunto se acompaña.

ANEXO

Las especificaciones que figuran a continuación se refieren a dos dispositivos, uno denominado «dispositivo TRANSMISIÓN» y otro «dispositivo RECEPCIÓN», situados, respectivamente, en el país de ORIGEN A y el país de DESTINO B. El dispositivo TRANSMISIÓN está conectado al centro de explotación del país A (operadoras) y el dispositivo RECEPCIÓN a la central automática del país de destino B mediante una línea exclusiva. La operadora del país A puede llamar a un abonado del país B como lo haría otro abonado de este país B, pues los dispositivos TRANSMISIÓN y RECEPCIÓN efectúan una conexión real a distancia entre la operadora de A y la central automática de B.

La utilización por los dos países A y B de los dispositivos descritos permite la explotación semiautomática, ya que la operadora de A es, en cierto modo, un abonado de la red de B. Sólo se autorizará el tráfico terminal entre los dos países, con exclusión del tráfico en tránsito. Corresponderá igualmente a ambos países llegar a un acuerdo sobre las posibilidades ofrecidas a las operadoras de A (llamada a servicios especiales, como información; llamada a operadoras de asistencia de B o a operadoras para comunicar con los abonados de B no conectados con una central automática).

Las especificaciones del presente documento se refieren exclusivamente a la compatibilidad entre los dos dispositivos TRANSMISIÓN y RECEPCIÓN que permiten la conexión a distancia de la operadora de salida con la central automática de destino.

1. Interconexión

- 1.1 El dispositivo TRANSMISIÓN está conectado, por una parte, al centro de explotación (operadora) y, por otra, al circuito radiotelefónico:

- en el extremo correspondiente al centro de explotación: es preciso que la operadora transmita al dispositivo TRANSMISIÓN por ejemplo, por hilos distintos, las informaciones de TOMA, SELECCIÓN, FIN DE SELECCIÓN y LIBERACIÓN;
- en el extremo correspondiente al circuito radiotelefónico: el dispositivo TRANSMISIÓN se dispone en serie en el sentido *transmisión* del circuito en cuatro hilos.

- 1.2 El dispositivo RECEPCIÓN está conectado en el trayecto de *recepción* del circuito en cuatro hilos.

El circuito de conversación y los hilos de supervisión y señalización del dispositivo RECEPCIÓN están conectados a la central automática.

2. Señales transmitidas hacia adelante

Las informaciones transmitidas hacia adelante, es decir, de A (país de origen) a B (país de destino), facilitadas por la operadora de A son transformadas en el dispositivo TRANSMISIÓN en señales que utilizan modulación por desplazamiento de frecuencia que se presta particularmente bien para la transmisión por canales radiotelefónicos.

El dispositivo TRANSMISIÓN lleva incorporado un oscilador de tono F modulado en frecuencia con una excursión $\pm \Delta f$. La frecuencia F de este tono se escoge, previo acuerdo entre los dos países*, en la lista de frecuencias recomendadas por el C.C.I.R. (Recomendación 436-1), con un desplazamiento de frecuencia conforme a la Recomendación 246-3: ± 85 Hz.

En el cuadro que figura a continuación se indica la naturaleza y el empleo de las señales.

Señal	Señal transmitida por el circuito radiotelefónico	Tolerancia de reconocimiento en recepción
TOMA	Tono $F \pm \Delta f$ modulado a la velocidad de 100 ± 1 baudios durante 300 ms seguido del tono $F + \Delta f$ transmitido continuamente hasta el comienzo de las señales de selección	Tono $F \pm \Delta f$ modulado a 100 baudios durante un periodo de 200 a 400 ms seguido del tono $F + \Delta f$ transmitido al menos durante 300 ms
SELECCIÓN	Tono $F \pm \Delta f$ modulado a la cadencia de los impulsos de selección (66/33 ms ó 50/50 ms); el reposo (cierre) corresponde al tono $F + \Delta f$ y la apertura a $F - \Delta f$	Duración mínima de una unidad de trabajo (tono $F - \Delta f$): 25 ms
FIN DE SELECCIÓN	Tono $F \pm \Delta f$ modulado a 100 baudios durante 300 ms. Después de esta señal no se transmite ningún tono de señalización	Duración comprendida entre 200 y 400 ms
LIBERACIÓN	Tono $F \pm \Delta f$ modulado a 100 baudios durante 600 ms. Después de esta señal no se transmite ningún tono	Duración superior a 500 ms

3. Señales transmitidas hacia atrás

La operadora de salida debè poder oír siempre las señales que transmite hacia atrás la central automática distante.

Para ello es preciso:

- 3.1 Que los dispositivos TRANSMISIÓN y RECEPCIÓN faciliten señales de mando capaces de neutralizar los supresores de eco y los supresores de oscilación insertados en el circuito, si ha lugar, abriendo así el circuito de retorno durante el periodo comprendido entre la señal de toma y la señal de fin de selección;
- 3.2 Que cuando las señales de supervisión enviadas por la central automática sean de frecuencia demasiado baja para ser directamente transmitidas, se las transponga a la banda de frecuencias vocales.

* Cuando varios circuitos están equipados con dispositivos TRANSMISIÓN o RECEPCIÓN en un mismo sistema (transmisor) radiotelefónico, es necesario disponer de tonos diferentes, a fin de evitar las falsas tomas debidas a diafonía entre canales.

3B: *Informes*

INFORME 353*

**EMPLEO DE SISTEMAS DE FRECUENCIA COMÚN EN LOS
CIRCUITOS RADIOTELEFÓNICOS INTERNACIONALES**

(Cuestión 23/3)

(1966)

1. Introducción

El presente Informe trata de las características técnicas necesarias para la explotación de circuitos radiotelefónicos de banda lateral única y de bandas laterales independientes que utilicen una frecuencia portadora común.

2. Características que han de especificarse para los sistemas radiotelefónicos que utilizan el principio de la explotación en frecuencia común

Es preferible utilizar la disposición de canales indicada en la Recomendación 348-2 y prever sencillamente una separación de unos 150 Hz entre las dos frecuencias, cuando se utilizan portadoras reducidas, respectivamente, en uno y otro sentido de transmisión.

3. Diferencia mínima de nivel, a la entrada del receptor, entre la señal recibida de la estación alejada y las señales recibidas de la estación transmisora, para evitar las interferencias entre la señal deseada y la del transmisor cercano que trabaja en la misma frecuencia

En el servicio fijo, el nivel de la señal recibida de la estación transmisora cercana es generalmente más débil que el de la señal recibida de la estación alejada. Sin embargo, si se produce la situación inversa, y si el nivel recibido de la estación cercana es netamente más intenso que el recibido de la estación alejada, los productos de distorsión engendrados en el transmisor cercano se manifestarán en forma de diafonía en los demás canales del sistema multicanal alejado. La experiencia ha demostrado que cuando el nivel de intermodulación del transmisor cercano es de 30 dB (véase la Recomendación 326-2), el nivel recibido de la estación cercana no debe exceder en más de 10 dB el recibido de la estación alejada.

4. Medida en que el empleo de antenas de transmisión y de recepción con características diferentes puede reducir las posibilidades de aplicación de esta técnica

En el caso de comunicaciones comerciales entre estaciones, cuando la distancia entre el transmisor y el receptor de una estación terminal es de unos 30 km no es necesario por lo general considerar este problema.

5. Medida en que la presencia de diferentes niveles de ruido en los lugares de recepción reducirá las posibilidades de aplicación de esta técnica

La eficacia de los sistemas de frecuencia común es independiente del nivel de ruido en la estación receptora.

6. Otros factores que habrán de tenerse en cuenta al establecer planes para tales sistemas**6.1 Características del filtro de portadora**

En varios casos de aplicación práctica de este tipo de explotación, el filtro de cuarzo utilizado en el amplificador destinado a aislar la portadora reducida tenía una banda de paso nominal de 20 Hz; sus características eran las siguientes:

* Adoptado por unanimidad.

Banda de paso (Hz)	Atenuación (dB)
± 10	0 ± 2
± 20	10
± 50	38
± 70	50

Se han hecho ensayos con el fin de determinar el efecto que la portadora del transmisor cercano puede tener en el receptor cuando éste recibe la señal del transmisor alejado. Para ello, se ha tratado de determinar la intensidad de campo requerida con diversas separaciones de frecuencia, para que el receptor no pueda seguir recibiendo la transmisión deseada.

El cuadro siguiente muestra que, si la diferencia entre las dos portadoras es igual o superior a 50 Hz, el nivel de la señal del transmisor cercano puede ser muy superior al de la señal del transmisor alejado.

Frecuencia de recepción (MHz)	Separación entre las portadoras (Hz)	Nivel de entrada del generador de señales que simula la transmisión alejada (μV)	Nivel de entrada del generador de señales que simula la transmisión cercana (variable de 0.5 μV a 50 mV)
5	50	0.5	El control automático de frecuencia no sufre perturbaciones hasta un nivel de 50 mV
	100	0.5	
	200	0.5	
10	50	0.5	
	100	0.5	
	200	0.5	
15	50	0.5	
	100	0.5	
	200	0.5	
20	50	0.5	El control automático de frecuencia sufre perturbaciones a partir de 5 mV

Lo que precede indica que, si la estabilidad de los dos transmisores es suficiente para que la diferencia entre sus frecuencias portadoras sea superior a 50 Hz, no hay ningún riesgo de que la transmisión cercana impida al receptor captar la portadora de la transmisión alejada. Si se mantiene esta diferencia en un valor comprendido entre 50 y 250 Hz, los productos de distorsión resultantes de la transmisión cercana alcanzarán un nivel excesivo mucho antes de que su intensidad de campo sea suficiente para que predomine en el receptor sobre la transmisión alejada.

6.2 Estabilidad de frecuencia de los aparatos

Para evitar la aparición de una nota de batido audible en el canal adyacente a la portadora reducida, es preciso que la separación de frecuencia entre ambas portadoras no exceda de 250 Hz, en la hipótesis de que los canales telefónicos transmitan la banda 250-3000 Hz, como, habida cuenta de las características del filtro de portadora, es preciso que esta separación sea como mínimo de 50 Hz, se llega a la conclusión de que el valor óptimo de la separación es de 150 Hz, pudiendo variar en ± 100 Hz, sin rebasar los límites permitidos. Esta precisión se obtiene sin dificultad con los equipos modernos, incluso en las frecuencias más elevadas.

7. Resultados prácticos

Desde 1951 están en servicio diversos sistemas que funcionan de conformidad con estos métodos. La experiencia adquirida con su uso ha demostrado que los enlaces radiotelefónicos cuyos extremos están provistos de VODAS, funcionan en frecuencia común de forma satisfactoria. Estas experiencias y las pruebas mencionadas anteriormente, han permitido establecer el anexo siguiente, relativo a los diversos métodos de explotación con portadora reducida y con portadora suprimida. En la columna de la izquierda se indican las principales características que conviene definir para los enlaces radiotelefónicos explotados en frecuencia común y la de la derecha contiene las definiciones pertinentes y las observaciones que las pruebas en cuestión han permitido formular.

ANEXO

1. Explotación multicanal con portadora reducida

<i>Criterios</i>	<i>Observaciones</i>
1.1 <i>Recomendación 335-2.</i> Las características del enlace radiotelefónico deben ser las especificadas en la Recomendación 335-2.	Los aparatos utilizados en las pruebas descritas anteriormente respondían, en general, a las especificaciones de esta Recomendación.
1.2 <i>Nivel de la señal recibida del transmisor cercano.</i> Son características importantes: la distancia entre las dos estaciones cercanas de transmisión y de recepción, la frecuencia, los accidentes del terreno, los diagramas de las antenas, su rendimiento, la potencia de transmisión, etc.	La distancia entre las estaciones de transmisión y de recepción cercanas debe ser suficiente para que el nivel de la portadora del transmisor cercano sea normalmente inferior al nivel de recepción del transmisor alejado, y exceda sólo rara vez este nivel en más de 10 dB. El empleo de antenas transmisoras y receptoras de características diferentes influye en este modo de explotación únicamente en la medida en que el nivel de recepción del transmisor cercano resulte afectado.
1.3 <i>Modo de explotación.</i> Simplex reversible.	Empleo de un VODAS en cada canal telefónico.
1.4 <i>Distorsión en el transmisor</i>	El nivel de intermodulación (Recomendación 326-2) debe ser inferior a -30 dB.
1.5 <i>Estabilidad del transmisor</i>	La frecuencia de cada transmisor debe ser lo suficientemente estable para poder mantener una separación de 150 ± 100 Hz entre las portadoras emitidas.
1.6 <i>Banda de paso del filtro del control automático de frecuencia</i>	El filtro de portadora debe introducir una atenuación de unos 40 dB en ± 50 Hz.

2. Explotación multicanal con portadora suprimida

<i>Criterios</i>	<i>Observaciones</i>
2.1 <i>Recomendación 335-2.</i> Las características del enlace radiotelefónico deben ser las especificadas en la Recomendación 335-2.	Véase la Recomendación 335-2.
2.2 <i>Nivel de la señal recibida del transmisor cercano.</i> Son características importantes: la distancia entre las dos estaciones cercanas de transmisión y de recepción, la frecuencia, los accidentes del terreno, los diagramas de las antenas, su rendimiento, la potencia de transmisión, etcétera.	La distancia entre las estaciones de transmisión y de recepción cercanas debe ser suficiente para que el nivel de señal del transmisor cercano sea normalmente inferior al nivel de recepción del transmisor alejado, y exceda sólo rara vez este nivel en más de 10 dB. El empleo de antenas transmisoras y receptoras de características diferentes influye en este modo de explotación únicamente en la medida en que el nivel de recepción del transmisor cercano resulte afectado.
2.3 <i>Modo de explotación.</i> Simplex reversible	Empleo de un VODAS en cada canal telefónico.
2.4 <i>Distorsión en el transmisor</i>	El nivel de intermodulación (Recomendación 326-2) debe ser inferior a -30 dB.
2.5 <i>Estabilidad de frecuencia en la transmisión y en la recepción</i>	El transmisor y el receptor deben ser lo suficientemente estables para que se mantenga una separación de frecuencia que no exceda de 20 Hz.

3. Explotación en un solo canal con portadora suprimida

<i>Criterios</i>	<i>Observaciones</i>
3.1 <i>Recomendación 335-2.</i> Las características del enlace radiotelefónico deben ser las especificadas en la Recomendación 335-2.	Véase la Recomendación 335-2.
3.2 <i>Nivel de la señal recibida del transmisor cercano.</i> Son características importantes: la distancia entre las dos estaciones cercanas de transmisión y de recepción, la frecuencia, los accidentes del terreno, los diagramas de las antenas, su rendimiento, la potencia de transmisión, etcétera.	Para la explotación en un solo canal, la distancia entre las estaciones de transmisión y de recepción cercanas debe ser suficiente para que el nivel del ruido residual en el receptor, en la banda lateral deseada, no aumente en más de 1 dB cuando el amplificador de potencia del transmisor funciona normalmente, pero sin modulación. En estas condiciones, el transmisor engendra un ruido de banda ancha en su excitador y en su amplificador que puede interferir, si es lo bastante intenso, con la recepción de la estación alejada. (Véase a continuación el § 3.6.)
3.3 <i>Modo de explotación.</i> Simplex reversible.	Empleo de un VODAS en el canal telefónico.
3.4 <i>Distorsión en el transmisor</i>	El nivel de intermodulación (Recomendación 326-2) de los transmisores debe ser inferior a -30 dB.
3.5 <i>Estabilidad de frecuencia en la transmisión y en la recepción</i>	El transmisor y el receptor deben ser lo suficientemente estables para que se mantenga una diferencia de frecuencia que no exceda de 20 Hz.
3.6 <i>Nivel de ruido residual en el transmisor</i>	El nivel de ruido de la banda residual debe ser como máximo igual a -56 dB de la potencia de cresta.
3.7 <i>Características de bloqueo del receptor</i>	Esta característica debe ser tal que el receptor que haya sufrido una seria sobrecarga recobre su sensibilidad en menos de 0,1 s, a condición de que su paso de entrada no se desensibilice durante la emisión del transmisor cercano. En este caso, el transmisor cercano puede estar mucho más próximo del receptor, ya que no se plantea ningún problema de control automático de frecuencia, sino únicamente problemas de interferencia y de bloqueo. En ciertos casos, el transmisor y el receptor pueden encontrarse en la misma ubicación. El receptor puede funcionar durante la emisión del transmisor cercano, si puede recibir la señal del transmisor alejado inmediatamente después de que el transmisor cercano haya dejado de funcionar.

INFORME 354-2*

SISTEMA DE TRANSMISIÓN MEJORADO PARA CIRCUITOS
RADIOTELEFÓNICOS DE ONDAS DECAMÉTRICAS

(Cuestión 13-1/3)

(1966 — 1970 — 1974)

1. Introducción

El equipo terminal que normalmente se utiliza en los circuitos radiotelefónicos de ondas decamétricas comprende amplificadores de volumen constante y supresores de reacción en cada canal. Los supresores de reacción pueden funcionar a destiempo a causa de altos niveles de ruido en la recepción, produciéndose así mutilaciones o supresiones de la palabra en el canal de transmisión. Aun con buenas condiciones de circuito, el uso de supresores de reacción dificulta el desarrollo normal de la conversación.

En la transmisión por línea, los efectos del ruido pueden reducirse utilizando un compresor-expansor, pero el sistema sólo funcionará correctamente si la atenuación entre la salida del compresor y la entrada del expansor permanece invariable.

En los últimos años se han propuesto diversos sistemas** que permiten vencer las dificultades inherentes a la aplicación de los principios de los compresores-expansores a los circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas. La mayoría de estos sistemas tenían una característica común, a saber: compresión de la señal vocal y transmisión por los circuitos, por un canal separado, de la información relativa al grado de compresión, que controla el grado de expansión.

Los Docs. III/95 (Reino Unido) y III/99 (Estados Unidos de América), 1963-1966, contienen información sobre pruebas prácticas realizadas con dos sistemas semejantes, aunque no idénticos. Estos documentos exponen las apreciables ventajas que pueden derivarse de la utilización de compresores-expansores, en comparación con los sistemas clásicos.

En los Docs. III/7 (Reino Unido) y III/29 (Estados Unidos de América), 1966-1969, se detallan los parámetros de un sistema con «compresor y expansor asociados», llamado «Lincompex»***. A continuación se resumen los principios de dicho sistema:

La palabra se comprime a una amplitud bastante constante, y la corriente de control del compresor se utiliza para modular en frecuencia un oscilador de un canal de control independiente. El canal de frecuencias vocales que virtualmente sólo contiene la información de frecuencia de la palabra, y el canal de la señal de control, que contiene información de amplitud de la palabra se combinan para la transmisión por un tercer canal de 3 kHz. Como cada sílaba se comprime individualmente, la carga del transmisor es más efectiva que con los métodos corrientes. En recepción, se amplifican a un nivel constante la señal de control y la vocal, utilizándose la primera, demodulada, para determinar la ganancia del expansor y restituir así las variaciones originales de amplitud de la señal vocal. Como en el extremo receptor el nivel de salida depende exclusivamente de la frecuencia de la señal de control, que, a su vez, está en relación directa con el nivel de entrada en el extremo transmisor, la pérdida o ganancia global del sistema puede mantenerse en un valor constante. La explotación con poca atenuación (bifilar-bifilar) permite prescindir de los supresores de reacción, si bien se necesitarán supresores de eco, como ocurre en los circuitos metálicos de gran longitud.

En la Recomendación 455-1 se indican valores preferidos para los parámetros del sistema.

* Adoptado por unanimidad.

** Véase la bibliografía.

*** «Lincompex» no es una marca de fábrica ni se refiere al constructor de un equipo determinado; es una contracción de la expresión inglesa «linked compressor and expander» (compresor y expansor asociados), que describe el sistema.

2. Pruebas prácticas

En las estaciones terminales del circuito radioeléctrico Londres-Nueva Delhi se ha probado un equipo experimental. El equipo Lincompex y el convencional se aplicaron a los canales A1 y B1 del sistema radioeléctrico, que se intercambiaron semanalmente durante casi todo el periodo de pruebas de 17 semanas (diciembre de 1964-abril de 1965).

El circuito con Lincompex proporcionó mayor tiempo de tráfico que el circuito dotado del equipo convencional. Los promedios de tiempo diario de tráfico fueron de 6,6 y 5,8 horas (14% de aumento), respectivamente, durante un periodo de 12 semanas con intercambio sistemático de canales, y de 6,2 y 5,2 horas (19% de aumento), tomando el periodo completo de 17 semanas de prueba.

Además de aumentarse el tiempo de explotación comercial del circuito, conviene también señalar la mayor capacidad potencial de tráfico del canal con Lincompex, debido a que la omisión de supresores de reacción permitió celebrar con fluidez las conversaciones entre abonados y entre operadoras. Esto se demostró claramente sobre todo en el periodo especial de observación de 4 semanas, en el que se prestó atención particular a la calidad del tráfico. Del total de conferencias observadas, el 70% se calificaron de «excelentes» o «buenas» en el canal con Lincompex, mientras que en el canal convencional se dio la misma calificación al 58%. Las mejoras se notaron particularmente en las conferencias en tránsito por circuitos de prolongación en cable de larga distancia.

En el Doc. III/19 (Japón), 1966-1969, se describen las pruebas prácticas efectuadas con un equipo radioeléctrico terminal que funciona según los mismos principios que el Lincompex. Figuran también los resultados de comparaciones de la calidad de funcionamiento de un circuito de 600 km entre Tokio y Osaka empleando el nuevo equipo y un equipo convencional del tipo VODAS. En febrero y agosto de 1967, se han realizado diferentes pruebas.

En la primera comparación, 29 personas participaron en una prueba subjetiva para evaluar tanto la calidad de la audición como la articulación de las sílabas. En el cuadro I se muestran los resultados de la evaluación según los cuales el nuevo equipo puede mejorar mucho tanto la calidad como la articulación de las sílabas. Las pruebas de articulación silábica revelaron que con el equipo Lincompex, la frecuencia de las repeticiones se reduce a una cuarta parte de la obtenida con equipo clásico.

CUADRO I

Resultados de la prueba práctica efectuada en febrero de 1967

Naturaleza de la prueba	Nota	Evaluación	Equipo experimental (%)	Equipo clásico (%)
Prueba subjetiva	4	Excelente	58,6	31,0
	3	Bien	34,4	37,9
	2	Bastante bien	5,2	13,8
	1	Mediocre	1,8	13,8
	0	Inutilizable	0	3,5
Repetición	Grado de repetición		$0,4 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$

En la segunda prueba, 85 personas participaron en conversaciones de prueba. En el cuadro II, se resumen las opiniones expresadas por las mismas personas en conversaciones ulteriores. Se ve que, para el 98,8% de los participantes, el circuito radiotelefónico en ondas decamétricas provisto del nuevo equipo da aproximadamente la misma calidad de conversación que un circuito telefónico público establecido por cable o por sistema de relevadores radioeléctricos.

CUADRO II

Resultados de la prueba de escucha efectuada en agosto de 1967

Punto tratado con los usuarios del teléfono	Evaluación	Porcentaje de conversaciones
Comparación con un circuito telefónico público	Ninguna diferencia	47,0
	Lincompex algo peor que el cable	51,8
	Lincompex mucho peor que el cable	0
	Sin comentarios	1,2

3. Calidad de funcionamiento en servicio comercial

Los Docs. III/7 (Reino Unido), III/29 (Estados Unidos de América) y III/30 (República Sudafricana), 1966-1969, contienen información sobre las ventajas que pueden obtenerse en servicio comercial con el sistema Lincompex.

- 3.1 En el Doc. III/7 (Reino Unido) se resumen las observaciones especiales hechas por personal calificado en los circuitos Londres-Nairobi y Londres-Johannesburgo. Estas observaciones consistieron en comparar un canal dotado de un nuevo sistema con un canal del mismo grupo de 4 canales, provisto de equipo convencional.

Los resultados pueden resumirse como sigue:

aumento del número de comunicaciones transmitidas en comparación con canales «convencionales»	100%
aumento de la duración tasable por comunicación	6% (de 88% a 94%)
aumento de la duración media de las comunicaciones	6%
aumento del porcentaje de comunicaciones consideradas «fáciles»	25% (de 60% a 85%)

Esta considerable mejora de la eficacia de los circuitos se obtuvo con una menor atención por parte de las operadoras. En efecto, se comprobó que era preferible que la operadora de llegada se retirara del circuito una vez marcado el número solicitado, y que la operadora de salida se encargara de dirigir la comunicación. En ninguno de los extremos fue necesaria la intervención de operadores técnicos que vigilaran la comunicación. Conviene señalar que el porcentaje de tiempo tasado por comunicación es ya lo bastante elevado para hacer inútil todo control y cómputo del tiempo; las comunicaciones pueden establecerse como en el caso de un circuito de línea.

- 3.2 En el Doc. III/29 (Estados Unidos de América) se resumen las mejoras obtenidas gracias a un sistema Lincompex cuya explotación comercial se inició en julio de 1966. Desde entonces, se han establecido entre Estados Unidos y diversos países servicios comerciales regulares en los que se emplean uno o varios sistemas Lincompex. La reacción de los usuarios no se ha hecho esperar; es favorable en lo que concierne a la facilidad de establecimiento de las comunicaciones y a la ausencia de ruido.

En general, se han establecido uno o dos canales Lincompex en circuitos radioeléctricos de cuatro canales. No ha sido, pues, fácil observar el aumento del tiempo de utilización comercial en una frecuencia dada; los canales con equipos convencionales han exigido cambios de frecuencia que han privado sobre los requeridos por los canales con nuevo equipo. No obstante, se ha observado que, cuando los cambios de frecuencia se efectuaban teniendo en cuenta únicamente los canales dotados de nuevo equipo, estos últimos seguían en servicio mucho después de que los canales clásicos eran ya inutilizables. Según las estimaciones, el aumento del tiempo de utilización de los circuitos oscila entre el 16 y el 20%.

Del análisis del tráfico de grupos primarios con canales dotados de Lincompex en uno o varios circuitos se desprende:

- que el canal con Lincompex absorbe el 26% del total de las comunicaciones de un grupo primario de 12 canales, es decir, casi tanto como los tres canales más ocupados del grupo;

- que el aumento de la duración de las comunicaciones se eleva a 16,5% en el canal con Lincompex;
- que en un grupo primario de 12 canales, el 29% de la duración tasable corresponde al canal provisto de Lincompex.

3.3 En el Doc. III/30 (República Sudafricana) se exponen las ventajas obtenidas con la puesta en servicio de un equipo Lincompex en el enlace Johannesburgo-Londres en el periodo comprendido entre septiembre de 1967 y mayo de 1968. Se insiste en este documento sobre las posibilidades de reducir el personal (ausencia de control o control muy restringido); se menciona también la mejora de la calidad de recepción en caso de difusión especial de informaciones, aplicación ésta en la que el sistema Lincompex proporciona una calidad suficiente para permitir la retransmisión directa o, en ciertos casos, una nueva difusión local.

El documento contiene una descripción detallada de las disposiciones adoptadas para comparar un circuito dotado de Lincompex con otro de tipo convencional. El análisis se basa en comunicaciones establecidas con Londres, en Johannesburgo. Los resultados figuran en el cuadro III, del que se desprende que, durante los cuatro meses considerados por el circuito provisto del Lincompex, se ha cursado casi el doble de tráfico que por el circuito normal.

Si se tiene en cuenta que el tiempo de servicio del circuito con Lincompex ha sido superior al del circuito normal y que por el primero se celebraron en marzo 241 conferencias en un periodo en que el circuito normal no estaba en servicio, se llega a la conclusión de que el circuito equipado con Lincompex ha cursado por término medio un volumen de tráfico superior en un 25% aproximadamente al del circuito normal durante el mismo periodo. Se estima que la mayor capacidad de transmisión de un circuito con Lincompex se explica por el hecho de que las operadoras necesitan menos tiempo para transmitir los datos relativos a una comunicación.

El cuadro IV indica la calidad relativa de servicio lograda con el nuevo sistema entre las 7 y las 20 horas TMG, periodo durante el cual las condiciones de propagación son estables. Se observa que el sistema Lincompex permite obtener una mejora apreciable que se explica por la mayor facilidad de comunicación y la ausencia general de ruido, gracias a la acción del compresor-expansor. Las operadoras han subrayado particularmente este aspecto de la calidad de funcionamiento.

Para determinar la mejora que puede representar el equipo Lincompex en lo que concierne al tiempo de utilización posible, se han hecho pruebas especiales a lo largo de las 24 horas del día.

El cuadro V indica los resultados de esas pruebas.

En el curso del periodo normalmente estable (de las 6 a las 18 horas TMG), no hay prácticamente mejora alguna de la duración comercial, pero puede decirse que el sistema Lincompex asegura un circuito poco ruidoso durante un porcentaje más elevado del tiempo disponible. Durante el periodo menos estable, entre las 18 y las 6 horas TMG, la superioridad del sistema Lincompex queda demostrada no sólo porque el circuito es poco ruidoso durante un porcentaje de tiempo más elevado, sino también porque es de calidad comercial durante un mayor porcentaje de tiempo.

En conclusión, este documento resume como sigue las mejoras conseguidas:

- las operadoras necesitan menos tiempo para transmitir las indicaciones relativas a las comunicaciones solicitadas, con lo que aumenta la capacidad de curso del tráfico;
- la conversación es más fácil, aumentando por consiguiente el tiempo de utilización del circuito;
- la calidad de transmisión es tal que las informaciones pueden transmitirse directamente a los radioyentes, lo que evita toda nueva difusión local;
- el sistema exige poco mantenimiento;
- el sistema exige escasa atención por parte de los operadores técnicos.

*Duración efectiva de las comunicaciones = Duración total menos
el tiempo necesario para las repeticiones*

CUADRO III

	Número de comunicaciones cursadas					Duración (min.)		Duración media (min.)	Tiempo efectivo (%)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total	Total	Efectiva		
Lincompex	719	633	1198	244	2794	15 574	15 478	5,57	99,38
Normal	377	336	27	719	1459	7 836	7 518	5,37	95,94

CUADRO IV

Periodo 0700-2000 TMG	Bueno, poco ruidoso (%)	Ligeramen- te ruidoso, comercial (%)	Ruidoso, no comer- cial (%)	Ligeras interferen- cias, co- mercial (%)	Interferen- cias, no comercial (%)	No comercial debido a cambios de frecuencia o a defectos del mate- rial y de las líneas (%)	Duración comercial total (%)
Lincompex	92	3,9	1,2			2,9	95,9
Normal	66,7	24,6	4,1	1,7		2,9	93,0

CUADRO V

Periodo		Bueno, poco ruidoso (%)	Ligeramen- te ruidoso, comercial (%)	Ruidoso, no comercial (%)	Ligeras in- terferencias, comercial (%)	Interferen- cias, no comercial (%)	No comercial, debido a cam- bios de frecuen- cia o a defectos del material y de las líneas (%)	Duración comercial total (%)
0000 a 0600 TMG	Lincompex	57,3	19,7	15,0	1,2		6,8	78,2
	Normal	7,6	22,5	15,3	1,5	46,3	6,8	31,6
0600 a 1800 TMG	Lincompex	96,4	1,3	1,0			1,3	97,7
	Normal	70,0	26,6	2,1			1,3	96,6
1800 a 2400 TMG	Lincompex	57,2	24,6	8,4	0,4	1,1	8,3	82,2
	Normal	7,7	32,3	22,2		29,5	8,3	40,0

4. Modificación del sistema Lincompex a efectos de la supresión de eco

- 4.1 Los circuitos radiotelefónicos provistos de equipo Lincompex requieren normalmente dispositivos clásicos de supresión de eco (Recomendación G.161 del C.C.I.T.T.) en los extremos del circuito telefónico con el fin de resolver los problemas de eco creados por el imperfecto equilibrio del transformador diferencial de cuatro a dos hilos.
- 4.2 En los Docs. 3/47 (Japón), 1970-1974, y 3/57 (U.R.S.S.), 1970-1974, se describen métodos que utilizan el canal de control del sistema Lincompex y aseguran la supresión de eco dentro del sistema. Desarrollados independientemente por las dos administraciones citadas, dichos métodos están basados en principios casi idénticos.
- 4.3 En ambos sistemas, el expansor del extremo distante introduce la máxima atenuación cada vez que el nivel de la señal recibida en el extremo cercano es superior al de la señal transmitida en ese extremo; el expansor del extremo distante trabaja en su modo normal cuando el nivel de la señal transmitida en el extremo cercano es superior al de la señal recibida.

Entre los dos sistemas existen tres diferencias fundamentales:

- en el sistema de la U.R.S.S., el expansor del extremo distante introduce la atenuación máxima hasta que la señal transmitida en el extremo cercano rebasa un nivel de umbral preestablecido;
 - en el sistema japonés, el expansor del extremo distante introduce la máxima atenuación siempre que la señal recibida en el extremo cercano rebasa un nivel de umbral preestablecido, excepto cuando ambos interlocutores hablan simultáneamente;
 - en el sistema japonés, el expansor del extremo cercano introduce una atenuación adicional de 6 dB siempre que la señal transmitida en ese extremo rebasa en un valor preestablecido el nivel de la señal recibida.
- 4.4 Se han realizado pruebas en instalaciones simuladas de ondas decamétricas con tiempos de propagación en un solo sentido de hasta 100 ms (Doc. 3/47), y en trayectos largos de ondas decamétricas (Doc. 3/57), que revelan un funcionamiento satisfactorio de ambos sistemas y su compatibilidad cuando el extremo distante del circuito telefónico está provisto de supresores de eco clásicos.
 - 4.5 En el Doc. 3/47 se indica que los parámetros del sistema allí descrito responden en sustancia a las características especificadas por el C.C.I.T.T. en su Recomendación G.161 para los supresores de eco.
 - 4.6 En el anexo al presente Informe figuran detalles sobre los sistemas japonés y ruso.

5. Necesidad de información suplementaria

Las características del sistema Lincompex expuestas en la Recomendación 455-1 constituyen los requisitos mínimos necesarios para asegurar la calidad de funcionamiento y la compatibilidad del sistema. Conviene disponer de información suplementaria que permita mejorar la calidad de funcionamiento, en especial por lo que respecta a la respuesta transitoria a una señal intensa como la que puede producirse durante la numeración o al comienzo de la señal vocal.

Son posibles mejoras, según han demostrado las pruebas en que se han modificado las características de los reguladores contra el desvanecimiento para asegurar un mayor margen de funcionamiento, una posición mediana de ganancia en ausencia de señal, una disminución más rápida de la ganancia frente al comienzo de una señal y un aumento de la ganancia silábica (Doc. 3/15 (Francia), 1970-1974).

En los § 5.2 y 5.3 de la Recomendación 455-1 se especifica la respuesta del sistema Lincompex a modificaciones súbitas en el nivel de la señal de entrada de 12 dB, de conformidad con la práctica del C.C.I.T.T. No parece que pueda extrapolarse satisfactoriamente a base de esta Recomendación la respuesta a modificaciones más importantes de la señal como las que se producen al comienzo de la señal vocal.

Además, a falta de señal en el canal de control, sería conveniente que la ganancia del expansor volviera a un valor predeterminado sin provocar fenómenos perturbadores transitorios (Doc. 3/15). Este valor determinado de ganancia debiera ser ajustable para que concordara con los requisitos de ruido de las diversas administraciones (esta posibilidad existe ya en algunos equipos).

Conviene proseguir los estudios encaminados a especificar características en los aspectos mencionados.

ANEXO

NUEVO SISTEMA DE SUPRESIÓN DE ECO EN CIRCUITOS PROVISTOS DE EQUIPO LINCOMPLEX

1. El nuevo sistema comprende esencialmente un comparador que examina los niveles de la señal en el lado en cuatro hilos del transformador diferencial. La salida del comparador está conectada al generador del tono de control modulado en frecuencia. Durante la recepción de las corrientes vocales procedentes del terminal distante, de las dos entradas del comparador predomina considerablemente el lado recepción. Este produce una salida que fija en el valor más alto de su gama la frecuencia del oscilador del tono de control. Así, el expansor del extremo distante se cierra para las señales recibidas, impidiendo el paso de ecos procedentes del extremo cercano. Durante la transmisión de la palabra desde ese extremo, el lado transmisión de las dos entradas al comparador predomina y la salida de éste no alcanza para fijar el oscilador del tono de control, que funciona entonces normalmente.

Para tener en cuenta los errores de transmisión admisibles en la correlación de los niveles de envoltente y las señales del canal de control, así como para la protección contra una sensibilidad excesiva a las interferencias, al ruido o a niveles no significativos de señal, se establece para el comparador un umbral de funcionamiento.

Los sistemas descritos en los Docs. 3/47 y 3/57 (1970-1974) difieren principalmente en algunos aspectos de sus comparadores. Estas diferencias se exponen en las descripciones que figuran a continuación.

2. Doc. 3/47 (Japón)

2.1 Consideraciones generales

La fig. 1 reproduce el esquema del comparador de señales y los elementos asociados del terminal Lincomplex.

El sistema funciona como sigue:

2.1.1 En presencia de señales recibidas únicamente (sin otras señales transmitidas que los ecos).

Tan pronto como la salida en corriente continua del discriminador rebasa un nivel de umbral preestablecido, el detector de umbral M genera una señal de salida que pasa a través del neutralizador inactivo N para fijar la frecuencia del oscilador C en 2980 Hz. El expansor del extremo distante suprime la salida del lado recepción en ese extremo. No aparece señal alguna a la salida del comparador de nivel L.

2.1.2 En presencia de señales transmitidas únicamente, el detector de umbral M no produce ninguna señal de salida; el comparador de niveles L produce una salida, y el oscilador C funciona normalmente; el control del discriminador reduce la salida del trayecto de recepción en 6 dB.

2.1.3 En presencia de señales en ambos trayectos:

- Si predominan las señales transmitidas, el sistema funciona como se indica en el § 2.1.2: no obstante, funcionará el detector de umbral;
- Si predominan las señales recibidas, el comparador de niveles L no produce señal alguna de salida. La frecuencia del oscilador C quedará fijada en 2980 Hz, si funciona el detector de umbral M.

2.2 Resultados de las pruebas

- 2.2.1 El nuevo sistema ha funcionado normalmente con una atenuación de equilibrado para el eco de más de 4 dB en el equipo de terminación en cuatro hilos.
- 2.2.2 Se ha obtenido una calidad vocal aceptable en una prueba con simulador en el caso del circuito en ondas decamétricas de mayor longitud, con un tiempo de propagación en un solo sentido de 100 ms.
- 2.2.3 Las pruebas realizadas entre terminales Lincompex, uno de los cuales estaba equipado del nuevo sistema supresor de eco, mientras que el otro incluía un supresor de eco normal, demostraron la total compatibilidad de ambos terminales.
- 2.2.4 En el cuadro I se indican resultados típicos de pruebas de supresión de eco.

CUADRO I
Tiempo de respuesta de los supresores de eco

Nivel final alcanzado por la señal recibida	Tiempo de respuesta de la supresión de eco
6 dB por encima del umbral	3,5 ms
3 dB por encima del umbral	11,0 ms

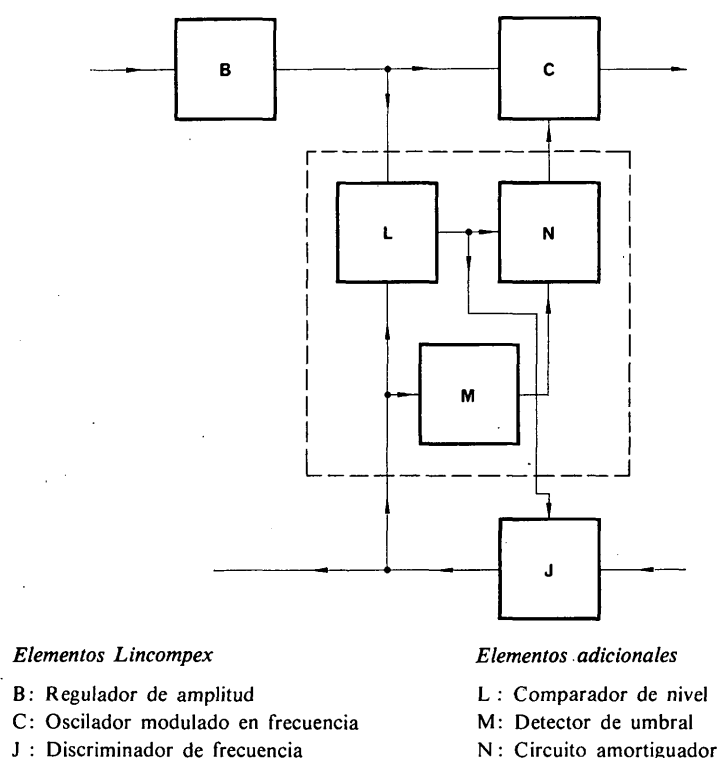


FIGURA 1

Esquema funcional del sistema supresor de eco — Sistema japonés

3. Doc. 3/57 (U.R.S.S.)*

3.1 Consideraciones generales

La fig. 2 reproduce el esquema del comparador de señales y los elementos asociados del terminal Lincompex, para una de las posibles variantes del sistema.

El sistema funciona como sigue:

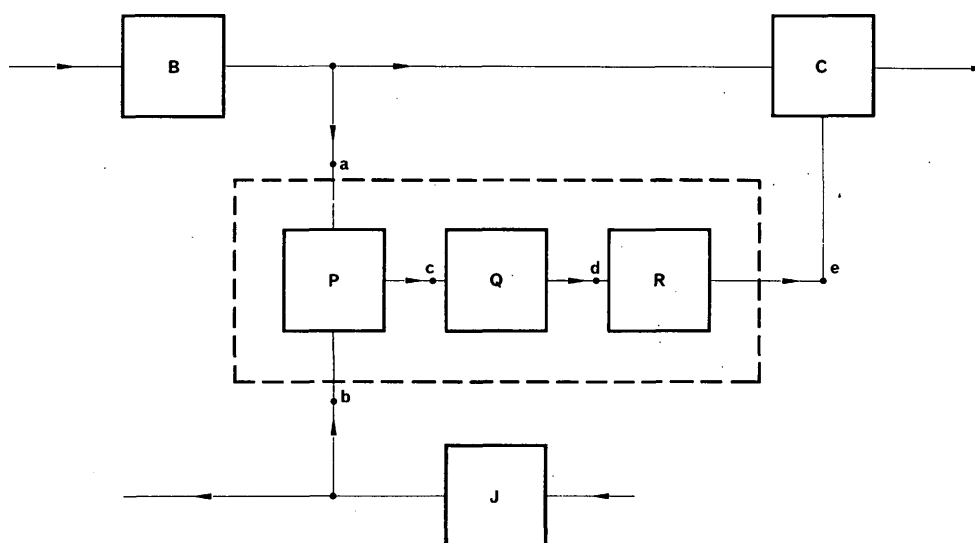
- 3.1.1 El comparador de señales comprende los elementos P, Q y R. El potencial en el punto c es proporcional a la diferencia de niveles entre los lados transmisor y receptor.
- 3.1.2 En ausencia de señal en uno u otro trayecto, una corriente de salida de R determina la frecuencia del oscilador C en el extremo superior de su gama, manteniéndose cerrado el expansor del extremo distante.
- 3.1.3 Cuando hay señales únicamente en el trayecto de recepción, el funcionamiento es como en el § 3.1.2.
- 3.1.4 Cuando hay señales únicamente en el trayecto de transmisión, cambia el potencial en el punto e. Cuando se rebasa en d un determinado nivel de umbral (ΔU), se suprime la salida de R y el oscilador C funciona normalmente.
- 3.1.5 Cuando hay señales en ambos trayectos, la diferencia de nivel determinará el trayecto con prioridad.

3.2 Resultados de las pruebas

Las pruebas prácticas en circuitos radiotelefónicos principales por ondas decamétricas a larga distancia muestran un elevado grado de eficacia del supresor de eco y de oscilaciones. Puede demostrarse que el nuevo sistema es totalmente compatible con terminales Lincompex previstos de supresores de eco de funcionamiento independiente.

La experiencia muestra que el nuevo tipo de supresores de eco mejora la calidad de funcionamiento del circuito radioeléctrico y la confiabilidad del equipo. Los tiempos de respuesta (τ) y de retorno (T) del supresor de eco son de 4 ms y 200 ms respectivamente.

* Véase [Kloeck 1970] y [Bukhviner y otros, 1971].



Elementos Lincompex

B: Regulador de amplitud
C: Oscilador modulado en frecuencia
J: Discriminador de frecuencia

Elementos adicionales

P: Etapa de sustracción
Q: Integrador
R: Circuito de umbral

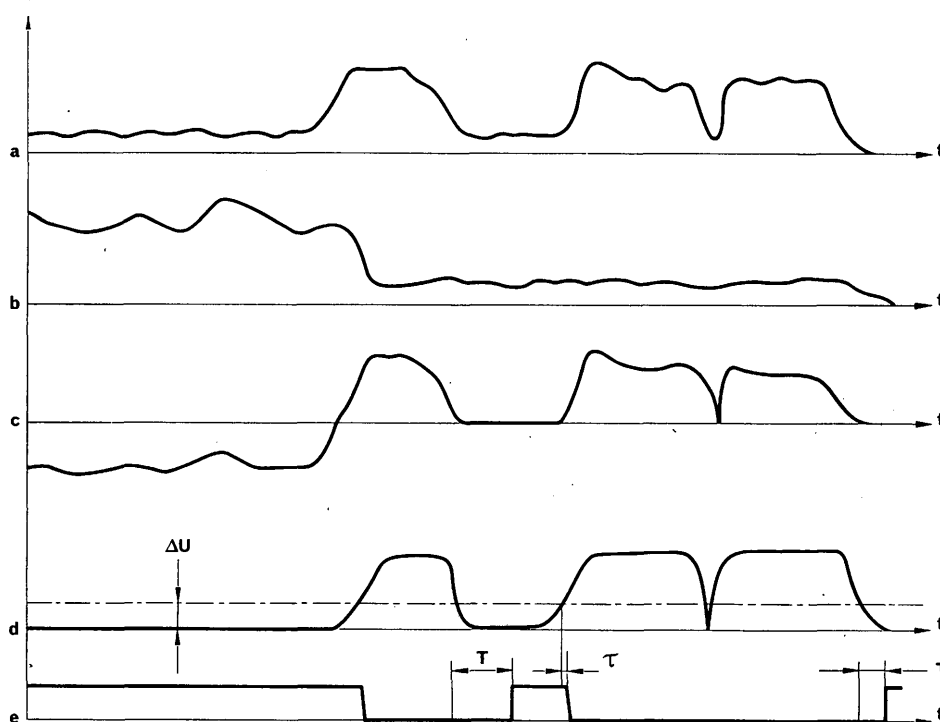


FIGURA 2

Esquema funcional y cronograma del sistema supresor de eco — Sistema de la U.R.S.S.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUKHVINER, V. E., BANDURA, N. V., VANDYSHEV, V. B., IGNATOVA, G. P., PIROGOV, A. A., REUSHKINA, L. N., ROZHKOVA, M. M., SEMENOVA, V. I., SHELUPAEV, G. B. [4 de marzo de 1971] Okonechnaya apparatura kanalov radiotelefonnoi svyazi s kompandirovaniem signalov rechi i podavleniem ekhsignalov (Equipo terminal de canal radiotelefónico con compresión-expansión de las señales y supresión de los ecos). Solicitud de patente U.R.S.S. N.º 403082. Registro de inventos.
- KLOECK, C.A.G. [agosto de 1970] De ontwikkeling van de HF-radiotelefoonverbindingen in de laatste jaren. (Desarrollo de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas durante los últimos años) *Het PTT-Bedrijf*, Part XXII, NRI, 24-43.

BIBLIOGRAFÍA

- DEMAN, P. [julio-agosto de 1961] Circuits téléphoniques sur liaisons de faible qualité. *L'Onde Electrique*, Vol. 41, 656-662.
- FRASER, J.M., HAAS, H. H. y SCHAETMAN, M. G. [abril de 1967] An improved high frequency radio-telephone system featuring constant net loss operation. *B.S.T.J.*, Vol. 46, 677-720.
- DE JAGER, F. y GREEFKES, J. A. [1957-1958] Frena, a telephone transmission system for high noise levels. *Philips Technical Review*, Vol. 19.
- PATENTE JAPONESA N.º 249357 [1956] Sistema de transmisión telefónica.
- MATHES, R. C. y WRIGHT, S. B. [13 de julio de 1934] The compander — An aid against static in radio telephony. *B.S.T.J.*, 313-332.
- WATT-CARTER, D. E. y WHEELER, L. K. [octubre de 1966] The Lincompex system for the improvement of HF radio-telephone circuits. *Post Office Electrical Engineers Journal*, Vol. 59, Parte 3.

INFORME 355-1*

UTILIZACIÓN DE LA RECEPCIÓN POR DIVERSIDAD EN LOS CIRCUITOS
RADIOTELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE ONDAS DECAMÉTRICAS

(Cuestión 13-1/3)

(1966 — 1970)

1. Introducción

El presente Informe contiene la descripción de diversos métodos de recepción por diversidad para el servicio radiotelefónico de ondas decamétricas, especialmente la diversidad con receptores muy espaciados, la diversidad dentro de banda y la diversidad en el tiempo.

2. Diversidad con receptores muy espaciados para la transmisión telefónica

Además de la ausencia de correlación entre los desvanecimientos rápidos, causados por la interferencia de fase de las señales transmitidas en las frecuencias radioeléctricas, desvanecimientos que se producen en estaciones receptoras entre las que median varios kilómetros, hay también una ausencia de correlación entre los desvanecimientos lentos. Para estudiar estos últimos se han realizado pruebas de recepción por diversidad en el espacio en un circuito (clase de emisión A3A, 18 MHz) con salida de Amsterdam y utilizando dos receptores situados en Nueva Jersey a unos 135 km (85 millas) de distancia el uno del otro.

En un periodo de diez meses se registró el nivel de salida de las antenas, en las horas de funcionamiento, con un equipo cuya constante de tiempo era de 40 s. El análisis de los diagramas así obtenidos revela lo siguiente:

- no era raro registrar diferencias de hasta 10 ó 20 dB entre las intensidades de las señales durante una hora o más, a pesar de la gran correlación que existía entre los niveles generales (valores medianos horarios) en las ubicaciones de los dos receptores; esta observación pudo hacerse tanto en condiciones normales como en los días que hubo perturbaciones magnéticas;
- como estaba previsto, se comprobó que la diversidad en el espacio no es nada eficaz para contrarrestar los efectos de las perturbaciones ionosféricas súbitas;
- en general, durante los días de perturbación en las comunicaciones transoceánicas el mejor promedio (decibelios) obtenido con la diversidad en el espacio fue aproximadamente igual que en los demás días;

* Adoptado por unanimidad.

- la distribución de las diferencias simultáneas (decibelios) entre los niveles de salida de las antenas fue aproximadamente normal;
- la desviación típica de esa distribución (para un periodo de análisis de unos tres meses) fue de 8,5 dB. La correlación entre los dos niveles de salida fue de 0,85;
- la diferencia media (para ese mismo periodo) fue de 0 dB;
- la mejora media de la intensidad de la señal útil (decibelios) durante el 50% del tiempo fue de 7 dB. Durante las dos terceras partes del tiempo, la intensidad de una de las señales fue 20 dB inferior al valor mediano, y la mejora media superior a 8 dB, y a 23 dB durante el 15% del tiempo considerado.

Para aprovechar la posible mejora de la relación señal/ruido hay que utilizar un dispositivo de selección automática con sus correspondientes líneas; de lo contrario, la proporción del tiempo de interrupción del circuito (debido a las malas condiciones de propagación) que se puede «recuperar» mediante la diversidad en el espacio dependerá de la relación entre la intensidad de la señal que representa el límite de utilización comercial y el valor medio. Este límite depende en gran parte del nivel de ruido. Siempre que el nivel de ruido efectivo sea constante a la entrada del receptor, como ocurre cuando predominan el ruido de los aparatos y, en menor grado, el ruido cósmico, la distribución de la relación señal/ruido tiende a tener la misma variación que tiene la señal. En el supuesto de que se hubiera empleado un sistema ideal de selección y de utilización, la proporción del tiempo de interrupción «recuperable» en el circuito con salida de Amsterdam (18 MHz) habría sido de una tercera parte aproximadamente.

Este método da también buenos resultados cuando se trata de interferencias en el mismo canal causadas por una estación lejana. Durante las pruebas se observó un pronunciado efecto de diversidad entre las señales de Amsterdam y las de una estación telegráfica europea que causaba interferencias en el mismo canal. La señal telegráfica interferente estuvo a veces presente durante horas enteras en el canal con salida de Amsterdam, y su intensidad varió considerablemente con relación a la de la señal de Amsterdam. También se registraron diferencias importantes entre los niveles de la señal telegráfica a la salida de las dos antenas receptoras, y diferencias aún mayores entre los niveles de salida de los dos receptores, cuya ganancia estaba controlada por las señales de Amsterdam. Este efecto de diversidad «compleja» fue tan marcado en ciertos momentos, que puede llegarse a la conclusión de que, en razón de la interferencia, cabe la posibilidad de que uno de los receptores deje de dar una calidad comercial, mientras que en el otro la diferencia sea apenas perceptible. Este fenómeno es por su naturaleza capaz de crear serias dificultades en el futuro, cuando la recepción radioeléctrica esté cada vez más limitada por señales no deseadas distintas del ruido radioeléctrico (véase el Informe 414).

Además de las pruebas anteriormente indicadas, se han comparado, en un circuito con salida de Londres, varios miles de pares de mediciones de la relación señal/ruido efectuadas con los dos receptores citados y antenas receptoras idénticas. Se estima que un sistema de selección ideal hubiera dado una mejora promedio de diversidad de 5,5 dB durante el 50% del tiempo. Este valor representa el resultado total obtenido con los datos correspondientes a varias frecuencias de trabajo. El valor de 5,5 dB se puede comparar con el de 7 dB antes citado, que se obtuvo durante las pruebas en el circuito con salida de Amsterdam, en 18 MHz, y se ha extraído únicamente de registros de la señal, y no de registros de la relación señal/ruido.

A continuación se utilizó un comparador experimental para elegir el mejor canal de recepción por diversidad. El principio del funcionamiento de este comparador es el siguiente: mide el ruido y la interferencia durante la salida de la palabra (bajo el control del VODAS) y elige el receptor que da el nivel de ruido más bajo. Las constantes de tiempo son tales que los impulsos de ruido aislados no accionan el conmutador. Los niveles de ruido a la salida de los dos canales de diversidad (canal aceptado y canal rechazado) los registraba un registrador de dos estiletos provistos asimismo de un estilete especial para el registro continuo de la posición del conmutador. La fig. 1 muestra la distribución del ruido en el canal aceptado B y en el rechazado A, basada en los registros de tres en tres días. Un muestreo tan corto es evidente que no basta para ilustrar los resultados que se obtendrían en un periodo mucho más largo.

No se ha intentado determinar la correlación de los desvanecimientos más lentos en función de la distancia de separación entre los dos receptores. En los resultados influyen también, además de esa distancia, las diferencias topográficas como, por ejemplo, las que afectan a la respuesta directiva de las antenas.

La mejora que se obtiene con la diversidad utilizando receptores muy separados podría justificar la adopción de este método en ciertos sistemas importantes.

3. Diversidad en el tiempo para la recepción radiotelefónica

El nuevo sistema de diversidad en el tiempo para las transmisiones radiotelefónicas, que más adelante se describe, conviene para los aparatos de botón-pulsador, para los relevadores de programas de radiodifusión y para otras aplicaciones de este tipo, pero como el sistema introduce un retardo que puede ser hasta de un segundo, no es apropiado para el servicio telefónico normal, en el que debe obtenerse respuesta casi instantánea. Este sistema se funda en que las señales vocales se caracterizan por una redundancia de frecuencia notable, de modo que si se pierde una determinada gama de frecuencias, las otras gamas continúan transmitiendo normalmente la información.

El equipo utilizado para la transmisión divide la señal vocal en varias pequeñas bandas de frecuencias; las frecuencias centrales de los filtros, por ejemplo, pueden ser: 360, 570, 900, 1430, 2270 y 3600 Hz. La señal de salida del primer filtro se inyecta directamente en el transmisor, el segundo filtro se conecta a una línea de retardo de medio segundo, el tercero a una línea de retardo de un segundo, el cuarto directamente al transmisor, etc., como se indica en la fig. 2.

La señal de salida del receptor se aplica a un equipo similar, pero, en este caso, las gamas de frecuencias que no están retardadas en el transmisor lo están, durante todo un segundo, en el receptor, y las gamas de frecuencias ya retardadas medio segundo, se retardan otro medio segundo en el receptor; finalmente, las gamas de frecuencias retardadas durante todo un segundo en el transmisor se inyectan sin retardo en la red combinadora en la recepción. Se obtiene así una onda sonora que tiene una tonalidad natural retardada un segundo.

Este método ofrece tres ventajas:

- si un desvanecimiento dura menos de un segundo, la mayor parte de la onda, muy redundante, también se recibirá;
- hay una disminución (medida) de 6 a 7 dB del nivel de cresta, para un nivel medio constante. Esta mejora se debe a que las crestas de la señal vocal quedan reducidas con relación al nivel medio. La energía se distribuye con mayor uniformidad debido a los retardos;
- esta técnica mantiene el secreto de las conversaciones, ya que hay que prever un decodificador en la recepción de la señal. No obstante, si se utilizan retardos de 1,5 a 2 segundos, el secreto de las conversaciones desaparece prácticamente. Las experiencias efectuadas con este sistema han demostrado que, si se quiere reducir la relación nivel de cresta/nivel medio, hay que prever un retardo de una décima de segundo como mínimo. El retardo requerido para lograr la ganancia de diversidad es, desde luego, función del índice de desvanecimiento, y parece deseable, si se quiere obtener una reducción notable de los efectos del desvanecimiento, prever un retardo de un segundo como mínimo.

4. Combinador con división de las bandas de audiofrecuencia para la diversidad en el espacio

En este sistema, un combinador divide en tres secciones cada banda de audiofrecuencia de los dos receptores. Cada sección pasa por dos filtros de paso de bandas, un comparador y dos amplificadores.

A la salida de los filtros, las señales se inyectan en los amplificadores y en el circuito comparador, el cual transforma las señales de entrada de corriente alternada en dos tensiones continuas de polaridad opuesta. Estas tensiones se comparan continuamente con el fin de determinar la señal más intensa.

La señal resultante de esta comparación se aplica a un amplificador de control diferencial. Se obtiene así un tipo de funcionamiento de ganancia variable que permite evitar todos los fenómenos transitorios (ruidos de contacto, chasquidos, etc.) en la señal inyectada en los dos filtros para la sección de frecuencias considerada. No obstante, si la señal del filtro 1 sufre un desvanecimiento de 2 dB, por lo menos, con relación a la señal del filtro 2, el nivel de la señal de salida seleccionada (es decir, la del filtro 2) será como mínimo 20 dB mayor que el de la señal más débil (es decir, la del filtro 1).

Las señales de salida correspondientes a las tres secciones de frecuencias se adicionan linealmente para reconstituir el espectro de audiofrecuencia. La respuesta de audiofrecuencia mejora con relación a la recepción sin diversidad, cualquiera que sea el índice de desvanecimiento de la señal.

- 4.1 El Doc. III/22 (República Federal de Alemania), 1966-1969, contiene los resultados de las pruebas efectuadas en un circuito radiotelefónico Nueva York-Francfort. En esas pruebas, las señales de audio-frecuencia de salida de los dos receptores de diversidad se dividieron en cinco bandas, de 550 Hz cada una, mediante filtros como los que se utilizan corrientemente en los dispositivos de secreto. Un sistema de conmutación seleccionaba, en cada uno de los cinco pares de bandas de frecuencias correspondientes, la señal de mayor amplitud. A continuación se comparaba la señal telefónica combinada (diversidad) con la señal obtenida directamente a la salida de los dos receptores, sin diversidad. Se tomaron precauciones especiales para anular la influencia de las diferencias entre las características de los dos receptores, de los circuitos de prolongación, de los aparatos de selección y de los grabadores de cinta magnética.

Los resultados de las pruebas se pueden resumir como sigue:

- para obtener una «calidad apenas comercial» con recepción por doble diversidad y selección de cinco bandas parciales, el método permite reducir la probabilidad de desvanecimiento, es decir, la proporción del tiempo de los desvanecimientos con relación al tiempo de servicio (profundidad de desvanecimiento ≥ 10 dB por debajo del valor mediano), al 20% aproximadamente del valor sin selección;
- no se mejora de manera notable la eficacia adoptando la recepción por diversidad múltiple y dividiendo la banda de frecuencias en mayor número de bandas parciales que el empleado en las pruebas;
- el método permite obtener un notable aumento de fidelidad de reproducción de la palabra, pero no mejora de modo perceptible la inteligibilidad. Se supone, pues, que la nitidez de los logatomos, que está cerca del umbral de perceptibilidad, no se puede mejorar más que en un pequeño porcentaje;
- la mejora que se puede obtener es tanto más pequeña cuanto mejor es la calidad de transmisión que caracteriza, por ejemplo, el índice de nitidez [Fletcher, 1953]. Parece preferible, pues, utilizar los métodos que permiten aumentar efectivamente la relación señal/ruido hasta los valores instantáneos de las señales vocales (Lincomplex, o «constant net loss operation»: funcionamiento con equivalente constante).

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

FLETCHER, H. [1953] *Speech and hearing*. D. van Nostrand Company, Inc. Nueva York. Londres.

BIBLIOGRAFÍA

KAHN, L. R. [1962] A time-diversity technique for speech transmission over rapidly fading channels (Echoplex). IRE International Convention Record, Parte 8.

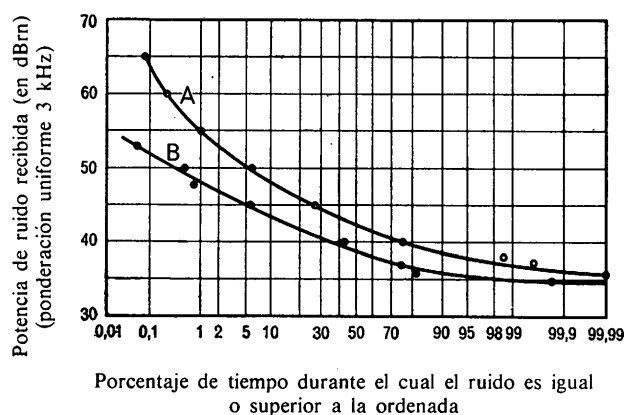


FIGURA 1

Diversidad con receptores muy espaciados, 16 430 kHz.
Periodo: 11-13 de junio de 1962.

Estaciones receptoras de Manahawkin y de Netcong, N. J.

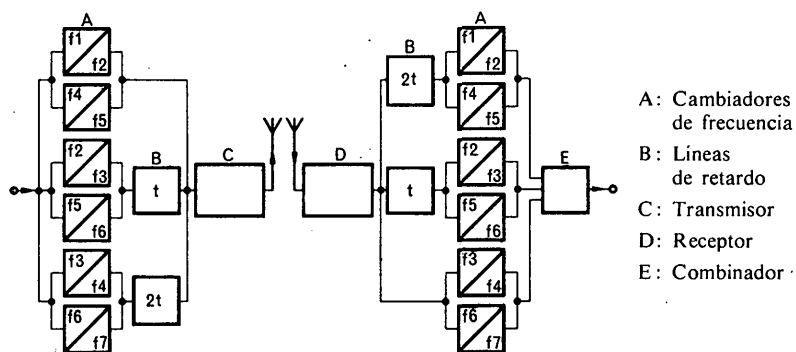


FIGURA 2

Esquema de principio simplificado del ecoplex

INFORME 434-1 *

**CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN DE LOS CIRCUITOS
RADIOTELEFÓNICOS EN ONDAS DECAMÉTRICAS**

(Cuestión 13-1/3)

(1970 - 1974)

1. Considerando las dificultades que presenta la conexión de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas a una central automática internacional que utilice el código de señalización C.C.I.T.T. N.º 4 o N.º 5, la Administración francesa de P.T.T., convencida del interés que ofrece la explotación semiautomática, ha estudiado y puesto en servicio desde 1966 dispositivos de numeración semiautomática que funcionan según los principios que se exponen a continuación.

Se asigna un circuito de SALIDA A - LLEGADA B. Las diferentes informaciones dadas por la operadora lado A — toma, numeración, fin de comunicación — se transforman en señales de frecuencia vocal mediante un dispositivo instalado en el centro terminal radioeléctrico. Estas señales se transmiten en esta forma al otro extremo en el que un dispositivo de recepción reconstituye las señales de salida y efectúa la toma, la numeración, etc., en el conmutador automático del país B, tal y como lo haría un abonado de este último país. Se trata pues, de una «conexión distante» de la operadora lado A al sistema de conmutación del país B.

Los dos dispositivos necesarios, transmisor y receptor, pueden acomodarse en las cajas de conexiones de la red en los dos terminales, sin necesidad de adaptación.

Este procedimiento da completa satisfacción, puesto que su utilización sólo está limitada por la calidad del canal utilizado para la llamada. La Administración francesa está incrementando este modo de explotación.

2. En la Recomendación 455-1, se describe, en respuesta a la Cuestión 13-1/3, un sistema perfeccionado de transmisión para circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas (Lincompex). En el Doc. 3/2 (Reino Unido), 1970-1974, se presentan los resultados de pruebas que muestran que, incluso utilizando el sistema Lincompex, resulta difícil obtener un funcionamiento satisfactorio del Sistema de señalización N.º 5 del C.C.I.T.T. en trayectos radioeléctricos de ondas decamétricas a larga distancia, aun cuando pudiera ser posible en trayectos cortos no sujetos a desvanecimiento selectivo. Parece que sería necesario disponer de un equipo de interfaz que redujera la influencia del desvanecimiento selectivo y de la interferencia.

Las pruebas realizadas con el sistema francés de señalización que se describe en el § 1 han dado resultados mucho más satisfactorios. En las pruebas se utilizó este sistema y un sistema Lincompex con un simulador de desvanecimiento, y después con un enlace radioeléctrico de Londres a Johannesburgo, con trayecto de retorno por cable. Por el circuito se transmitieron sucesivamente números de cinco cifras; las muestras utilizadas eran de 300 comunicaciones, como mínimo. En las pruebas con el simulador de desvanecimiento se introdujo ruido para dar valores particulares de la relación señal/ruido en condiciones de ausencia de desvanecimiento. Para una relación señal/ruido de 20 dB, la proporción media de comunicaciones satisfactorias fue de 99,5% con o sin desvanecimiento selectivo. Reduciendo la relación señal/ruido a 15 dB se obtuvo una proporción de comunicaciones satisfactorias del 96% en caso de desvanecimiento selectivo y del 97,5% en ausencia de desvanecimiento selectivo. Las pruebas efectuadas en el circuito Londres-Johannesburgo mostraron una proporción de comunicaciones satisfactorias superior al 98%.

3. En el Doc. 3/14 (Países Bajos), 1970-1974, se describe otro sistema semiautomático de señalización que ha sido utilizado con éxito en circuitos en ondas decamétricas con sistema Lincompex. El operador está conectado con una central distante por medio de un circuito radioeléctrico que funciona de modo similar a un circuito de hilo de corriente continua.

Dos estados significativos, «presencia de corriente» y «ausencia de corriente» indican las condiciones de transmisión de la información de señalización. La indicación «*ausencia de corriente*» se transmite en forma de una señal de manipulación por desplazamiento de frecuencia (MDF) que consiste en inversiones de 100 baudios con una frecuencia central de 2500 Hz y un desplazamiento de 200 Hz ($f_1 = 2400$ Hz y $f_2 = 2600$ Hz). La indicación «*presencia de corriente*» está caracterizada por la ausencia de señal.

* Adoptado por unanimidad.

He aquí algunos ejemplos de condiciones de señalización en el trayecto radioeléctrico:

Ausencia de tráfico: Se está en el estado «ausencia de corriente». Esta circunstancia se indica por la transmisión en el circuito radioeléctrico de la señal MDF.

Toma: Entraña el paso al estado «presencia de corriente», lo que se indica en el circuito radioeléctrico por la interrupción de la señal MDF.

Selección: Secuencia de elementos (60 ms) correspondiente al estado «ausencia de corriente» y de elementos (40 ms) correspondiente al estado «presencia de corriente».

Periodo de conversación: Estado «presencia de corriente». No se transmite señal MDF.

Liberación: Estado «ausencia de corriente». Restablecimiento de la señal MDF.

La señalización recibida pasa a un demodulador de impulsos. En el extremo receptor se inserta un circuito de guarda que protege contra la aparición intempestiva de corrientes en las frecuencias vocales. En condiciones de reposo, la presencia simultánea del tono de control y de la señal MDF revela que se ha establecido el circuito radioeléctrico.

La utilización de dos frecuencias, 2400 y 2600 Hz, permite aplicar las técnicas de diversidad de frecuencia en el receptor de señalización. La diferencia entre la velocidad de modulación de 100 baudios de la señal MDF y el ritmo silábico de 5 a 15 Hz en las frecuencias vocales es suficientemente grande.

Cuando, durante un periodo de señalización, el nivel del tono de control del equipo Lincompex en el circuito de guarda desciende más de 30 dB, se interrumpe el proceso de establecimiento del circuito y se transmite un tono de «ocupado» a la operadora.

4. Las pruebas descritas inducen a pensar que la utilización de subportadoras con modulación de frecuencia tal vez pudiera aportar una solución al problema de la transmisión del Sistema de señalización N.º 5 del C.C.I.T.T. en circuitos radioeléctricos en ondas decamétricas. Los estudios se prosiguen en este sentido.
-

SECCIÓN 3C: RADIOTELEGRAFÍA Y FACSIMIL

RECOMENDACIONES E INFORMES

Recomendaciones

RECOMENDACIÓN 106-1

TELEGRAFÍA ARMÓNICA EN CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS

(1953 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que, de utilizarse dispositivos de telegrafía armónica en circuitos radioeléctricos que funcionen en frecuencias inferiores a unos 30 MHz, la calidad de servicio obtenida sin diversidad es, por lo general, insuficiente;
- b) Que, en presencia de desvanecimiento, la recepción por diversidad en el espacio o de polarización y la recepción por diversidad de frecuencia mejoran en el mismo grado la calidad de recepción de las señales telegráficas transmitidas por un circuito radioeléctrico;
- c) Que la diversidad de frecuencia es generalmente eficaz, a condición de que la diferencia entre las frecuencias de los dos canales conectados en diversidad sea superior a 400 Hz;
- d) Que la recepción por diversidad en el espacio o de polarización requiere para cada canal telegráfico una anchura de banda dos veces menor y menos potencia de emisión que la recepción por diversidad de frecuencia, pero exige, en general, más equipo,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

- 1. Que en los sistemas de telegrafía armónica en circuitos radioeléctricos que utilicen frecuencias inferiores a 30 MHz, aproximadamente, se emplee la recepción por diversidad en cada canal telegráfico;
- 2. Que, siempre que sea posible, se utilice la recepción por diversidad en el espacio o, eventualmente, diversidad de polarización con preferencia a la recepción por diversidad de frecuencia;
- 3. Que, para obtener un efecto de diversidad suficiente, en el caso de la diversidad de frecuencia, la separación entre las frecuencias de los canales combinados sea, por lo menos, de 400 Hz.

RECOMENDACIÓN 246-3

MANIPULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA*

(Cuestión 8/3)

(1951 — 1953 — 1956 — 1959 — 1966 — 1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que la manipulación por desplazamiento de frecuencia la utiliza en radiotelegrafía el servicio fijo;
- b) Que conviene adaptar el valor del desplazamiento de frecuencia a la velocidad de modulación;
- c) Que conviene normalizar las principales características de funcionamiento de los sistemas de manipulación por desplazamiento de frecuencia;
- d) Que en la elección de las características de tales sistemas intervienen diferentes factores técnicos y, en particular:

* Para la utilización de la manipulación por desplazamiento de frecuencia en el servicio móvil marítimo véase el § c) del apéndice 20B (Mar) al Reglamento de Radiocomunicaciones.

- la economía en la anchura de banda y la consiguiente necesidad de poder ajustar la forma de las señales transmitidas;
 - la distorsión de las señales debida a las condiciones de propagación;
 - la inestabilidad de las características de ciertos órganos de los transmisores y de los receptores (osciladores, filtros o discriminadores), que es una de las razones de los desplazamientos relativamente grandes utilizados en algunos de los aparatos existentes;
- e) Que, en la transmisión sincrónica con detección por limitador-discriminador conviene adoptar un índice de modulación de aproximadamente 0,8 para obtener una reducida proporción de errores en los bits (véase la Recomendación 436-1 y el Informe 198). En las transmisiones asíncronas (aritméticas), es más conveniente un índice de modulación comprendido entre 1 y 2;
- f) Que, en la transmisión sincrónica, con detección por filtro y evaluación, conviene que el desplazamiento de frecuencia sea lo suficientemente grande como para aprovechar las ventajas inherentes a la diversidad de frecuencias;
- g) Que el empleo de los términos «trabajo» y «reposo» puede crear dificultades en el caso de circuitos de teleimpresor y que, en su VII Asamblea Plenaria, 1953, el C.C.I.T. formuló la Recomendación I.4 en la que se indican nuevos términos publicados por la U.I.T. en junio de 1957 en el «Repertorio de definiciones», Parte I: Términos generales, telefonía, telegrafía,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que el valor del desplazamiento de frecuencia para los sistemas bivalentes de desplazamiento de frecuencia (sistemas de un canal o sistemas multicanal con distribución en el tiempo) que trabajan entre 3 y 30 MHz aproximadamente, sea el menor posible, teniendo en cuenta la velocidad de modulación más elevada que normalmente se utiliza, las condiciones de propagación y la estabilidad de los aparatos;
2. Que los valores preferidos de desplazamiento de frecuencia en los servicios en que el equipo de transmisión y el de recepción tengan una estabilidad* y selectividad suficientemente elevada, sean los siguientes:

Velocidad de modulación máxima (baudios)		Desplazamiento de frecuencia (Hz)
Sincrónica	Asincrónica	
—	50	70
100	50 y 75	85
200	100	170
—	200	340

3. Que los valores preferidos de desplazamiento de frecuencia en los sistemas con detección por filtro y evaluación (véase el Informe 345-1) en que no es posible obtener la necesaria estabilidad o selectividad del receptor, sean 200 Hz, 340 Hz, 400 Hz** y, para velocidades de modulación superiores a 250 baudios, 500 Hz. Pueden emplearse provisionalmente los valores 140, 280 y 560 Hz, pero no se adoptará este último valor para los nuevos sistemas. El desplazamiento de frecuencia no ha de diferir, de ser posible, en más del 3% de su valor nominal, y en ningún caso, en más de un 10%;

* En ausencia de una Recomendación sobre la estabilidad requerida para la manipulación por desplazamiento de frecuencia en banda estrecha, puede emplearse un valor provisional de 12 Hz para el error de frecuencia global máximo permisible, incluidas las etapas de modulación y demodulación y traslación en ambos extremos del circuito.

** El valor de 170 Hz se utiliza en el servicio móvil marítimo (véase el § c) del apéndice 20B (Mar) al Reglamento de Radiocomunicaciones).

- 4.* Que se adopten las siguientes equivalencias entre los diversos términos que indican la condición del circuito.
(Este cuadro es conforme a las Recomendaciones U.1 y V.1 del C.C.I.T.T.)

Frecuencia de emisión	Circuitos con teleimpresores o equipo de cinta perforada							Circuitos en que se utiliza el código Morse
	Alfabeto telegráfico internacional N.º 2				Señal de 7 unidades transmitida ⁽²⁾	Datos	Télex	
Frecuencia superior	Trabajo ⁽¹⁾	Arranque	Sin perforación	A ⁽¹⁾	B	0	Condición línea libre	Trabajo ⁽⁴⁾
Frecuencia inferior	Reposo ⁽⁴⁾	Parada	Con perforación	Z ⁽¹⁾	Y	1	Condición circuito en reposo	Reposo ⁽¹⁾

⁽¹⁾ En la línea.

⁽²⁾ En el canal radioeléctrico.

⁽³⁾ En inglés: «Space».

⁽⁴⁾ En inglés: «Mark».

RECOMENDACIÓN 342-2

SISTEMA DE CORRECCIÓN AUTOMÁTICA DE ERRORES PARA SEÑALES TELEGRÁFICAS TRANSMITIDAS POR CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS

(Programa de estudios 18A/1)**

(1951 — 1953 — 1956 — 1959 — 1963 — 1966 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- Que es indispensable poder interconectar, mediante circuitos radioeléctricos, aparatos arrítmicos terminales que utilicen el Alfabeto telegráfico internacional N.º 2;
- Que los circuitos radiotelegráficos tienen que funcionar en condiciones variables de propagación radioeléctrica, de ruido atmosférico y de interferencia, que introducen valores variables de distorsión que, a veces, pueden exceder el margen del aparato receptor;
- Que, por tanto, la transmisión de señales de un código de 5 unidades por circuitos radioeléctricos puede dar lugar a errores que el aparato receptor no detecta automáticamente;
- Que un medio eficaz de reducir el número de caracteres erróneos consiste en utilizar códigos que permitan su corrección, detectando los errores y poniendo en marcha automáticamente la repetición;
- Que hoy día está demostrada la eficacia del método que utiliza la transmisión sincrónica y la repetición automática (ARQ);
- Que es conveniente fijar automáticamente la fase correcta al establecer un circuito;
- Que ciertas circunstancias pueden ocasionar la pérdida de la relación de fase correcta entre una señal recibida y el aparato receptor;
- Que conviene restablecer automáticamente la relación de fase correcta después de esta pérdida, sin que se produzcan errores;
- Que para evitar encaminamientos erróneos del tráfico es indispensable impedir la puesta en fase sobre una señal involuntariamente invertida;

* Se reconoce que, cuando haya que modificar los aparatos, tendrá que transcurrir cierto tiempo antes de poder aplicar las recomendaciones contenidas en estos puntos, en el caso de enlaces entre administraciones distintas.

** Reemplaza al Programa de estudios 5A/III.

- k) Que puede resultar necesario subdividir uno o varios canales para poner a disposición de los usuarios un número mayor de subcanales de velocidad proporcionalmente reducida;
- l) Que el método de obtención automática de la relación de fase correcta entre la señal recibida y el aparato subdivisor de canales debiera ser parte integrante de la operación de puesta en fase;
- m) Que es condición indispensable la compatibilidad con los sistemas existentes explotados de acuerdo con la Recomendación 242, Los Angeles, 1959,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que cuando el empleo directo de un código de 5 unidades en un circuito radioeléctrico dé lugar a una proporción de errores intolerable y se disponga de un circuito de retorno, se utilice un código de 7 unidades con sistema automático de repetición;
2. Que de exigirse la puesta en fase automática, se adopte de preferencia el sistema que se describe en el anexo I;
3. Que el material previsto para utilizarse con arreglo al § 2 esté dotado de un dispositivo de conmutación que permita también la explotación con el material conforme a la Recomendación 242, Los Angeles, 1959.

Nota. — En el Doc. III/17, Ginebra, 1962, se describen los métodos adecuados para conseguir los objetivos propugnados en esta Recomendación.

ANEXO I

1. Cuadro de correspondencia

CUADRO I

Cuadro de correspondencia

	Código internacional N.º 2	Código internacional N.º 3
A	ZZAAA	AAZZAZA
B	ZAAZZ	AAZZAAZ
C	AZZZA	ZAAZZAA
D	ZAAZA	AAZZZAA
E	ZAAAA	AZZZAAA
F	ZAZZA	AAZAAZZ
G	AZAZZ	ZZAAAAZ
H	AAZAZ	ZAZAAZA
I	AZZAA	ZZZAAAA
J	ZZAZA	AZAAAZZ
K	ZZZZA	AAAZAZZ
L	AZAAZ	ZZAAAZA
M	AAZZZ	ZAZAAAZ
N	AAZZA	ZAZAZAA
O	AAAZZ	ZAAAZZA
P	AZZAZ	ZAAZAZA
Q	ZZZAZ	AAAZZAZ
R	AZAZA	ZZAAZAA
S	ZAZAA	AZAZAZA
T	AAAAZ	ZAAAZAZ
U	ZZZAA	AZZAAZA
V	AZZZZ	ZAAZAAZ
W	ZZAAZ	AZAAZAZ
X	ZAZZZ	AAZAZZA
Y	ZAZAZ	AAZAZAZ
Z	ZAAAZ	AZZAAAAZ
Retroceso del carro	AAAAA	ZAAAAZZ
Cambio de renglón	AZAAA	ZAZZAAA
Cifras	ZZAZZ	AZAAZZA
Letras	ZZZZZ	AAAZZZA
Espacio	AAZAA	ZZAZAAA
No usado (cinta no perforada)	AAAAA	AAAAZZZ
Signo de repetición		AZZAZAA
Señal α		AZAZAAZ
Señal β		AZAZZAA

2. Ciclos de repetición

- 2.1 Cuatro caracteres para los circuitos normales en que el tiempo de propagación no es excesivo. El ciclo de repetición deberá comprender una «señal de repetición» y el almacenamiento de tres caracteres.
- 2.2 Ocho caracteres para los circuitos en que no conviene el ciclo de repetición de cuatro caracteres. El ciclo comprende entonces una «señal de repetición», tres señales β y el almacenamiento de cuatro caracteres, o bien una sola «señal de repetición» y el almacenamiento de siete caracteres.

3. Disposición de los canales

3.1 Canal A

- 3.1.1 Equipos con un ciclo de repetición de cuatro caracteres: un carácter inverso, seguido de tres caracteres directos. (Véase la fig. 2a)).
- 3.1.2 Equipos con un ciclo de repetición de ocho caracteres: un carácter inverso seguido de siete caracteres directos. (Véase la fig. 2a)).

3.2 Canal B

- 3.2.1 Equipos con ciclo de repetición de cuatro caracteres: un carácter directo seguido de tres caracteres inversos. (Véase la fig. 1b)).
- 3.2.2 Equipos con ciclo de repetición de ocho caracteres: un carácter directo seguido de siete caracteres inversos. (Véase la fig. 2b)).

3.3 Canal C

Como en el canal B. (Véanse las figs. 1c) y 2c)).

3.4 Canal D

Como en el canal A. (Véanse las figs. 1d) y 2d)).

3.5 Orden de transmisión

- 3.5.1 Los caracteres de los canales A y B se transmiten sucesivamente. (Véanse las figuras 1e) y 2e)).
- 3.5.2 Los elementos del canal C y del canal A están entrelazados. (Véanse las figuras 1g) y 2g)).
- 3.5.3 Los elementos del canal D y del canal B están entrelazados. (Véanse las figuras 1g) y 2g)).
- 3.5.4 En la señal compleja, los elementos de A preceden a los de C, y los de B a los de D. (Véanse las figs. 1g) y 2g)).
- 3.5.5 El primer carácter directo de A, transmitido después del carácter inverso de A, va seguido del carácter directo de B. (Véanse las figs. 1e) y 2e)).
- 3.5.6 El carácter directo de C va seguido del carácter inverso de D. (Véanse las figuras 1f) y 2f)).
- 3.5.7 Los elementos del carácter inverso de A, están entrelazados con los del carácter directo de C. (Véanse las figs. 1g) y 2g)).

4. Disposición de los subcanales

- 4.1 La velocidad de transmisión de los caracteres en el subcanal elemental debe ser la cuarta parte de la velocidad normal.
- 4.2 Los subcanales se enumerarán correlativamente 1, 2, 3 y 4.

- 4.3 En el caso de equipos con ciclo de repetición de cuatro caracteres, el subcanal 1 debe ser el de polaridad opuesta a la de los otros tres subcanales del mismo canal principal. (Véase la fig. 3 *a-d*)).

Cuando se trate de equipos con ciclo de repetición de ocho caracteres, el subcanal 1 debe ser de polaridad directa e inversa en alternancia. (Véase la fig. 3 *e-h*)).

- 4.4 Cuando haya que emplear subcanales de la mitad o las tres cuartas partes de velocidad, las combinaciones de los subcanales elementales se harán según se indica en el siguiente cuadro II.

CUADRO II

Fracción de la velocidad de explotación	Combinación de los subcanales elementales
(1) cuarto (2) cuarto (3) mitad	N.º 1 N.º 3 N.ºs. 2 y 4
(1) mitad (2) mitad	N.ºs. 1 y 3 N.ºs. 2 y 4
(1) cuarto (2) tres cuartos	N.º 1 N.ºs. 2, 3 y 4

5. Designación de la señal compleja

Para facilitar la identificación del estado de la señal, cuando para modular el canal se aplica la señal telegráfica compleja, conviene utilizar la siguiente designación de la señal compleja:

CUADRO III

Estado del código de siete unidades	Estado de la señal compleja	
	Carácter directo	Carácter inverso
A	B	Y
Z	Y	B

6. Gráficos

De las características indicadas en los anteriores §§ 2, 3 y 4 se desprende que la transmisión de los caracteres se hará en la forma representada en las figs. 1, 2 y 3.

7. Puesta en fase automática

- 7.1 Normalmente conviene utilizar la puesta en fase automática, que debe iniciarse:

7.1.1 Ya sea después de un periodo de espera durante el cual haya existido de una manera continua un estado de repetición debido a la recepción de errores en los dos canales de un sistema de dos canales o, por lo menos, en dos canales principales de un sistema de cuatro canales;

7.1.2 Ya sea después de contado un número igual de elementos A y Z en dos ciclos de sistemas consecutivos, por lo menos, mientras ha existido en todos los canales principales un estado de repetición continuo, debido a la recepción de errores.

- 7.2 Cuando la estación correspondiente procede a la puesta en fase, debe transmitir en cada canal en lugar de la «repetición de señal» una señal de siete elementos de la misma polaridad, transmitiéndose sin modificación los demás caracteres del ciclo de repetición*.

* Los sistemas actuales que no dispongan de esta facilidad no necesitan modificarse, ya que la compatibilidad está garantizada.

8. La Recomendación S.12 del C.C.I.T.T. establece que el intervalo entre el comienzo de los elementos de arranque sucesivos de las señales transmitidas por circuitos terrestres sea de $145 \frac{5}{6}$ ms. De ello se deduce que la duración del ciclo de transmisión en el circuito radioeléctrico y la velocidad de modulación deben elegirse en consecuencia, si se desea efectuar la conexión con la red terrestre.

Resulta conveniente elegir para la velocidad de modulación expresada en baudios, y para la duración del ciclo de transmisión, los valores que se indican en el cuadro IV, que permiten utilizar para la sincronización el mismo oscilador maestro en los tres casos.

CUADRO IV

Ciclo de transmisión (ms)	Velocidad de modulación (baudios)	
	Explotación en dos canales	Explotación en cuatro canales
$145 \frac{5}{6}$	96	192
Se trata del valor preferido. Véanse las Recomendaciones S.12 y S.13 del C.C.I.T.T.		
$163 \frac{1}{3}$ 140	$85 \frac{5}{7}$ 100	$171 \frac{3}{7}$ 200

Se prefiere el valor de $145 \frac{5}{6}$ ms para la conexión con redes que utilicen aparatos de 50 baudios.

En caso de conexión con redes que utilicen aparatos de 45 baudios, es adecuado el valor de $163 \frac{1}{3}$ ms.

El valor de 140 ms puede utilizarse cuando el circuito radioeléctrico no está conectado directamente a la red terrestre.

La tolerancia de frecuencia del oscilador maestro que controla la cadencia de cada equipo terminal, debe ser de $\pm 1 \times 10^{-6}$.

9. En la Recomendación U.20 del C.C.I.T.T. se indican las condiciones de señalización que deben utilizarse cuando se establecen comunicaciones télex por medio de tales circuitos radioeléctricos.
- 9.1 El texto de la Recomendación U.20 se aplica a los circuitos establecidos por conmutación en las redes radiotelegráficas.
- 9.2 En el caso de comunicaciones de aparato a aparato, las administraciones pueden adoptar en el equipo terminal que esté bajo su jurisdicción sus propios métodos de arranque y parada de los motores de los receptores, basándose en la Recomendación S.7 del C.C.I.T.T.
- 9.3 La señal β debería transmitirse normalmente para indicar la condición de circuito en reposo. Sin embargo, para fines de señalización pueden emplearse las señales α y β .

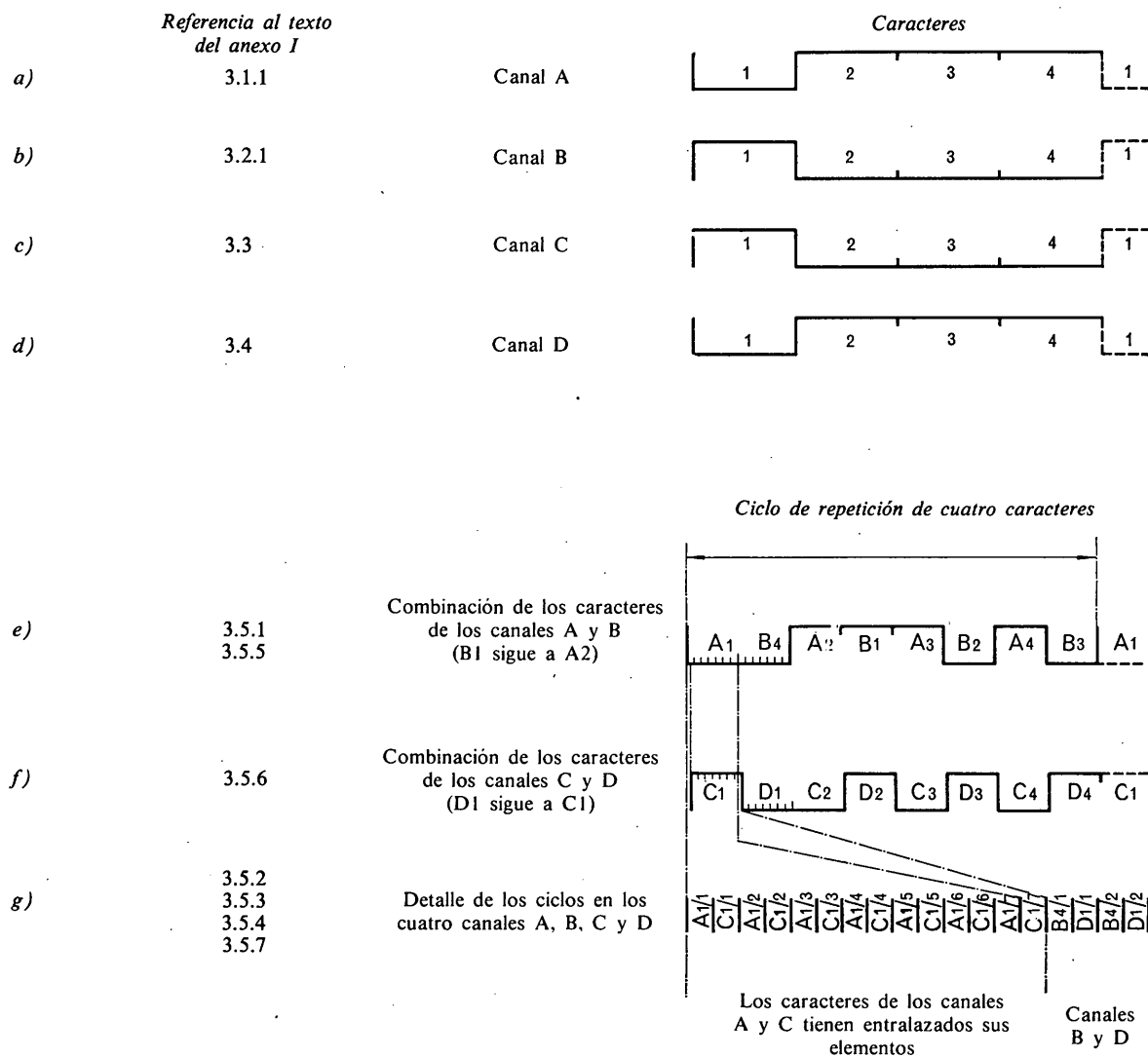


FIGURA 1

Disposición de canales para un ciclo de repetición de cuatro caracteres

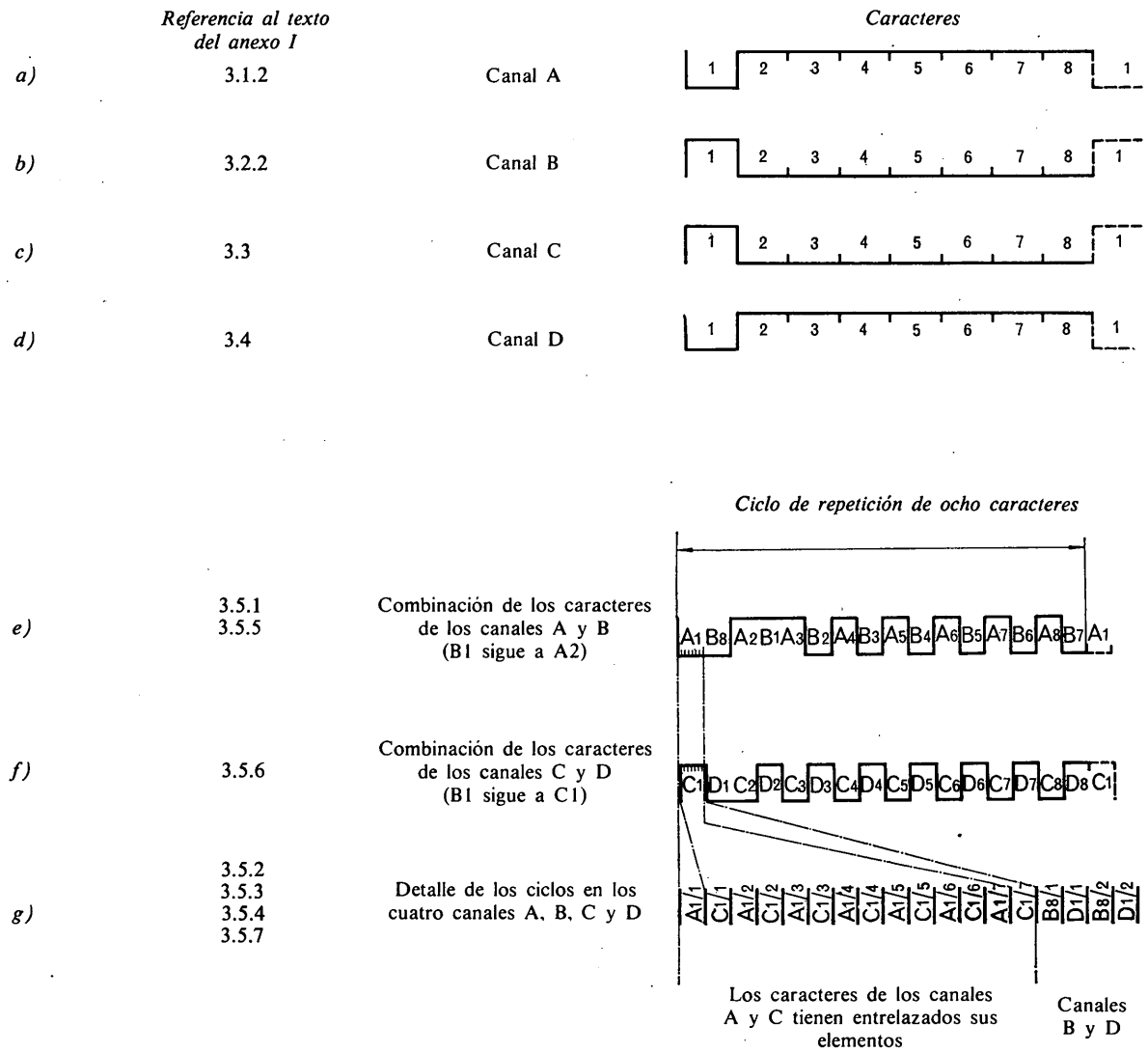


FIGURA 2

Disposición de canales para un ciclo de repetición de ocho caracteres

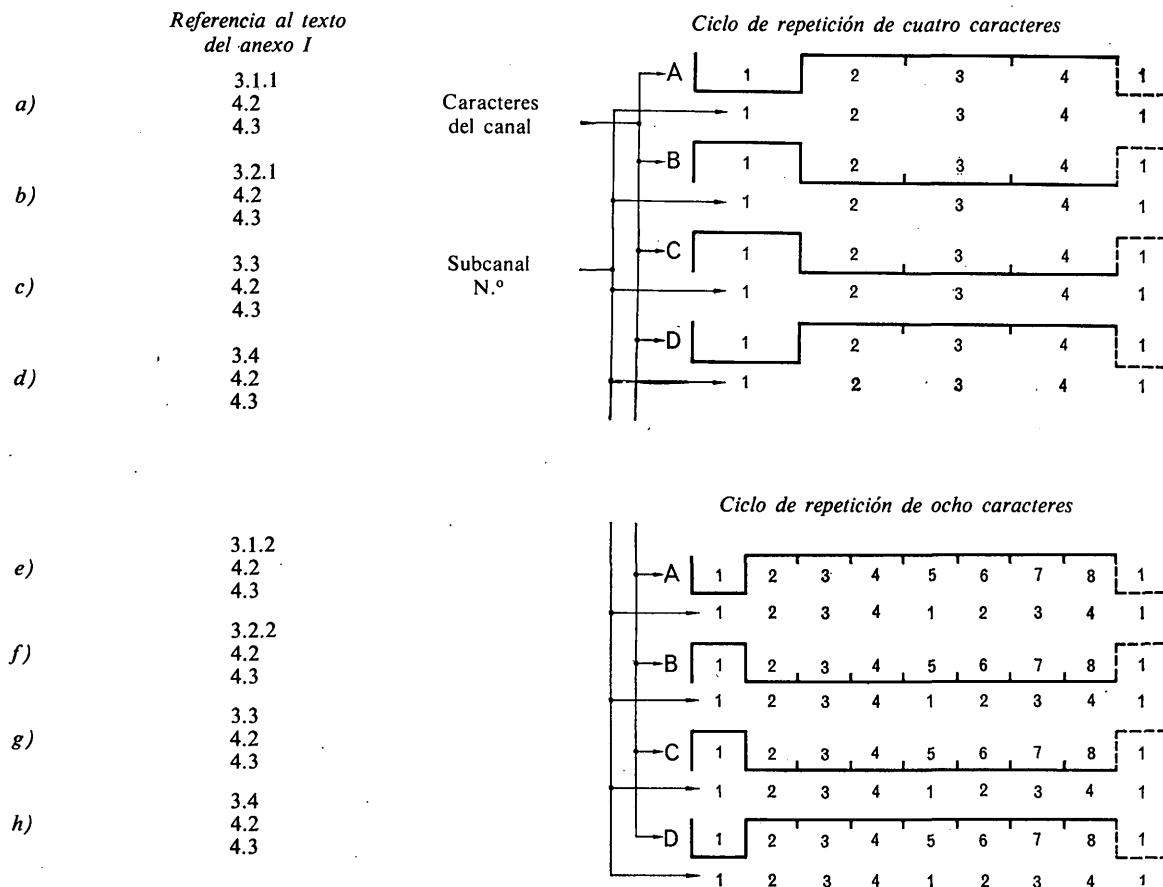


FIGURA 3

Disposición de los subcanales para un ciclo de repetición de cuatro caracteres
y un ciclo de repetición de ocho caracteres

ANEXO II

TÉRMINOS RELATIVOS A LOS SISTEMAS ARQ*

Primera parte

- | | |
|--|--|
| 1. Señal de repetición
Señal RQ
Señal I («uno», número romano) | — Combinación de siete unidades (AZZAZAA) utilizada para solicitar una repetición (señal RQ) o para anunciar una retransmisión (señal BQ); |
| 2. Ciclo de repetición | — Secuencia de caracteres, cuyo número depende del <i>tiempo de propagación, ida y vuelta del sistema</i> , necesaria para la repetición automática de la información; |
| 3. Ciclo RQ
Ciclo de petición | — <i>Ciclo de repetición</i> transmitido por un aparato de repetición automática al detectarse una mutilación; |
| 4. Ciclo BQ
Ciclo de respuesta | — <i>Ciclo de repetición</i> transmitido por un aparato de repetición automática en respuesta a una petición de repetición; |

* Los 23 términos y definiciones de la primera parte de la presente lista han sido estudiados por un Grupo mixto de trabajo de las Comisiones de estudio III y XIV durante la X Asamblea Plenaria del C.C.I.R., Ginebra, 1963, como contribución preparatoria (véase el § 2 del anexo a la Resolución 21-1 (1966)) al «Repertorio de definiciones de los términos esenciales empleados en las telecomunicaciones». (La Parte II se publicará ulteriormente).
Los términos y definiciones contenidos en la segunda parte de esta lista, que son de uso más general, se dan como información en tanto no sean examinados por el C.C.I.T.T.

5. Ciclo sin impresión — Periodo de funcionamiento del receptor de repetición automática, que empieza al detectarse una mutilación o una *señal de repetición* y dura igual que un ciclo de repetición, en cuyo transcurso todas las señales recibidas quedan sin imprimir;
6. Punteado de RQ — Procedimiento de comprobación de la presencia de la *señal de repetición* durante un ciclo sin impresión;
7. Control de RQ — Procedimiento de comprobación de la presencia de una *señal de repetición* y de la relación A/Z de todos los caracteres recibidos después de la *señal de repetición* durante un *ciclo sin impresión*;
8. Control del ciclo de repetición — Procedimiento de comprobación de la presencia de la *señal de repetición* y de la relación A/Z correcta de todos los caracteres recibidos durante un *ciclo sin impresión*;
9. En ciclo — Estado correspondiente a un proceso de repetición;
10. Plan de marca — Secuencia determinada de inversiones de polaridad que se aplican a los caracteres de una señal compuesta;
11. Ciclo de marca
Ciclo de sistema — Ciclo formado por un *plan de marca determinado*, que se repite continuamente y tiene la misma duración que un *ciclo de repetición*;
12. Fase (correcta) de sistema — Estado en que el plan de marca de la cadencia local coincide con el ciclo de marca de la señal recibida;
13. Puesta en fase
Búsqueda de fase — Situación en que una estación busca la *fase de carácter* o la fase de sistemas;
14. Puesta en fase manual — Puesta en fase por medios manuales únicamente;
15. Puesta en fase semiautomática — Puesta en fase iniciada por medios manuales y terminada por medios automáticos;
16. Puesta en fase automática — Puesta en fase iniciada y terminada por medios automáticos, previa detección automática de una «pérdida de fase»;
17. Estación principal — Estación cuyo equipo transmisor está directamente excitado por un oscilador maestro, pero cuyo receptor se sincroniza generalmente con la señal recibida;
18. Estación secundaria — Estación cuyos equipos de recepción y transmisión se sincronizan con la señal recibida;
19. Tiempo de propagación de estación a estación — Duración del recorrido entre los terminales de salida de un transmisor con ARQ y los terminales en entrada del receptor con ARQ del otro extremo. (Es la suma de los tiempos de propagación en las líneas y en los circuitos radioeléctricos en un solo sentido de transmisión);
20. Tiempo de propagación ida y vuelta de un enlace — Suma de los tiempos de propagación de estación a estación, en ambos sentidos de transmisión;
21. Retardo interno de la estación principal — Periodo entre el comienzo de una *señal de repetición* en los terminales de entrada del aparato ARQ de la *estación principal* y el comienzo de la transmisión de la *señal de repetición* con que comienza la respuesta de la misma estación.

Nota. — Comprende los retardos debidos a los elementos del equipo y a la exploración, y un retardo adicional que añadido al *tiempo de propagación ida y vuelta del sistema* da un múltiplo entero de la duración del *ciclo de carácter*;

22. Retardo interno de la estación secundaria — Periodo entre el principio de la recepción de una *señal de repetición* en los terminales de entrada de un aparato ARQ de la *estación secundaria* y el principio de la transmisión de la *señal de repetición* de respuesta de la misma estación.
- Nota.* — Comprende los retardos del equipo y de la exploración, más un retardo preestablecido entre los principios de los ciclos de carácter del receptor y del transmisor;
23. Tiempo de propagación ida y vuelta del sistema (contado desde la estación principal) — Suma del tiempo de propagación ida y vuelta del enlace y del retardo interno de la estación secundaria en condiciones de trabajo;

Segunda parte

- a) Señal compuesta — Señal sincrónica formada por combinación de las señales de los canales;
- b) Señal compuesta equilibrada — Señal que contiene el mismo número de elementos de cada polaridad;
- c) Ciclo de carácter — Periodo en el que cada canal de un sistema de canales múltiples con distribución en el tiempo efectúa la transmisión completa de un carácter en el trayecto sincrónico;
- d) Sincronismo por elementos — En los sistemas sincrónicos:
Estado en el que un elemento de la cadencia local coincide enteramente con un elemento de la señal recibida;
- e) Sincronización — Acción de ajustar el sincronismo de los elementos;
- f) Relación de fase — En los sistemas sincrónicos:
Fase relativa del aparato receptor y de las señales a la llegada, o del aparato receptor y del aparato transmisor;
- g) Fase de carácter — Estado en que un ciclo de carácter de la cadencia coincide exactamente con un ciclo de carácter de la señal recibida.
- Nota.* — En estas condiciones, un carácter de la señal compuesta transmitido por un canal determinado se recibe por el canal correcto;
- h) Subcanal — Canal telegráfico cuya velocidad de transmisión es $1/4$, o un múltiplo de $1/4$, de la velocidad de transmisión de un canal normal;
- j) Fase de subcanal — Estado en el que un carácter transmitido por un subcanal se recibe por el subcanal correcto;
- k) Transposición — Agréguese a la definición 33.25 del «Repertorio de definiciones» de la U.I.T. (1.^a Parte):
«Las transposiciones pueden ser de primer orden o de orden superior, según el número de cambios que tengan lugar dentro de un carácter.»

RECOMENDACIÓN 343-1

**TRANSMISIÓN EN FACSIMIL DE CARTAS METEOROLÓGICAS
POR CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS**

(1956 — 1959 — 1963 — 1966)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que cada vez se utiliza más la telegrafía en facsimil para la transmisión de cartas meteorológicas, con recepción en aparatos de registro directo;
- b) Que conviene normalizar a tal efecto ciertas características de los circuitos radioeléctricos.

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Las siguientes características cuando, para la transmisión en facsimil de cartas meteorológicas por circuitos radioeléctricos, se emplee la modulación en frecuencia de una subportadora:

Frecuencia central	1900 Hz.
Frecuencia para el negro	1500 Hz.
Frecuencia para el blanco	2300 Hz.

2. Que cuando se emplee en circuitos radioeléctricos un sistema de modulación directa en frecuencia de la portadora se utilicen las características siguientes:

2.1 *Circuitos de ondas decamétricas*

Frecuencia central (correspondiente a la frecuencia asignada)	f_0
Frecuencia para el negro	$f_0 - 400$ Hz.
Frecuencia para el blanco	$f_0 + 400$ Hz.

2.2 *Circuitos de ondas kilométricas*

Frecuencia central (correspondiente a la frecuencia asignada)	f_0
Frecuencia para el negro	$f_0 - 150$ Hz.
Frecuencia para el blanco	$f_0 + 150$ Hz.

3. Que la presente Recomendación se considere como la respuesta a la Cuestión 232, poniendo así fin al estudio de la Cuestión.
-

RECOMENDACIÓN 344-2

NORMALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TELEFOTOGRAFÍA UTILIZABLES EN CIRCUITOS MIXTOS RADIOELÉCTRICOS Y METÁLICOS

(1948 — 1953 — 1956 — 1959 — 1963 — 1966 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que es conveniente normalizar las características de los sistemas empleados para la telefotografía en circuitos de ondas decamétricas de larga distancia, a fin de facilitar la explotación conjunta;
- b) Que es conveniente normalizar determinadas características de estos sistemas para que puedan emplearse igualmente en los circuitos metálicos;
- c) Que, por lo general, el sistema de transmisión que utiliza la modulación de amplitud directa no es satisfactorio en los circuitos de ondas decamétricas, a causa del porcentaje de desvanecimiento intolerable que corrientemente se encuentra;
- d) Que se ha demostrado la conveniencia del sistema de modular en frecuencia una subportadora, pero que ello exige la normalización de la frecuencia central y de la excursión, teniendo en cuenta la magnitud de la frecuencia de modulación de la imagen que ha de transmitirse;
- e) Que, cuando se emplea un sistema que utiliza la modulación directa en frecuencia de la portadora, deberían poder emplearse sin modificaciones importantes los equipos terminales con que cuentan normalmente los sistemas de modulación por subportadora;
- f) Que, teniendo en cuenta el porcentaje de distorsión tolerable, el efecto debido a los ecos producidos por los trayectos múltiples limita en general a 600 Hz la frecuencia máxima admisible para la modulación de la imagen en los circuitos de larga distancia que utilizan ondas decamétricas;
- g) Que en las Recomendaciones M.88, T.1, T.11, T.12, T.15 y T.20 del C.C.I.T.T. se enumeran las normas para los sistemas de telefotografía,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que en el trayecto radioeléctrico:

- 1.1 El método preferido para la transmisión de imágenes en medias tintas consista en modular una subportadora en frecuencia y en utilizar un transmisor de banda lateral única o bandas laterales independientes, con portadora reducida. Conviene entonces respetar las siguientes características:

Frecuencia central	1900 Hz,
Frecuencia para el blanco	1500 Hz,
Frecuencia para el negro	2300 Hz;

(La frecuencia de 1500 Hz se emplea igualmente para la señal de puesta en fase);

- 1.2 Se respeten provisionalmente las características siguientes cuando se emplee un sistema de modulación directa de frecuencia:

Frecuencia central (correspondiente a la frecuencia asignada)	f_0 ,
Frecuencia para el blanco	$f_0 - 400$ Hz,
Frecuencia para el negro	$f_0 + 400$ Hz;

(La frecuencia de $f_0 - 400$ Hz se emplea igualmente para la señal de puesta en fase);

- 1.3 Las tolerancias de frecuencia en cada una de las diversas secciones de un circuito mixto radioeléctrico y metálico, no sean mayores que las propuestas por el C.C.I.T.T. (véase el anexo V al Doc. III/3, 1963-1966), tal como se indica en la fig. 1, que da la composición de un circuito muy largo de esta clase:

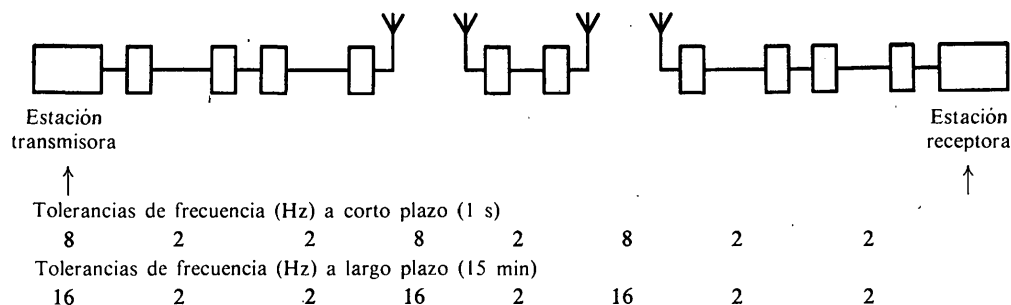


FIGURA 1

Admitiendo una repartición al azar de esas desviaciones y tomando los valores medios cuadráticos, se obtienen 15 y 28 Hz, respectivamente, que no impiden una transmisión satisfactoria, pues en la Recomendación T.1 del C.C.I.T.T. se admite una desviación máxima de 32 Hz;

2. Que por el momento se emplee uno de los grupos siguientes de características:

	a	b
Módulo de cooperación	352	264
Velocidad de rotación del tambor en r.p.m.	60	90/45
(la característica b terminará por abandonarse);		

3. Que en las secciones metálicas del circuito mixto se emplee la modulación de frecuencia o la modulación de amplitud; pero que cuando sea necesario pasar de la modulación de amplitud a la modulación de frecuencia (o viceversa), la conversión se efectúe de forma que la excursión de la portadora modulada en frecuencia varíe linealmente con la amplitud de la portadora modulada en amplitud.

En las Recomendaciones T.1, T.11 y T.15 del C.C.I.T.T. figuran las normas para las transmisiones con modulación de amplitud y con modulación de frecuencia.

Si ha lugar, cada administración determinará la ubicación de los convertidores de modulación. Podrían colocarse, bien en la estación telefotográfica terminal, bien en la estación directora asociada a la estación radioeléctrica, con objeto de facilitar la comunicación telefónica por el circuito para la telefotografía, siempre que el canal radiotelegráfico permita tal comunicación.

Nota. — Las disposiciones del § 2 no tienen carácter imperativo para los usuarios que emplean sus propios equipos para la transmisión de imágenes por circuitos privados.

RECOMENDACIÓN 345

DISTORSIÓN TELEGRÁFICA

(1953 — 1956 — 1959 — 1963)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

Que las definiciones relativas a la distorsión telegráfica y a la mutilación de las señales telegráficas objeto de la sección 33 de la Parte I del «Repertorio de definiciones de los términos esenciales empleados en las telecomunicaciones», publicada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, responden a la Cuestión 18, en la que se pide el establecimiento de una definición general de la distorsión telegráfica que pueda aplicarse útilmente al caso de la radiotelegrafía,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que, en materia de radiotelegrafía, se apliquen las siguientes definiciones extraídas de la sección 33 del Repertorio anteriormente indicado:

Modulación (o restitución) perfecta (Definición 33.01 del Repertorio)

La modulación (o restitución) en que todos los intervalos significativos están asociados a estados significativos correctos y tienen rigurosamente sus duraciones teóricas.

Modulación (o restitución) incorrecta } (Definición 33.03 del Repertorio)
Modulación (o restitución) infiel }

Una modulación (o restitución) de uno o varios elementos en que el estado significativo difiere de lo prescrito por el código.

Distorsión telegráfica (de una modulación o de una restitución) (Definición 33.04 del Repertorio)

- a) Una modulación (o restitución) sufre distorsión telegráfica cuando no todos los intervalos significativos tienen rigurosamente sus duraciones teóricas.
- b) Una modulación (o restitución) sufre distorsión telegráfica cuando sus instantes significativos no coinciden con los instantes teóricos correspondientes.

Distorsión en la transmisión (Definición 33.059 del 1.º Suplemento al Repertorio)

Una señal transmitida por un aparato (o a la salida de un conjunto terminal) sufre distorsión telegráfica en la transmisión cuando no todos los intervalos significativos de esta señal tienen rigurosamente sus duraciones teóricas.

Grado de distorsión individual de un instante significativo determinado (de una modulación o de una restitución) (Definición 33.06 del Repertorio)

Relación entre el intervalo unitario y la diferencia algebraica entre el instante significativo y el instante ideal.

Esta diferencia se considera positiva cuando el instante significativo es posterior al instante ideal.

El grado de distorsión individual se expresa habitualmente en porcentaje.

Grado de distorsión isócrona (Definición 33.07 del 1.º Suplemento al Repertorio)

- a) Relación entre el intervalo unitario y la diferencia máxima medida, en valor absoluto, entre los intervalos reales y teóricos que separan dos instantes significativos cualesquiera (incluso no consecutivos) de la modulación (o de la restitución).
- b) Diferencia algebraica entre el mayor y el menor grado de distorsión individual que presenta los instantes significativos de una modulación isócrona (esta diferencia es independiente de la elección del instante ideal de referencia).

El grado de distorsión de una modulación (o restitución) isócrona se expresa habitualmente el porcentaje.

Nota. — La indicación de este grado de distorsión irá acompañada de la del intervalo de tiempo, generalmente limitado, durante el cual se haya hecho la observación.

Para una modulación (o restitución) prolongada, convendrá considerar la probabilidad con que se rebasa un valor asignado del grado de distorsión.

Grado de distorsión arrítmica (Definición 33.08 del 1.^{er} Suplemento al Repertorio)

- a) Relación entre el intervalo unitario y la diferencia máxima medida, en valor absoluto, entre los intervalos reales y teóricos que separan un instante significativo cualquiera de la modulación (o de la restitución) y el instante significativo de arranque que le precede inmediatamente.
- b) El mayor valor absoluto del grado de distorsión individual que presentan los instantes significativos de una modulación arrítmica.

El grado de distorsión de una modulación (o restitución) arrítmica se expresa habitualmente en porcentaje.

Nota 1. — Como la nota para el grado de distorsión isócrona.

Nota 2. — Podrá distinguirse el grado de distorsión *de retraso* (o positivo) y el grado de distorsión *de adelanto* (o negativo).

Grado de distorsión arrítmica global (Definición 33.09 del Repertorio)

Grado de distorsión determinado tomando como intervalo unitario y como intervalos teóricos las duraciones que corresponden exactamente a la velocidad de modulación normalizada.

Nota. — Como la nota para el grado de distorsión isócrona.

Grado de distorsión arrítmica en el sincronismo (o en la velocidad real media) (Definición 33.10 del Repertorio)

Grado de distorsión determinado tomando como intervalo unitario y como intervalos teóricos las duraciones correspondientes a la velocidad real media de la modulación (o de la restitución) considerada.

Nota 1. — Como la nota para el grado de distorsión isócrona.

Nota 2. — Para determinar la velocidad real media sólo se tendrán en cuenta los instantes significativos de la modulación (o de la restitución) correspondientes a un cambio de estado del mismo sentido que el observado al aparecer el elemento de arranque.

Distorsión característica (Definición 33.15 del Repertorio)

Distorsión causada por los fenómenos transitorios que, como consecuencia de la modulación, se manifiestan en el canal de transmisión y dependen de las propiedades de transmisión de este último.

Distorsión fortuita (distorsión irregular) (distorsión accidental) (Definición 33.16 del Repertorio)

Distorsión debida a causas generalmente fortuitas (desigualdades accidentales de funcionamiento de los aparatos y órganos, perturbaciones que sufre el canal de transmisión, etc.).

Distorsión unilateral. Distorsión asimétrica (Definición 33.17 del Repertorio)

Distorsión que sufre una modulación (o una restitución) binaria cuyos intervalos significativos, correspondientes a uno de los dos tipos de estados significativos, tienen todas duraciones mayores o menores que las teóricas.

Proporción de errores en los caracteres de una comunicación telegráfica (Definición 33.19 del 1.^{er} Suplemento al Repertorio)

Relación entre el número de señales alfabéticas de un mensaje recibidas incorrectamente (después de traducción automática, si procede), y el número de señales alfabéticas de este mensaje, siendo correcta la manipulación.

Nota 1. — Una comunicación telegráfica puede tener una proporción de errores distinta en cada sentido de transmisión.

Nota 2. — El concepto de proporción de errores puede aplicarse también a toda acción parcial que intervenga en una comunicación telegráfica, por ejemplo, manipulación, traducción, etc.

Nota 3. — La indicación de la proporción de errores irá acompañada de la del intervalo de tiempo, generalmente limitado, durante el cual se efectúa la observación. Cuando se trate de una comunicación establecida durante un periodo de tiempo suficientemente largo, convendrá considerar la probabilidad con que se rebasa un valor asignado de la proporción de errores.

Nota 4. — Los errores de traducción, que son consecuencia de un error anterior en el accionamiento de una función (tal como inversión, cambio de línea, sincronismo, etc.), no se cuentan en el cálculo de una proporción de error; en este caso, se cuenta sólo y por una vez el error en la señal de accionamiento de función.

Proporción de errores en los elementos (Véase el Doc. 203, Ginebra, 1963)*

Relación entre el número de elementos unitarios recibidos con errores y el número total de elementos unitarios transmitidos.

Factor de eficacia en el tiempo (de una comunicación telegráfica con repetición automática para la corrección de errores) (Definición 33.23 del Repertorio)

Relación entre el tiempo necesario para transmitir automáticamente un texto sin repetición y a una velocidad de modulación determinada, y el tiempo realmente empleado para recibir el mismo texto con una proporción de errores dada.

Nota 1. — Se supone que el conjunto de las instalaciones que constituyen la comunicación se hallan en condiciones normales de ajuste y de funcionamiento.

Nota 2. — Una comunicación telegráfica puede tener un factor de eficacia en el tiempo distinta para cada sentido de la transmisión.

Nota 3. — Deberán especificarse las condiciones prácticas de la medición, especialmente su duración.

Mutilación (Definición 33.24 del Repertorio)

Defecto de transmisión en que el estado significativo de un elemento de la señal se convierte en otro estado significativo.

Transposición (Definición 33.25 del Repertorio) (Véase también la Recomendación 342-2, anexo II, segunda parte, definición *k*)

Defecto de transmisión en que, durante la transmisión de una señal telegráfica, pasan de un estado significativo a otro uno o más elementos de señal y cambian en sentido contrario un número igual de elementos.

RECOMENDACIÓN 346-1

SISTEMA DÍPLEX DE CUATRO FRECUENCIAS

(Cuestión 8/3)

(1956 — 1959 — 1963 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que en los servicios fijos radiotelegráficos que funcionan entre 2 y 27 MHz se emplean sistemas díplex de cuatro frecuencias, cada una de las cuales sirve para transmitir una de las cuatro combinaciones posibles de señales correspondientes a dos canales telegráficos, en la inteligencia de que uno de ellos, o los dos, pueden subdividirse por distribución en el tiempo, y que el uso de estos sistemas puede extenderse;

* *Nota de la Secretaría del C.C.I.R.* — Esta definición se encuentra en el 2.º Suplemento al Repertorio (Definición 52.28): Relación entre el número de elementos recibidos de manera errónea y el número de elementos transmitidos.

- b) Que conviene normalizar las características principales de los sistemas duplex de cuatro frecuencias;
- c) Que a veces puede ser necesario que el mismo transmisor radioeléctrico trabaje con más de una estación receptora;
- d) Que las interrupciones de circuito deben reducirse al mínimo evitando cambios demasiado frecuentes de la separación entre las frecuencias adyacentes y del sistema de correspondencia entre las frecuencias y los estados significativos de los canales;
- e) Que en la elección de las características de estos sistemas intervienen diversos factores técnicos, especialmente:
 - la economía de la anchura de banda y, por tanto, la necesidad de ajustar la forma de las señales transmitidas;
 - la necesidad eventual de una separación bastante grande entre las frecuencias adyacentes para velocidades telegráficas elevadas;
 - la distorsión de la señal debida a las condiciones de propagación;
 - la inestabilidad de las características de ciertos elementos de los transmisores y receptores, tales como osciladores, filtros o discriminadores;
- f) Que numerosos sistemas duplex de cuatro frecuencias emplean actualmente cuatro valores diferentes de separación entre las frecuencias adyacentes, con velocidades telegráficas correspondientes;
- g) Que conviene emplear un sistema de codificación único, pareciendo preferible el más sencillo.

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que se adopten los valores preferidos siguientes para la separación entre las frecuencias adyacentes:

Separación entre las frecuencias adyacentes (Hz)	Velocidad telegráfica nominal de cada canal (baudios)
1000 500 ⁽¹⁾ 400 ⁽¹⁾ 200 ⁽¹⁾	más de 300 200 a 300 100 a 200 200 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Actualmente, con estas separaciones pueden emplearse velocidades telegráficas más bajas.

⁽²⁾ Funcionamiento sincrónico con canales bloqueados en fase.

2. Que se adopte el sistema de codificación siguiente*:

Frecuencia transmitida	Canal 1			Canal 2		
	Tele-impresor	Señal compuesta ARQ	Morse	Tele-impresor	Señal compuesta ARQ	Morse
f_4 (frecuencia superior)	A	B	Trabajo	A	B	Trabajo
f_3	A	B	Trabajo	Z	Y	Reposo
f_2	Z	Y	Reposo	A	B	Trabajo
f_1 (frecuencia inferior)	Z	Y	Reposo	Z	Y	Reposo

* Se admite que, en los casos en que sea necesario modificar los equipos, tendrá que transcurrir cierto tiempo antes de que este sistema de codificación pueda ponerse en vigor en los circuitos entre administraciones diferentes.

f_1, f_2, f_3, f_4 designan las frecuencias transmitidas; siendo iguales las separaciones entre frecuencias adyacentes $(f_4 - f_3), (f_3 - f_2), (f_2 - f_1)$;

A representa la señal de arranque del teleimpresor,

Z representa la señal de parada del teleimpresor;

3. Que para la separación entre frecuencias adyacentes se emplee el menor de los valores preferidos compatible con las velocidades telegráficas máximas normalmente utilizadas y con las condiciones de propagación y la estabilidad de los aparatos;
4. Que en el caso en que los dos canales no estén sincronizados, se limite la velocidad máxima de variación de la frecuencia para reducir la anchura de banda de la emisión.

RECOMENDACIÓN 347

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS RADIOTELEGRÁFICOS MULTICANALES PARA CIRCUITOS DE LARGA DISTANCIA QUE EMPLEAN FRECUENCIAS INFERIORES A UNOS 30 MHz Y DESIGNACIÓN DE LOS CANALES EN ESTOS SISTEMAS

(1956 — 1959 — 1963)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que existe gran número de sistemas radiotelegráficos multicanales para circuitos de larga distancia que utilizan frecuencias a unos 30 MHz, y que es conveniente clasificarlos por categorías;
- b) Que la falta de uniformidad en la disposición y designación de los canales en estos sistemas puede originar ciertas dificultades cuando una estación transmisora tiene que trabajar con más de una estación receptora;
- c) Que el empleo creciente de los sistemas telegráficos de canales múltiples hace conveniente la adopción de una designación uniforme de los canales de tales sistemas,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que se clasifiquen estos sistemas y que las distintas categorías se designen con letras, en la siguiente forma:
 - 1.1 *Sistemas multicanales con distribución en el tiempo*: letra T mayúscula. (Por ejemplo, sistemas sincrónicos como el Baudot, los multiplex RCA y TOR y el sistema bivalente para cable);
 - 1.2 *Sistemas multicanales con distribución de frecuencia*:
 - 1.2.1 Sistemas en los cuales los estados significativos se caracterizan por la emisión de las frecuencias *invariables*: letra U mayúscula. (Por ejemplo, multiplex armónico con desplazamiento de frecuencia);
 - 1.2.2 Sistemas en los cuales los estados significativos se caracterizan por la emisión de frecuencias *variables*: letra V mayúscula. (Por ejemplo, diplex de 4 frecuencias);

1.3 *Sistemas multicanales con una combinación de estos procedimientos:*

- | | | |
|---|---|--|
| <p>1.3.1 Sistemas de distribución de frecuencia con frecuencias invariables, combinados con un sistema de distribución en el tiempo;</p> <p>1.3.2 Sistema dúplex de 4 frecuencias, combinado con un sistema de distribución en el tiempo.</p> | } | <p>Combinación de las letras antes indicadas, empezando siempre con las letras de distribución de frecuencias (U o V);</p> |
|---|---|--|
2. Que cuando un transmisor radiotelefónico multicanal transmita una señal telegráfica multicanal, se envíe en primer lugar la designación del canal telefónico empleado, y que esta designación se ajuste a los términos de la Recomendación 348-2;
 3. Que cuando un transmisor de bandas laterales independientes utilizado únicamente para la telegrafía transmita una señal telegráfica multicanal, se envíe en primer lugar la designación de la banda lateral empleada, correspondiendo la letra H a la banda lateral superior y la letra L a la inferior;
 4. Que los canales telegráficos de los sistemas de distribución en el tiempo se designen con letras mayúsculas: A, B, C, D, etc., y que cuando los canales estén subdivididos, se designen, por ejemplo, con las combinaciones A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, etc;
 5. Que los canales telegráficos de los sistemas de distribución de frecuencia se designen por medio de cifras;
 6. Que los canales telegráficos de los sistemas de técnicas multicanales combinadas se designen con una serie de letras y de cifras:

Por ejemplo:

cuando se emplee un sistema de distribución de frecuencia designado con la letra U, en el cual los estados significativos se caracterizan por la emisión de frecuencias invariables, y se module el tercer canal de este sistema por un sistema de distribución en el tiempo (letra T), al canal «B» de este último sistema se le designará: «U3TB»;

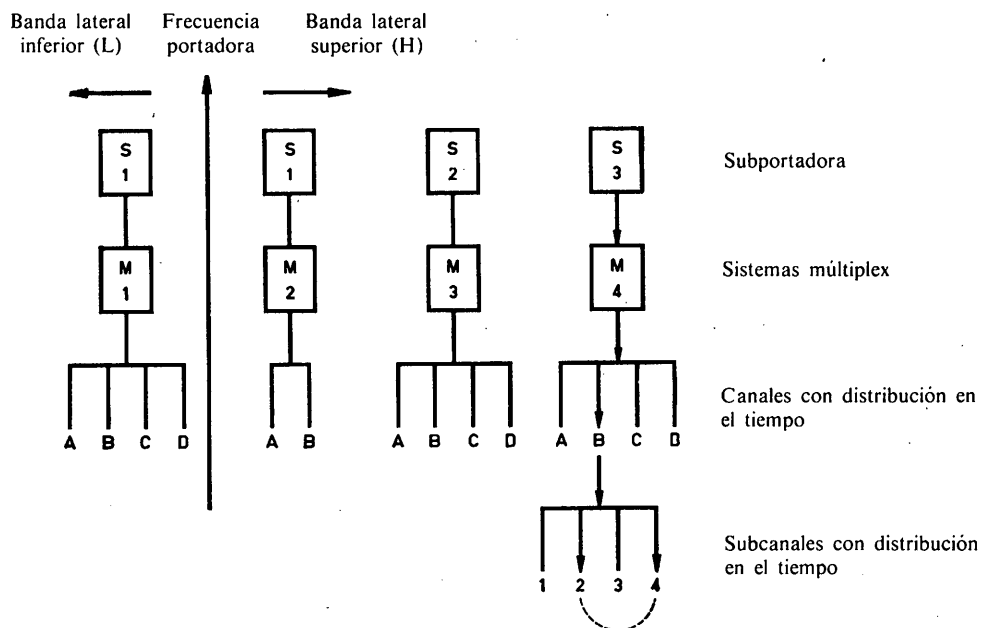
si este canal «B» está subdividido y se utiliza el subcanal 2, se le designará: «U3TB2»;

si el sistema indicado se utiliza en el canal «B» de un transmisor de bandas laterales independientes empleado para la telefonía, las designaciones correspondientes serán: «BU3TB» o «BU3TB2»;

si el sistema indicado está situado en la banda lateral superior de un transmisor multicanal de bandas laterales independientes, empleado solamente para la telegrafía, las designaciones correspondientes serán: «HU3TB» o «HU3TB2»;

si se requiere información complementaria, podrá identificarse el sistema multicanal considerado insertando un número entre las letras T y B, y si se trata de dos subcanales (cuartas partes de canal) interconectados para formar un subcanal (medio canal) que trabaja a media velocidad, cada componente o cuarta parte del canal podrá designarse empleando números separados por una barra de fracción. La designación completa «HU3T4B2/4» es aplicable a la disposición indicada por las flechas de la derecha de la siguiente figura;

en las redes de comunicación establecidas, en que las disposiciones de las subportadoras, de los sistemas múltiplex, de los canales y de los subcanales son permanentes y mutuamente conocidas por los jefes de estación de cada extremo del circuito, se permitirá acortar la designación completa anterior «HU3T4B2/4», empezando por la primera letra o la primera cifra más importante para la identificación. Por ejemplo: «4B2/4» designará, en este caso, la zona específica representada por las flechas de la parte derecha de la figura siguiente:



Transmisor radiotelegráfico multicanal de bandas laterales independientes

Nota. — Las subportadoras están numeradas en una u otra de las bandas laterales independientes, por el orden en que están situadas con relación a la portadora reducida o suprimida, comenzando con el número 1 a cada lado de esta portadora.

RECOMENDACIÓN 436-1

DISPOSICIÓN DE LOS CANALES DE TELEGRAFÍA ARMÓNICA QUE FUNCIONAN A UNA VELOCIDAD DE MODULACIÓN DE UNOS 100 BAUDIOS EN CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS EN ONDAS DECAMÉTRICAS

(Programa de estudios 17A-1/3)

(1966 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- Que la falta de normalización para la disposición de canales de los sistemas de telegrafía armónica multicanal puede crear dificultades en el establecimiento de estos sistemas en los circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas;
- Que es importante utilizar de la mejor forma posible las frecuencias radioeléctricas, con miras a la economía del espectro y a la eficacia de los circuitos;
- Que en numerosos enlaces se utilizan sistemas de modulación por desplazamiento de frecuencia;
- Que el método de transmisión por permutación de frecuencia se utiliza en enlaces de gran longitud sujetos a distorsiones pronunciadas a causa de la propagación por trayectos múltiples;
- Que en tales circuitos radiotelegráficos se tiende cada vez más a utilizar canales sincrónicos con una velocidad de modulación de 96 baudios y con corrección automática de errores,

RECOMIENDA. POR UNANIMIDAD:

1. Que la disposición de canales del cuadro I sea la preferida en los sistemas de telegrafía armónica multicanal con modulación por desplazamiento de frecuencia y que funcionen a una velocidad de modulación de 100 baudios, aproximadamente, en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas;
2. Que en los sistemas de permutación de frecuencia se utilicen las frecuencias centrales del cuadro I y los canales asociados por pares en la forma que mejor convenga a las condiciones de propagación del enlace (una disposición típica consistiría en tomar pares alternos, lo que proporcionaría una separación de 340 Hz entre las frecuencias);

Nota. — Los trabajos teóricos hechos en Japón indican un desplazamiento de frecuencia óptimo de $0,8 B$ (Hz), siendo B la velocidad de modulación en baudios; esto daría una anchura de banda mínima necesaria igual a B (Hz) en los puntos a -3 dB. Trabajos de laboratorio y mediciones efectuadas en el circuito sincrónico ARQ Francfort-Osaka confirman estas conclusiones.

CUADRO I*

Frecuencias centrales de los canales de telegrafía armónica con modulación por desplazamiento de frecuencia, con separación de 170 Hz entre canales e índice de modulación de 0,8, aproximadamente

(Desplazamiento de frecuencia: $\pm 42,5$ Hz o ± 40 Hz)

Posición del canal	Frecuencia central (Hz)	Posición del canal	Frecuencia central (Hz)
1	425	8	1615
2	595	9	1785
3	765	10	1955
4	935	11	2125
5	1105	12	2295
6	1275	13	2465
7	1445	14	2635
		15	2805

RECOMENDACIÓN 456

TRANSMISIÓN DE DATOS A 1200/600 BITIOS/S EN LOS CIRCUITOS DE ONDAS DECAMÉTRICAS QUE UTILIZAN SISTEMAS DE TELEGRAFÍA ARMÓNICA MULTICANAL POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA

(1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que los efectos de las variaciones aleatorias y de las perturbaciones del medio de propagación de las ondas decamétricas, en especial la distorsión debida a la propagación por trayectos múltiples, no permiten generalmente utilizar la transmisión en serie de datos binarios con regímenes binarios de 1200 ó 600 bitios/s;
- b) Que los sistemas sincrónicos de telegrafía armónica multicanal por desplazamiento de frecuencia que funcionan a una velocidad de modulación de unos 100 baudios se utilizan corrientemente en los circuitos de ondas decamétricas;
- c) Que estos sistemas entrañan en la práctica una capacidad global que va hasta 1500 bitios/s;
- d) Que convienen, pues, para la transmisión de datos a los regímenes binarios normalizados de 1200 y 600 bitios/s y se utilizan efectivamente con este fin;

* Véase la Recomendación R.70 bis del C.C.I.T.T.

- e) Que la presencia de sistemas de multiplaje y de desmultiplaje o de prolongación por líneas terrestres en el conjunto del circuito puede introducir una distorsión del tiempo de propagación de grupo, y que esta distorsión máxima ocurre en el canal inferior y en el canal superior de un sistema de telegrafía armónica multicanal por desplazamiento de frecuencia,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que, para la transmisión de datos a regímenes binarios de 1200 ó 600 bitios/s por sistemas de multiplaje con distribución de frecuencia y desplazamiento de frecuencia, se conceda preferencia al sistema descrito en anexo;

Nota. — Previo acuerdo entre las administraciones pueden emplearse sistemas con un número diferente de canales, una separación distinta entre ellos y otras velocidades de modulación para la transmisión de datos a 1200/600 bitios/s.

2. Que la separación entre canales y las frecuencias centrales de los canales de este sistema se ajusten a las indicadas en el cuadro I de la Recomendación 436-1;
3. Que los canales 3 a 14, inclusive, del cuadro I de la Recomendación 436-1, se utilicen para la transmisión de datos.

ANEXO

1. Descripción del sistema

Para evitar una distorsión debida a la propagación por trayectos múltiples, que se produce cuando se transmiten directamente en serie trenes de datos binarios a grandes velocidades, el tren de bitios de llegada se convierte en cierto número de trenes de velocidad de modulación relativamente baja que después se transmiten simultáneamente en paralelo y se reagrupan en una salida única de datos en serie en el equipo terminal receptor.

Esto permite mantener en un valor aceptable la velocidad de modulación de los canales establecidos en el circuito de ondas decamétricas.

En la fig. 1 se reproduce el esquema de principio de un sistema con un régimen binario de 1200 bitios/s.

2. Convertidor serie-paralelo para una transmisión a 1200 bitios/s

Del lado transmisión, el tren de datos de llegada a 1200 bitios/s se aplica a un registro de desplazamiento de 12 bitios. De 12 en 12 bitios (es decir, cada 10 ms), el contenido de este registro se transmite en paralelo a un registro de almacenamiento de 12 bitios, cuya salida está conectada a los 12 canales paralelos del sistema multicanal por desplazamiento de frecuencia.

La sincronización de los bitios del registro de desplazamiento puede:

- 2.1 Extraerse de las transiciones del tren de datos, a condición de que, según toda probabilidad, éste no comprenda intervalos demasiado largos durante los que no haya transición (es decir, estado permanente « 1 », o estado permanente « 0 »);
- 2.2 Obtenerse a partir de una señal de sincronización de los bitios eventualmente transmitidos por la fuente de datos;
- 2.3 Producirse por un reloj interior, en cuyo caso se aplica una señal de sincronización de salida en retorno a la fuente de datos.

Los impulsos de transferencia paralelos se obtienen a partir de la señal de sincronización de los bitios por un proceso de división numérica. En caso necesario, esta información de sincronización de trama puede transmitirse por un canal suplementario del sistema de desplazamiento de frecuencia.

3. Disposición de los canales para una transmisión a 1200 bitios/s

Los 12 canales del sistema de desplazamiento de frecuencia, utilizados para transmitir la información de datos, que funciona cada uno a una velocidad de modulación de 100 baudios, son los numerados 3 a 14 en el cuadro I de la Recomendación 436-1; el canal 3 corresponde al primer bitio (en el tiempo) de cada secuencia de 12 bitios; el canal 4 al segundo bitio de esta secuencia, y así sucesivamente. El espectro ocupado por estos canales coincide con la porción de la banda de frecuencias de telegrafía armónica menos afectada por la distorsión de tiempo de propagación de grupo, producida por los filtros de multiplaje y de desmultiplaje o por las líneas terrestres que a veces se insertan entre los equipos terminales y el transmisor o el receptor radioeléctrico.

4. Convertidor paralelo-serie para una transmisión a 1200 bitios/s

El convertidor paralelo-serie del equipo terminal de recepción está destinado a cumplir las funciones siguientes:

- 4.1 Igualar el tiempo de propagación en cada uno de los 12 canales del sistema de desplazamiento de frecuencia;
- 4.2 Asegurar la sincronización de trama y la sincronización de los bitios extrayendo la información de sincronización de los canales de transmisión de datos (o, si ha lugar, del canal suplementario de sincronización de trama);
- 4.3 Asegurar el muestreo de las señales a la salida de los 12 canales de transmisión de datos, almacenar los datos de dicho muestreo en un registrador de almacenamiento de 12 bitios, transferir los datos almacenados al registrador de desplazamiento de 12 bitios, una vez por intervalo de trama (10 ms), y presentar los datos en serie.

Hay que prever un equipo terminal de salida para la sincronización de los bitios del equipo de datos asociado, que quizá necesite una señal de sincronización especial.

5. Transmisión de datos a 600 bitios/s

Para la transmisión de datos a 600 bitios/s, se puede elegir entre los siguientes modos de funcionamiento:

- 5.1 Utilizar 6 canales en vez de 12 del sistema de desplazamiento de frecuencia;
- 5.2 Utilizar los 12 canales del sistema de desplazamiento de frecuencia con duplicación de los canales para asegurar la diversidad de frecuencia dentro de banda;
- 5.3 Utilizar los 12 canales del sistema de desplazamiento de frecuencia reduciendo a 50 baudios la velocidad de modulación en cada canal de 100 baudios;
- 5.4 Utilizar los 12 canales del sistema de desplazamiento de frecuencia empleando para la corrección de los errores, o para su detección y corrección, un método de codificación binario.

El modo de funcionamiento descrito en el § 5.1 permite asegurar la transmisión de dos trenes independientes de datos a 600 bitios/s en una sola banda telefónica de 3 kHz. Los modos de funcionamiento descritos en los §§ 5.2 y 5.3 aseguran una mejor calidad de transmisión (es decir, una menor proporción de errores); requieren, como máximo, un pequeño equipo suplementario, pero exigen una banda de frecuencia más ancha. En los casos en que la proporción de errores deba reducirse al mínimo, se concederá la preferencia a la codificación redundante (si ha lugar, con diversidad en el tiempo) descrita en el § 5.4.

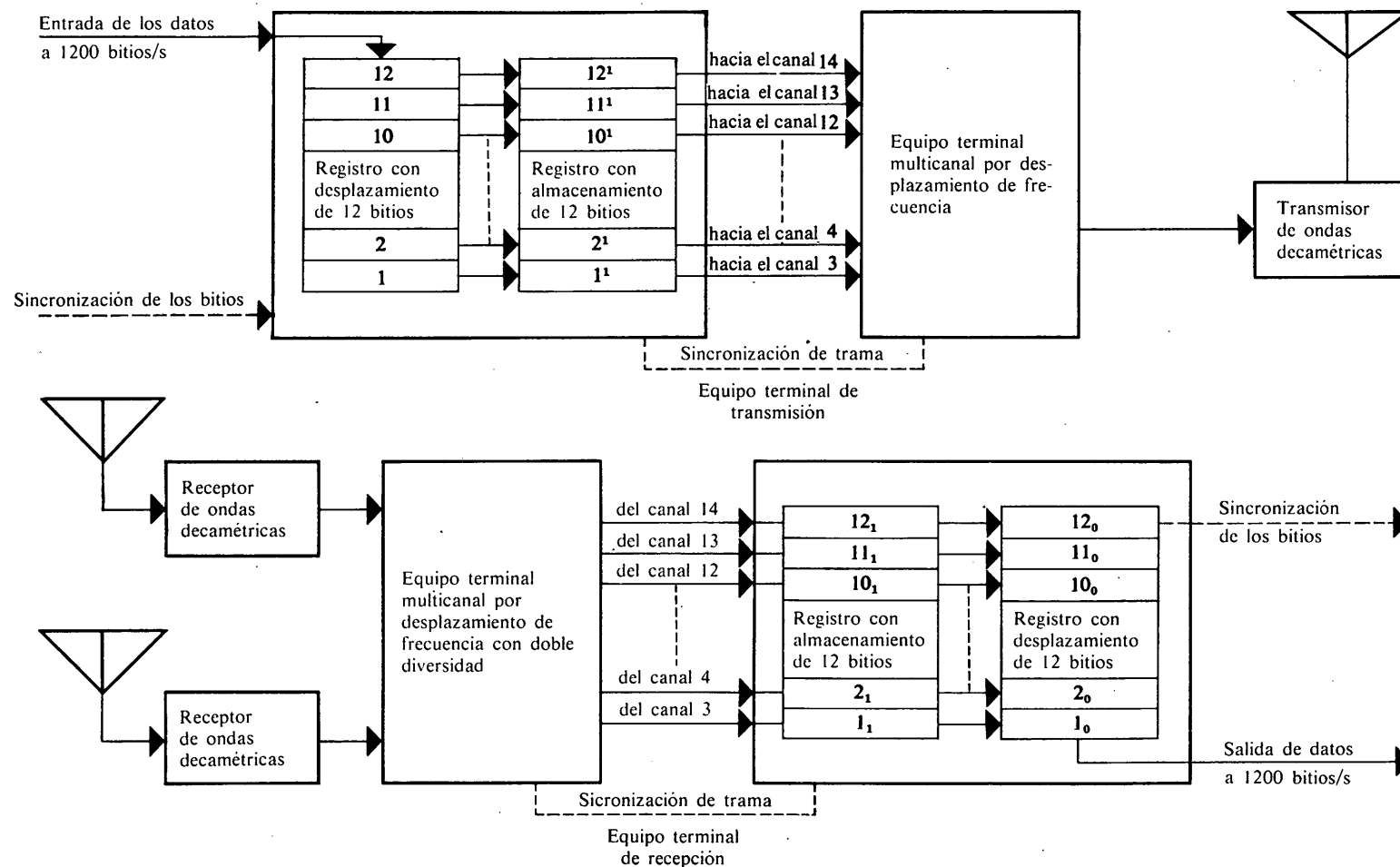


FIGURA 1

Sistema de transmisión de datos que funciona a 1200 bits/s

3C: Informes

INFORME 19-1*

**TELEGRAFÍA ARMÓNICA EN LOS CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS
DE ONDAS DECAMÉTRICAS**

(Programa de estudios 17A-1/3)

(1953 — 1966)

En principio, los sistemas de telegrafía armónica descritos en las Recomendaciones R.35, R.35 bis, R.36, R.37, R.38A y R.38B del C.C.I.T.T., pueden utilizarse en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas; pero a este respecto hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Las características de funcionamiento especificadas en las Recomendaciones del C.C.I.R. difieren, por lo general, de la práctica seguida en el C.C.I.T.T.
2. Los valores indicados en las Recomendaciones del C.C.I.T.T. para la relación entre la separación de frecuencia y la velocidad nominal de modulación son superiores al utilizado normalmente para los sistemas de manipulación por desplazamiento de frecuencia y multiplaje por distribución de frecuencia, que funcionan en los circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas. En consecuencia, los sistemas especificados por el C.C.I.T.T. serán más sensibles a la influencia del ruido que los sistemas de canales más estrechos propuestos por el C.C.I.R., y menos sensibles, en cambio, a los efectos de la propagación por trayectos múltiples. Además, el número de canales utilizables en una determinada anchura de banda será menor.
3. Teniendo en cuenta que los desvanecimientos no influyen generalmente en el funcionamiento de los sistemas C.C.I.T.T., es posible que los filtros de recepción proporcionen insuficiente protección contra las interferencias entre canales, cuando se trata de desvanecimientos selectivos. Además, sería necesario ampliar como mínimo en 10 dB la gama de niveles en que debe funcionar el receptor de canal.
4. Los sistemas destinados a funcionar en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas deberían tener características que permitiesen adaptarlos a la recepción por diversidad.

Es indudable que unas normas comunes para los sistemas metálicos y los sistemas radioeléctricos pueden parecer prácticas, pero las disposiciones resultarían poco económicas por la divergencia de especificaciones indicada anteriormente. Las características de la transmisión radioeléctrica son apropiadas para la utilización de circuitos entre puntos fijos, por el modo sincrónico, y con regeneración en la estación de recepción radioeléctrica, que sería lo ideal. A esto se opone la condición que han de satisfacer los sistemas metálicos terrestres, y es la posibilidad de conectar en serie los canales, sin regeneración, y de transmitir señales arrítmicas con una calidad de funcionamiento aceptable.

INFORME 42-2*

**UTILIZACIÓN DE CIRCUITOS RADIOTELEGRÁFICOS CON APARATOS
ARRÍTMICOS DE CINCO UNIDADES A 50 BAUDIOS**

(Programa de estudios 17A-1/3)

(1953 — 1956 — 1963 — 1966 — 1970)

Los principales factores que determinan la proporción de errores de una transmisión radiotelegráfica se derivan de las siguientes causas:

- la propagación radioeléctrica es de naturaleza esencialmente variable;
- en la recepción se presentan señales no deseadas, de ruido o interferencia.

* Adoptado por unanimidad.

1. Las variaciones de la propagación tienen como resultado la recepción de una señal compleja formada por la superposición de señales procedentes de varios trayectos de propagación, con retrasos diferenciales que pueden alcanzar varios milisegundos (véase el Informe 203). Por estas razones, la señal telegráfica producida a la salida del demodulador tiene una distorsión aleatoria cuyo valor límite es prácticamente independiente de la relación señal/ruido.

Los sistemas arrítmicos son particularmente sensibles a esta forma de distorsión, por la pérdida de sincronismo que puede producir la mutilación de un elemento de arranque o de parada (véase el Informe 195, fig. 4).

2. Varias administraciones han tenido en servicio, durante varios años, en ciertos circuitos de ondas decamétricas, equipos con una separación entre canales de 120 Hz cuyas frecuencias centrales y desplazamientos de frecuencia se indican en el cuadro I.

CUADRO I*

Frecuencias centrales (Hz) de los canales de telegrafía armónica por desplazamiento de frecuencia con una separación de canales de 120 Hz y un índice de modulación de 1,4, aproximadamente

(Desplazamiento de frecuencia: ± 35 Hz o ± 30 Hz)

Posición del canal	Frecuencia central (Hz)	Posición del canal	Frecuencia central (Hz)
1	420	11	1620
2	540	12	1740
3	660	13	1860
4	780	14	1980
5	900	15	2100
6	1020	16	2220
7	1140	17	2340
8	1260	18	2460
9	1380	19	2580
10	1500	20	2700

INFORME 195 **

ANCHURAS DE BANDA Y RELACIONES SEÑAL/UIDO EN SISTEMAS COMPLETOS

Previsión del funcionamiento de los sistemas telegráficos de acuerdo con su anchura de banda y con la relación señal/ruido

(Programa de estudios 1A-2/3)

(1959 – 1963)

1. El Programa de estudios 1A-2/3 plantea cierto número de cuestiones cuyas respuestas podrían servir de punto de partida para apreciar el funcionamiento de sistemas completos. Esas cuestiones contienen expresiones como «*servicio de excelente calidad*», que pueden interpretarse de modo diverso según la naturaleza del tráfico que se curse por el sistema y las necesidades de explotación. El presente Informe no tiene por objeto examinar con detalle esas cuestiones, sino que, habida cuenta de los trabajos realizados recientemente sobre sistemas telegráficos, tiende a sentar las bases de un método más objetivo de especificación del funcionamiento de tales sistemas.

Gracias a los estudios teóricos que se han hecho sobre los mecanismos de detección de las señales telegráficas en presencia de un ruido de distribución gaussiana [Kotelnikov, 1947; Law, 1957], es posible actualmente describir el funcionamiento de un sistema considerando la proporción de errores como una función de la relación señal/ruido inmediatamente antes del detector. El término «detector» se emplea aquí en un sentido muy amplio: el detector podría ser, por ejemplo, un discriminador-limitador. Resulta

* Véase la Recomendación R.70 bis del C.C.I.T.T.

** Adoptado por unanimidad.

cómodo, pues, emplear una magnitud que llamaremos «relación señal/ruido normalizada», R , definida como el cociente de la media de las energías propias de las señales de trabajo y de reposo por la potencia de ruido en la unidad de anchura de banda. Para sistemas que utilizan dos señales igualmente probables de igual energía, esta relación también es igual a la relación de potencia señal/ruido por baudio y por unidad de anchura de banda, o bien a la relación de potencia señal/ruido por unidad de anchura de banda, dividida por el número de baudios. Se pueden, por tanto, comparar directamente incluso receptores que funcionen a velocidades diferentes.

Por otra parte, los estudios realizados han demostrado que es posible describir el funcionamiento de un receptor telegráfico por medio de un parámetro único. A este parámetro se le ha dado el nombre de «factor de demodulación», y es la cantidad (en dB) que la relación señal/ruido (normalizada), aplicada al receptor estudiado, excede de la aplicada al receptor ideal del mismo tipo para la misma proporción de errores en los elementos. Debemos distinguir aquí los receptores coherentes de los receptores incoherentes. El receptor coherente conoce *a priori* la fase de la onda elemental. Se admite que los elementos de trabajo y de reposo son igualmente probables.

1.1 Recepción coherente. Sin desvanecimiento

Sean $x_1(t)$ y $x_2(t)$ las formas de onda de las dos señales, τ el intervalo unitario (duración de un elemento) y N la potencia de ruido por Hz. Si:

$$y^2 = \frac{1}{4N} \int_0^\tau [x_1(t) - x_2(t)]^2 dt,$$

la proporción de errores en los elementos P_e viene dada por:

$$P_e = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_y^\infty e^{-z^2} dz = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} y = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \operatorname{erf} y.$$

Esta proporción de errores puede expresarse en función de R mediante la fórmula:

$$P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} (\alpha R)^{\frac{1}{2}};$$

- para una modulación por inversión de fase $\alpha_1 = 1$;
- para manipulación por desplazamiento de frecuencia con dos señales ortogonales, $\alpha_2 = 1/2$;
- para manipulación de amplitud (por interrupción de la portadora), se tiene también $\alpha_3 = 1/2$;

La función de error complementario puede representarse con gran aproximación, para grandes valores de R , por una curva exponencial:

$$P_e \approx \frac{1}{2(\pi\alpha R)^{\frac{1}{2}}} e^{-\alpha R}$$

1.2 Recepción incoherente. Sin desvanecimiento

Para la recepción incoherente de una señal estable, la proporción de errores tiene la forma:

$$P_e = \frac{e^{-\alpha R}}{2}$$

También aquí:

- para el caso [Lawton, 1959] de la modulación por inversión de fase, $\alpha_1 = 1$;
- para la recepción con filtro adaptado y detección de la envolvente [Reiger, 1953] de una manipulación por desplazamiento de frecuencia, $\alpha_2 = 1/2$ (con manipulación por desplazamiento de frecuencia de banda estrecha, con valores del desplazamiento del orden de $\frac{0,8}{\tau}$, el efecto de la correlación hace que los resultados sean algo mejores);
- para la modulación de amplitud, se tiene aproximadamente [Reiger, 1953] $\alpha_3 = 1/2$.

1.3 Recepción en diversidad coherente. Desvanecimiento uniforme

Se admite que los desvanecimientos obedecen a la ley de distribución de Rayleigh, que son independientes en los distintos canales (pero que son idénticos para las señales de trabajo y de reposo), que las energías medias son las mismas en todos los canales (mientras está presente la señal) y que los desvanecimientos son tan lentos con relación a la velocidad de modulación que puede considerarse constante la potencia de la señal en la duración de un elemento. Los niveles de salida de los diferentes canales se suponen ponderados según la energía de la señal, y luego combinados (combinación según la relación máxima).

Para el desvanecimiento del tipo Rayleigh y un solo receptor, la proporción de errores es:

$$P_{e1} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha R}{\alpha R + 1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

En doble diversidad:

$$P_{e2} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha R \left(\alpha R + \frac{3}{2} \right)^2}{(\alpha R + 1)^3} \right)^{\frac{1}{2}}$$

En triple diversidad:

$$P_{e3} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha R \left[\alpha^2 R^2 + \frac{5}{2} \alpha R + \frac{5}{2} \frac{3}{2} \frac{1}{(2!)} \right]}{(\alpha R + 1)^5} \right)^{\frac{1}{2}}$$

En cuádruple diversidad:

$$P_{e4} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha R \left[\alpha^3 R^3 + \frac{7}{2} \alpha^2 R^2 + \frac{7}{2} \frac{5}{2} \frac{1}{(2!)} \alpha R + \frac{7}{2} \frac{5}{2} \frac{3}{2} \frac{1}{(3!)} \right]}{(\alpha R + 1)^7} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Para grandes valores de R , se pueden reemplazar estas ecuaciones, con bastante aproximación, por las siguientes:

$$P_{e1} = \frac{1}{4\alpha R}; P_{e2} = 3 P_{e1}^2 = \frac{3}{(4\alpha R)^2}; P_{e3} = 10 P_{e1}^3 = \frac{10}{(4\alpha R)^3}; P_{e4} = 35 P_{e1}^4 = \frac{35}{(4\alpha R)^4}$$

En la definición de R , conviene reemplazar, respectivamente, la energía de la señal y la potencia de la señal por la energía media de la señal y la potencia de la señal en cada canal de diversidad.

En la fig. 1 se representan las curvas fundamentales para la recepción ideal coherente de señales con manipulación por desplazamiento de frecuencia en presencia de desvanecimiento ($\alpha = 1/2$), para sistemas de diversidad simple, doble, triple y cuádruple.

1.4 Recepción incoherente. Desvanecimiento uniforme

Para la recepción incoherente, la proporción de errores, en las condiciones indicadas en el § 1.3 anterior (combinación según la relación máxima) viene dada por las ecuaciones siguientes:

$$P_{e1} = \frac{1}{2(1 + \alpha R)}, \text{ desvanecimiento del tipo Rayleigh, un solo receptor,}$$

$$P_{e2} = \frac{1}{2(1 + \alpha R)^2}, \text{ doble diversidad,}$$

$$P_{e3} = \frac{1}{2(1 + \alpha R)^3}, \text{ triple diversidad,}$$

$$P_{e4} = \frac{1}{2(1 + \alpha R)^4}, \text{ cuádruple diversidad.}$$

Las curvas fundamentales son entonces las de la fig. 2, para la recepción de señales con manipulación por desplazamiento de frecuencia en presencia de desvanecimiento ($\alpha = 1/2$).

1.5 *Recepción coherente. Desvanecimientos independientes*

1.6 *Recepción incoherente. Desvanecimientos independientes*

Si se admite que las frecuencias de trabajo y reposo tienen una separación suficientemente grande para que los desvanecimientos en los dos canales sean independientes, entonces es posible la recepción independiente en los canales de trabajo y de reposo.

Si se mantienen además las hipótesis de los §§ 1.3 y 1.4, podemos deducir directamente de lo que precede los valores de las proporciones de errores. Pasar del caso de desvanecimientos uniformes al de desvanecimientos independientes, equivale a duplicar el orden de diversidad dividiendo por dos la potencia en cada canal de diversidad [Barrow, 1962].

2. **Factor de demodulación**

Si la curva de funcionamiento de un receptor real, en el caso de recepción coherente, es del tipo de función de error complementaria, un factor constante permite indicar el grado en que este receptor real difiere del receptor ideal; este factor constante es el mismo para todos los tipos de diversidad.

El factor de demodulación es también una constante cuando la curva de funcionamiento de un receptor real, en el caso de recepción incoherente, es del tipo exponencial.

Law y otros [1957] ha descrito un equipo que permite medir en el laboratorio el factor de demodulación mediante un simulador de desvanecimiento. Puede conocerse igualmente este factor de demodulación mediante el cálculo, partiendo de datos de funcionamiento del receptor en ausencia de desvanecimiento (véase el anexo).

En el presente Informe hemos considerado sólo el caso de la combinación según la relación máxima. En la literatura técnica [Brennan, 1959] puede hallarse una comparación de este tipo de diversidad con la diversidad de igual ganancia y con selección. Para el caso de la combinación de igual ganancia, la pérdida parece ser de 1 dB aproximadamente.

La calidad de funcionamiento de un circuito se expresa corrientemente en proporción de errores en los caracteres. Los cálculos realizados con las funciones de probabilidad aplicables a estos problemas, permiten pasar sin dificultad de la proporción de errores en los elementos a la proporción de errores en los caracteres para distintos códigos telegráficos; de este modo se obtiene una relación simple entre la relación señal/ruido y el número de errores en el texto impreso. El caso especial en que los errores se presentan en los elementos de manera aleatoria, representa una condición límite interesante a la que es posible aproximarse mucho cuando la proporción de errores es pequeña.

En las figs. 3 y 4 se indican las relaciones que existen entre la proporción de errores en los elementos y la proporción de errores en los caracteres.

En la fig. 3, la curva 1 representa, para un sistema sincrónico de 7 unidades, el límite superior de la proporción de errores en los caracteres cuando los errores en los elementos se presentan de forma aleatoria. Hay que especificar aquí que la proporción de errores en los caracteres se define como el número de caracteres sujetos a error a la salida del detector, lo que significa que un error en «letras» o «cifras» se cuenta sólo como una unidad, igual que el que se produce en el retroceso del carro o en el cambio de renglón. Sin embargo, si los desvanecimientos son tales que producen errores agrupados, la curva que expresa la relación entre las proporciones de errores en los elementos y las proporciones de errores en los caracteres es asintótica a la curva 2, que ha sido calculada suponiendo que los niveles de las señales permanecen constantes en la duración de un carácter. La curva 1 es adecuada para una proporción de errores en los elementos inferior a 10^{-3} .

En la fig. 4, los límites superiores se indican como sigue:

- curva 1: para un código sincrónico de cinco unidades: $P_c \approx 5P_e$;
- curva 2: para un código de siete unidades: $P_c \approx 7P_e$;
- curva 3: para un código arrítmico de cinco unidades, con impresión en cinta y teniendo en cuenta los errores producidos por las pérdidas de sincronización, que se agregan a los simples errores en los caracteres: $P_c \approx 17P_e$;

- curva 4: para un código arrítmico de cinco unidades, con impresión en página, es decir, teniendo en cuenta los errores suplementarios debidos a fallos en el retroceso automático del carro y en el avance automático del papel. Como en las curvas precedentes, los errores en «letras» o «cifras», se cuentan aquí únicamente como una unidad: $P_e \approx 34P_e$.

A continuación figura un ejemplo práctico que muestra la aplicación de estas curvas. Conviene subrayar que este ejemplo ilustra el método que permite hacer una fase de los cálculos necesarios para proyectar un circuito que tenga la calidad deseada, pero que el factor de demodulación del receptor debe obtenerse por medición.

Consideremos primero el caso general de la recepción de una señal estable.

Sea: R_o , la relación señal/ruido antes de la detección (dB);

R_n , la relación señal/ruido normalizada correspondiente a R (dB);

$$R_n = 10 \log R;$$

S , la velocidad de modulación en baudios (elementos/segundo);

B , la anchura de banda del receptor antes de la detección, expresada en hertzios;

D , el factor de demodulación del receptor para la velocidad de modulación anterior, en dB;

se tendrá:
$$R_o = R_n + 10 \log_{10} \left(\frac{S}{B} \right) + D \quad (1)$$

Ejemplo:

Un receptor coherente que posee una anchura de banda de 1000 Hz antes de la demodulación, se utiliza en triple diversidad para señales a 50 baudios del tipo sincrónico de 5 unidades. El factor medido de demodulación de ese receptor, para esta velocidad de manipulación, es de 10 dB. Se puede admitir una proporción de errores en los caracteres de 10^{-4} . ¿Cuál debe ser la relación señal/ruido antes de la detección?

Puede verse en la fig. 4 que la proporción de errores correspondiente en los elementos es de 2×10^{-5} . En la fig. 1 se observa que un receptor ideal utilizado en triple diversidad da una proporción de errores en los elementos de 2×10^{-5} para un valor de $R_n = 16$ dB.

Empleando la ecuación (1),

$$R_o = R_n + 10 \log_{10} \left(\frac{S}{B} \right) + D$$

y, con los valores anteriores, se halla que:

$$R_o = 16 - 13 + 10 = 13 \text{ dB.}$$

Esta es la relación señal/ruido requerida por cada canal de diversidad. Después de la combinación, esta relación señal/ruido será $3R_o$, ó 18 dB.

3. Conclusiones

Para hacer extensivos estos estudios a los casos de ruidos distintos del ruido de origen térmico, acaso haya que utilizar más parámetros que permitan describir de una manera completa el funcionamiento del sistema. Sin embargo, es evidente:

- que el funcionamiento de los circuitos telegráficos debería evaluarse con relación a la proporción de errores en los caracteres indicada y que, para la planificación técnica de los circuitos y para la concepción de los equipos, es preferible expresarlos refiriéndose a las correspondientes proporciones de errores en los elementos;
- que el método indicado en el presente Informe constituye un punto de partida útil para establecer un método objetivo de determinación del funcionamiento de los sistemas telegráficos.

ANEXO

Si no se dispone de un simulador de desvanecimientos, es posible obtener un valor aproximado de la proporción de errores en los elementos en presencia de desvanecimiento basándose en los resultados experimentales obtenidos con una señal estable. Estos resultados permiten expresar la proporción de errores en los elementos en forma de una función de distribución $g(R)$ de la relación señal/ruido normalizada R .

Si, suponiendo una recepción coherente, se puede poner esta función $g(R)$ en la forma de:

$$g(R) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} (bR/2)^{\frac{1}{2}}$$

el factor de demodulación es entonces constante, es decir, $10 \log b$, e independiente del orden de diversidad.

En la práctica no suele presentarse este caso, y el factor de demodulación es una función de R y de q (orden de diversidad). No obstante, si se desarrollan los cálculos expuestos en la referencia bibliográfica [Law, 1957], puede demostrarse que, por regla general, la proporción de errores en los elementos en el caso de diversidad de orden q será:

$$P_{eq} = [(q-1)! N^q]^{-1} \int_0^\infty y^{q-1} e^{-y/R} g(y) dy$$

Para grandes valores de la relación señal/ruido, o para una pequeña proporción de errores, puede obtenerse la siguiente expresión aproximada para el factor de demodulación D_q con diversidad de orden q :

$$(D_q)^q = [2^q \cdot q! / (2q-1)!] \int_0^\infty y^{q-1} g(y) dy$$

Las funciones de distribución medidas con señal estable pueden expresarse en la forma:

$$g(R) = \sum a_k e^{-b_k R}$$

luego, para grandes valores de R :

$$(D_q)^q = [2^q \cdot q! (q-1)! / (2q-1)!] \sum \frac{a_k}{b_k^q}$$

Para otras formas de la función $g(R)$ pueden efectuarse cálculos análogos.

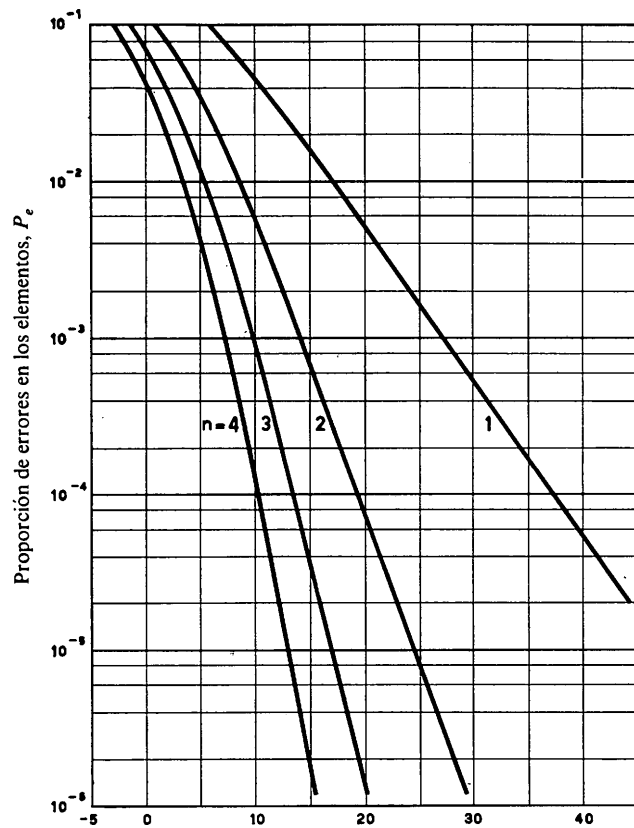
En el caso de una recepción incoherente, el razonamiento es exactamente el mismo. La respuesta es tan simple como en el caso anterior si se puede expresar en una forma exponencial única la proporción de errores en presencia de una señal estable.

Si la proporción de errores es más compleja y da lugar a una suma de exponenciales, como en el caso descrito anteriormente, el factor de demodulación se expresa en la siguiente forma:

$$(D_q)^q = \sum \frac{a_k}{2} (2 b_k)^q$$

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROW, B. B. [marzo de 1962] Error probabilities for data transmission over fading radio paths. Tesis, Delft, Países Bajos.
- BRENNAN, D. G. [junio de 1959] Linear diversity combining techniques. *Proc. IRE*, Vol. 47, 1075-1102.
- KOTELNIKOV, V. A. [enero de 1947] Theory of optimum noise-immunity. Tesis, Moscú, U.R.S.S.
- LAW, H. B. [marzo de 1957] The detectability of fading radiotelegraph signals in noise. *Proc. I.E.E.*, Vol. 104B, 130-140.
- LAW, H. B., LEE, F. J., LOOSER, R. C. y LEVETT, F. A. W. [marzo de 1957] An improved fading machine. *Proc. I.E.E.*, Vol. 104B, 117-123.
- LAWTON, J. G. [febrero de 1959] Theoretical error-rates of « differentially coherent » binary and « Kineplex » data transmission systems. *Proc. IRE*, Vol. 47, 333-334.
- REIGER, S. [1953] Error probabilities of binary data transmission systems in the presence of random noise. Convention Record of the IRE, Point 9, 72-79.



Relación señal/ruido normalizada para cada canal de diversidad (dB)
 $R_n = 10 \log R$ (n = número de canales de diversidad)

FIGURA 1
Recepción coherente

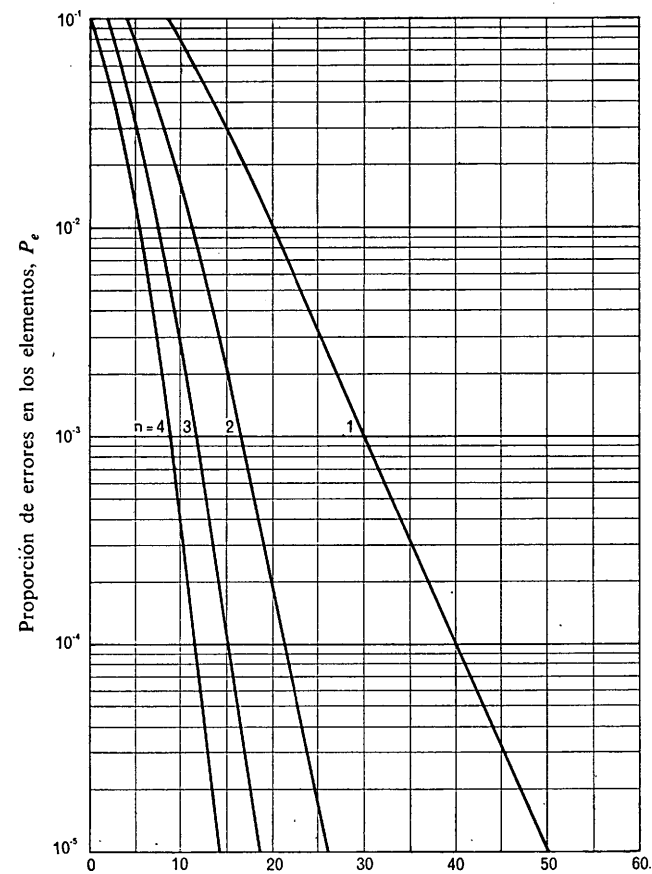


FIGURA 2
Recepción incoherente

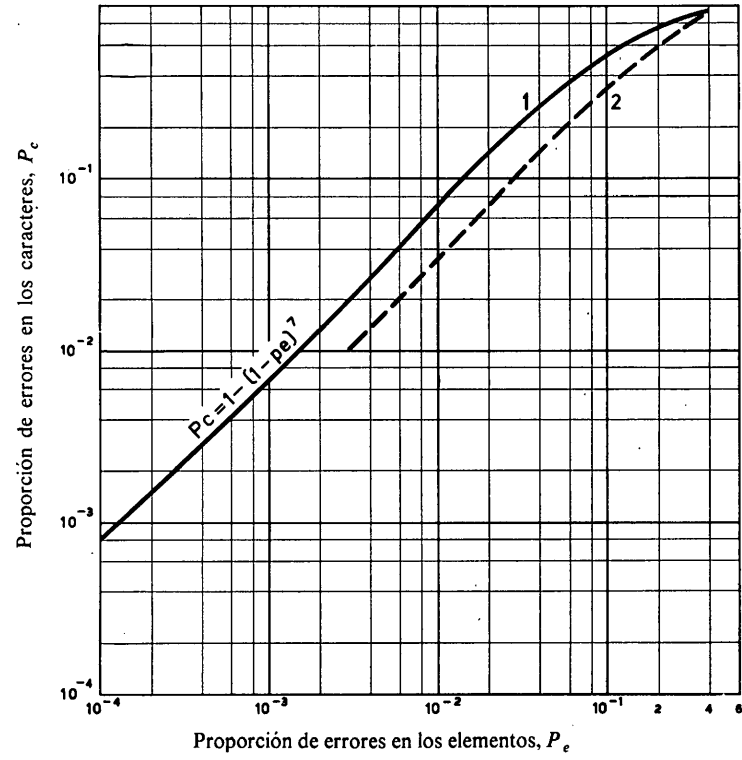


FIGURA 3

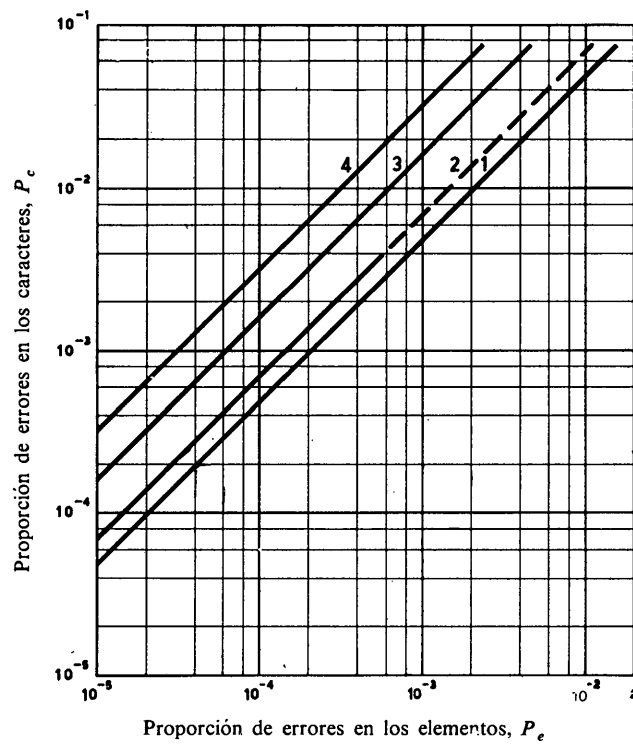


FIGURA 4

1. Código sincrónico de 5 unidades
2. Código sincrónico de 7 unidades
3. Código arritmico de 5 unidades; impresión en cinta
4. Código arritmico de 5 unidades; impresión en página

INFORME 197-3*

**FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LOS SISTEMAS
COMPLETOS DEL SERVICIO FIJO**

(Programa de estudios 1A-2/3)

(1963 - 1966 - 1970 - 1974)

1. Urgente necesidad de información

Se señala a la atención de las administraciones la urgente necesidad de que faciliten la información solicitada en el Programa de estudios 1A-2/3 para varias clases de emisión. Conviene dar prioridad a la definición de las relaciones de protección mínimas para otras clases de emisión en condiciones estables, según se pide en el anexo a dicho Programa de estudios. No parece que ninguna administración pueda facilitar todas las respuestas, pero las que envíen, aunque sean parciales, serán de gran utilidad y permitirán mejorar los cálculos de probabilidad de interferencias perjudiciales y el estudio de las posibilidades de compartición.

La Comisión de estudio 3 necesita también información para completar y actualizar las Recomendaciones 240-2 y 339-3.

Los documentos recibidos sólo permiten formular una respuesta muy incompleta a algunas de las cuestiones planteadas.

2. Número de errores de transposición en los sistemas de control automático de repetición

El estudio del factor de eficacia de un circuito TOR en condiciones de relación señal/ruido variable, ha permitido establecer una relación entre la eficacia v , es decir, la probabilidad de que un carácter se imprima correctamente, y la probabilidad correspondiente p de que se imprima un carácter erróneo por transposición [Van Duuren, 1961]. Se obtienen límites teóricos distintos para desvanecimientos uniformes, para desvanecimientos sin correlación y para desvanecimientos selectivos.

Se ha demostrado experimentalmente que, en condiciones normales de tráfico, los resultados son muy parecidos a los que pueden preverse para desvanecimientos uniformes o se hallan entre los correspondientes a desvanecimientos uniformes y a desvanecimientos sin correlación. En condiciones desfavorables, los resultados se aproximan más a los que se pueden prever para desvanecimientos sin correlación.

En las figs. 1 y 2 la variación de p en función de v , tal y como se mide en los canales de banda estrecha manipulados por desplazamiento de frecuencia, se representa para los diferentes modos de recepción. La impureza, es decir, la probabilidad (p/v) de que en la recepción se observe un error en los caracteres impresos, se representa entonces en función de v . Así, si se conoce la eficacia del circuito, se puede prever el número de caracteres impresos erróneos.

La fig. 1 muestra, expresado en impurezas, que la calidad de la recepción sin diversidad en presencia de desvanecimientos uniformes es inferior a la que se obtiene con la recepción por diversidad. Dado que los desvanecimientos afectan tanto a las frecuencias de reposo como a las frecuencias de trabajo, la recepción por diversidad dará mejores resultados en el canal en que la señal tenga un nivel más elevado, lo que mejorará a la vez la pureza y la eficacia de la recepción.

La fig. 2 ilustra el comportamiento en presencia de desvanecimientos selectivos. Se produce aquí el fenómeno inverso. La recepción por diversidad aumenta el grado de impureza que cabe esperar con un determinado valor de v . Por consiguiente, aunque la recepción por diversidad aumente la eficacia del circuito, la impureza de la señal en función de v no disminuirá en las mismas proporciones que con la recepción simple.

Para canales telegráficos en los que se produzcan ráfagas de errores, el procedimiento Markov de dos estados significativos constituye un modelo adecuado de cálculo [Van Duuren, 1966]. En uno de estos estados la probabilidad de error es de 0,5 y en el otro canal está libre de error. Además, puede tomarse en consideración una tercera decisión cuando no se está suficientemente seguro de haber recibido una señal de trabajo o de reposo. Este permite creer que la adopción de esta tercera posibilidad reduciría considerablemente la aparición de errores no detectados a la salida de un canal de ARQ.

* Adoptado por unanimidad.

Se han efectuado cálculos para desvanecimientos selectivo y no selectivo y se han comparado sus resultados con los de varios circuitos experimentales. Los resultados obtenidos con el modelo para desvanecimiento selectivo concuerdan perfectamente con la curva experimental. Los valores de la probabilidad de error en el caso de desvanecimiento no selectivo son del orden de 50-100 más elevados en la región que ofrece interés práctico.

3. Cuadros para el cálculo de las envolventes de modulación de amplitud con distorsión

Si una señal formada por una frecuencia portadora única modulada en amplitud por una onda sinusoidal se propaga a través de un medio dispersivo (o un filtro), la envolvente sufre una distorsión. Puede apreciarse que esta distorsión depende de tres parámetros. Se han calculado 6270 ternas de valores para el contorno de la envolvente en 24 puntos, y también las armónicas, hasta la undécima [Egidi y Oberto, 1965 y 1969; Egidi y Oberto].

4. Proporción de errores en comunicaciones a larga distancia en ondas decamétricas

En los enlaces que funcionan en la banda 7 (ondas decamétricas), la distribución de los errores de transmisión en el tiempo no es, en general, estocástica sino por los periodos de mucha densidad de errores (ráfaga de errores), que alternan con periodos de poca intensidad. Las ráfagas de errores se producen cuando el canal de transmisión relativamente estrecho (para 100 baudios, por ejemplo) está perturbado por desvanecimientos selectivos, reduciéndose entonces temporalmente la relación señal/ruido hasta cierto umbral crítico o incluso menos. Por consiguiente, la distribución de los desvanecimientos permite sacar conclusiones en cuanto a la duración y a la frecuencia con que se producen las ráfagas de errores previsibles [Retting y Vogt, 1964]. La duración de un periodo de desvanecimiento corresponde al tiempo en que la amplitud recibida desciende por debajo de cierto nivel con relación al nivel medio de recepción.

Según la referencia [Retting y Vogt, 1964], la duración y la frecuencia de los desvanecimientos pueden ser muy variables. Los desvanecimientos de corta duración son mucho más frecuentes que los de larga duración. La fig. 3 muestra el número de desvanecimientos por minuto en función del nivel de la señal, para diferentes circuitos. Para un desvanecimiento de un nivel 10 dB inferior al nivel mediano, se producen aproximadamente ocho desvanecimientos por minuto en el enlace Nueva York-Francfort del Meno. El 1% solamente de todos los desvanecimientos observados en este enlace dura más de un segundo, mientras que la mitad de los desvanecimientos exceden 200 ms (fig. 4). Esto permite llegar a la conclusión de que el intervalo que separa dos desvanecimientos sucesivos, con una pequeña concentración de errores, es generalmente un múltiplo del periodo de desvanecimiento.

Los resultados experimentales obtenidos en la U.R.S.S. en comunicaciones radioeléctricas a larga distancia (1500-6000 km) en dirección oeste-este, muestran que la proporción de errores no depende sólo de la relación señal/ruido sino también de la distancia.

Tras establecer una clasificación de los estados en que puede encontrarse un circuito con ayuda de modelos de propagación, se han podido explicar las causas de esa dependencia. Se ha observado que el porcentaje de tiempo que representa la duración de los modelos que requieren una relación señal/ruido elevada en trayectos inferiores a 2000 km y superiores a 3000 km es claramente mayor que en los trayectos de longitud óptima (2000-3000 km). De las referencias [Konopleva y Khmelnsky, 1970; 1972] se deduce que esa correlación con la distancia es tanto mayor cuanto más elevada es la velocidad de transmisión.

5. Recepción por diversidad y coeficiente de correlación de la señal

Los experimentos realizados en la U.R.S.S. han puesto de manifiesto que el coeficiente de correlación de la señal R (para una separación entre antenas de 300 m) depende de la distancia y de la relación f_{ex}/MUF , donde f_{ex} es la frecuencia de explotación [C.C.I.R., 1966-1969].

Según estos experimentos, la eficacia de la recepción por diversidad disminuye notoriamente cuando $R > 0,6$. Para distancias inferiores a 1500 km, la probabilidad de que $R > 0,6$ alcanza el 18% y para distancias comprendidas entre 1500 y 3000 km, esta probabilidad se eleva al 31%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

C.C.I.R. [1966-1969] Doc. III/96, U.R.S.S.

EGIDI, C. y OBERTO, P. [febrero de 1965] Amplitude-modulation with the three spectral lines having any amplitude and phase. (Modulación de amplitud con tres líneas espectrales de amplitud y fase cualesquiera). Carta al redactor jefe. *Alta Frequenza*, 2, 152-160.

EGIDI, C. y OBERTO, P. [1969] Modulation envelopes. Tables of contours and harmonic components. (Envolventes de modulación. Cuadros de niveles y componentes armónicas). Carta al redactor jefe. *Alta Frequenza*, Vol. 38, 5.

EGIDI, C. y OBERTO, P. Modulation envelopes. Tables of contours and harmonic components. A bilingual edition in two volumes. (Envolventes de modulación. Cuadros de niveles y componentes armónicas. Edición bilingüe en dos volúmenes). *Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris*, Corso M. d'Azeglio, 42, Torino, Italia.

KONOPLEVA, E. N. y KHMELNITSKY, E. A. [1970] Vozmozhnye sostoyaniya kv kanala svyazi po usloviyam rasprostraneniya radiovoln (Estados posibles de un canal radioeléctrico según las condiciones de propagación). *Elektrosvyaz*, 12.

KONOPLEVA, E. N. y KHMELNITSKY, E. A. [1972] Modeli rasprostraneniya radiovoln na kv liniyax svyazi neoptimalnoi protyazhennosti (Modelo de propagación a través de los circuitos de ondas cortas de longitud distinta de la óptima). *Elektrosvyaz*, 1.

RETTING, H y VOGT, K. [1964] Schwunddauer und Schwundhäufigkeit bei Kurzwellenstrecken (Duración y frecuencia de los desvanecimientos en enlaces de ondas decamétricas). *NTZ*, 17, 57-62.

VAN DUUREN, H. C. A. [1961] Error probability and transmission speed on circuits using error detection and automatic repetition of signals. *IRE Trans. on Commun. Systems*, Vol. CS-9, 1, 44-48.

VAN DUUREN, H. C. A. [1966] Error control on high frequency radio channels. *Het P.T.T. Bedrijf*, Parte XIV, 65-72.

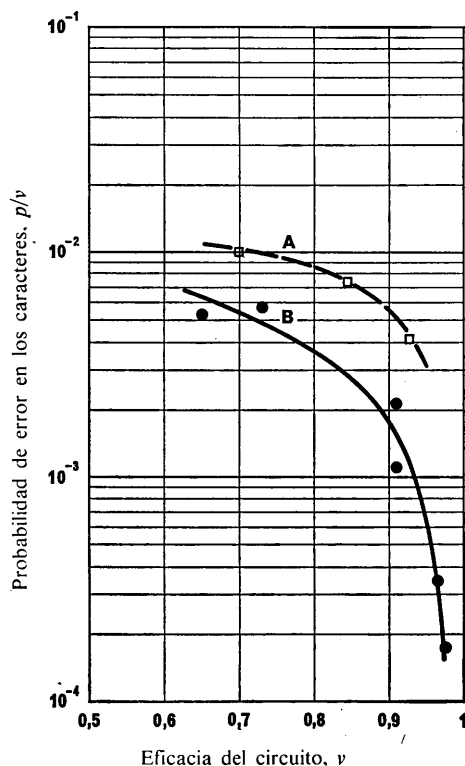


FIGURA 1

Probabilidad de error en los caracteres (p/v) en función de la eficacia del circuito, v , en presencia de desvanecimientos uniformes

Curvas A: Sin diversidad
B: Con doble diversidad

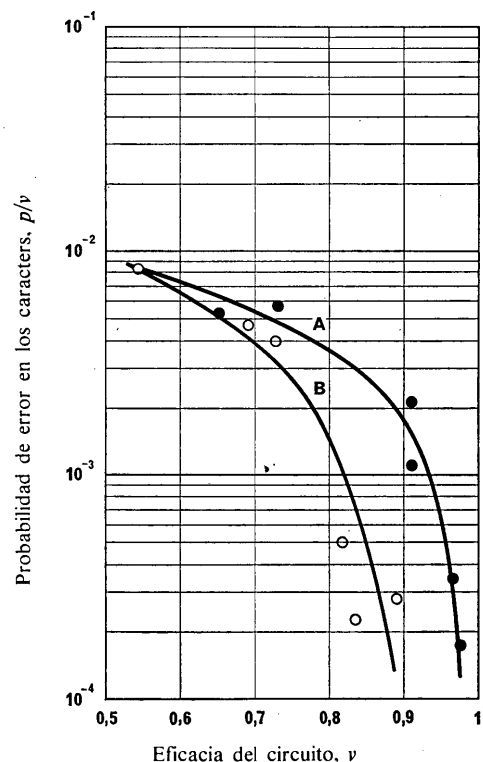


FIGURA 2

Probabilidad de error en los caracteres (p/v) en función de la eficacia del circuito, v , en presencia de desvanecimientos selectivos

Curvas A: Sin diversidad
B: Con doble diversidad, en frecuencia o en el espacio

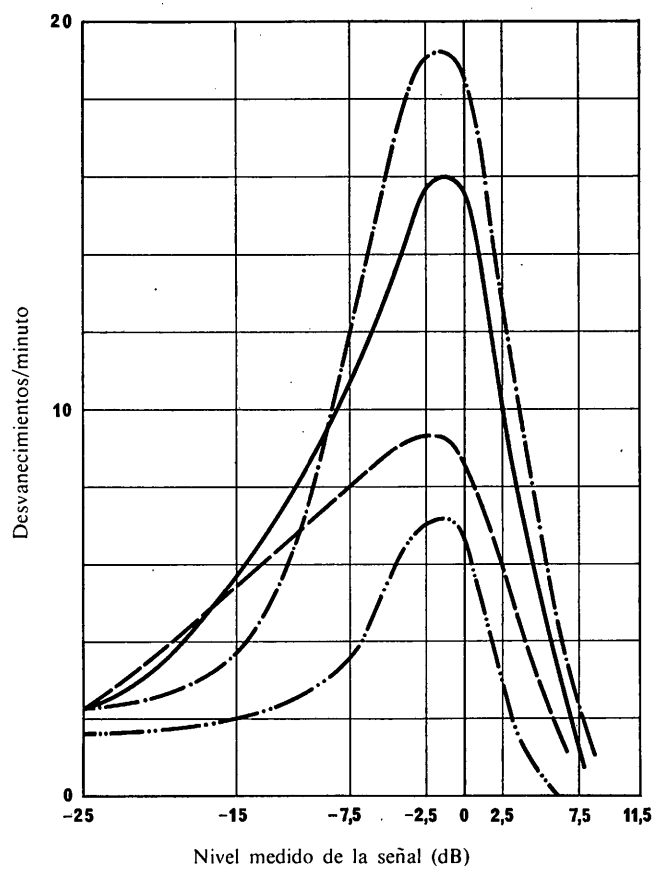


FIGURA 3

Número de desvanecimientos por minuto en función del nivel de la señal para diferentes circuitos (recepción: Frankfurt)

- · — · — Nueva York
- — — — — Seul
- · · — · · Buenos Aires
- · · · — · · Ankara/El Cairo para el mes de septiembre de 1961

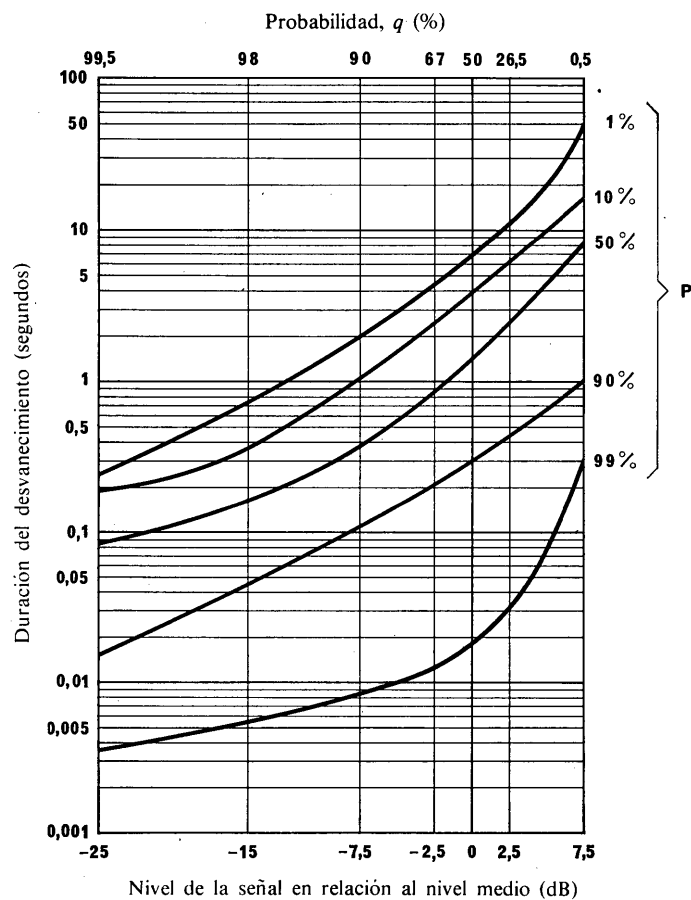


FIGURA 4

Duración de los desvanecimientos en función del nivel de la señal de medición

Circuito Nueva York — Francfort s/Meno; 14 de septiembre de 1961;
1100 h (hora de Europa central); frecuencia 13,79 MHz.

Las cifras indicadas a la derecha de las curvas representan el porcentaje p del número del desvanecimiento en el que se excede una duración determinada. Se indican los valores medidos de los niveles de la señal, así como la probabilidad q de que se excedan estos niveles.

INFORME 198*

TELEGRAFÍA ARMÓNICA EN LOS CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS

(Programa de estudios 17A-1/3)

(1963)

Trabajos teóricos realizados en el Japón (Doc. III/23, Ginebra, 1962), indican que, para una velocidad de modulación de B baudios, el desplazamiento de frecuencia óptimo es igual a $0,8 B$ (Hz). Esto daría una anchura de banda mínima requerida igual a B (Hz) en los puntos de -3 dB. Estas conclusiones están confirmadas por trabajos de laboratorio y por mediciones en el circuito sincrónico ARQ Francfort-Osaka.

Se advertirá que el desplazamiento de frecuencia de que se trata no puede utilizarse más que en circuitos que trabajan cerca de la MUF, sin lo cual quizá sea ventajoso un desplazamiento más grande. Para los circuitos asíncronos, algunos resultados teóricos indican que el desplazamiento óptimo es de B a $2 B$ [Akima, Voss]. Antes de poder formular una conclusión definitiva, conviene hacer nuevas experiencias en circuitos de longitudes diferentes, en direcciones diversas y en estaciones distintas.

INFORME 200-1*

DISTORSIÓN TELEGRÁFICA, PROPORCIÓN DE ERRORES

(1963 — 1966)

1. Distribución de la distorsión telegráfica

Se ha proseguido el estudio de una relación entre el grado de distorsión telegráfica y la proporción de errores. La distribución estadística de los grados de distorsión es un elemento importante para evaluar la calidad de un circuito radiotelegráfico (véase el Informe 351-2).

2. Distorsión telegráfica isócrona

2.1 La medición del grado de distorsión telegráfica isócrona puede efectuarse en varios puntos de un sistema telegráfico.

2.2 Al efectuar las mediciones de los grados de distorsión isócrona de los elementos de un sistema, habrán de tenerse en cuenta las Recomendaciones siguientes del C.C.I.T.T.:

Recomendación R.4 — Métodos para medir por separado el grado de los diferentes tipos de distorsión telegráfica.

Recomendación R.5 — Condiciones de observación recomendadas para las medidas corrientes de distorsión en los circuitos telegráficos internacionales.

Recomendación R.74 — Elección del tipo de distorsiómetro.

2.3 La medición de las variaciones en los tiempos de restitución tiene importancia para evaluar la influencia de la distorsión fortuita en el medio transmisor.

2.4 La distorsión unilateral es una componente de la distorsión introducida por los equipos; la medida del grado de distorsión unilateral es, pues, útil para determinar la calidad de funcionamiento de esos equipos.

3. Las mediciones estadísticas de las proporciones de errores en el enlace Varsovia-Nueva York no han indicado ninguna relación directa entre la proporción de errores y el nivel de la señal en la recepción.

* Adoptado por unanimidad.

INFORME 201-2*

SEÑALES DE TELEMANDO PARA LAS TRANSMISIONES DE FACSIMIL

(1963 — 1966 — 1970)

1. Introducción

Ante la utilización creciente de las transmisiones de facsimil para diversas aplicaciones, con registradores de rollo de papel (tipo «gráfico»), el C.C.I.T.T. ha estimado conveniente establecer normas para las señales de telemando que han de emplearse, en las transmisiones de facsimil, para la conexión, el arranque, la puesta en fase, el control de velocidad, la parada, etc.

2. Señales de telemando para el servicio facsimil meteorológico

La Organización meteorológica mundial, en colaboración con el C.C.I.T.T., ha definido normas para una serie de señales, comprendidas las de mando, utilizables en la red de circuitos arrendados para la meteorología (véase la Recomendación 343-1 del C.C.I.R.).

3. Señales de telemando para el servicio facsimil de abonados

Las proposiciones del C.C.I.T.T. sobre el telemando de los aparatos de abonado para la transmisión de documentos de negocios se hallan en la Recomendación T.4 del C.C.I.T.T. (Libro Blanco, Vol. VII).

4. Conclusiones

En esos documentos se presentan al C.C.I.R. las proposiciones de normalización de las señales de telemando, proposiciones que el C.C.I.R. examinará para determinar si las normas propuestas son aceptables y aplicables a los circuitos radioeléctricos.

INFORME 345-1*

**CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS TELEGRÁFICOS
EN CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS DE ONDAS DECAMÉTRICAS**

(Programa de estudios 17A-1/3)

(1966 — 1970)

1. Introducción

Contiene el presente Informe un resumen de los resultados de una larga serie de pruebas en el curso de las cuales se han comparado distintos sistemas de telegrafía armónica por circuitos radioeléctricos, tanto en laboratorio como en un circuito real. Los sistemas estudiados en laboratorio eran uno de dos audiofrecuencias y otro con modulación por desplazamiento de frecuencia y banda estrecha; ya se han publicado los resultados [Ridout y Wheeler, 1963], pero en el § 2 se da un resumen de las principales conclusiones. Se han efectuado asimismo experimentos con sistemas de modulación de fase diferencial, pero los resultados no se indican en este Informe.

En el § 3 se resumen los resultados de la comparación práctica, en circuito real, entre el sistema de dos audiofrecuencias y el de desplazamiento de frecuencia y banda estrecha.

* Adoptado por unanimidad.

2. Mediciones en laboratorio

2.1 Descripción de los sistemas

Para mayor comodidad, los distintos sistemas se designarán con símbolos correspondientes a las siguientes definiciones:

2.1.1 *El sistema A* es un sistema de modulación por permutación de frecuencias, o de dos audiofrecuencias, que utiliza el procedimiento de detección descrito por Allnatt, Jones y Law [1957]. Cada canal puede considerarse constituido por dos canales de transmisión por modulación de amplitud con manipulación complementaria, detección distinta y combinación activa de las señales detectadas, con objeto de mejorar la transmisión por diversidad de frecuencia. Para una modulación de 100 baudios la separación de frecuencias es de 170 Hz. Entre las dos frecuencias usadas para un canal puede mediar una separación igual a un múltiplo de este valor, con intercalación de frecuencias de otros canales. La separación es función de la diferencia más probable entre los tiempos de propagación por trayectos múltiples, siendo el valor óptimo en Hz igual a la mitad de la inversa de esta diferencia de tiempo en segundos.

2.1.2 *El sistema B1* es un sistema de manipulación por desplazamiento de frecuencia con una separación entre canales de 170 Hz [Lyons, 1960]. La velocidad normal de modulación, en cada canal, es de 100 baudios, y el desplazamiento de frecuencia de 80 Hz. El receptor de canal comprende los elementos clásicos (limitador y discriminador). Cuando se utiliza una recepción por diversidad, las señales demoduladas producidas por el receptor de cada «canal» de diversidad están ponderadas en función de la amplitud de la señal de entrada aplicada a cada canal.

2.1.3 *El sistema B2* es un sistema de manipulación por desplazamiento de frecuencia esencialmente de igual forma que el anterior, pero con una separación entre canales de 340 Hz y un desplazamiento de frecuencia de 170 Hz. En este caso, los canales pueden explotarse con una velocidad de modulación de hasta 200 baudios.

2.1.4 Sistema de referencia

Para facilitar la comparación entre los sistemas, a cada familia de características se ha asociado una curva representativa del sistema ficticio mencionado en el Informe 195 del C.C.I.R., que está basado en el uso de la detección coherente de una señal en ausencia de desvanecimientos.

2.2 Método de prueba

Se han medido las características de funcionamiento de los diferentes sistemas en distintas condiciones de desvanecimiento de la señal con superposición de un ruido aleatorio de espectro uniforme, observando la proporción de errores media en los elementos en función de la relación señal/ruido normalizada. El trayecto de transmisión se completaba con un simulador de desvanecimiento [Law y otros, 1957] con dispositivos que permitían simular una propagación por dos trayectos de igual actividad (con selección de la diferencia de los tiempos de propagación) y una recepción por doble diversidad en el espacio.

2.3 Resultados experimentales

Como en telegrafía es muy común utilizar una recepción por doble diversidad de espacio, en las figs. 1 a 3 se dan únicamente las características relativas a este modo de recepción.

Al examinar estas curvas, no hay que olvidar que en el sistema A (de dos audiofrecuencias) la separación entre las frecuencias significativas era de 510 Hz (es decir, tres veces la separación elemental); en consecuencia, el funcionamiento del sistema es óptimo cuando las señales se transmiten por dos trayectos, siendo igual la actividad en ambos y la diferencia entre los tiempos de propagación aproximadamente de 1 ms.

2.4 Análisis de los resultados

A continuación se analizarán los resultados teniendo en cuenta las necesidades eventuales de servicio, primero en función de la relación señal/ruido normalizada requerida para una proporción de errores dada en el caso de una transmisión sin protección y, después, en función de un valor determinado del factor de eficacia en el tiempo, cuando se usa un sistema de corrección automática de errores (ARQ).

2.4.1 Transmisión sin protección

Los límites de tolerancia en la precisión varían con las categorías de los usuarios, pero en estas comparaciones se supondrá aceptable una proporción de errores media de 10^{-4} en los elementos, lo cual corresponde a un carácter de cada 2000 para una transmisión sincrónica con código de 5 unidades.

En ausencia de propagación por trayectos múltiples, es indiscutible que no habría que limitar la velocidad de modulación a 100 ó a 200 baudios, pero interesa comparar los sistemas en esas condiciones. Sin embargo, en los circuitos de larga distancia, a menudo existe una propagación por trayectos múltiples con diferencias de tiempo de propagación de 1 a 2 ms entre los trayectos, y hay que tenerla en cuenta. En estas condiciones experimentales, los sistemas *B* no han llegado a dar la calidad de funcionamiento requerida. Con el sistema *A*, sería preciso que la relación señal/ruido normalizada estuviera comprendida entre 17 y 24 dB, según la diferencia de tiempo de propagación y la actividad relativa de los trayectos.

2.4.2 Transmisión protegida

Cuando se utilizan sistemas de detección y de corrección automática de errores en canales radioeléctricos, puede suponerse un aumento considerable en la proporción de errores inicial en los elementos de la señal, a partir de 10^{-4} , antes de que la proporción de errores no detectados se acerque a 1 de cada 2000 caracteres impresos; no se poseen datos sobre la relación exacta existente entre los números de errores detectados y no detectados en cada sistema de transmisión en presencia de desvanecimientos, pero se estima que la proporción de errores inicial podría multiplicarse por un factor próximo a 10^2 . Puede, pues, adoptarse una proporción de errores de 10^{-2} en los elementos para definir el límite superior considerado. Suponiendo que en los dos sentidos de la transmisión las condiciones sean análogas y que los errores se produzcan al azar y sin correlación entre esos dos sentidos, el factor de eficacia en el tiempo estará comprendido entre 60 y 70%, es decir, que la retransmisión automática para la corrección de los errores requiere aproximadamente una tercera parte del tiempo. Una proporción de errores de 10^{-3} en los elementos entraña además un factor de eficacia aproximadamente igual a un 97% con un valor despreciable de la proporción de errores no detectados en los caracteres. Puede, pues, reducirse a los límites comprendidos entre 10^{-2} y 10^{-3} la gama de variación de la proporción de errores en los elementos que han de considerarse en los sistemas de transmisión. Se llega entonces a la conclusión de que un sistema que presente errores residuales (que lo hagan utilizable en una transmisión no protegida) puede usarse, sin embargo, con un dispositivo ARQ si tiene otras características interesantes.

Para ilustrar las calidades relativas de funcionamiento de los sistemas ARQ hemos trazado, basándose en curvas de proporción de errores en los elementos, curvas representativas de las variaciones en el tiempo del factor de eficacia, en función de la relación señal/ruido normalizada, para la recepción por diversidad en el espacio, suponiendo que el régimen de desvanecimiento pueda ser de 20 por minuto; estas curvas están contenidas en la fig. 4. Si los desvanecimientos son uniformes, habrá ligeras diferencias entre los sistemas *A* y *B1*, pero, para mayor claridad, se ha representado una sola curva. Además, se ha omitido el sistema *B2* porque su calidad de funcionamiento a 100 baudios no es mejor, en conjunto, que la del sistema *B1* y porque, a 200 baudios, con una diferencia de tiempo de propagación de 2 ms entre los trayectos, su eficacia sería inferior. Estas curvas permiten clasificar: *A*, *B1* y *B2*, por orden de calidad decreciente, si se supone que los valores de los desvanecimientos varían entre los límites extremos considerados y que el sistema *B1* exige una relación señal/ruido normalizada superior en unos 3 dB a la necesaria en el sistema *A* para mantener el factor de eficacia en un 90%.

2.4.3 Anchura de banda necesaria

Es raro encontrar circuitos radioeléctricos realizados técnicamente con límites de tolerancia suficientemente estrechos para discernir fácilmente en la práctica una diferencia de calidad de 3 dB; sin embargo, hasta ahora la anchura de banda requerida para los sistemas no se ha tomado en consideración. Con un número dado de canales, el sistema *A* necesitará casi exactamente el doble de la anchura de banda necesaria que el sistema *B*.

Si se trata de utilizar al máximo una anchura de banda usual (3 kHz), el cuadro I indica el número de canales de 100 baudios que cada sistema puede razonablemente proporcionar, así como el valor de la relación de potencia global señal/ruido necesaria para dar diferentes valores del factor de eficacia en el tiempo.

CUADRO I

Calidad de funcionamiento de un canal telefónico con una anchura de banda nominal de 3 kHz totalmente ocupada en la práctica

Sistema	Número de canales de 100 baudios	Relación de la potencia global señal/ruido en una anchura de banda de 3 kHz necesaria para el factor de eficacia indicado (dB)		
		50%	70%	90%
<i>A</i>	8	2 a 3	3,5 a 5,5	6,5 a 9
<i>B1</i>	16	6 a 7	8,5 a 10	12 a 14

2.5 Características del sistema B

Las figs. 2 y 3 muestran que las características del sistema *B1* tienden hacia un cierto valor mínimo para cada condición, en lugar de tender a cero con una pendiente uniforme, como es el caso del sistema *A*. Los recientes estudios hechos en el Reino Unido [Groves y Ridout, 1966] han permitido obtener información adicional sobre este fenómeno, que se observa en las vías reales de comunicación con modulación de frecuencia. Se ha demostrado que dos componentes de señal, aproximadamente iguales, que llegan al receptor por un trayecto directo y por un trayecto desviado, pueden combinarse con una fase relativa cualquiera. Si esos componentes están en oposición de fase, se pueden producir importantes y rápidas variaciones de fase, que bastan a veces para producir un desplazamiento de las transiciones de un valor superior al del retardo diferencial debido a los trayectos múltiples.

Sin embargo, este fenómeno no explica por sí solo la proporción de errores residuales en los elementos. Los filtros de canal limitan las bandas laterales de orden elevado producidas por la modulación de frecuencia; esta limitación origina inevitablemente cierta modulación de amplitud con una frecuencia fundamental doble de la utilizada para la modulación de frecuencia. Esto tiene por efecto prolongar el periodo durante el cual la red de puesta en fase de la señal resultante sufre rápidas variaciones de fase. Por ejemplo, el desplazamiento de frecuencia debido a estas variaciones rápidas puede alcanzar 100 Hz por espacio de 10 ms, lo que basta para provocar una inversión de polaridad en un canal en el que se utiliza una excursión de frecuencia de 40 Hz.

Se ha hecho un análisis de este fenómeno, completado por mediciones con el simulador de desvanecimientos mencionado en el § 2.2. Se ha demostrado que la proporción de errores residuales en los elementos en un sistema de esta naturaleza tiene las propiedades siguientes:

- es proporcional al cuadrado de la diferencia de marcha en un trayecto en que la propagación se efectúe según dos modos de igual amplitud;
- es función de la excursión de frecuencia;
- varía en razón inversa de la anchura de banda del filtro de canal;
- es notablemente independiente del régimen de desvanecimiento;
- no disminuye mucho con la recepción por diversidad en el espacio (simulada por dos trayectos en los que se producen desvanecimientos no correlacionados);
- está constituida en gran medida por grupos de errores de la misma polaridad.

Otros trabajos efectuados en Japón [Aritake y Takeuchi, 1961] han dado casi los mismos resultados. Estos trabajos han consistido en un estudio matemático y observaciones experimentales sobre un enlace del sistema *B*, explorado entre Tokio y San Francisco.

El estudio matemático y las observaciones han demostrado lo siguiente:

- se comprueba frecuentemente una distorsión debida a la propagación por trayectos múltiples en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas, incluso en momentos en que las condiciones de propagación son satisfactorias y en que el nivel de la señal recibida es elevado;
- cuando la banda de paso del filtro de canal no es bastante ancha para admitir las bandas laterales esenciales, la forma de la señal demodulada sufre una importante distorsión produciéndose errores inadmisibles.

En conclusión, se han sugerido los siguientes métodos, para reducir la proporción de errores:

- utilizar una frecuencia elevada, próxima de la MUF, a pesar de que el nivel de la señal recibida no sea tan alto como cuando se utiliza la frecuencia óptima;
- emplear el índice de modulación óptimo (m = desplazamiento total de frecuencia en Hz, dividido por la velocidad de modulación, en baudios), según el cual las bandas laterales esenciales de nivel más alto se hallan concentradas cerca de la frecuencia central (se recomienda habitualmente tomar $m \approx 0.8$);
- para grandes velocidades de modulación (más de 100 baudios), dividir la señal de llegada en señales más lentas (máximo 100 baudios), para transmitir las por el trayecto radioeléctrico, utilizando para ello un convertidor serie-paralelo en el extremo transmisor y combinarlas de nuevo en una señal a gran velocidad utilizando un convertidor paralelo-serie en el extremo receptor.

2.6 *Pruebas complementarias hechas en presencia de distorsiones debidas a la propagación por trayectos múltiples*

Las pruebas hechas en dos canales del sistema *B1* empleando la diversidad de frecuencia y señales producidas por un simulador de desvanecimiento, parecen indicar que la calidad de funcionamiento del sistema *B1* puede ser comparable a la del sistema *A*, en lo que concierne a la capacidad de canales y a la relación de potencia señal/ruido, al menos para las proporciones de errores que tienen una importancia práctica en circuitos protegidos. Los desvanecimientos artificiales aplicados en esas pruebas consistieron en desvanecimientos selectivos producidos por la interferencia de cinco trayectos de igual actividad; en esos trayectos, los tiempos de propagación diferían en un valor tal que la diferencia total entre los trayectos extremos era de 2 ms. Los dos canales de diversidad del receptor recibían señales cuyos desvanecimientos no tenían correlación alguna.

3. **Comparación entre los sistemas A y B1 que funcionan en un circuito real**

Durante cuatro semanas, se ha realizado una serie de pruebas de comparación directa en el circuito de 7200 km Singapur-Nairobi.

3.1 *Dispositivo experimental*

El sistema telegráfico que enlaza Singapur con Nairobi comprende, normalmente, un equipo de seis canales que utiliza dos audiofrecuencias y transmite cierto número de señales complejas a 96 baudios con corrección automática de errores, del circuito Singapur-Londres con retransmisión en Nairobi. Para estas pruebas se suprimieron en Singapur los dos canales inferiores del sistema de dos audiofrecuencias que utilizaba las frecuencias de 765, 935, 1105 y 1275 Hz, y se inyectaron en la señal compleja en esas frecuencias cuatro canales de modulación de frecuencia (excursión de 80 Hz).

Para las pruebas se había elegido uno de los circuitos Singapur-Londres que, por lo general, está ocupado las veinticuatro horas del día, y se manipularon al mismo tiempo un canal de dos audiofrecuencias (las frecuencias componentes estaban separadas 340 Hz) y un canal de modulación de frecuencia, de tal modo que las mismas señales se transmitían por los dos sistemas en una anchura de banda de 3 kHz.

Para simular condiciones de servicio normales, lo mismo con el sistema de dos audiofrecuencias que con el de telegrafía armónica y modulación de frecuencia, se inyectaron en los canales adyacentes diversas señales de tráfico real o inversión de señales. Los niveles de los tonos se ajustaron de tal manera que las potencias de cresta radiadas en todas las audiofrecuencias eran iguales, como podía observarse en un analizador de espectro.

Las señales complejas se recibían en la estación de Nairobi en un receptor de banda lateral única para dos trayectos, y se aplicaban al equipo de dos audiofrecuencias con doble diversidad y al equipo de telegrafía armónica con modulación de frecuencia.

Para eliminar la distorsión de los canales de los dos sistemas, se emplearon regeneradores electrónicos sincrónicos. Las señales de salida de estos regeneradores, que corrigen toda distorsión hasta un 48%, se inyectaron en el equipo electromecánico de corrección automática de errores, modificado para poder detectar todas las proporciones 3/4 incorrectas de las señales ARQ de 7 unidades. Se registraron en contadores el número de errores detectados y se tomó nota de sus indicaciones una vez por hora. Los

regeneradores y los equipos ARQ utilizados para los dos canales sometidos a prueba se permutaron cada veinticuatro horas para que, en el caso de que se produjera algún defecto en el material que no se hubiera podido detectar por medios normales, se manifestaran las mismas consecuencias en los dos canales. También se utilizaron las señales de salida del regenerador conectado al canal normal para manipular el circuito de prologación hasta Londres.

Se tomaron, pues, todas las precauciones para hacer una comparación válida de los dos sistemas. Además, con ayuda de los datos contenidos en los informes de las estaciones receptoras y en los partes sobre las condiciones radioeléctricas, así como en los gráficos de los registradores de distorsión, se eliminaron las señales dudosas que hubieran podido ser resultado de una interferencia (QRM).

3.2 *Resultados experimentales*

Cada prueba duraba siete u ocho días y noches consecutivas, y después se examinaba el número de «errores descubiertos». Como las curvas correspondientes habían tenido la forma de dientes de sierra si se hubiesen utilizado medias horarias, se adoptaron en lugar de éstas valores medios establecidos cada tres horas.

El criterio más útil para la explotación es el factor de eficacia porcentual del circuito, y como estos números de errores sólo se refieren a un sentido de transmisión en un circuito normal con ARQ, los resultados experimentales no permiten hacer una evaluación exacta. No obstante, con ayuda de la curva [Croisdale, 1958], reproducida en la fig. 7, se puede evaluar la influencia que habrían tenido los errores detectados en el factor de eficacia porcentual del circuito si el trayecto de retorno hubiese estado exento de errores. Los errores detectados en el trayecto de retorno, es decir, de Nairobi a Singapur, habrían reducido el nivel de las curvas de rendimiento en los dos sistemas (véase la fig. 6). La eficacia prevista, a base de los informes de la estación receptora, está representada en esa figura por sombreados; también se indica para el periodo considerado la eficacia real del conjunto del circuito con ARQ Singapur-Nairobi-Londres.

3.3 *Análisis de los resultados*

De la fig. 5 se desprende que, en general, los resultados obtenidos con el sistema de dos audiofrecuencias han sido siempre mejores que los del sistema con modulación de frecuencia, aun siendo iguales las potencias radiadas en los canales*. En ambos sistemas el número de errores por hora fue muy pequeño durante las horas de «buenas condiciones de propagación». No obstante, el aumento del número de errores con la degradación de estas condiciones fue más apreciable en el sistema con modulación de frecuencia que en el de dos audiofrecuencias.

Interesa hacer notar que a medida que se reduce el factor de eficacia del circuito aumentan las diferencias entre los dos sistemas.

4. *Conclusiones*

Las pruebas anteriormente descritas demuestran que, en condiciones de propagación radioeléctrica desfavorables, los canales de un sistema de dos audiofrecuencias tienen un factor de eficacia superior al de los canales individuales de un sistema de telegrafía armónica con modulación de frecuencia, siendo el mismo el valor de la potencia radiada por canal.

En cambio, si la carga de tráfico más importante ha de transmitirse durante las horas en que las condiciones de propagación radioeléctrica no son, por lo general, desfavorables, el sistema de telegrafía armónica con modulación de frecuencia tiene la gran ventaja de proporcionar más canales en una banda de 3 kHz de anchura.

Debe hacerse observar que si se adoptase el límite inferior del factor de eficacia para los circuitos télex, a que se refiere la Recomendación U.23 del C.C.I.T.T. (liberación automática de los circuitos cuando ese factor es inferior a un 80%), se correría el riesgo de que el servicio télex no pudiese funcionar durante largos periodos con un sistema de telegrafía armónica con modulación de frecuencia, en tanto que el servicio podría mantenerse de manera satisfactoria con el sistema de dos audiofrecuencias.

* Si, en ambos casos, debe utilizarse el mayor número de canales posible, el nivel de un canal de modulación de frecuencia es 3 dB inferior al de un canal de dos audiofrecuencias, para un mismo valor de la potencia total de cresta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLNATT, J. W., JONES, E. D. y LAW, H. B. [1957] Frequency diversity in the reception of selectivity fading binary frequency-modulated signals. *Proc. I.E.E.* Vol. 104B, 98.
- ARITAKE, S y TAKEUCHI, K. [1961] High frequency SSB multi-channel telegraph system. *Journal of the Institute of Electrical Communication Engineers of Japón*, Vol. 44, 1067.
- CROISDALE, A. C. [1958] Teleprinting over long-distance radio links. *Post Office Electrical Engineers' Journal*, Vol. 51, Parte 3, 219.
- GROVES, K. y RIDOUT, P. N. [1966] Effect of multipath propagation on performance of narrow-band frequency modulation radiotelegraph systems. *Proc. I.E.E.*, Vol. 113, 1934.
- LAW, H. B., LEE, F. J., LOOSER, R. C. y LEVETT, F. A. W. [1957] An improved fading machine. *Proc. I.E.E.*, Vol. 104B, 117.
- LYONS, W. [18 de enero de 1960] Considerations in SSB and ISB systems for long distance radiotelegraph communications. *Transactions AIEE (Communication and Electronics)*.
- RIDOUT, P. N. y WHEELER, L. K. [1963] Choice of multi-channel telegraph systems for use on HF radio links. *Proc. I.E.E.*, Vol. 110, 1402.

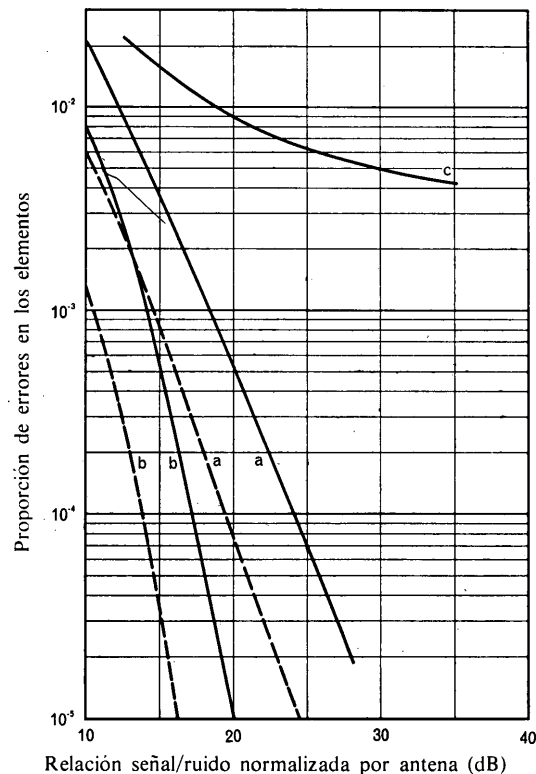


FIGURA 1

Sistema A. Recepción por doble diversidad en el espacio

- Sistema de referencia a: desvanecimientos uniformes y diferencia de unos 2 ms entre los tiempos de propagación
 — Sistema A b: diferencia de 1 ms entre los tiempos de propagación
 c: diferencia de 4 ms entre los tiempos de propagación

Velocidad de modulación: 100 baudios;
 velocidad de desvanecimiento: 40/min

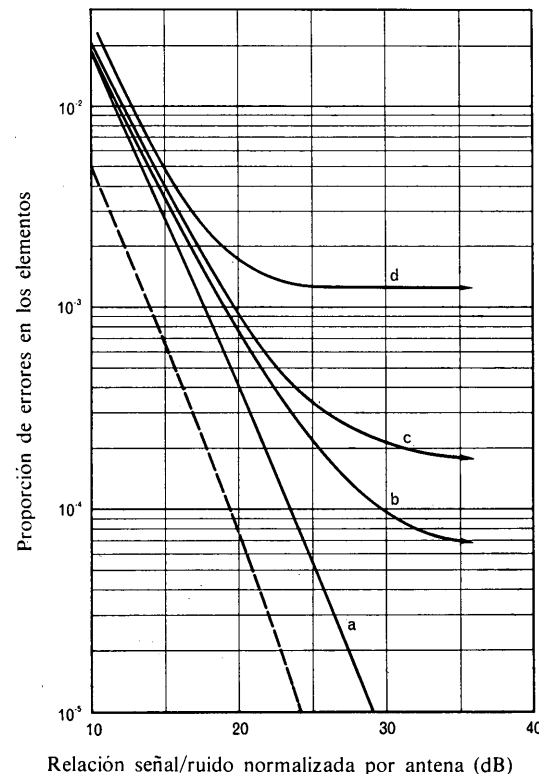


FIGURA 2

Sistema B1. Recepción por doble diversidad en el espacio

- Sistema de referencia a: desvanecimientos uniformes
 — Sistema B1 b: diferencia de 0,5 ms entre los tiempos de propagación
 c: diferencia de 1 ms entre los tiempos de propagación
 d: diferencia de 2 ms entre los tiempos de propagación

Velocidad de modulación: 100 baudios;
 velocidad de desvanecimiento: 40/min

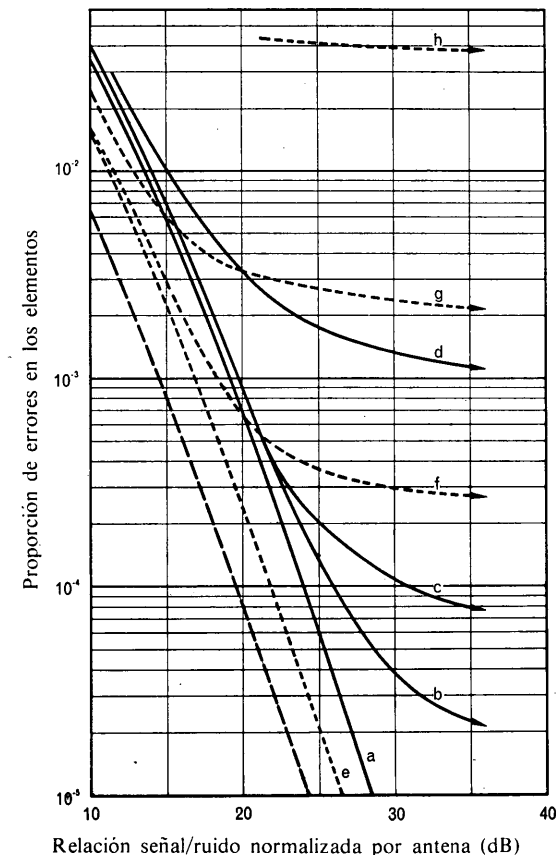


FIGURA 3

Sistema B2. Recepción por doble diversidad en el espacio

- Sistema de referencia
 — Sistema B2: velocidad de modulación, 100 baudios
 -.- Sistema B2: velocidad de modulación, 200 baudios

a: desvanecimientos uniformes
 b: diferencia de 0,5 ms entre los tiempos de propagación
 c: diferencia de 1 ms entre los tiempos de propagación
 d: diferencia de 2 ms entre los tiempos de propagación
 e: desvanecimientos uniformes
 f: diferencia de 0,5 ms entre los tiempos de propagación
 g: diferencia de 1 ms entre los tiempos de propagación
 h: diferencia de 2 ms entre los tiempos de propagación

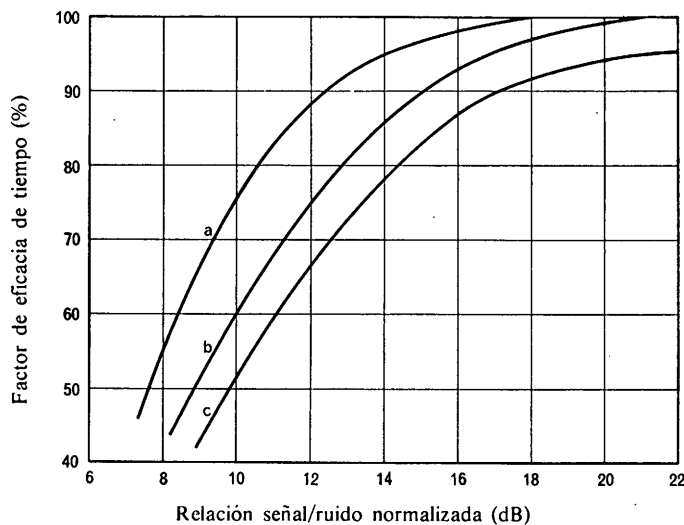


FIGURA 4

Factor de eficacia en el tiempo

- a: Sistema A. Diferencia de 1 ms entre los tiempos de propagación (óptima para la separación de frecuencia)
 b: Sistema A. Desvanecimientos uniformes y con una diferencia de 2 ms entre los tiempos de propagación
 Sistema BI. Desvanecimientos uniformes
 c: Sistema BI. Diferencia de 2 ms entre los tiempos de propagación (en este caso no se obtiene ninguna mejora por la diversidad en frecuencia con una separación de 510 Hz)

Velocidad de modulación: 100 baudios

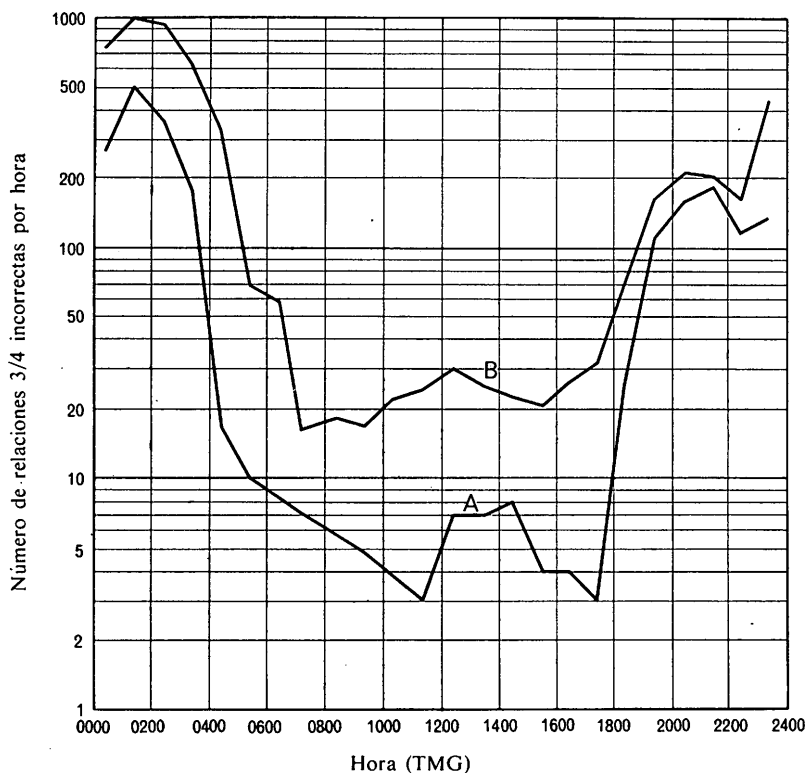


FIGURA 5

Curvas típicas de funcionamiento

Promedio de errores en tres horas por día en el circuito Singapur-Nairobi, para el periodo del 26 de marzo al 1.º de abril de 1963

A: Sistema A (dos audiofrecuencias)

B: Sistema BI (modulación de frecuencia)

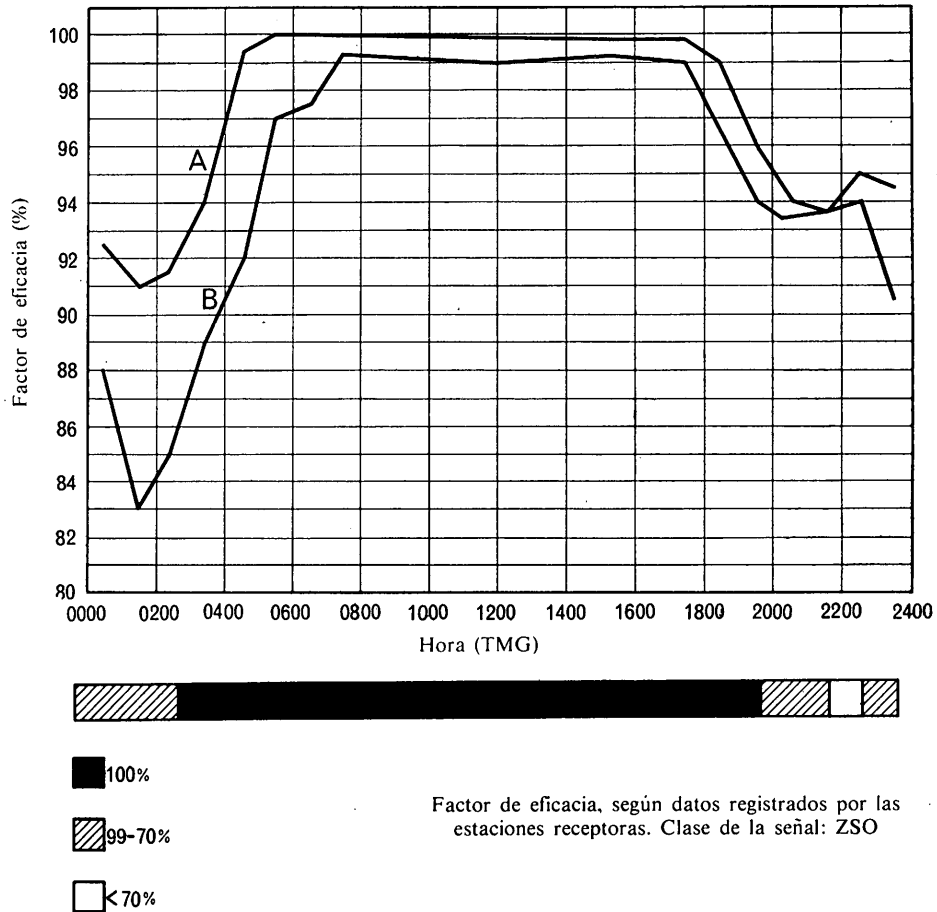


FIGURA 6

Evaluación de la calidad de los circuitos equipados con sistemas de corrección de errores en un sentido solamente (según las curvas de la fig. 5)

Mediciones del factor de eficacia medio diario en todo el circuito Singapur-Londres para el periodo del 26 de marzo al 1.º de abril de 1963 (factor de eficacia medio diario de 90% para este periodo, en todo el circuito Singapur-Londres)

A: Sistema A (dos audiofrecuencias)

B: Sistema B1 (modulación de frecuencia)

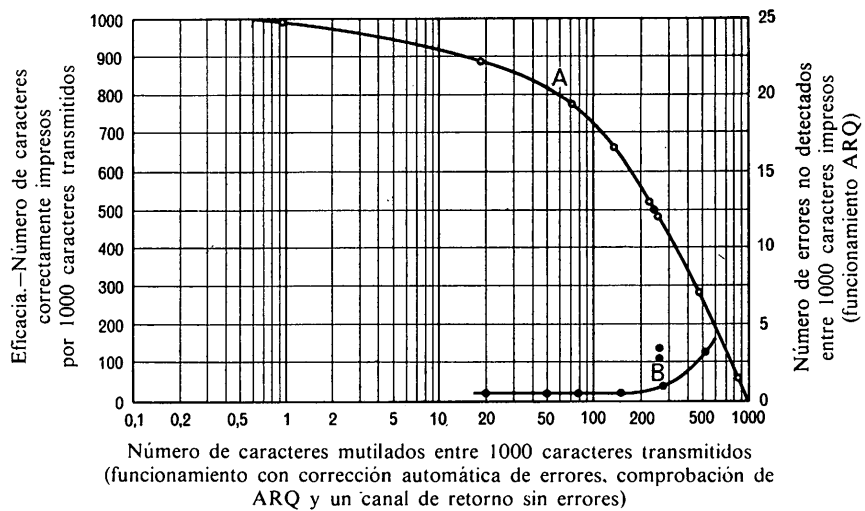


FIGURA 7

A: Eficacia con dispositivo ARQ

B: Número de errores no detectados con dispositivo ARQ

INFORME 346 *

**CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS CON MANIPULACIÓN
POR DESPLAZAMIENTO DE FASE EN CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS
DE ONDAS DECAMÉTRICAS**

(Programa de estudios 17A-1/3)

(1966)

1. Introducción

Contiene este Informe un resumen de los resultados de una prueba práctica, en la que se comparó la calidad de funcionamiento de dos tipos de sistemas telegráficos con manipulación por desplazamiento de fase, empleándose en ambos modulación cuadrivalente, con la de un sistema de banda estrecha y modulación por desplazamiento de frecuencia**.

2. Descripción de los sistemas

Para mayor comodidad, los distintos sistemas se representarán con símbolos correspondientes a las siguientes definiciones:

- 2.1 *El sistema B1* es un sistema de manipulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) con una separación entre canales de 170 Hz [Lyons, 1960]. La velocidad de manipulación de cada canal es de 75 baudios y el desplazamiento de frecuencia de 85 Hz.
- 2.2 *El sistema C1* es un sistema de manipulación por desplazamiento de fase diferencial en función del tiempo (TD-PSK), según los principios descritos en [Doeltz y otros, 1957; Mosier y Clabaugh, 1955], en el cual dos bits de información son multiplexados en fase en cada una de las veinte frecuencias, todas ellas manipuladas isócronamente a una velocidad de manipulación de 75 baudios, proporcionando así una capacidad de transmisión de datos global de 3000 bitios/s. Cada canal receptor comprende dos resonadores mecánicos de conexión periódica y de Q muy elevado, que se conectan alternativamente en el canal de transmisión de la señal durante periodos elementales sucesivos, de modo que la señal recibida es integrada durante un periodo y almacenada en el siguiente para ser utilizada como referencia. La comparación de fase entre las oscilaciones de ambos resonadores, casi al final de cada periodo elemental, demodula la señal. Cada resonador vuelve a la posición de reposo al final de su periodo de almacenamiento, inmediatamente antes de conectarse de nuevo al canal de transmisión de la señal. El periodo de conexión de la señal (antes de la integración) es algo inferior a la duración de la señal elemental para reducir los efectos de distorsión que se producen en la transición de la señal a causa de la propagación por trayectos múltiples. La sincronización se obtiene utilizando en la transmisión una frecuencia piloto.
- 2.3 *El sistema C2* es un sistema de manipulación por desplazamiento de fase diferencial en función de la frecuencia (FD-PSK) según los principios descritos en [De Haas, 1965; Walker, 1965], en el cual tres bits de información son codificados en fase en cada uno de los cuarenta pares de frecuencias (canales). Todos los canales son manipulados isócronamente a una velocidad de manipulación de 25 baudios, lo que proporciona una capacidad de transmisión de datos global de 3000 bitios/s. Se transmiten, además, veintidós frecuencias de referencia no moduladas, separadas a intervalos regulares en toda la banda de base, de manera que hay dos canales de información entre dos frecuencias de referencia adyacentes. En el receptor se transponen todas las frecuencias a una frecuencia común de transmisión, se extraen las frecuencias de referencia mediante filtros de banda estrecha y se realiza la demodulación de fase por correlación mutua de cada frecuencia de señal con una referencia de fase obtenida por adición lineal de fracciones adecuadas de las dos frecuencias de referencia, que comprenden la frecuencia de señal. Una línea de retardo, inserta en el trayecto seguido por las frecuencias que transmiten la información, compensa el retardo introducido por los filtros de banda estrecha antes mencionados. Las interferencias entre símbolos se reducen al mínimo, en razón de la gran longitud de los símbolos transmitidos con relación a la dispersión del retardo debido a la propagación por trayectos múltiples. La sincronización se efectúa empleando dos posiciones de canales no utilizados y por comparación de la fase de los batidos entre las frecuencias de referencia consecutivas y la base de tiempos del receptor.

* Adoptado por unanimidad.

** En [Ridout y Wheeler, 1963] figuran los resultados de las pruebas de laboratorio en las que se comparó un tipo de sistema con manipulación por desplazamiento de fase con un sistema de dos audiofrecuencias y un sistema de banda estrecha y modulación por desplazamiento de frecuencia.

3. Comparación de los sistemas B1, C1 y C2

Las pruebas se llevaron a cabo en un circuito radioeléctrico comercial entre Pretoria, República Sudafricana y Riverhead, Long Island, Estados Unidos de América, cuya longitud, medida a lo largo del círculo máximo, es de unos 12 700 kilómetros. Se trataba de una emisión de banda lateral única independiente (BLUI) y onda portadora reducida; su anchura de banda máxima era de 12 kHz, constituida por cuatro conjuntos de banda de base independientes de 3 kHz cada uno. En la transmisión y en la recepción, la estabilidad de frecuencia (1×10^{-8} por día) se obtenía por medio de sintetizadores. En la estación receptora de Riverhead, las señales de prueba se recibían por diversidad en el espacio en dos antenas rómicas que alimentaban el sistema de recepción estabilizado formado por dos receptores y dos conversores.

3.1 *Procedimiento seguido en las pruebas*

Siempre que fue posible se utilizó el modo «dual», en el que dos sistemas funcionan simultáneamente en las dos bandas de 3 kHz situadas a uno y otro lado de la portadora; una permutación periódica de estas dos bandas de base permite eliminar toda desigualdad sistemática entre los dos canales. Pero a menudo no pudo procederse así a causa de las diferencias de QRM entre las dos bandas, y en estos casos las pruebas de los tres sistemas se efectuaron por turno, cada una de ellas durante 15 minutos, seguidos de un periodo de silencio de 5 minutos durante el cual se evaluaban los ruidos de los canales y el QRM.

Para evaluar la calidad de funcionamiento de los tres sistemas en condiciones de igualdad de energía por bitio, se mantenía constante la potencia suministrada por el transmisor y, al propio tiempo, se regulaba el nivel de salida en frecuencias vocales de cada sistema de transmisión de datos de conformidad con los valores calculados para obtener la igualdad de energía por bitio. En estos cálculos, se tomaban como base de la determinación de los valores de la energía por bitio las potencias totales de las señales complejas de los sistemas PSK (es decir, comprendida la potencia de las frecuencias piloto y la de las frecuencias de referencia).

Los diversos datos sobre las características del medio de propagación se controlaban de modo permanente, visualmente con dos analizadores de espectro, y por medio también de un altavoz. Se registraban, además, en un diagrama las tensiones del control automático de ganancia de los receptores. La comparación de estas tensiones registradas en un periodo de prueba con sus valores registrados durante los cinco minutos anteriores y posteriores de silencio, permitían medir la relación «señal recibida más ruido».

Generadores de palabra regulables manualmente suministraban a los módems del centro terminal transmisor una secuencia binaria de 52 bitios y servían para detectar los errores en el centro terminal receptor. De esta secuencia se utilizaban 16 bitios con fines de sincronización. La cadencia de los bitios del generador se obtenía de las señales de reloj del módem o módems que intervenían en las pruebas.

Las pruebas del circuito Pretoria-Riverhead se efectuaron durante dos periodos de 30 días, a saber, en el mes de abril de 1964 y del 15 de junio al 14 de julio de 1964.

La obtención de datos experimentales se vió dificultada por todos los obstáculos que suelen encontrarse en los enlaces de ondas decamétricas. Por lo general sólo era posible efectuar la transmisión de datos durante unas 16 de las 24 horas del día; entre 0100 y 0900 horas TMG, el circuito era inutilizable a causa de un QRM muy elevado de un nivel de señal sumamente débil.

El nivel de QRM todo a lo largo de las pruebas constituyó una dificultad particular. Había QRM a todas las horas del día; este obstáculo podría a veces salvarse desplazando la portadora de 0,5 a 1 kHz, alejándose así de la emisión interferente.

Por último, el tiempo disponible para las pruebas se veía también reducido por las interrupciones debidas a la necesidad de cambiar de frecuencia de trabajo. Cuando era posible, se obviaba este inconveniente transmitiendo simultáneamente en dos frecuencias, a condición, claro es, de disponer de un transmisor suplementario.

3.2 *Resultados de las pruebas*

La fig. 1 representa las curvas de funcionamiento global de los tres sistemas; estas curvas resumen los resultados de unas 100 horas de registro y comprenden también los periodos durante los cuales había un fuerte QRM y ruidos atmosféricos intensos.

La fig. 2 son diagramas de dispersión con los resultados comparativos de pruebas efectuadas en paralelo entre sistemas TD-PSK y FSK, por un lado, y FD-PSK y FSK, por otro. En estos resultados no están comprendidos los datos que se sabía acompañados de un QRM importante o de parásitos atmosféricos moderados o fuertes (más de 100 descargas de ruido atmosférico por prueba). La diagonal de la fig. 2 representa la curva de los puntos de prueba de igual calidad y divide el diagrama en dos regiones. El resultado de cada serie de pruebas en paralelo está representado por un punto, correspondiendo las ordenadas a la proporción de errores de bitios medida en cada sistema.

3.3 *Discusión de los resultados*

El sistema de manipulación por desplazamiento de frecuencia no funcionaba con la velocidad de modulación óptima para sus características de canal (Recomendación 436-1, Nueva Delhi, 1970). La teoría y la experiencia demuestran que en condiciones de energía por bitio constante, esto representa una pérdida en la calidad de funcionamiento del sistema de 0,5 dB aproximadamente, es decir, que con un índice de modulación óptimo, la relación señal/ruido habría podido ser 0,5 dB inferior para un mismo valor de proporción de errores. Además, la capacidad total del sistema de manipulación por desplazamiento de frecuencia debería haber sido igual a 1600 bitios/s en un canal de 3 kHz.

Los resultados indicados en las figs. 1 y 2 muestran que los dos sistemas PSK se comportan poco más o menos como el sistema FSK ensayado. El criterio que permite apreciar la «buena» calidad de funcionamiento para el tipo de curvas de la fig. 1 es evidente, siempre que las curvas no se crucen. Un cruce puede provenir del tipo de distribución en el tiempo de las proporciones de errores y de la inclusión de pruebas sucesivas en las que la cantidad de datos, sobre todo en las proporciones de errores menores, es insuficiente para asegurar el promedio de las diferencias entre las condiciones de funcionamiento de los canales.

La forma aleatoria de los diagramas de dispersión de la fig. 2 es característica de las comunicaciones por ondas decamétricas. Pueden obtenerse resultados análogos cuando se comparan los diversos canales de un sistema multicanal dado.

Los valores observados de la dispersión debida a la propagación por trayectos múltiples estaban comprendidos generalmente entre 1 y 2 ms, llegando a veces a 3 ó 4 ms. Las pruebas se efectuaron en periodo de poca actividad solar; cabe, pues, esperar para el circuito considerado valores más elevados en periodo de fuerte actividad solar. Sin embargo, los valores obtenidos no son anormalmente bajos para muchos circuitos, aunque, según el Informe 203, pueden hallarse valores superiores a 4 ms durante el 1 al 2% del tiempo.

4. **Empleo de sistemas sincrónicos que utilizan el bitio como unidad de información en circuitos protegidos**

Hoy día se tiende a identificar un canal de un sistema de telegrafía armónica con cierto número de canales ARQ; por ejemplo, es corriente transmitir dos canales ARQ (96 baudios) en cada canal de un sistema FSK de banda estrecha (170 Hz de separación). Se han citado como inconveniente de estos sistemas el hecho de que las velocidades de modulación de los sistemas PSK no son a menudo directamente compatibles con la de dispositivo ARQ, y la necesidad de manipular isócronamente todos los canales al mismo tiempo. Sin embargo, los sistemas PSK, como los de los ejemplos antes citados, tienen capacidades que son múltiplos de 300 bitios/s. Si se emplea, por ejemplo, el funcionamiento en ARQ de seis canales (288 baudios) en bloques de canales de 300 bitios/s de capacidad, la pérdida de rendimiento de los sistemas PSK no es superior a un 4%. Además, la naturaleza sincrónica de los sistemas PSK, unido a una utilización inteligente de los bitios «de reserva», puede muy bien ser de gran valor para la puesta en fase automática de los sistemas ARQ en los enlaces multicanales entre puntos fijos. Siguen siendo objeto de estudio los procedimientos de explotación de los sistemas PSK en los circuitos con corrección automática de errores.

5. **Conclusiones**

La limitada duración de las pruebas impide sacar conclusiones definitivas sobre la calidad de funcionamiento relativa de los sistemas PSK y FSK en las transmisiones por propagación ionosférica. Cabe deducir, sin embargo, que en condiciones razonablemente representativas de los circuitos del servicio fijo, los sistemas PSK de cuatro fases, comparados a un sistema FSK de dos niveles, han mejorado la eficacia de la anchura de banda, sin menoscabo alguno desde el punto de vista de la proporción de errores ni de la potencia total, para la misma cantidad de información transmitida.

6. Observaciones generales

Las pruebas analizadas en el presente Informe se refieren únicamente a un número limitado de sistemas. Quizá otros sistemas podrían dar resultados equivalentes o incluso mejores.

Se invita a los miembros del C.C.I.R. a que presenten lo antes posible los resultados de las pruebas que hayan podido efectuar en tales sistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE HAAS, T. [junio de 1965] A frequency-differential PSK modem for HF data communications. IEEE 1st Annual Communications Convention, Boulder, Colorado.
- DOELTZ, M. L., HEALD, E. T. y MARTIN, D. L. [1957] Binary data transmission techniques for linear systems. *Proc. IRE*, Vol. 45, 656.
- LYONS, W. [18 de enero de 1960] Considerations in SSB and ISB systems for long distance radio telegraph communications. *Trans. AIEE (Communication and Electronics)*.
- MOSIER, R. R. y CLABAUGH, R. G. [1955] Kineplex, a bandwidth-efficiency binary transmission system. *Trans. AIEE (Communication and Electronics)*. Vol. 34, 723.
- RIDOUT, P. N. y WHEELER, L. K. [1963] Choice of multi-channel telegraph systems for use on HF radio links. *Proc. I.E.E.*, Vol. 110, 1402.
- WALKER, W. F. [junio de 1965] A qualitative theory of the frequency-differential modulation system. IEEE 1st Annual Communications Convention, Boulder, Colorado.

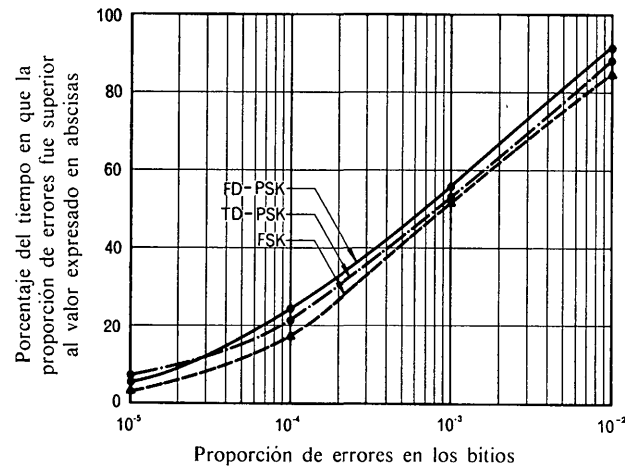


FIGURA 1
Curvas acumulativas de calidad de funcionamiento

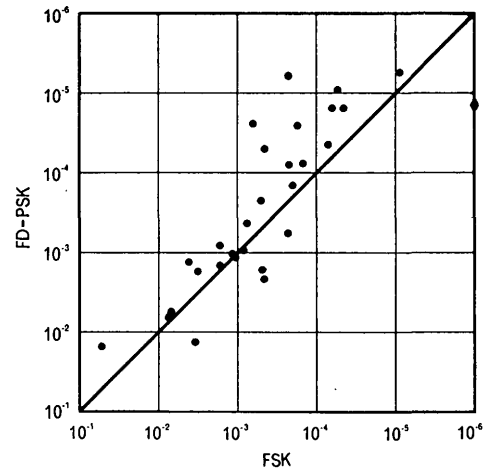
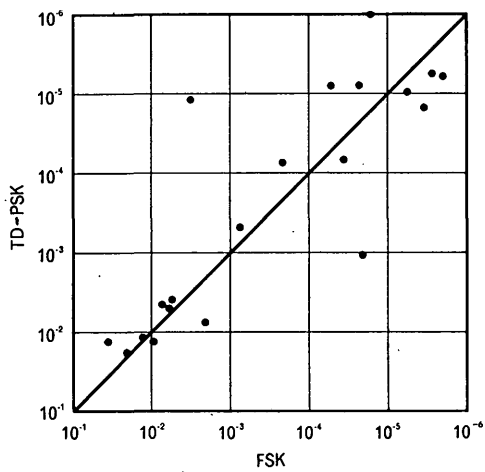


FIGURA 2
Diagramas de dispersión de la proporción de errores para series de prueba efectuadas en paralelo

INFORME 347*

SISTEMAS DE TELEGRAFÍA ARMÓNICA EN CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS

(Programa de estudios 17A-1/3)

(1966)

En determinados circuitos radioeléctricos de características particulares (por ejemplo, los enlaces Norte-Sur como París-Abidjan), distintas administraciones utilizan desde 1965 dispositivos de corrección automática de errores que funcionan a 96 baudios y están asociados a sistemas de telegrafía armónica con modulación por desplazamiento de frecuencia, con una separación de 120 Hz entre las frecuencias centrales y un desplazamiento de frecuencia de ± 35 Hz, como se indica en el cuadro del Informe 42-2. Los sistemas utilizados han sido adaptados para su empleo en circuitos radioeléctricos.

Los circuitos así constituidos se emplean especialmente para las transmisiones de mensajes codificados y funcionan satisfactoriamente desde su puesta en servicio. Las mediciones efectuadas por la Administración francesa, con un sistema con corrección automática de errores por un circuito de este tipo y en un periodo de más de 50 horas, han demostrado que el valor del factor de eficacia presentaba la distribución indicada por la curva adjunta.

Este método de explotación puede aplicarse a un gran número de enlaces (por ejemplo, a los enlaces entre Europa y África occidental) y, teniendo siempre presente la necesidad de economía del espectro radioeléctrico, debe procurarse obtener la mayor cantidad posible de información complementaria sobre la calidad de los circuitos de este tipo, en especial en lo que se refiere a la proporción de errores no detectados.

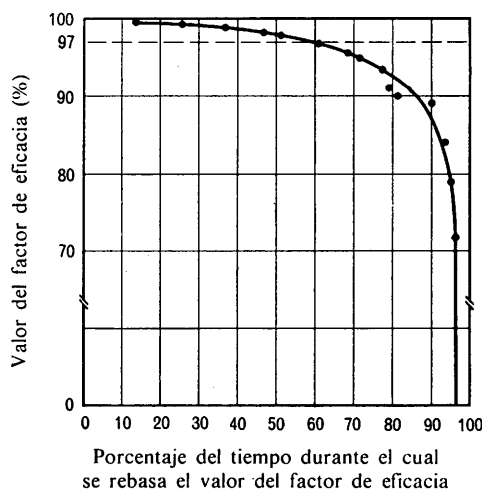


FIGURA 1

Distribución del factor de eficacia en un sistema ARQ de 100 baudios entre las frecuencias centrales de 120 Hz

* Adoptado por unanimidad.

INFORME 348-2*

**SISTEMA TELEGRÁFICO SÍMPLEX DE UN SÓLO CANAL
CON CORRECCIÓN AUTOMÁTICA DE ERRORES**

(Programa de estudios 1A-2/3)

(1966 - 1974)

1. El Programa de estudios 1A-2/3 señala que debe considerarse la aplicación de nuevas técnicas y sistemas en los servicios fijos.
2. Existen extensas zonas en el mundo que todavía no cuentan con medios de conexión a la red telegráfica internacional, aunque en potencia los necesiten para el intercambio de mensajes por telégrafo.
- 2.1 La cantidad de tráfico será al principio pequeña y las distancias que habrán de salvarse generalmente grandes. Por consiguiente, un sistema radioeléctrico quizás sea el más adecuado para enlazar una estación aislada con una de las oficinas de la red telegráfica mundial.
- 2.2 Un sistema radioeléctrico adecuado podría ser un sistema telegráfico sincrónico basado en el conocido principio de la corrección automática de errores, cuya aplicación permite mejorar la calidad del circuito radioeléctrico hasta un grado comparable al de las conexiones por línea terrestre.
- 2.3 Para poder participar en la red télex, la dirección de la corriente del tráfico debe ser reversible instantáneamente.
- 2.4 La ubicación de tales estaciones aisladas muchas veces no permite la utilización simultánea del transmisor y del receptor radioeléctricos.
- 2.5 Puede ser útil emplear la misma frecuencia para los dos sentidos del circuito.
- 2.6 El consumo de potencia del equipo debe ser mínimo.
- 2.7 El sistema no debe ser demasiado complejo.
3. Un sistema telegráfico muy útil para la realización práctica de esos servicios es el descrito en la Recomendación 476-1 para los servicios móviles marítimos.

INFORME 349-1*

**SISTEMAS RADIOTELEGRÁFICOS DE UN SOLO CANAL
CON DISPOSITIVO DE DIRECCIÓN DE ERRORES QUE NO NECESITA UN
CANAL DE RETORNO**

(Programa de estudios 18A/1)**

(1966 - 1970)

1. Introducción

Las contribuciones de las administraciones a la XI Asamblea Plenaria, Oslo, 1966, pueden servir de base a un informe preliminar sobre la cuestión de la protección de los sistemas radiotelegráficos de un solo canal por métodos de corrección de errores que no necesitan un canal de retorno. En el presente Informe se resumen los resultados experimentales expuestos en los Docs. III/113 (XIII/82) y XIII/120, 1963-1966, así como los Docs. III/107 y III/117, 1963-1966, y el Doc. III/9 (Estados Unidos de América), 1966-1969. En los Docs. III/81 y III/91, 1966-1969, se exponen pruebas más detalladas realizadas mediante simulación en laboratorio, que se resumen en este Informe.

* Adoptado por unanimidad.

** Reemplaza al Programa de estudios 5A/III.

2. Resumen y análisis de los resultados obtenidos

- 2.1 Los Docs. XIII/82 (Reino Unido) y XIII/120 (Noruega), 1963-1966, tratan de las pruebas efectuadas con un sistema descrito por Keller [1963]. Este sistema, que utiliza un código de control automático de diez unidades, con un modo de transmisión sincrónico, es capaz de corregir todos los errores aislados del texto y de detectar todos los errores dobles, así como la mayoría de los errores múltiples introducidos por el trayecto de propagación.

El código de diez unidades se compone de 5 elementos del Alfabeto telegráfico internacional N.º 2, seguidos de 5 elementos de control de paridad. Los 5 elementos de paridad consisten en una repetición directa o inversa de los elementos de información según que el número de señales Z en ellos contenidos sea impar o par. Los errores detectados pero que no pueden ser corregidos, se indican mediante la impresión de símbolos «error», generalmente por la combinación 31 ó 32.

La transmisión por el circuito radioeléctrico se realiza con velocidades de modulación de 62,3 68,5 ó 102 baudios en el caso de circuitos de teleimpresor que funcionan con velocidades de modulación de 45,45, 50 y 75 baudios respectivamente. Con la velocidad más baja de modulación puede prolongarse el sistema por la red telegráfica interior utilizando canales de telegrafía armónica convencionales de 50 baudios.

No es necesario utilizar señales especiales de puesta en fase, ya que el sistema asegura una puesta en fase totalmente automática, tanto durante los periodos de transmisión de tráfico como durante los de reposo.

El sistema descrito en los Docs. XIII/82 y XIII/120 se utiliza actualmente en servicio comercial. Los resultados obtenidos con este sistema en pruebas de explotación en condiciones reales se resumen en el cuadro I:

Además de estos resultados, en el Doc. XIII/82 se señala que, en el periodo comprendido entre el 7 de agosto y el 27 de noviembre de 1965, diversos barcos transmitieron desde alta mar, a una oficina de Londres, un total de 1099 datos registrados en cinta, cada uno de los cuales contenía de 1500 a 1800 caracteres. De todos estos datos se aceptaron 889, sin que fuese necesario proceder a una retransmisión ulterior (por no contener errores).

Se señala, además, que las pruebas efectuadas entre una estación de barco y estaciones costeras con mensajes en lenguaje claro, consistentes en la recepción a bordo de emisiones de difusión (por ejemplo, boletines de noticias) se han considerado satisfactorias siempre que, en una u otra medida, se ha recurrido a la recepción por diversidad.

Un desarrollo ulterior del sistema anteriormente descrito consiste en el entrelazado en los elementos de bloques de 10 caracteres, lo que permite corregir ráfagas de errores de 10 elementos (145 ms).

- 2.2 El Doc. III/107 (Países Bajos), 1963-1966, propone un sistema de indicación de errores de un solo canal, que funciona a una velocidad de modulación de 100 baudios y es capaz de garantizar hasta cierto punto la corrección de errores. Este sistema utiliza el código de detección de errores de relación constante de siete unidades descrito en el Doc. III/82, 1963-1966, pero transmite cada carácter dos veces junto con otros cuatro caracteres (tiempo equivalente a 280 ms) entre las repeticiones. Si la recepción de la primera transmisión de un carácter satisface al control de relación constante, se acepta y envía al teleimpresor por medio de un circuito de retardo. Si no es aceptada, se comprueba la recepción de la transmisión repetida del carácter y, de aceptarse, pasa directamente al teleimpresor. Si ninguna de las recepciones se considera aceptable se imprime un símbolo especial «espacio».

Además, puede tomarse en consideración una tercera decisión cuando no se sepa con seguridad si se ha recibido una señal de trabajo o de reposo (marcador en posición cero). En este caso, se imprime igualmente el símbolo especial «espacio».

La transmisión por el circuito radioeléctrico se efectúa a una velocidad de modulación de 100 baudios para los circuitos de teleimpresor que funcionan con una velocidad de modulación de 50 baudios.

Antes de iniciar la transmisión de la información y en el intervalo entre dos mensajes sucesivos o bloques de mensajes, la estación transmisora envía señales de intervalo de reposo que sirven también para la puesta en fase.

Este sistema puede considerarse de dos maneras:

- como un sistema de diversidad en el tiempo con posibilidad adicional de detección de errores. En este caso, su funcionamiento desde el punto de vista del control de errores (incluidos los errores detectados pero no corregidos), parece ser análogo al funcionamiento obtenido con un sistema de diversidad en el tiempo como el descrito por Lyons [1964], a condición de que el intervalo de tiempo entre las ráfagas de errores no sea inferior a 420 ms. Los cuatro bitios adicionales utilizados en el sistema propuesto en el Doc. III/107 sirven, a la vez, para la selección de diversidad y para la detección de errores;
- como un sistema de corrección de errores, que no necesita un canal de retorno, escalonado en el tiempo. Este sistema permite corregir todos los errores aislados y la mayoría de los errores múltiples, incluidas las ráfagas de errores que no exceden de 280 ms, siempre que el intervalo entre los errores simples o múltiples sea por lo menos de 420 ms. Por otra parte, permite detectar la mayoría de los errores que no pueden ser corregidos.

Se han realizado mediciones de calidad de los sistemas en laboratorio (véase el § 3.2).

- 2.3 El sistema de diversidad indicado por Lyons [1964, 1965 a y b] puede asegurar la corrección de ráfagas de errores de duración inferior o igual a 1,5 s, así como la de la mayoría de los demás errores simples o múltiples. Conviene en particular para reducir los errores debidos a efectos de distorsión variables en función del tiempo, como los que se producen a menudo en los circuitos de ondas decamétricas, por ejemplo: ruidos impulsivos, crestas de ruido, interferencias esporádicas y, en ciertos casos, desvanecimientos selectivos debidos a la propagación por trayectos múltiples.

Este sistema emplea dos canales adyacentes de un sistema de telegrafía armónica multicanal por desplazamiento de frecuencia; cada uno de los cuales funciona a una velocidad de modulación que puede alcanzar hasta 100 baudios. Uno de los dos canales (denominado en adelante el canal normal) transmite sin retardo la información, en tanto que el otro canal (denominado en adelante canal retardado) transmite la misma información con un retraso de aproximadamente 1,5 s. Además, después de cada grupo de nueve bitios de información, se inserta un bitio de paridad en el tren de bitios de entrada. Este régimen binario (bitios/s) de transmisión de la información por el sistema es entonces igual a 0,9 veces la velocidad de modulación de uno u otro canal de telegrafía armónica. El sistema es independiente del formato de entrada y se puede emplear tanto con una transmisión de caracteres como con datos de entrada aleatorios de tipo numérico.

En la recepción se examinan el canal normal y el canal retardado desde el punto de vista de la distorsión de los bitios (evaluación del margen), y luego se adopta como canal primario uno u otro de estos dos canales. Ahora bien, si se observa un error de paridad en un bloque del canal primario, se extrae del otro canal únicamente ese bloque, a condición de que no presente asimismo un error de paridad.

Los resultados obtenidos como consecuencia de una prueba práctica de varias semanas en un circuito de ondas decamétricas de gran longitud, con doble diversidad en el espacio en el extremo receptor, han demostrado que cuando la proporción de errores en los caracteres era de aproximadamente 1×10^{-2} en el canal normal sin diversidad en el tiempo, esta proporción era por su parte de aproximadamente 1×10^{-5} en el canal por diversidad en el tiempo (mediciones simultáneas).

- 2.4 El Doc. III/117 (Estados Unidos de América), 1963-1966, hace referencia a cuatro tipos generales de códigos de corrección de errores que no necesitan canal de retorno, aplicables a circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas. También expone los resultados de dos pruebas efectuadas en explotación real:

- 2.4.1 Un sistema que utiliza un código completo (15,10) (es decir, 10 bitios de información y 5 bitios de control por bloque), entrelazado de modo que se obtenga una corrección de ráfagas de errores de 2 segundos. Este sistema se ha ensayado a velocidades de teleimpresor en un enlace en ondas decamétricas [Fritchman y Leonard, 1965] y ha permitido mejorar la proporción de errores en los bitios en una potencia de diez aproximadamente cuando la proporción de errores no corregidos en un canal era de 10^{-2} , y en dos potencias de diez cuando la proporción de errores era de 10^{-3} .

- 2.4.2 Un sistema que utiliza un código de convolución adaptado (código Gallager), con posibilidad de corregir ráfagas de errores de seis segundos como máximo. Una característica de este sistema es que la longitud del intervalo exento de error (intervalo de guarda) necesario para la corrección de cada ráfaga de errores es igual a la longitud efectiva de la ráfaga más unos 20 bitios, en lugar de tener un valor fijo determinado por la capacidad máxima de corrección de ráfagas.

El mismo documento describe una prueba destinada a comparar este sistema con la utilización de la diversidad de frecuencia. El análisis de bloques de unos 3300 caracteres telegráficos ha puesto de manifiesto que, con la codificación, más del 90% de los bloques estaban exentos de errores, en comparación con un 15%, aproximadamente, de los bloques cuando se utilizaba el sistema de diversidad de frecuencia [Kohlenberg y Berner, 1966].

3. Medición de la calidad de funcionamiento de los sistemas en laboratorio

- 3.1 En el Doc. III/81 (Reino Unido), 1966-1969, se comparan diversos sistemas típicos de corrección de errores sin canal de retorno, probados en condiciones simuladas de propagación en la banda 7 (ondas decamétricas) [Law y otros, 1957]. Todos ellos podían recibir y transmitir señales arrítmicas de teleimpresor a 50 baudios, pero utilizaban la transmisión sincrónica en el trayecto radioeléctrico, con la velocidad de modulación que se indica en cada caso, en el § 3.1.1.

3.1.1 Los sistemas probados fueron los siguientes:

Sistema A, según se describe en el § 2.1, sin entrelazado de los elementos. Velocidad sincrónica de modulación de 68,5 baudios.

Sistema B, como el sistema *A*, pero con bloques de 10 caracteres con entrelazado de los elementos. Velocidad sincrónica de modulación de 68,5 baudios.

Sistema C. Código reiterativo de velocidad mitad similar al descrito en [Hagelbarger, 1959], pero con dos elementos adicionales de comprobación por carácter para detectar los errores no corregidos y sustituir los símbolos de error, y dispersión interna con posibilidad de corregir ráfagas de errores de 12 elementos (145 ms). Velocidad sincrónica de modulación de 83 baudios.

Sistema D, según se describe en el § 2.2, sin detector de tercera decisión (marcador en posición cero). Velocidad sincrónica de modulación de 100 baudios.

Sistema D', como el sistema *D*, pero con detector de tercera decisión. Velocidad sincrónica de modulación de 100 baudios.

Sistema E. Código difuso de convolución de velocidad mitad, con decodificación de umbral que asegura la corrección de ráfagas de errores de 32 elementos (350 ms) [Electronics, 1965; Kohlenberg y Forney]. Velocidad sincrónica de modulación de 90 baudios.

Sistema de referencia. Sin codificación excepto por la adición de un elemento por cada carácter para la sincronización de caracteres. Velocidad sincrónica de modulación de 42,3 baudios.

3.1.2 Condiciones de prueba

3.1.2.1 *Modulación F1*, fase continua, desplazamiento total de frecuencia, 170 Hz.

3.1.2.2 *Demodulación*. Se emplearon dos métodos alternativos de demodulación:

- filtro evaluador con una anchura de banda de 140 Hz (3 dB);
- limitador-discriminador con una anchura de banda del filtro de predetección de 180 Hz (3 dB), excepto para el sistema *D'*, que tenía un limitador-discriminador incorporado con una anchura de banda del filtrado antes de la detección de 500 Hz (3 dB).

3.1.2.3 *Señal numérica de prueba*. Ciclo repetitivo compuesto de todos los caracteres del Alfabeto telegráfico internacional N.º 2, excepto la combinación 32 (espacios).

- 3.1.2.4 *Condiciones simuladas de propagación.* Se hicieron mediciones con un desvanecimiento aleatorio uniforme de distribución de Rayleigh y con desvanecimientos selectivos producidos por dos trayectos de propagación independientes de igual actividad, con una diferencia de tiempo de 2 ms. Se realizaron pruebas con índices de desvanecimiento cuasi-aleatorios de 10 y 40 desvanecimientos por minuto. Se añadió un ruido gaussiano y se normalizó la relación señal/ruido [véase el § 1 del Informe 195], pero con respecto a la velocidad nominal de transmisión de datos (50 baudios) en lugar de con respecto a la velocidad de modulación, con el fin de asegurar una evaluación más objetiva de las ventajas de los sistemas de codificación con corrección de errores sin canal de retorno.
- 3.1.2.5 *Cómputo de los errores en los caracteres.* Los caracteres impresos incorrectamente (esto es, los errores en los caracteres no detectados) y los símbolos de error impresos se computaron como errores en los caracteres.
- 3.1.2.6 *Resultados de las pruebas.* En las figs. 1 a 4 se representan los resultados de las pruebas con doble diversidad en el espacio y con recepción por una sola antena. No se probó el sistema *D'* con recepción por diversidad.
- 3.2 En el Doc. III/91 (Países Bajos), 1966-1969, se indican los resultados de mediciones de la calidad de funcionamiento de sistemas de corrección de errores sin canal de retorno en condiciones simuladas de propagación en la banda 7 (ondas decamétricas) [Law y otros, 1957]. Ambos sistemas admitían y transmitían señales arrítmicas de teleimpresor de 50 baudios, y empleaban la transmisión sincrónica en el trayecto radioeléctrico.
- 3.2.1 *Los sistemas probados* tenían las características descritas en el § 2.2; un sistema incluía un detector de tercera decisión. La velocidad sincrónica de modulación fue en ambos de 100 baudios.
- 3.2.2 *Condiciones de prueba*
- 3.2.2.1 *Modulación F1*, fase continua, desplazamiento total de frecuencia, 200 Hz.
- 3.2.2.2 *Demodulación* por limitador-discriminador con una anchura de banda del filtro de predecepción de 500 Hz (3 dB). El detector de tercera decisión, cuando se utilizó, se ajustó al 33% de la salida de cresta del detector.
- 3.2.2.3 *Señal numérica de prueba.* La señal de prueba consistió en la transmisión reiterada de la señal *R* del Informe 348-2.
- 3.2.2.4 *Condiciones simuladas de propagación.* Se hicieron mediciones con un desvanecimiento aleatorio uniforme de distribución de Rayleigh y con desvanecimientos selectivos producidos por cinco trayectos de propagación con igual amplitud y variación independiente de fase, con una diferencia de tiempo de 0,5 ms entre trayectos sucesivos. Se hicieron pruebas con índices de desvanecimiento cuasi-aleatorio de 10, 30 y 40 desvanecimientos por minuto. Se añadió un ruido gaussiano y se normalizó la relación señal/ruido [véase el § 1 del Informe 195] con respecto a la velocidad de modulación (100 baudios). Las figs. 5 a 8 de este Informe se han ajustado a la relación señal/ruido normalizada con respecto a la velocidad de transferencia de la información (50 baudios), para que estén en consonancia con el § 3.1.
- 3.2.2.5 *Cómputo de los errores en los caracteres.* Los caracteres impresos incorrectamente (es decir, los errores en los caracteres no detectados) y los símbolos de error impresos se computaron como errores residuales de caracteres (E_R). También se computaron por separado los errores en los caracteres no detectados (E_u).
- 3.2.2.6 *Resultados de las pruebas.* En las figs. 5 a 8 se muestran los resultados de las pruebas para la recepción con una sola antena.
- 3.3 *Análisis de los resultados*
- 3.3.1 Para las pruebas que se mencionan en el § 3.1 se eligieron, por considerarlas representativas de condiciones de propagación muy desfavorables y para obtener un límite de funcionamiento inferior al que cabría esperar de los diversos sistemas sometidos a prueba, características de desvanecimiento selectivas correspondientes a una propagación por dos trayectos de igual actividad y desvanecimiento independiente, con una diferencia de tiempo de propagación de 2 ms y un índice de desvanecimiento de 10 desvanecimientos por minuto.

La condición de desvanecimiento uniforme aleatorio de distribución de Rayleigh con un índice de desvanecimiento de 10 desvanecimientos por minuto representa condiciones de propagación más bien favorables, pero no puede considerarse como un límite superior, puesto que todos los sistemas de corrección de errores sin canal de retorno dieron un mejor rendimiento con un índice de desvanecimiento de 40 desvanecimientos por minuto. Esto puede tomarse como una indicación de que una capacidad mayor de corrección de ráfagas de errores puede ser beneficiosa para hacer frente a bajos índices de desvanecimiento.

- 3.3.2 En las figs. 1 a 4 se representan los resultados de las pruebas descritas en el § 3.1. Se comprobó que, en las condiciones especiales de prueba descritas en el § 3.1.2, la demodulación por el método de filtro evaluador dio resultados notablemente superiores en presencia de desvanecimientos selectivos. Esto se puede explicar por los efectos de distorsión debidos a la propagación por trayectos múltiples cuando se utilizan filtros de predetección de poca anchura de banda y detección por limitador-discriminador [Groves y Ridout, 1966].

Con el método de demodulación por filtro evaluador, todos los sistemas de corrección de errores sin canal de retorno probados fueron superiores a los sistemas de referencia; la calidad de funcionamiento de los diversos sistemas difirió en 1 ó 2 dB.

Con el método de detección por limitador-discriminador, y en condiciones de desvanecimiento selectivo, con un índice de desvanecimiento de 10 desvanecimientos por minuto, la calidad de funcionamiento de los distintos sistemas mostró una diferencia más amplia. La calidad del sistema de referencia en esas condiciones, fue igual o mejor que la de algunos de los sistemas de corrección de errores sin canal de retorno. Esto puede achacarse a la menor velocidad de modulación del sistema de referencia y, por consiguiente, a la menor distorsión experimentada.

Con respecto a las curvas correspondientes al sistema D' , no hay que olvidar que la anchura de banda antes de la detección para este sistema era de 500 Hz, en comparación con 180 Hz para todos los demás sistemas con demodulación por limitador-discriminador. El umbral del detector de tercera decisión se ajustó aproximadamente en el 50% de la salida de cresta del detector.

- 3.3.3 Para las pruebas que se indican en el § 3.2 se eligieron, por considerarlas representativas de condiciones de propagación por trayectos múltiples, bastante desfavorables, características de desvanecimiento selectivo correspondientes a las producidas por cinco componentes de trayecto de igual amplitud, con variación de fase independiente, y diferencias de tiempo acumulativas de 0.5 ms. Se utilizaron índices de desvanecimiento de 10, 30 y 40 desvanecimientos por minuto para evaluar la eficacia de los métodos de corrección de errores sin canal de retorno, con una capacidad fija de corrección de ráfaga de errores.

- 3.3.4 En las figs. 5 a 8 se representan los resultados de las pruebas descritas en el § 3.2. En dichas figuras se indican tanto la proporción residual de errores (E_R) como la proporción de errores no detectados (E_u) (véase el § 3.2.2.5).

En todas las condiciones, E_R mejora a medida que aumenta el índice de desvanecimiento, como cabría esperar del valor fijo del tiempo de propagación entre la primera y la segunda parte del carácter (14 elementos).

En condiciones de desvanecimiento uniforme, E_R se aproxima de E_u con relaciones S/R muy elevadas, lo que indica que en esas condiciones la mayor parte de los errores residuales no son detectados. La aplicación de la detección de tercera decisión muestra una disminución significativa del E_u para ambos índices de desvanecimiento y, por lo tanto, una disminución significativa de E_R con relaciones S/R elevadas.

En condiciones de desvanecimiento selectivo, E_R no se aproxima de E_u con relaciones S/R muy altas, y los resultados muestran que la mayor parte de los errores residuales son detectados, pero no corregidos. La aplicación de la detección de tercera decisión indica nuevamente una marcada disminución de E_u , pero en este caso un ligero incremento de E_R , lo que indica un aumento de los errores detectados pero no corregidos.

- 3.4 El tiempo de puesta en fase es un aspecto importante de los sistemas de corrección de errores sin canal de retorno. El tiempo de puesta en fase de los distintos sistemas en todas las condiciones de prueba se midió en las pruebas descritas en el § 3.1. Los sistemas D y E se pusieron invariablemente en fase en menos de un segundo. Los tiempos medianos para los sistemas A , B y C fueron del orden de 15 segundos. El tiempo de puesta en fase observado en el 99% de las pruebas de estos tres sistemas fue de menos de 21, 47 y 25 segundos, respectivamente. Con proporciones de errores muy elevadas, ningún sistema logró la puesta en fase.

4. Conclusiones

La calidad de funcionamiento de los sistemas no codificados con manipulación por desplazamiento de frecuencia depende, entre otras cosas, de la dispersión y del tipo de la propagación por trayectos múltiples (es decir, del número y de la actividad de los trayectos individuales), del índice de modulación y de la anchura de banda del filtro antes de la detección, en el caso de detección por limitador-discriminador.

En sistemas codificados, el índice de desvanecimiento es también un factor importante, dado que tiene una influencia significativa en la distribución de los errores en el tiempo.

Se subraya la importancia de normalizar las condiciones de prueba, los parámetros de los simuladores de canales ionosféricos y modelos típicos de comportamiento de la ionosfera, a fin de poder mejorar la comparación de los resultados obtenidos en laboratorio (véase también la Cuestión 21/3).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Electronics* [27 de diciembre de 1965] 77 y 78 (Editorial) Convolutional Codes.
- FRITCHMAN, B. D. y LEONARD, J. F. [junio de 1965] Test results of a time dispersed forward error control system. *IEEE Trans. on Comm. Tech.*, Vol. 13, 2.
- GROVES, K. y RIDOUT, P. N. [diciembre de 1966] Effect of multipath propagation on the performance of narrow-band frequency-modulation radio-telegraph systems. *Proc. I.E.E.*, 113, 12.
- HAGELBARGER, D. W. [1959] Recurrent codes: easily mechanized burst correcting codes. *B.S.T.J.*, Vol. 38, 4.
- KELLER, P. R. [junio de 1963] An automatic error correction system for unidirectional HF teleprinter circuits. *Point-to-point telecommunications*, Vol. 1, 33, 14.
- KOHLBERG, A. y BERNER, A. S. [agosto de 1966] An experimental comparison of coding versus frequency diversity for HF telegraph transmission. *IEEE Trans. on Comm. Tech.*, Vol. 14, 4.
- KOHLBERG, A. y FORNEY Jr., G. D. Convolutional coding for channels with memory.
- LAW, H. B., LEE, F. J., LOOSER, R. C. y LEVETT, F. A. W. [1957] An improved fading machine. *Proc. I.E.E.*, Vol. 104B, 117.
- LYONS, W. [marzo de 1964] Optimizing high frequency telegraph transmission. *IEEE Trans. on Comm. Tech.*, Vol. 12, 1.
- LYONS, W. [junio de 1965a] Error protection via time diversity. *IEEE Trans. on Comm. Tech.*, Vol. 13, 2.
- LYONS, W. [diciembre de 1965b] Application of time diversity to multi-link data transmission. *Proc. Radio Club of America*.

CUADRO I
Resumen de resultados

1	2	3	4	5	6	7
Documento	Detalles de las pruebas y del circuito	Caracteres transmitidos	Errores detectados y corregidos	Proporción de errores detectados pero no corregidos	Proporción residual de errores no corregidos	Proporción global de errores
XIII/82	Barco a estación costera: transmisión en doble banda lateral, recepción por trayecto simple	36 600	3,41 en 1000 caracteres	2,27 en 1000 caracteres	0,055 en 1000 caracteres	2,33 en 1000 caracteres
XIII/82	Barco a estación costera: transmisión en banda lateral única, recepción por diversidad en el espacio					0,84 en 1000 caracteres
XIII/120	Barco a estación costera: transmisión en banda lateral única, recepción por diversidad en el espacio ⁽¹⁾ ⁽²⁾	287 776		1,26 en 1000 caracteres	0,56 en 1000 caracteres	1,82 en 1000 caracteres
XIII/120	Barco a estación costera: transmisión en banda lateral única, recepción por diversidad en el espacio ⁽¹⁾	42 952		1,42 en 1000 caracteres	0,54 en 1000 caracteres	1,96 en 1000 caracteres
XIII/120	Estación costera a barco: transmisión con manipulación por desplazamiento de frecuencia, recepción por trayecto simple	297 464		0,88 en 1000 caracteres	0,3 en 1000 caracteres	1,18 en 1000 caracteres
XIII/120	Estación costera a barco: transmisión con manipulación por desplazamiento de frecuencia, recepción por trayecto múltiple	54 508		1,76 en 1000 caracteres	0,31 en 1000 caracteres	2,07 en 1000 caracteres

⁽¹⁾ La distancia entre los dos sistemas de antenas receptoras era más bien insuficiente para el funcionamiento por diversidad en el espacio.

⁽²⁾ Por razones técnicas, en estas pruebas el transmisor del barco radiaba sólo la cuarta parte de su potencia nominal.

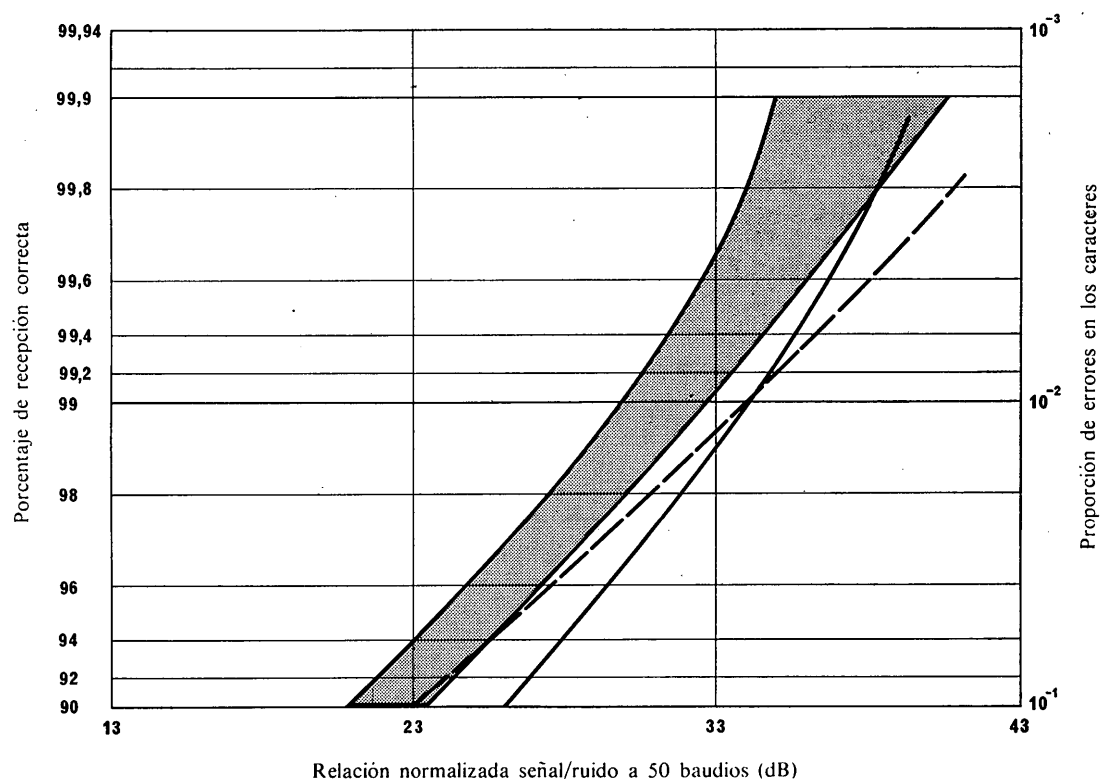


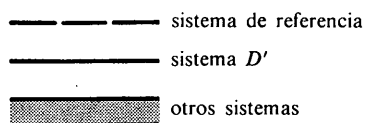
FIGURA I

Comparación de sistemas de corrección de errores sin canal de retorno

Índice de desvanecimiento : 10/min., uniforme

Detector : Filtro evaluador o limitador-discriminador

Diversidad : Ninguna



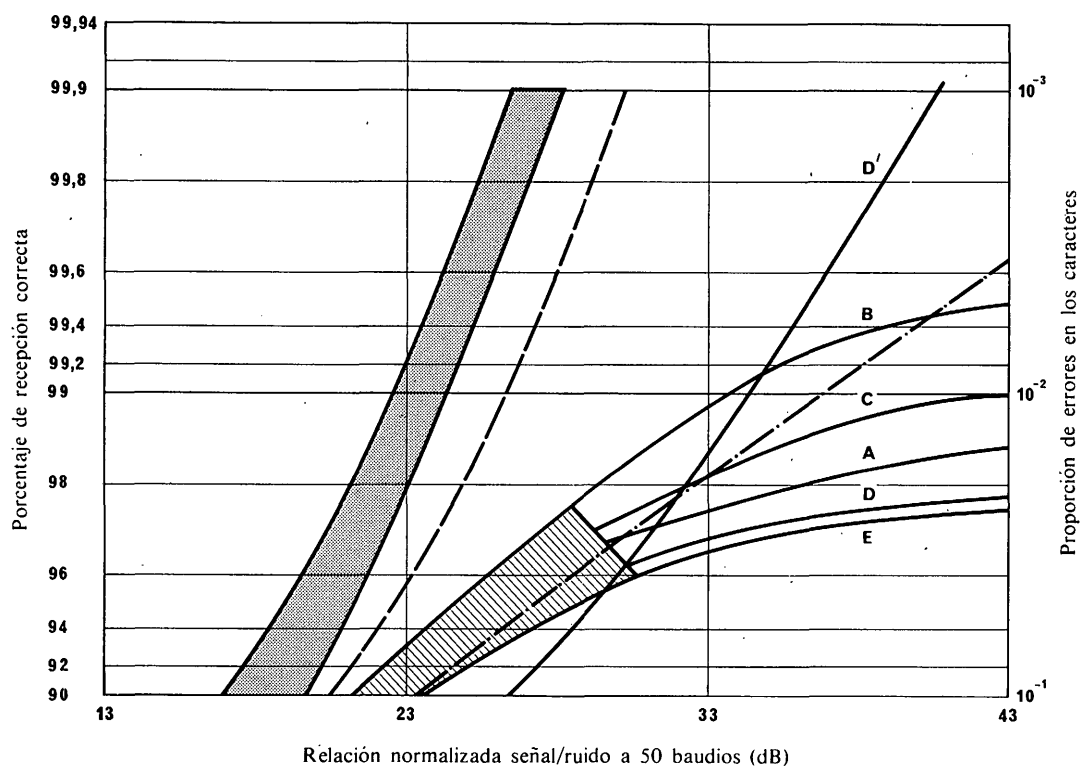


FIGURA 2

Comparación de sistemas de corrección de errores sin canal de retorno

Índice de desvanecimiento : 10/min., selectiva, diferencia de trayecto 2 ms

Detector : Filtro evaluador o limitador-discriminador

Diversidad : Ninguna

- — — — — sistema de referencia — filtro evaluador
- ■ ■ ■ ■ todos los demás sistemas — filtro evaluador
- · — · — sistema de referencia — limitador-discriminador
- — — — — sistema D'
- ▨ ▨ ▨ ▨ ▨ todos los demás sistemas — limitador-discriminador

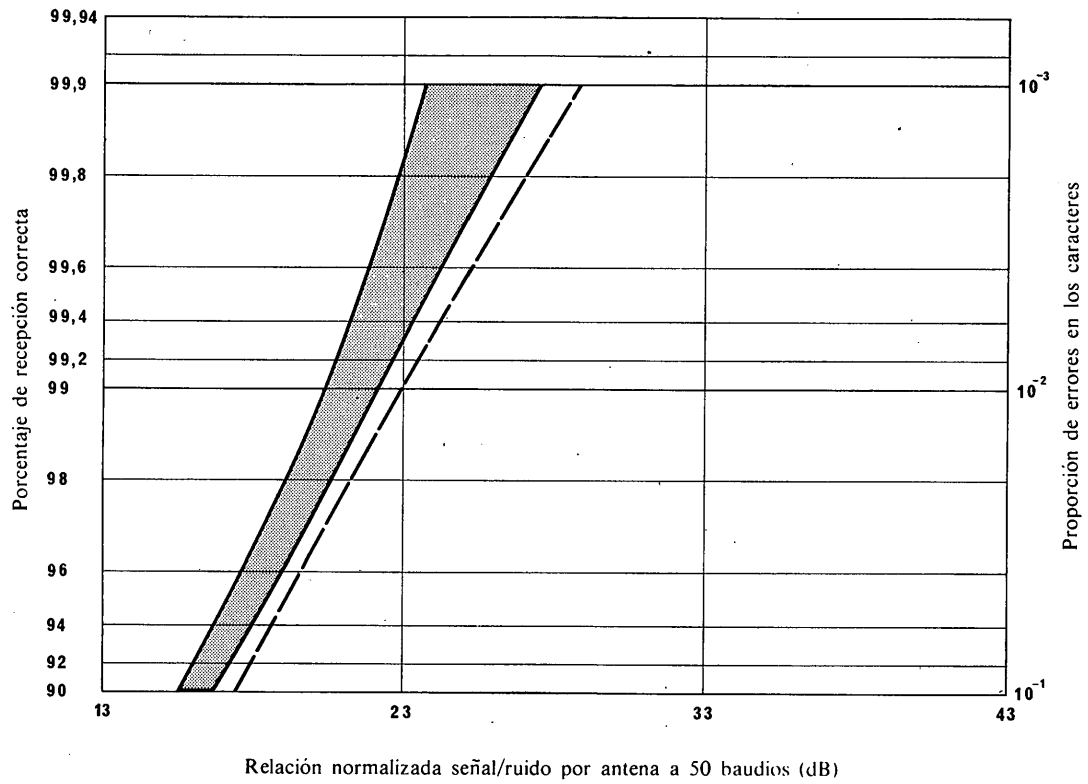


FIGURA 3

Comparación de sistemas de corrección de errores sin canal de retorno

Índice de desvanecimiento : 10/min., uniforme

Detector : Filtro evaluador o limitador-discriminador

Diversidad : Recepción con dos antenas

— — — — — sistemas de referencia
 ■ ■ ■ ■ ■ todos los demás sistemas

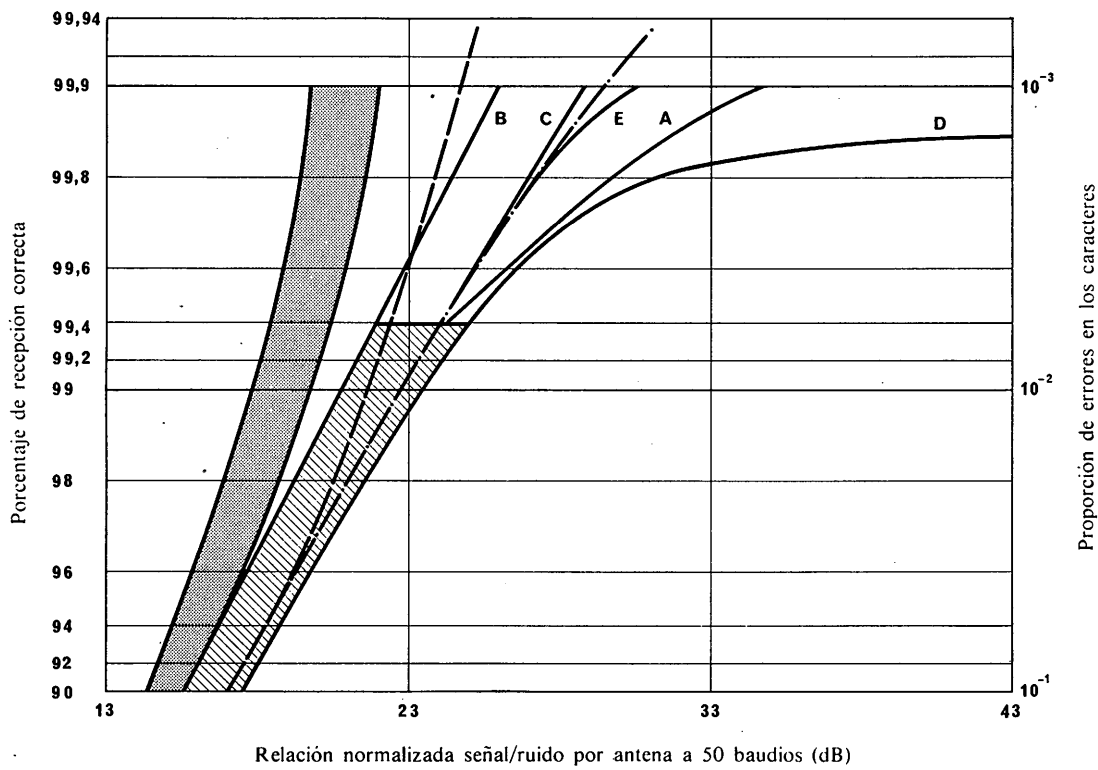


FIGURA 4

Comparación de sistemas de corrección de errores sin canal de retorno

Índice de desvanecimiento : 10/min., selectivo, diferencia de tiempo de propagación, 2 ms

Detector : Filtro evaluador o limitador-discriminador

Diversidad : Recepción en dos antenas

- — — — — sistema de referencia — filtro evaluador
- todos los demás sistemas — filtro evaluador
- - - - - sistema de referencia — limitador-discriminador
- ▨ todos los demás sistemas — limitador-discriminador

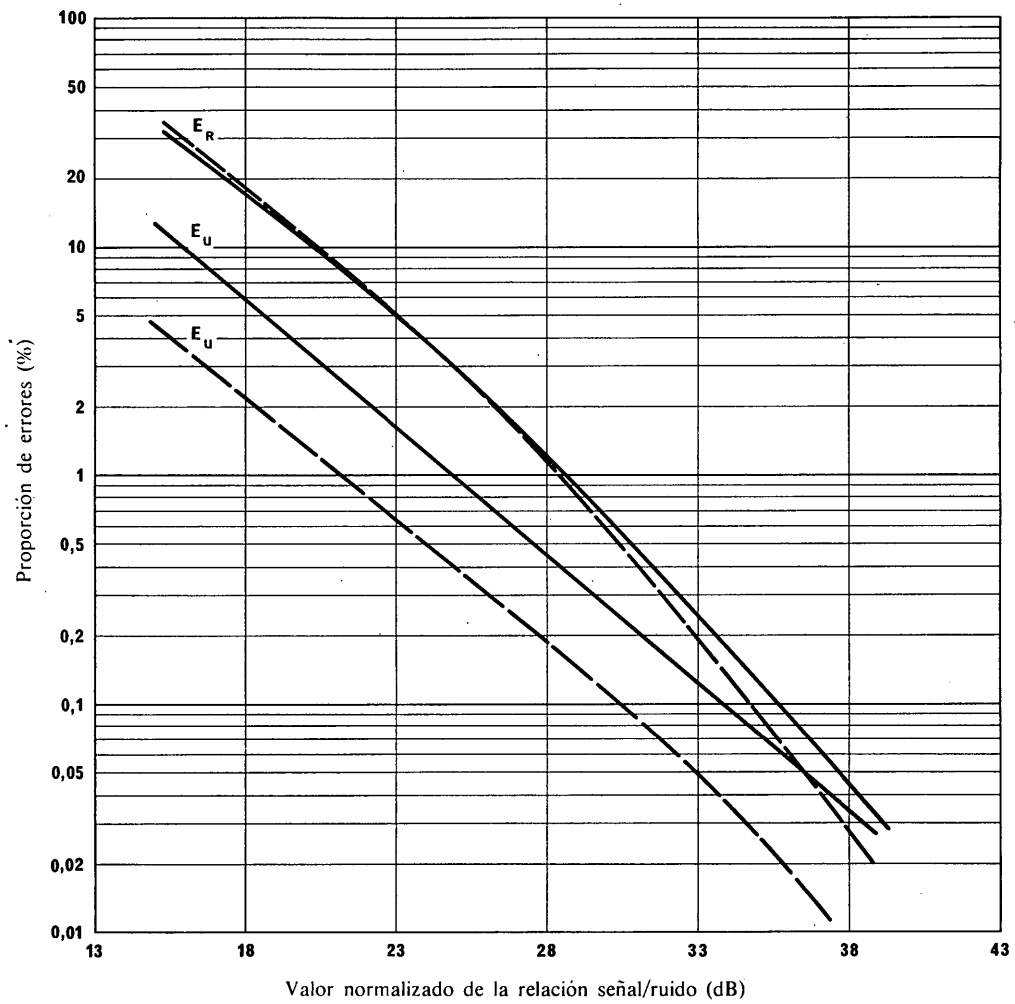


FIGURA 5

Proporción de errores residuales (E_R) y proporción de errores no detectados (E_u)

Desvanecimientos uniformes: 10 desvanecimientos/minuto

————— Detección normal
 - · - · - Detección con posición cero

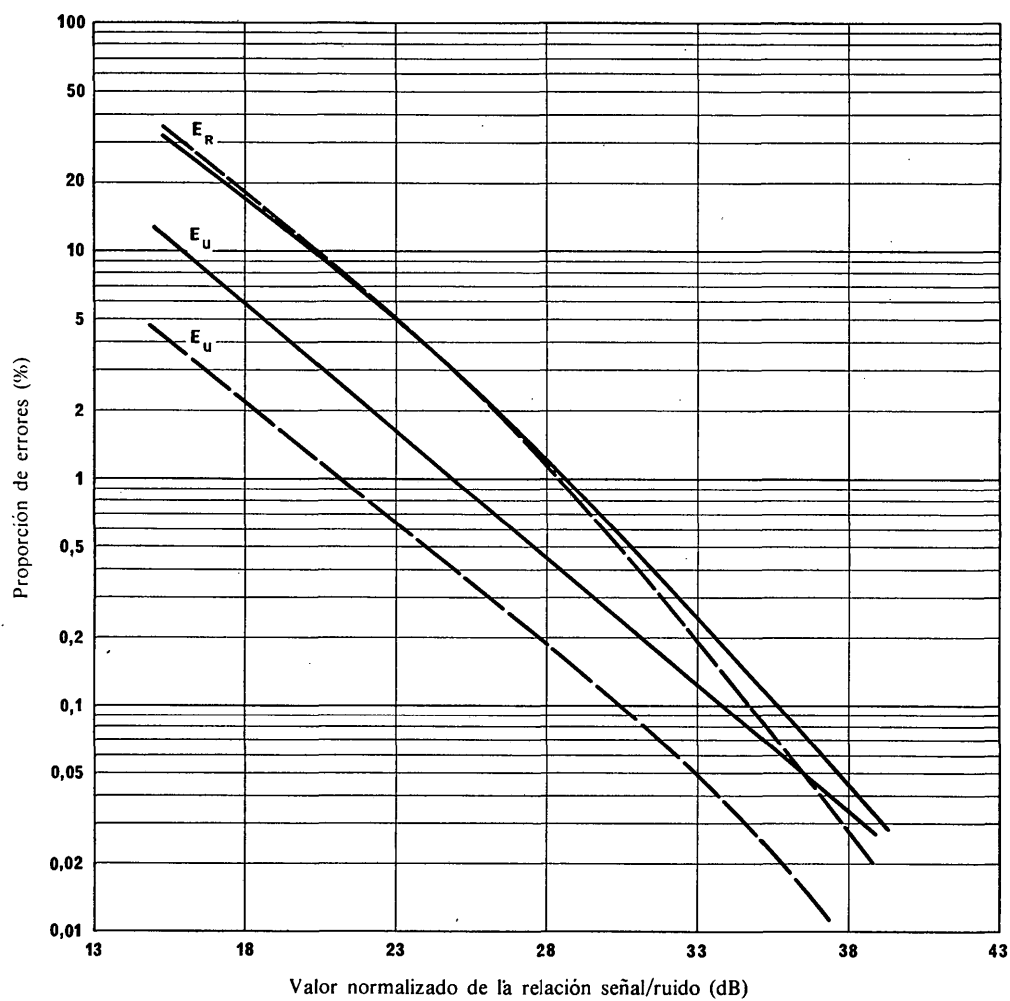


FIGURA 6

Proporción de errores residuales (E_R) y proporción de errores no detectados (E_u)

Desvanecimientos uniformes: 40 desvanecimientos/minuto

— Detección normal
 - - - Detección con posición cero

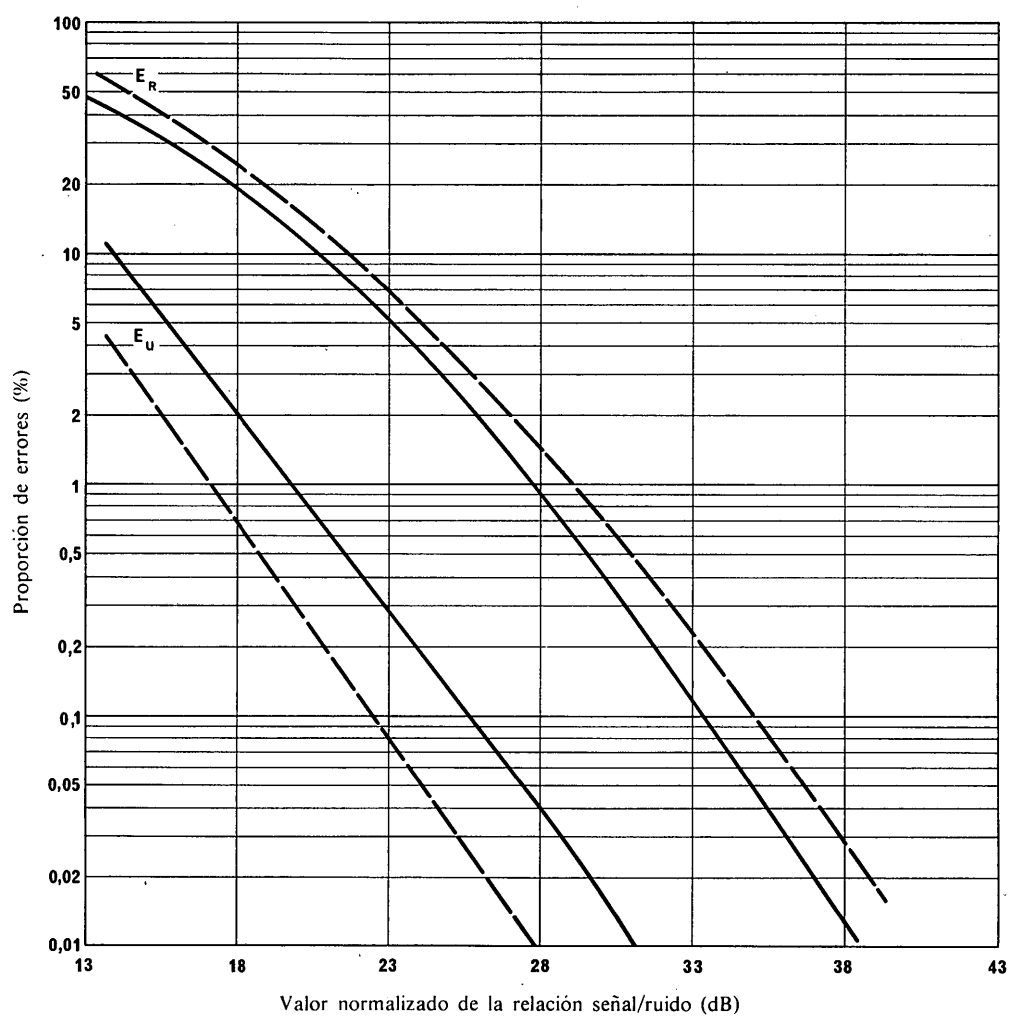


FIGURA 7

Proporción de errores residuales (E_R) y proporción de errores no detectados (E_u)

Desvanecimientos uniformes: 10 desvanecimientos/minuto

— Detección normal
 - - - Detección con posición cero

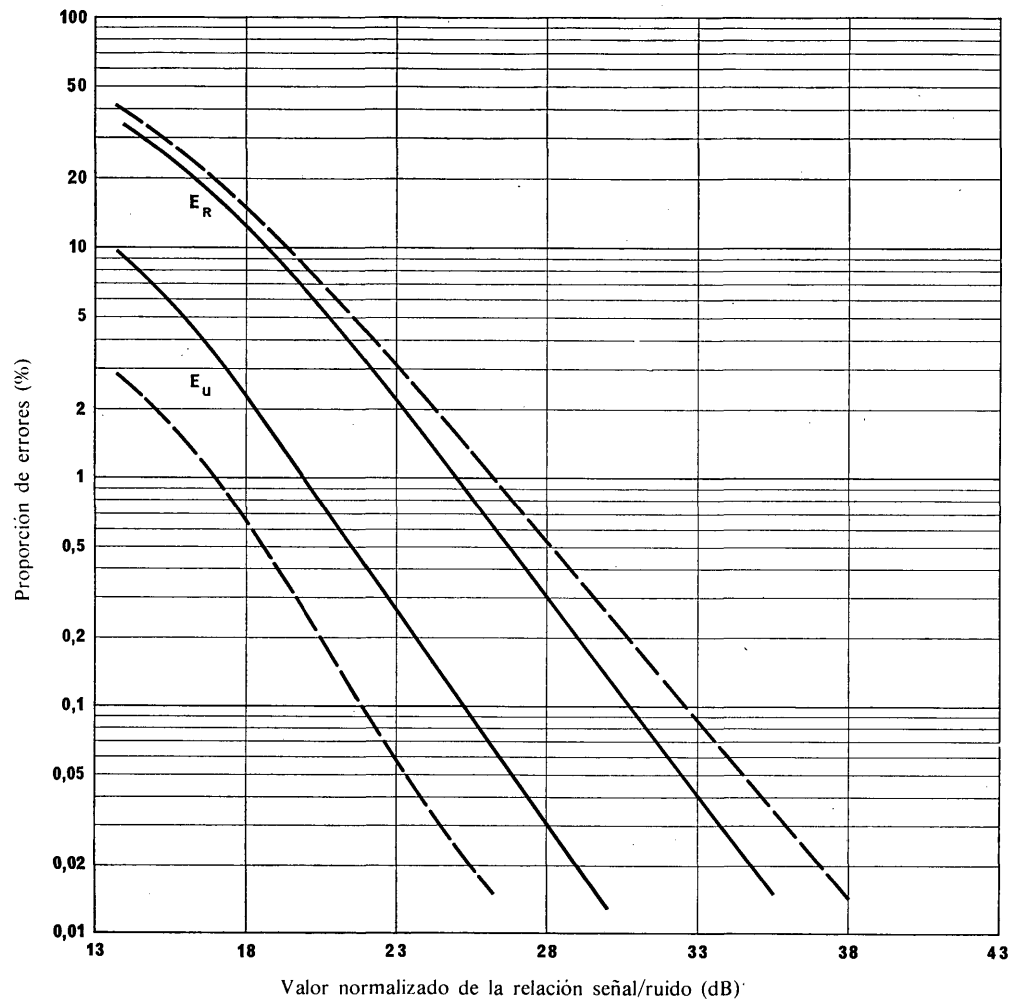


FIGURA 8

Proporción de errores residuales (E_R) y proporción de errores no detectados (E_u)

Desvanecimientos uniformes: 40 desvanecimientos/minuto

———— Detección normal
- - - - Detección con posición cero

INFORME 350*

SISTEMAS TELEGRÁFICOS ARQ DÚPLEX DE UN SOLO CANAL

(1966)

1. En la actualidad se usan en radiotelegrafía sistemas múltiplex con corrección de errores por repetición automática (ARQ). Las características de estos sistemas ARQ se indican en la Recomendación 342-2.
2. Cuando el volumen del tráfico no justifica el uso de más de un canal, parece recomendable el sistema ARQ de un solo canal. Una solución posible es atenerse a los principios expuestos en la Recomendación 342-2, anexo I, §§ 1, 2, 4, 7**, 8*** y 9, en la medida en que son aplicables a la explotación en un solo canal.

INFORME 351-2*

CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS RADIOTELEGRÁFICOS

(Programa de estudios 1A-2/3)

(1966 — 1970 — 1974)

1. En los Docs. III/23 (República Federal de Alemania) y III/106 (Rev. 1), págs. 3 a 16 (Compañía Portuguesa Radio Marconi), 1963-1966, se da cuenta de las pruebas efectuadas en circuitos radioeléctricos ARQ de corta o larga distancia, explotados a 192 baudios, con objeto de tratar de determinar si existe una correlación entre los resultados de las medidas del factor de eficacia y la evaluación de la calidad de los circuitos radioeléctricos.

Las medidas del factor de eficacia se llevaron a cabo a intervalos de 15 minutos (Doc. III/23) y de 10 minutos, 1 minuto y 20 segundos (Doc. III/106). Además, se registraron con la misma base de tiempo el valor medio de la distorsión telegráfica y las intensidades de campo relativas.

Por otra parte, en el Doc. III/23 se indican los siguientes datos: frecuencias de trabajo, variaciones del campo geomagnético, valores observados de la MUF y LUF aplicables a los circuitos considerados, previsiones semanales y cotidianas de la MUF y de la LUF, evaluación de la calidad de los enlaces con arreglo al código SINPO; en el Doc. III/106 se mencionan los siguientes datos: frecuencias de trabajo, potencia de transmisión, clase de emisión, ganancia de las antenas transmisoras y receptoras y tipo de recepción.

No se tuvieron en cuenta, en los resultados, las perturbaciones que provenían evidentemente de causas ajenas al medio de propagación.

Un estudio crítico de los resultados de las pruebas llevadas a cabo con los distintos circuitos demuestra que es posible establecer una correlación entre el factor de eficacia medido y la distorsión telegráfica a la salida del receptor. En numerosos circuitos en los que se midió el factor de eficacia en periodos de 15 minutos, se estableció un coeficiente de correlación cuyo valor se sitúa entre 0,8 y 0,5 [Frommer y otros, 1965].

En muchos de los casos, aunque no en todos, pudo demostrarse la existencia de cierto grado de correlación entre los resultados de las mediciones del factor de eficacia y la intensidad de campo. No obstante, esta correlación desaparece cuando una señal intensa resulta interferida.

De esto puede concluirse que la medición de la distorsión telegráfica constituye el medio más adecuado para evaluar rápida y continuamente la calidad de transmisión cuando no se puedan utilizar las mediciones del factor de eficacia.

* Adoptado por unanimidad.

** A los fines de este Informe, el § 7.1.2 de la Recomendación 342-2, anexo I, debe leerse: «Después de contado un número adecuado de elementos A y Z...».

*** Para las velocidades de modulación de 48, 72 y 96 baudios, se aplican los ciclos de transmisión de $145 \frac{5}{6}$, $97 \frac{2}{3}$ y $72 \frac{11}{12}$ ms respectivamente.

2. El Doc. III/26 (República Federal de Alemania), 1966-1969, contiene la descripción de un aparato de medida destinado al control simultáneo de un máximo de 40 canales telegráficos desde un solo punto. Este aparato mide continuamente la distorsión que se produce en cada canal telegráfico comparando dos formas de onda, una que proviene directamente de la señal manipulada recibida, y otra de un reloj local que se mantiene constantemente sincronizado con la señal recibida. Como sólo interesa el valor absoluto de la distorsión, este método no establece distinción alguna entre puntos de transición adelantados y retrasados.

La distorsión medida se indica mediante filas de diez indicadores luminosos, cada una de las cuales tiene un margen de distorsión de 5%. La longitud de la tira iluminada indica el grado de distorsión que se produce en un canal determinado. Los valores indicados se borran cada diez segundos, comenzando inmediatamente un nuevo periodo de medida. Los indicadores que se encienden en el curso de un periodo de medida permanecen encendidos a lo largo de este periodo, lo que proporciona una representación estable y de fácil lectura. Al final de cada fila se ha previsto un indicador especial de alarma que se enciende cada vez que se alcanza un determinado grado de distorsión. Además, se ha previsto el registro gráfico en 40 pistas, lo que permite registrar continuamente, para cada canal, el número de veces que la distorsión excede el máximo umbral admisible.

El empleo de este aparato en condiciones reales de explotación ha demostrado que resulta muy útil para identificar las distorsiones debidas a condiciones de propagación desfavorables o a un ajuste deficiente del equipo; permite también detectar rápidamente cualquier deterioración de las condiciones de propagación. Este aparato permite, pues, aumentar considerablemente el factor de eficacia de varios circuitos, dada la posibilidad que ofrece de que se tomen a tiempo las medidas correctoras necesarias.

3. En el Doc. III/82 (Reino Unido), 1966-1969, se describen los medios de control central de un numeroso grupo de receptores radioeléctricos. El panel de control de cada receptor tiene asociado un registrador de cinta con memoria para tres horas, que indica el nivel de la portadora piloto y la aparición de distorsión telegráfica a la salida del receptor. Esta última información se deduce de las indicaciones de un aparato que mide la distorsión de un corto elemento telegráfico, ajustado para funcionar con una distorsión de elementos del 30%, que alimenta continuamente un integrador de elementos con una constante de tiempo de 80 segundos. El registrador está ajustado de modo que la desviación máxima de su escala corresponda al 10% de los elementos con una distorsión de más de 30%.

Se considera que éste es un método bastante preciso para la evaluación de la calidad de la señal recibida, y preferible al empleo del factor de eficacia, que a menudo está determinado por circunstancias distintas de las condiciones de propagación en el trayecto radioeléctrico.

4. En el Doc. III/95 (U.R.S.S.), 1966-1969, se da cuenta de mediciones efectuadas en la U.R.S.S. de 1966 a 1968 para determinar la calidad de transmisión de cierto número de circuitos radiotelegráficos.

Para evaluar la calidad de transmisión se define un factor de funcionamiento satisfactorio, η , como a continuación se indica:

El factor de funcionamiento satisfactorio es la relación entre el tiempo en que el grado de distorsión se encuentra dentro de límites aceptables y el tiempo total de funcionamiento. El grado de distorsión se define como la parte del número total de transiciones de los elementos que se producen con intervalos predeterminados y que se desvían de los instantes ideales más allá de un límite predeterminado.

En esas pruebas, el grado de distorsión se consideró aceptable cuando el número de transiciones con una distorsión igual o superior a 40% era inferior a 15 por minuto. Durante las pruebas, el factor de funcionamiento satisfactorio se controló automáticamente [Bukhviner, 1965; Bukhviner y Malygin, 1969].

Las pruebas experimentales efectuadas en circuitos de 2800, 5100 y 5400 km de longitud indican una variación anual del factor de funcionamiento satisfactorio comprendida entre 0,87 y 0,92, en invierno, y entre 0,92 y 0,95 en verano [Bukhviner y otros, 1969]. La correlación entre el grado de distorsión de los elementos y la proporción de errores es mayor cuando aumenta la distorsión de los elementos. Se comprobó que, cuando la distorsión excedía de 40%, η era mayor que 0,85.

En el Doc. 3/17 (U.R.S.S.), 1970-1974, se exponen los resultados de observaciones simultáneas de la calidad de transmisión en los dos puntos de recepción de un circuito radiotelegráfico dúplex de 3000 km. Se descubrió que en el factor de funcionamiento satisfactorio la diferencia entre el sentido de ida y el de retorno era siempre inferior a 5% (en cualquier momento del día o de la noche) y que la probabilidad de coincidencia de los valores horarios de η aumenta con la calidad del circuito radioeléctrico según se indica en el cuadro I.

CUADRO I

Porcentaje del valor de η	>95%	95-90%	90-80%
Probabilidad de coincidencia de las mediciones horarias correspondientes	1,0-0,83	0,8-0,6	0,65-0,6

La comparación de la calidad de transmisión en circuitos radioeléctricos entre puntos fijos para sistemas con ARQ y sin él (200 baudios) muestra que los sistemas con ARQ pueden funcionar con valores menores de η aunque esta reducción sea menor de 5% cuando $\eta > 90\%$.

Se descubrió también que η aumenta al aumentar la relación entre la frecuencia de funcionamiento «m» y la MUF, pero cuando $m \geq 0,65$, el valor de η permanece prácticamente constante.

5. Conclusiones

La experiencia adquirida desde 1963 parece indicar que la medición de la distorsión telegráfica es un medio de evaluar la calidad de transmisión de los circuitos radiotelegráficos más directo y adecuado para la medición del factor de eficacia.

Para evaluar la calidad de transmisión radioeléctrica se propone el empleo del factor de funcionamiento satisfactorio definido en el § 4. Sin embargo, cuando no se pueda utilizar el valor de la distorsión telegráfica medida para evaluar la calidad de los circuitos con ARQ, por ejemplo en el caso de un sistema «flex», la medición de la calidad de los circuitos podría ser preferible desde el punto de vista de la explotación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUKHVINER, V. E. [1965] Avtokontrol kachestva svyazi v radiotelegrafii (Control automático de la calidad de transmisión en radiotelegrafía). *Elektrosviaz*, 7.
- BUKHVINER, V. E. y MALYGIN, V. B. [1969] Otsenka vremennykh iskazheniy i oshibok v radiocanalakh DChT (Evaluación de las distorsiones transitorias y de los errores en los circuitos radioeléctricos MDF). *Elektrosviaz*, 7.
- BUKHVINER, V. E., DOBROVOLSKY, E. E. y PASHCHENKO, S. E. [1969] O normirovanii kachestva radiosmyazi (Normalización de la calidad de los circuitos radioeléctricos). *Vestnik svyazi*, 4.
- FROMMER, E., KOB, H. y LENHART, B. [1965] Untersuchungen an Funktelegrafieverbindungen zur Ermittlung eines geeigneten Kriteriums für die laufende Gütebeurteilung von Funklinien (Investigaciones en circuitos radiotelegráficos para obtener un criterio apropiado, para la determinación permanente de la calidad de los circuitos radioeléctricos). *Mitt. Funkamt*, Frankfurt am Main.

BIBLIOGRAFÍA

- HEINZELMANN, G., LENHART, B. y VOGT, K. [1969] Gütemess-und Registriereinrichtung für Funktelegrafiellinien (Dispositivo de medida y registro de la calidad de los circuitos radiotelegráficos). *NTZ*, 2, 101.

INFORME 352*

**UTILIZACIÓN DE LA PREACENTUACIÓN Y DE LA
DESACENTUACIÓN EN LAS TRANSMISIONES
TELEFOTOGRAFICAS POR CIRCUITOS
RADIOELÉCTRICOS DE ONDAS DECAMÉTRICAS**

(Programa de estudios 1A-2/3)

(1966)

1. Introducción

La relación entre la densidad de una imagen y el índice de modulación, tal como se obtiene actualmente, conduce, en la recepción, a una disminución de la calidad de las partes negras de la imagen, debida a la densidad variable del ruido. Si se quiere asegurar una distribución uniforme de la deterioración debida al ruido en toda la gama de densidades de una imagen y mejorar así la calidad de ésta, conviene obtener una relación lineal entre la densidad de una imagen y el índice de modulación. Esto tendría, además, la ventaja de hacer menos notable la influencia de los errores de frecuencia que se producen en la transmisión.

En el Doc. III/31 (Japón), 1963-1966, se describe un procedimiento para obtener esta relación. A continuación figura una descripción de este sistema.

2. Descripción del procedimiento

La señal de salida de una cédula fotoeléctrica es proporcional a la intensidad del flujo luminoso reflejado, en tanto que la densidad de la imagen es inversamente proporcional al logaritmo del flujo reflejado.

La calidad de la imagen mejora considerablemente cuando la señal se transmite a través de una red de preacentuación de característica logarítmica, y se recibe por conducto de una red de desacentuación con una característica inversa a la de la red de transmisión.

BIBLIOGRAFÍA

MICHISHITA, H., NAKAO, K., NARITA, F. y KAWAI, K. [junio de 1962] A method of improvement on the picture quality in phototelegraph transmission. *Journal of Institute of Telecommunication Engineers of Japan*, Vol. 45, 6.

INFORME 435*

**ESTADÍSTICAS DE ERRORES Y PROTECCIÓN CONTRA
ELLOS EN LAS TRANSMISIONES DE TIPO NUMÉRICO
POR CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS EN SERVICIO**

(Programa de estudios 18A/1)**

(1970)

1. Introducción

En el presente Informe se da cuenta de cierto número de estudios sobre las estadísticas de errores en la transmisión «numérica» por circuitos radioeléctricos en ondas decamétricas. Contiene también los resultados de determinados estudios relativos a las condiciones de utilización de los métodos de protección contra los errores.

2. Estadísticas de errores

Brayer [1968] indica resultados relativos a la configuración de los errores, obtenidos con transmisiones de datos numéricos en ondas decamétricas en trayectos transecutoriales de gran longitud. En uno de los experimentos se ha empleado un módem de cuatro estados significativos con modulación por desplazamiento de fase en función del tiempo, con ocho y dieciséis audiofrecuencias, para velocidades de transmisión de 1200 y 2400 bitios/s respectivamente. En otro experimento, se ha hecho uso de tres tipos diferentes de módems con modulación por desplazamiento de fase. En ambos experimentos se utilizó como referencia un módem con modulación por desplazamiento de frecuencia de dieciséis tonos.

* Adoptado por unanimidad.

** Reemplaza al Programa de estudios 5A/III.

La configuración de los errores se clasifica en tres categorías:

- configuración de errores relativamente aleatorios;
- configuración de ráfagas de errores,
- configuración de errores sistematicos (periodicidad).

Las distribuciones acumuladas de la duración de los periodos sin error revelan una elevada frecuencia de aparición de las configuraciones de errores periódicos, dependiendo la periodicidad del número de subcanales del módem. Por otra parte, se observa que la probabilidad de aparición de cortos periodos sin error es, por lo general, muy superior a la que cabría esperar con configuraciones de errores independientes.

Moyes y Taylor [1966] dan estadísticas de errores establecidas en un trayecto de propagación de ondas decamétricas de 5000 km, en latitudes medias. Estos autores se han servido de un módem binario con modulación por desplazamiento de frecuencia (sin multiplaje por distribución de frecuencia), con una velocidad de transmisión de unos 72 bitios/s. A lo largo de este experimento, la proporción media de errores en los bitios fue de $4,7 \times 10^{-4}$, que es un valor normal para este trayecto. Los resultados han puesto de manifiesto una clara concentración de los errores.

Greim [1960] da estadísticas de errores establecidas para un enlace de teleimpresor en ondas decamétricas entre las Bermudas y Nueva York. Este experimento se ha hecho con un módem con modulación por desplazamiento de frecuencia (60 palabras/minuto); el valor del desplazamiento de frecuencia fue de ± 170 Hz. Los resultados obtenidos demuestran que los errores son « dependientes » y que se caracterizan por una correlación muy elevada.

Konopleva (véase el Informe 197-3, § 4 y [Brayer, 1967; Brayer y Cardinale, 1967]) da cuenta de los resultados de experiencias sobre la proporción de errores en función de la distancia.

3. Métodos de protección contra los errores

Brayer [1967] y Brayer y Cardinale [1967] dan cuenta de los estudios por ellos realizados, con simulación por computador, acerca de los métodos de protección contra los errores, tal como han sido aplicados. Las conclusiones de tales estudios son las siguientes:

- las configuraciones de errores de distribución relativamente aleatoria, que sólo suelen aparecer con proporciones de errores iguales como máximo a 1×10^{-4} , pueden corregirse aplicando códigos completos de gran longitud, por ejemplo el código Bose-Chaudhuri (255, 123, 19);
- este tipo de código pierde toda su eficacia en el caso de configuraciones de ráfagas de errores. Para configuraciones de este tipo conviene emplear un código completo relativamente corto, por ejemplo, un código Golay (24, 12, 3) modificado, con intercalación;
- un código completo relativamente corto, con intercalación, es también eficaz en el caso de configuraciones de errores con distribución relativamente aleatoria. Todas las configuraciones de errores que pueden corregirse mediante un código (255, 123, 19) pueden corregirse también intercalando nueve bloques del código (24, 12, 3);
- en las configuraciones de errores de carácter periódico, un factor muy importante es la elección del número de bloques que han de intercalarse;
- con el código Massey de convolución difusa a media velocidad se han obtenido resultados como mínimo tan buenos como con los métodos descritos precedentemente, que requieren códigos completos intercalados o no.

Moyes y Taylor [1966] indican la distribución de bloques de longitud n ($n = 15, 21, 23, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 63$) que contienen como máximo m errores, después de una intercalación de 32 segundos como máximo y, además, indican esta distribución sin intercalación. Estos resultados estadísticos demuestran que un código completo, con o sin intercalación permite mejorar la proporción de errores en los caracteres en 1000 y 100, respectivamente, con relación al valor bruto de la proporción de errores en los caracteres.

Kohlenberg [1965] da un ejemplo de la relación que existe entre las estadísticas de errores y el código empleado. En un enlace troposférico cuya estadística indicaba errores de tipo ráfaga, un determinado código de convolución difuso ha permitido mejorar en una relación de 10, aproximadamente, una proporción de errores de 0,1, y en una relación de 100, aproximadamente, una proporción de errores de 0,01; con una

proporción de errores no corregidos de 1×10^{-3} , la proporción de errores después de la decodificación era demasiado pequeña para poder medirla en este experimento. El autor señala que si se hubiese utilizado este mismo código en este mismo canal, pero con una proporción de errores aleatorios de 0,1, la calidad de transmisión del canal habría empeorado en lugar de mejorar.

Greim [1960], después de analizar los datos correspondientes a los errores de teleimpresor, llega a las conclusiones siguientes:

- a menudo se producen varios errores en los bitios por cada error de carácter; esto puede comprometer la eficacia de los sistemas de detección o de corrección de errores con control de paridad;
- en un intervalo de un minuto, pueden producirse varios errores en los caracteres; sin embargo, es poco probable que se produzca una concentración muy elevada de errores en los caracteres (más de ocho errores).

Basándose en los resultados de Greim [1960], Fontaine [1961] ha hecho un estudio de los métodos de protección contra los errores aplicados en canales de teleimpresor en ondas decamétricas y ha obtenido los siguientes resultados:

- los códigos de corrección de errores no permiten mejorar la confiabilidad de un canal de teleimpresor; hay que señalar, no obstante, que este autor no ha estudiado el caso de la intercalación de las palabras de código;
- con sistemas de detección de errores y repetición (redundancia de un 10%, aproximadamente), la probabilidad de error disminuye hasta un valor despreciable.

Moyes [1964] da cuenta de pruebas comparativas de transmisión hechas a las velocidades de transmisión de los teleimpresores en un trayecto Hawaii-Nueva Jersey. Las pruebas se referían a dos códigos: un código Bose-Chaudhuri (15,7) sin intercalación y un código Wagner. En este último código, se asocia un solo elemento de paridad a cada carácter de teleimpresor; cuando se produce un error de paridad en el receptor, un detector de la energía de los elementos determina el elemento del carácter que corresponde a la confiabilidad mínima, e invierte la polaridad de ese elemento. Se ha comprobado que los dos códigos considerados permiten mejorar la proporción de errores en 10, como mínimo, cuando la proporción de errores no corregidos en los caracteres es de 5×10^{-4} , aproximadamente.

Goldberg y otros [1968] han estudiado la eficacia de diversos códigos, a base de los datos obtenidos en un trayecto de propagación de ondas decamétricas de 4000 km, entre California y Nueva Jersey, a una velocidad de modulación de 75 bitios por segundo. En una transmisión especial de unos 60 000 bitios, en la que la proporción de errores no corregidos era de 1×10^{-3} , se han obtenido los resultados siguientes:

- con un código de convolución del tipo Gallager, a media velocidad, en número de errores se reducía de 61 a 4;
- con un código de convolución del tipo Massey, a media velocidad, no se obtenía error alguno a la salida;
- un código Golay (23, 12, 3) con intercalación hubiera permitido corregir todos los errores, intercalando solamente 10 bloques (número mínimo estudiado).

El análisis de los resultados obtenidos muestra, además, que la calidad de las ráfagas en las configuraciones de errores y que la aparición de configuraciones de errores periódicos depende del número de subcanales.

4. Conclusiones

Todos los estudios analizados concuerdan en un punto: en general, las configuraciones de errores observados difieren considerablemente de las configuraciones aleatorias que cabría esperar con la aparición independiente de errores binarios. En lugar de ello, los errores tienden a agruparse y, cuando el método de modulación comprende un multiplaje por distribución de frecuencia, se observa a veces una periodicidad de la configuración de errores.

Al parecer, se puede admitir la eficacia de los códigos de bloques cortos con intercalación [Moyes y Taylor, 1966; Brayer y Cardinale, 1967; Goldberg y otros, 1968], de los códigos de convolución difusa [Brayer, 1967; Golberg y otros, 1968] y de los sistemas de detección de errores y repetición [Fontaine, 1961]. Sin embargo, no se han establecido aún procedimientos que permitan elegir el método más satisfactorio para un canal determinado y un valor particular deseable de proporción de errores. Es difícil comparar los diversos estudios, ya que los parámetros empleados en los diferentes experimentos varían mucho.

No parece posible basarse en una estadística única de datos de errores para comparar diversos sistemas de protección contra los errores. Por ejemplo, las estadísticas solicitadas en el § 3 del Programa de estudios 18A/1 sólo permiten estudiar la eficacia de los códigos de bloques sin intercalación, su utilidad para el estudio de los demás métodos es poca o nula. Si se elaboran estadísticas para un aspecto particular de los datos, se pierden ciertos otros aspectos de esos datos. Por consiguiente, se recomienda favorecer la publicación de datos brutos sobre los errores, a fin de que los interesados puedan utilizarlos para comparar los diversos métodos, sin excluir los que puedan elaborarse en lo futuro. Una rápida estimación muestra que todos los datos brutos analizados por Brayer y Cardinale [1967] pueden ser impresos por un computador en 100 páginas aproximadamente, lo que no representa un volumen prohibitivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAYER, K. [1967] The performance of a simulated convolutional decoder on measured HF and tropospheric data channels. MITRE Report 528, MITRE Corporation, Bedford, Mass.
- BRAYER, K. [1968] Error patterns measured on trans-equatorial HF-communication links. *IEEE Trans. Comm. Tech.* COM-16, 215-221.
- BRAYER, K. y CARDINALE, O. [1967] Evaluation of error correction block encoding for high-speed HF data. *IEEE Trans. Comm. Tech.* COM-15, 371-382.
- FONTAINE, A. B. [octubre de 1961] Applicability of coding to radio teletype channels. MIT Lincoln Laboratory 25G-3.
- GOLDBERG, B. y otros [1968] Error behaviour patterns of real channels and their projected control by computer simulated decoding. CADPL Report No. 80, Communications Automatic Data Processing Laboratory, USAECOM, Fort Monmouth, New Jersey.
- GREIM, R. E. [marzo de 1960] Bermuda to New York radio teletype reliability tests. MIT Lincoln Laboratory 25G-0014.
- KOHLBERG, A. [junio de 1965] Random and burst error control. IEEE 1st Annual Communications Convention (Conference Record). Boulder, Colorado.
- MOYES, E. D. [1964] Evaluation of simple codes transmitted over a 5000-mile HF path. USAELRDL Technical Report 2450. Clearing House for Federal Scientific and Technical Information, U.S. Department of Commerce, Washington, D. C.
- MOYES, E. D. y TAYLOR, Jr. R. W., [mayo de 1966] Coding studies of real channel data by computer simulation. Technical Report ECOM-2701, AD-635 009, Clearing House for Federal Scientific and Technical Information, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C.

INFORME 436*

MÉTODOS AUTOMÁTICOS DE SELECCIÓN Y ATRIBUCIÓN PARA EL EMPLEO EFICAZ EN LA RED TÉLEX DE CANALES RADIOTELEGRÁFICOS DE ONDAS DECAMÉTRICAS

(Programa de estudios 1A-2/3)

(1970)

1. Introducción

Los circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas sirven frecuentemente para interconectar redes télex. La transmisión por esos circuitos está protegida en forma suficientemente eficaz por circuitos dúplex ARQ, cuyas características principales se especifican en la Recomendación 342-2.

Cuando las condiciones de recepción son desfavorables, varía el tiempo de encaminamiento del tráfico por los circuitos ARQ debido a los estados de repetición, lo que perturba la debida aplicación de los procedimientos de conmutación automática de los circuitos télex.

2. Habiendo decidido el C.C.I.T.T. que la tasación en una red télex automática se haga a base del tiempo transcurrido y no de los periodos sin repetición, es conveniente que las secciones radioeléctricas de una red conmutada automática se establezcan de modo que se obtenga una buena calidad de servicio y se proteja al mismo tiempo a los usuarios contra la aplicación de tasas excesivas. Las principales características de un sistema de este tipo, denominado sistema «flex», se describen en el anexo.

* Adoptado por unanimidad.

3. El sistema «flex» se basa en los principios y consideraciones que se exponen a continuación:
 - 3.1 La eficacia de cada canal ARQ se controla de manera continua. En el momento en que la eficacia de un determinado circuito télex descienda por debajo de un valor dado, se liberará ese circuito y se establecerá uno nuevo, utilizando otro canal ARQ cuya eficacia sea aceptable, a fin de que el abonado pueda terminar su comunicación.
 - 3.2 Aunque la explotación se haga en dúplex en gran parte de un circuito télex, hay que señalar que, en principio, el modo de explotación es el modo simplex. En la parte ARQ del circuito, se dispone de un canal «ida» y de un canal «retorno» que ocupan el circuito radioeléctrico en cada dirección de transmisión. Según el sentido de transmisión utilizado en la explotación simplex, cada canal radiotelegráfico funcionará alternativamente como canal de ida y como canal de retorno. El canal de retorno cumple la función de cerrar el circuito ARQ, pero no transmite información; en consecuencia, sólo se emplea el 50% de la capacidad total de transmisión del canal. Además, hay que considerar que, durante una comunicación télex, se transmiten señales de reposo por el canal de ida cuando el abonado solicitante no transmite señales (intervalos de parada). En definitiva, el porcentaje de utilización del canal es inferior al 50% de la capacidad total.
 - 3.3 Si se dispone de varios circuitos ARQ para un destino dado, el abonado podrá emplear un circuito en el que las repeticiones sean mínimas, si se recurre al reencaminamiento del tráfico cada vez que el circuito ARQ ocupado pierda eficacia. Este modo de explotación no sólo permite proporcionar al abonado un servicio de mejor calidad, sino también utilizar en forma más intensa la capacidad de los canales telegráficos. Con este método, el circuito cerrado ARQ permite dar servicio a más de un grupo de dos abonados, desempeñando el papel de canal de ida en un sentido y de canal de retorno en el otro; en cada sentido de transmisión, este circuito se transforma en un canal de ida para un grupo de dos abonados, estando ocupado el canal en cuestión por el abonado activo durante todo el tiempo que éste pueda transmitir su tráfico. Este sistema presenta otra ventaja: durante los periodos en que se ofrece un volumen importante de tráfico puede transmitirse por los canales que quedan disponibles durante los periodos de reposo de las comunicaciones en curso el tráfico que, de otro modo, quedaría pendiente.

ANEXO

1. El sistema «flex» tiene por objeto asegurar la conexión y desconexión automáticas de los circuitos télex con relación a canales ARQ. Permite:
 - 1.1 Modificar el encaminamiento de los circuitos télex, desconectándolos de canales ARQ cuya eficacia haya descendido por debajo de un valor determinado de antemano, y conectándolos a canales ARQ que conservan toda su eficacia.
 - 1.2 Desconectar un canal ARQ de un circuito télex durante los periodos de reposo (periodos sin tráfico), con lo cual el canal puede ponerse a disposición de otro circuito télex.
 - 1.3 Afectar cada uno de los dos sentidos de transmisión de un canal ARQ a circuitos télex diferentes.
 - 1.4 Proceder a la liberación forzosa de un circuito télex, en caso de que no pueda efectuarse ninguna de las operaciones descritas en los §§ 1.1, 1.2 y 1.3.

2. Los canales ARQ se conectan a la red télex, en los dos extremos, por medio de un panel de adaptación (designado en adelante TP), que cumple las funciones prescritas en la Recomendación U.20 del C.C.I.T.T.

El órgano de conmutación automática del sistema «flex» asegura la interconexión de cierto número (N) de elementos terminales TP con cierto número (M) de canales ARQ (N y M no son forzosamente iguales). Esta disposición reemplaza la conexión directa de un TP con un canal ARQ dado, por medio de un repartidor (sistema ARQ convencional).

3. De no establecerse ningún circuito télex, todos los TP del sistema «flex» se desconectan de los canales ARQ, y todos los canales ARQ que no están en estado de repetición transmiten la «señal β ».

4. En el punto de unión con el sistema «flex», cada TP tiene un terminal transmisor y un terminal receptor. El terminal transmisor se conecta automáticamente al extremo de salida de un canal ARQ eficaz cuando:
 - el TP recibe una señal de llamada proveniente del circuito en línea;
 - el dispositivo de almacenamiento del TP recibe tráfico proveniente del circuito en línea;
 - el TP recibe una señal de liberación proveniente del circuito en línea.
5. La toma del extremo de salida de un canal ARQ sólo puede efectuarse en las condiciones siguientes:
 - el canal ARQ es eficaz;
 - el canal ARQ no se encuentra en estado de repetición;
 - el extremo de salida no ha sido atribuido aún a otro TP.
6. Cada TP lleva asociado un generador de dirección; tan pronto como el terminal transmisor del TP está unido al extremo de salida de un canal ARQ, este generador envía por el circuito la señal de dirección. Esta señal de 5 unidades, que es peculiar de cada TP, se transmite tres veces seguidas. El receptor ARQ del otro extremo reconoce como señal de dirección una señal dada, si dos señales por los menos de un grupo de tres son idénticas y si este grupo ha estado precedido por un mínimo de dos «señales β » consecutivas. (Se considera que la probabilidad de que en un canal ARQ eficaz se reciben dos transposiciones en un grupo de tres señales sin que se detecte un error, es sumamente reducida).
7. En su extremo receptor, el canal ARQ encuentra el terminal receptor correspondiente del TP gracias a la señal de dirección transmitida.
8. Se establece un circuito para transmitir:
 - una llamada,
 - tráfico,
 - una señal de liberación.
- 8.1 Para transmitir una llamada por el canal ARQ, sólo se envía la señal de dirección. Cuando un terminal receptor ARQ recibe únicamente la señal de dirección, el extremo receptor del TP requerido se coloca en posición «llamada».
- 8.2 Las señales de tráfico transmitidas por un canal ARQ siguen inmediatamente a la señal de dirección. Tan pronto como el curso del tráfico queda interrumpido por señales de reposo (en el canal ARQ, dos «señales β » consecutivas como mínimo), el terminal receptor del TP queda aislado de un canal de ida ARQ.
- 8.3 Para transmitir una señal de liberación por un canal ARQ, la señal de dirección va inmediatamente seguida de siete «señales α ». Al recibir dos «señales α » consecutivas, el extremo receptor del TP acepta la condición de liberación y queda desconectado del receptor ARQ por el sistema «flex».
9. El sistema «flex» desconecta el extremo transmisor de un TP del extremo de salida de un canal ARQ en las siguientes circunstancias:
 - cuando, durante una transmisión se interrumpe el curso del tráfico por hallarse vacío el dispositivo de almacenamiento del TP y, además, se transmiten correctamente por el canal ARQ tres «señales β » consecutivas;
 - en los casos en que la transmisión de una señal de llamada y la transmisión efectiva de tres «señales β » consecutivas por el canal ARQ no van seguidas de tráfico;
 - cuando, después de recibida una señal de liberación se han transmitido por el canal ARQ siete «señales α » consecutivas y tres «señales β » consecutivas;
 - cuando la eficacia del canal ARQ desciende por debajo de un valor determinado de antemano.

En este último caso, la desconexión del extremo transmisor del TP y del canal ARQ puede entrañar la pérdida de tres caracteres almacenados en el dispositivo del ARQ. Hay que señalar, sin embargo, que la desconexión y el reencaminamiento del usuario de un TP pueden efectuarse sin pérdida alguna de caracteres, gracias a la utilización de los ciclos de repetición del sistema junto con un dispositivo externo de almacenamiento que simula el estado de repetición.

10. Hay que señalar un caso particular que se produce cuando el usuario de un TP dispone de un circuito télex pero se halla en la imposibilidad de restablecer un enlace ARQ por estar ocupados todos los canales ARQ eficaces. En este caso se desconecta temporalmente uno de los canales que ocupa el TP de transmisión, canal que se adscribe al TP mencionado en primer lugar, a fin de que aquél pueda enviar una señal de liberación forzosa por el enlace ARQ. El canal ARQ vuelve a conectarse al usuario que lo ocupaba, tan pronto como se ha transmitido dicha señal de liberación.

La señal de liberación se transmite al abonado que utilizaba el TP por mediación del cual se ha liberado el enlace ARQ.

INFORME 437*

UTILIZACIÓN DEL FACTOR DE EFICACIA EN EXPLOTACIÓN

(Programa de estudios 1C/3)

(1970)

1. Introducción

Con la introducción en los servicios télex internacionales de las redes mundiales de la conmutación totalmente automática, urge establecer criterios adecuados para determinar el momento en que un canal radioeléctrico puede conectarse a un circuito o desconectarse de él.

En el Doc. III/20 (Japón), 1966-1969, se indican los resultados de una serie de mediciones efectuadas durante los meses típicos de una estación del año, a saber, enero, junio y octubre, en circuitos de ondas decamétricas que conectan Tokio a San Francisco, Manila, Bruselas, Buenos Aires y Hong-Kong.

El Doc. III/87 (Rev. 1) y su corrigénum (República Popular de Polonia), 1966-1969, describen los trabajos realizados en los circuitos entre Varsovia y Nueva York en los que se determinó la autocorrelación entre los factores de eficacia para distintas condiciones de los circuitos.

2. Resultados

- 2.1 Para conectar a la red un circuito radiotelegráfico en estado de funcionamiento, se considera aceptable como criterio un factor de eficacia superior al 80% durante un periodo de integración de 20 s inmediatamente antes del establecimiento de un circuito. Se ha comprobado que, basándose en este criterio, hay un 97% de probabilidad de que el factor de eficacia sea superior al 80% durante los 8 minutos siguientes (duración media de una comunicación).
- 2.2 No se ha juzgado adecuado el criterio según el cual la reducción del factor de eficacia a menos de 80%, para un periodo de integración de 60 s, entrañe la interrupción de una comunicación. Por el contrario, se ha considerado que el criterio que ha de retenerse debía estar fundado en el hecho de que, si el valor medio del factor de eficacia, integrado en toda la duración de la comunicación, descendía a menos de 80%, había que interrumpir la comunicación. Utilizando este criterio, la sobrecarga media para una comunicación ficticia de 8 minutos en los circuitos Tokio-Bruselas y Tokio-Manila ha sido de 7%.
- 2.3 Sin embargo, los estudios de autocorrelación han puesto de manifiesto que con un tiempo de observación igual a 20 periodos consecutivos de 20 s (400 s en total), es posible que las condiciones de los circuitos puedan sólo predecirse en forma confiable para periodos de hasta 200 s, dependiendo de la estabilidad de las condiciones de los circuitos.
- 2.4 Se ha comprobado que las propiedades estadísticas del factor de eficacia en el tiempo varían en función del año, de la estación del año, de la distancia y del sentido del circuito radioeléctrico. Por ello se ha recomendado que, en un circuito determinado, se hagan observaciones sobre el factor de eficacia, y ello durante un periodo suficientemente largo para poder determinar si el circuito puede o no utilizarse en la red télex de conmutación totalmente automática.

* Adoptado por unanimidad.

CUESTIONES Y PROGRAMAS DE ESTUDIOS, DECISIONES,
RESOLUCIONES Y RUEGOS

CUESTIÓN 1/3

**FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LOS
SISTEMAS COMPLETOS DEL SERVICIO FIJO**

(1948 — 1966)

El C.C.I.R.,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

¿Qué factores técnicos influyen en la calidad de los sistemas completos del servicio fijo?

PROGRAMA DE ESTUDIOS 1A-2/3

**FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LOS
SISTEMAS COMPLETOS DEL SERVICIO FIJO**

**Relaciones de protección señal/ruido y señal/interferencia
para señales con desvanecimiento; anchura de banda, separación entre canales
adyacentes y estabilidad de frecuencia**

(1959 — 1966 — 1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que entre las condiciones para el funcionamiento satisfactorio de un sistema ha de tenerse en cuenta la necesidad de recibir señales propagadas por la ionosfera, sujetas a desvanecimiento y a los efectos de trayectos múltiples, además de ir acompañadas de ruido radioeléctrico y de interferencias;
- b) Que los estudios sobre las relaciones de protección señal/ruido y señal/interferencia están estrechamente ligadas y que, para la determinación de las separaciones necesarias entre canales adyacentes, es preciso, además, considerar la anchura de banda y la estabilidad de frecuencia de los sistemas;
- c) Que en los servicios radiotelegráficos y radiotelefónicos se utilizan diversas técnicas y sistemas, y aunque es primordial considerar los últimos adelantos en el campo de la radioelectricidad, es también necesario estudiar de modo especial los sistemas clásicos que intervienen en la interconexión de los enlaces por cable con los enlaces radioeléctricos o que interesan a la I.F.R.B.,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

1. Clases de emisión

Los estudios se refieren a las siguientes clases de emisión regularmente empleadas en el servicio fijo, pero también se debe tener en cuenta debidamente las nuevas técnicas y sistemas, incluyendo aquéllos que estén en estudio, para su utilización en el servicio fijo:

1.1 Radiotelefonía

1.1.1 Clases de emisión: A3, A3A, A3B, A3J, A3H, F3 (solamente por encima de 30 MHz en los casos de dispersión ionosférica).

1.2 Radiotelegrafía

1.2.1 Clases de emisión: A1, A2, A7, F1, F6;

1.2.2 Velocidades de modulación:

- A1, A2, telegrafía automática: 50 y 120 baudios;
- A7, telegrafía armónica multicanal: 50 a 200 baudios por canal;
- F1, 50 a 600 baudios;

1.2.3 Códigos:

- arrítmico de 5 unidades;
- sistemas sincronos detectores y correctores de errores que utilizan códigos bivalentes de señalización distintos del Alfabeto telegráfico internacional N.º 2;
- otros sistemas.

1.3 Facsimil, telefotografía:

1.3.1 Clases de emisión: A4, F4.

2. Condiciones mínimas para un servicio satisfactorio

2.1 Criterios y valores aceptables para:

2.1.1 La inteligibilidad en los circuitos radiotelefónicos para los diversos grados de calidad:

- apenas utilizable (línea de servicio entre operadores);
- apenas comercial;
- bueno, comercial;

2.1.2 La calidad de los circuitos radiotelegráficos (distorsión telegráfica, proporción de errores en los caracteres, factor de eficacia de los circuitos con dispositivo ARQ);

2.1.3 La legibilidad de la copia en los circuitos de facsimil (telefotografía):

- duración y porcentaje de tiempo máximos en que puede tolerarse una calidad de transmisión inferior a las normas aceptadas.

2.2 Calidad del sistema en función de:

2.2.1 Las relaciones señal/ruido y señal/interferencia (en el mismo canal);

2.2.2 Las relaciones de protección señal/ruido y señal/interferencia (en el mismo canal) necesarias para los valores normalizados aceptables de inteligibilidad, de proporción de errores (factor de eficacia en los circuitos de corrección automática de errores) o de legibilidad para los distintos servicios* y de la frecuencia de explotación; teniendo en cuenta:

2.2.2.1 El desvanecimiento de la señal, considerando no sólo la función de distribución de amplitud sino también la función de autocorrelación y la de distribución de la duración de los desvanecimientos;

* Para los servicios radiotelegráficos, debe especificarse la relación señal/ruido necesaria en la banda de audiofrecuencias y, a partir de esta relación, se establece la relación señal/ruido necesaria en la banda de radiofrecuencia.

- 2.2.2.2 Las técnicas de recepción en diversidad (en espacio, frecuencia o tiempo), reductores de ruido, codificación, incluyendo el empleo de códigos correctores de errores o sistemas correctores automáticos de errores, utilización de códigos polivalentes y de técnicas de modulación y detección óptimas.

Nota. — Sería útil comparar los sistemas que utilizan los diversos códigos telegráficos, incluyendo los del § 1.2.3, en función de la proporción de errores no detectados o no corregidos para una potencia y velocidad de transmisión dadas, en palabras por minuto, y que funcionan en las mismas condiciones. Puede también utilizarse como sistema de referencia un sistema arritmico de cinco unidades, considerando cada uno de los caracteres mutilados como un error solamente. Se sugiere con carácter provisional que la relación de las proporciones de errores se exprese solamente para dos condiciones de circuito, a saber: cuando el sistema estudiado sufre una media de un error no detectado o no corregido por 1000 caracteres y por 10 000 caracteres;

- 2.2.2.3 Efectos debidos a trayectos múltiples;

- 2.2.2.4 Efectos de interferencia de las fuentes predominantes de ruido radioeléctrico, tales como el ruido atmosférico, o el industrial:

- según la forma de onda y la distribución de amplitud de los valores instantáneos del ruido;
- según se manifiestan en la recepción propiamente dicha, habida cuenta, especialmente, de los métodos de detección y de filtrado antes y después de la detección;

- 2.2.2.5 Efectos de interferencia debidos a la transmisión de diversas clases de emisión por el mismo canal, teniendo en cuenta las características espectrales y estadísticas (desvanecimientos) de la señal de interferencia;

- 2.2.2.6 Valores medios mensuales de las relaciones señal/ruido y señal/interferencia requeridas para circuitos de distintas longitudes y direcciones, a fin de satisfacer las condiciones de calidad del circuito (§ 2.1) durante un periodo de tiempo especificado, teniendo en cuenta:

- la distribución durante una hora de los valores medios de las distribuciones, a corto plazo (desvanecimiento) de las señales y del ruido;
- la distribución, durante un mes o estación del año a una hora determinada, de los valores medios horarios de las intensidades de señal y de los niveles de ruido atmosférico (Informe 322-1);

- 2.2.2.7 El margen total contra el desvanecimiento derivado de las fluctuaciones de intensidad diarias de las señales y del ruido, así como del desvanecimiento a corto plazo de las señales.

Nota. — En el Informe 322-1 se dan los valores medios mensuales del ruido atmosférico para diversos periodos de tiempo y datos sobre la distribución de los valores en un mes; con respecto a los valores medios mensuales de intensidad de señal y a la distribución de los valores horarios en un mes, y hasta que el C.C.I.R. adopte otros valores, en el Informe 252-3 se dan indicaciones para el método de cálculo.

Este estudio entrañará la revisión o sustitución de las Recomendaciones 240-2 y 339-3.

- 2.3 Anchura de banda mínima requerida en un sistema completo para que la transmisión y recepción de la información sean satisfactorias.
- 2.4 Estabilidad de frecuencia global de un sistema completo y de las distintas partes de un sistema necesarias para la transmisión y recepción satisfactorias de la información, y especialmente, criterios de calidad de funcionamiento de los sintetizadores de frecuencia.
3. Determinación de las relaciones de protección señal/interferencia entre canales adyacentes y de las separaciones de frecuencia entre las diversas clases de emisión, considerando:
- 3.1 El empleo en la recepción de filtros cuya banda de paso equivalente no sea superior a la necesaria para recepción satisfactoria (véanse el § 2.3 y las Recomendaciones 237-1, 330 y 331-3);

- 3.2 La anchura de banda ocupada por la señal interferente;
- 3.3 La distribución espectral de la señal interferente con relación a la anchura de banda del receptor;
- 3.4 La tolerancia de frecuencia y la estabilidad de las señales deseada e interferente;
- 3.5 Los estudios citados en el § 2.2, relativos a las relaciones de protección señal/interferencia en el mismo canal.

Nota. — Los resultados de este estudio deberán presentarse en la forma indicada en el cuadro adjunto a la Recomendación 240-2.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 1B/3

UTILIZACIÓN DE UNA PORTADORA PILOTO EN LOS SISTEMAS DE BANDA LATERAL ÚNICA Y DE BANDAS LATERALES INDEPENDIENTES

(1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que los sistemas radiotelegráficos de banda lateral única y de bandas laterales independientes del servicio fijo utilizan corrientemente una portadora piloto de bajo nivel para la regulación de la ganancia y el control de frecuencia de los receptores;
- b) Que se ha empleado muy a menudo en los sistemas radiotelefónicos de bandas laterales independientes una portadora piloto con un nivel de -26 dB con relación a la potencia de cresta;
- c) Que en otros tipos de sistema — por ejemplo los sistemas radiotelefónicos con canal de control de modulación de frecuencia y los sistemas telegráficos con multiplaje por distribución de frecuencia — el nivel de esta portadora piloto está basado en criterios diferentes de los aplicables en la radiotelefonía clásica;
- d) Que, habida cuenta de los progresos técnicos realizados en el diseño de los transmisores y de los receptores y, en particular, del empleo de modos de explotación automática parece conveniente revisar los métodos actualmente en vigor;
- e) Que para lograr la sencillez de explotación deseable pudiera ser conveniente adoptar, para el nivel de la portadora piloto, un valor normalizado común a todos los tipos del sistema;
- f) Que como consecuencia de las mejoras logradas en lo que respecta a la estabilidad de frecuencia de los generadores de ondas portadoras, cabe considerar la posibilidad de prescindir, en ciertos casos, de la operación de control de frecuencia actualmente confiada a la portadora piloto;
- g) Que el objetivo general consiste en evitar cualquier fallo del circuito debido a la contaminación del canal de transmisión de la portadora piloto por el ruido del receptor, siendo por otra parte de calidad comercial la señal encaminada por el canal de transmisión,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

- 1. Determinar, para los diversos sistemas, los valores del nivel de la portadora piloto que permitan obtener las comunicaciones más satisfactorias, habida cuenta del grado actual de desarrollo de los equipos transmisores y receptores;
- 2. Estudiar las ventajas que podrían derivarse del empleo de un valor normalizado de este nivel para todos los sistemas que emplean una portadora piloto;
- 3. Indicar los casos y las circunstancias en que podría prescindirse de una portadora piloto.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 1C/3*

**FACTOR DE EFICACIA Y DISTORSIÓN TELEGRÁFICA
EN CIRCUITOS CON DISPOSITIVO ARQ**

(1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que el factor de eficacia definido en el Repertorio de definiciones de los términos esenciales empleados en las telecomunicaciones (Parte I, 1961, número 33.23; véase asimismo la Recomendación 345), es muy útil para definir y determinar la calidad de un circuito de comunicación con corrección de errores por repetición automática;
- b) Que el valor del factor de eficacia de un circuito con dispositivo ARQ depende de la distorsión telegráfica en ambos sentidos del circuito radioeléctrico;
- c) Que el C.C.I.T.T. requiere la medición continua del factor de eficacia en los circuitos radiotelegráficos con dispositivo ARQ, explotados en la red télex completamente automática (véase la Recomendación U.23, C.C.I.T.T., Mar del Plata, 1968),

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

- 1. Forma en que pueden utilizarse las mediciones del factor de eficacia para analizar y predecir la calidad de funcionamiento de los sistemas con corrección de errores por repetición automática, especialmente al comienzo y al término del periodo de funcionamiento con una frecuencia;
- 2. Forma en que el factor de eficacia depende de la distorsión telegráfica, medida en el extremo de entrada (receptor) de los terminales ARQ de cada extremo.

Nota 1. — Es preferible que las mediciones se lleven a cabo en periodos sucesivos de 20 segundos para un análisis detallado, y durante cierto número de dichos periodos para una evaluación más amplia.

Nota 2. — Se llama especialmente la atención sobre lo dispuesto en el § 9 de la Recomendación U.23 del C.C.I.T.T., con respecto al control de circuitos con dispositivos ARQ, en el que se dice:

«9. *Precauciones que hay que tomar antes de introducir circuitos con dispositivo ARQ en las redes de conmutación automática*

A pesar de estas precauciones, sólo puede considerarse la explotación completamente automática de circuitos radiotelegráficos con dispositivo ARQ si dichos circuitos presentan la suficiente estabilidad.

Antes de incorporar un circuito con dispositivo ARQ a la red de conmutación automática, las administraciones, o empresas privadas de explotación reconocidas, deben proceder a amplias pruebas.

Estas pruebas deberían realizarse con tráfico real durante periodos de tres horas como mínimo de duración que cubran el periodo o periodos de mucho tráfico previstos en la vía considerada (habida cuenta del tráfico — terminal o de tránsito — que se curse por la vía, según la estación del año).

La condición precisa para considerar un circuito como apto para el servicio automático es que el factor medio de eficacia medido en periodos de 20 segundos consecutivos sólo sea inferior al 80% el 10% del tiempo total de las mediciones.

Las mediciones se repetirán tan a menudo como sea preciso, a fin de que la administración pueda hacerse una idea de la calidad del circuito.

Se llama la atención de las administraciones sobre el hecho de que, antes de abrir a la explotación en tránsito completamente automática una vía radioeléctrica con circuitos provistos de dispositivo ARQ, la calidad del servicio en la vía considerada debe ser la prevista en el § 11b) de la Recomendación F.68, es decir, una llamada perdida de cada 50.

Si no se cumplen estas condiciones, vale más conservar la explotación semiautomática.»

* Reemplaza al Programa de estudios 18A/III.

CUESTIÓN 2/3

**DISPOSICIÓN DE LOS CANALES
EN LOS SISTEMAS TELEGRÁFICOS MULTICANALES PARA CIRCUITOS
RADIOELÉCTRICOS DE LARGA DISTANCIA QUE UTILIZAN FRECUENCIAS
INFERIORES A 30 MHz APROXIMADAMENTE**

(1953)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que la falta de uniformidad en la disposición y designación de los canales de los sistemas telegráficos de canales múltiples para circuitos radioeléctricos de larga distancia que utilizan frecuencias inferiores a 30 MHz, aproximadamente, puede originar ciertas dificultades cuando una estación transmisora tiene que trabajar con más de una estación receptora;
- b) Que hay en servicio muchos de estos sistemas,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

¿Cuál es la mejor manera de disponer y de designar los canales de los sistemas telegráficos multicanales para circuitos radioeléctricos de larga distancia que utilizan frecuencias inferiores a 30 MHz aproximadamente?

CUESTIÓN 3/3

DIRECTIVIDAD DE LAS ANTENAS A LARGA DISTANCIA

(1948 — 1951 — 1953)

El C.C.I.R.,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

Estudio experimental, por las administraciones y por los diferentes organismos, de la directividad de las antenas de larga distancia, utilizando para ello métodos adecuados, por ejemplo, antenas directivas orientables por procedimientos mecánicos o eléctricos, aprovechando de preferencia transmisiones ya existentes.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 3A-2/3

MEJORAS DERIVADAS DEL EMPLEO DE ANTENAS DIRECTIVAS

(1953 — 1956 — 1959 — 1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que para los trabajos mencionados en el Programa de estudios 1A-2/3 hay que conocer la mejora de la relación señal deseada/señal interferente resultante del empleo de antenas directivas para circuitos de larga distancia;
- b) Que la utilización de antenas directivas adecuadas puede permitir también mejorar la calidad de funcionamiento de un sistema en presencia de desvanecimientos;

- c) Que interesa conocer el efecto de discriminación producido por antenas directivas para varios valores de la distancia y de la dirección, tanto de la estación deseada como de la interferente;
- d) Que parece posible obtener cierta reducción de las interferencias empleando un método de nulos en la recepción;
- e) Que interesa conocer la directividad de las antenas en diversas condiciones exteriores (nieve, hielo, etc.).

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

1. Determinar la ganancia de potencia de la señal deseada en el lóbulo principal de las antenas directivas de uso corriente, empleadas en condiciones de propagación reales, con relación a un dipolo horizontal de media onda* situado a la altura del centro de la antena directiva: sería conveniente hacer observaciones del valor mediano de la ganancia y de la distribución acumulativa en el tiempo durante periodos breves (inferiores a una hora, por ejemplo); los periodos de observación debieran distribuirse adecuadamente y estudiarse los resultados estadísticamente con objeto de mostrar en qué medida dependen de la hora y de la estación en condiciones normales de propagación, y poner de relieve la influencia de condiciones de propagación especialmente críticas tales como las que se encuentran a la salida y a la puesta del Sol, en los momentos de interrupción de la señal en una frecuencia de explotación próxima a la MUF, o con motivo de perturbaciones ionosféricas;
2. Determinar la ganancia de potencia de la señal deseada en direcciones exteriores al lóbulo principal o los valores de la discriminación proporcionada por la antena entre la señal deseada y la interferente. Los datos comprenderán las variaciones en función del tiempo mencionadas en el § 1, y deberán especificar las direcciones de la señal deseada y de la señal interferente;
3. Determinar la influencia del diagrama de radiación de la antena en lo que concierne a la reducción de las distorsiones debidas a la propagación por trayectos múltiples;
4. Determinar la influencia de la altura de antena en el aumento del número de horas de transmisión útil y en la reducción de las interferencias;
5. Determinar la utilidad de un método de nulos para reducir las interferencias. La documentación necesaria para apreciar esta utilidad podría comprender los elementos siguientes:
 - 5.1 Partes diarias de las estaciones comerciales de recepción en los que se indiquen los tiempos de interrupción debidos exclusivamente a las interferencias, así como los acimuts relativos de las estaciones interferentes;
 - 5.2 Resultados experimentales relativos al empleo de sistemas de antenas directivas y de antenas en los cuales las direcciones de los nulos sean ajustables, cuando se producen interferencias;
6. Efecto de las condiciones exteriores (nieve, hielo, etc.) en las características de directividad de las antenas.

* Los valores medianos de la ganancia pueden también indicarse con relación a la antena isótropa.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 3B/3

**DIRECTIVIDAD DE LAS ANTENAS PARA SERVICIOS FIJOS
QUE EMPLEAN LA PROPAGACIÓN POR
DISPERSIÓN IONOSFÉRICA**

(1959)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que en la actualidad se emplean sistemas de dispersión ionosférica en frecuencias superiores a 30 MHz y que puede preverse que la aplicación de ese modo de propagación se desarrollará en los servicios fijos internacionales;
- b) Que es conveniente definir las características preferidas para estos sistemas a fin de facilitar su interconexión internacional y que, sobre todo, es importante que las antenas de los dos extremos del circuito tengan una directividad análoga o correspondiente;
- c) Que la directividad de las antenas, incluyendo las características del diagrama de radiación, la ganancia, la anchura del haz y la dirección del lóbulo o lóbulos principales, influye netamente en la pérdida de transmisión, así como en las posibilidades de propagación por trayectos múltiples y en las interferencias mutuas con otros servicios,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

Características deseables de directividad de las antenas de transmisión y de recepción en los servicios fijos internacionales que emplean la propagación por dispersión ionosférica en frecuencias superiores a 30 MHz, comprendiendo la ganancia, la anchura del haz y la dirección del lóbulo, o lóbulos principales y las tolerancias del diagrama de radiación fuera del lóbulo principal, teniendo en cuenta:

- la variación del medio de dispersión, en función de las características de propagación y en especial en función del ángulo de dispersión, de la magnitud y del grado de heterogeneidad de la zona de dispersión;
- la influencia de la ionización meteórica y de los procedimientos de giro y de fraccionamiento del haz, y la variación de estos efectos con la estación y la hora;
- la frecuencia de trabajo;
- la diversidad;
- la polarización;
- la propagación por trayectos múltiples en relación con el procedimiento de modulación empleado,
- la interferencia a otros servicios, o producida por otros servicios.

CUESTIÓN 4/3**SISTEMAS RADIOELÉCTRICOS QUE UTILIZAN LA
PROPAGACIÓN POR DISPERSIÓN IONOSFÉRICA**

(1956)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que la experiencia ha demostrado ya la posibilidad de utilizar frecuencias superiores a 27,5 MHz para la transmisión mediante la propagación por dispersión ionosférica, a distancias muy superiores a la del horizonte;
- b) Que están ya en servicio sistemas que utilizan este modo de propagación;

- c) Que es conveniente determinar para estos sistemas las características necesarias que se consideren preferibles para facilitar su interconexión internacional;
- d) Que las bandas de frecuencias que podrían ser utilizadas en estos sistemas se emplean ya intensamente en otros servicios,

DECIDE. POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

1. ¿Cómo varían con la frecuencia las características de propagación que pueden aprovecharse en la explotación de los sistemas radioeléctricos que utilizan la propagación por dispersión ionosférica?
2. ¿Hasta qué punto los sistemas que utilizan este modo de propagación y que trabajan en la misma frecuencia o en frecuencias vecinas son capaces de interferirse mutuamente o de causar interferencias a otros servicios?
3. ¿Qué características es preciso especificar para estos sistemas en las frecuencias radioeléctricas y en las frecuencias de la banda de base, para la transmisión de señales de telefonía y de telegrafía, con objeto de facilitar la interconexión de dos de estos sistemas, y qué valores conviene dar a las mismas?

CUESTIÓN 7/3

INFLUENCIA DE LAS DESVIACIONES DE FRECUENCIA, DEBIDAS AL PASO POR LA IONOSFERA, EN LAS COMUNICACIONES EN ONDAS DECAMÉTRICAS

(1956 — 1959 — 1966)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que en el § 3 de la Recomendación 246-3 se indican los valores de desplazamiento de 200 y 400 Hz para los sistemas bivalentes de desplazamiento de frecuencia que trabajan entre 3 y 30 MHz, y el de 500 Hz para velocidades de modulación superiores a 250 baudios;
- b) Que en la Recomendación 436-1 se indican valores preferidos de separación de canales y de desplazamiento de frecuencia para los sistemas multicanales de telegrafía armónica utilizados en circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas;
- c) Que el estudio de las desviaciones de frecuencia asociadas al paso por la ionosfera revela que las variaciones de frecuencia resultantes pueden alcanzar valores de algunos Hz, pero que las variaciones instantáneas pueden tener valores mucho más elevados (véanse el Informe 111 y el anexo a la Recomendación 349-2),

DECIDE. POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

1. ¿Cuál es la distribución estadística (magnitud, duración y periodicidad) de las desviaciones de frecuencia provocadas por el paso por la ionosfera?
 2. ¿Cuál es el valor mínimo necesario del desplazamiento de frecuencia en los sistemas de desplazamiento de frecuencia que utilizan la propagación ionosférica en ondas decamétricas para tener en cuenta:
 - la estabilidad de frecuencia del equipo (véase la Recomendación 349-2),
 - las desviaciones de frecuencia a que se alude en el § 1 precedente?
-

CUESTIÓN 8/3

MANIPULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA

(1948 — 1959)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que la manipulación por desplazamiento de frecuencia se utiliza en radiotelegrafía por los servicios fijos y que su uso se ha hecho extensivo a los servicios móviles;
- b) Que es conveniente normalizar las principales características de funcionamiento de los sistemas de manipulación por desplazamiento de frecuencia;
- c) Que en la elección de las características de tales sistemas influyen diferentes factores de carácter técnico, y entre ellos:
 - c.a La superposición de las señales de trabajo y de reposo, debida a la propagación por trayectos múltiples (desde este punto de vista es preferible que la desviación de frecuencia sea pequeña);
 - c.b Las posibles ventajas de la recepción por diversidad en frecuencia, ventajas tanto más notables cuanto mayor es el desplazamiento de frecuencia;
 - c.c La economía de anchura de banda y la consiguiente necesidad de ajustar la forma de las señales transmitidas;
 - c.d La inestabilidad de frecuencia, que es una de las razones de los desplazamientos relativamente grandes empleados en muchos equipos existentes;
 - c.e El sistema de recepción elegido, con filtros separados, o con discriminadores de frecuencia,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

1. ¿Qué valor o qué valores normalizados del desplazamiento podrían fijarse en las diversas bandas de frecuencias, para los servicios fijos y móviles, teniendo en cuenta diferentes factores, y entre ellos:
 - el espectro de frecuencias resultante de la manipulación;
 - el grado deseado de diversidad en frecuencia;
 - la economía de anchura de banda;
 - la inestabilidad de frecuencia?
2. ¿Cuál sería la terminología normalizada para las características de los sistemas de manipulación por desplazamiento de frecuencia?

CUESTIÓN 12/3

CARACTERÍSTICAS DE DISTORSIÓN REQUERIDAS PARA LOS SISTEMAS DE BANDA LATERAL ÚNICA Y DE BANDAS LATERALES INDEPENDIENTES UTILIZADOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS A GRAN VELOCIDAD POR CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS EN ONDAS DECAMÉTRICAS

(1966)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que se advierte una necesidad creciente en materia de transmisión de datos a gran velocidad por circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas y que cabe esperar que tal necesidad se agudice;
- b) Que los progresos recientes permiten la realización de sistemas que utilizan mucho más eficazmente la anchura de banda, es decir, que tienen mayor capacidad de bits por segundo y por unidad de anchura de banda;

- c) Que es conveniente que los efectos de las variaciones y perturbaciones aleatorias que se producen en el medio de propagación sean los factores que determinen en definitiva la calidad de funcionamiento que puede obtenerse con tales sistemas;
- d) Que las características de un «canal de 3 kHz» se han determinado en gran medida basándose en el empleo de ese canal para la telefonía,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

- 1. ¿Cuáles son los límites permitidos para la distorsión de amplitud, de fase y de tiempo de propagación de los circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas destinados a la transmisión de datos a gran velocidad (por ejemplo, 2400 bitios/s o más), haciendo abstracción *a priori* de los efectos debidos al medio de propagación radioeléctrico?
- 2. ¿Existe la probabilidad de que estos límites se rebasen en los circuitos existentes del servicio fijo de ondas decamétricas?
- 3. ¿Deben recomendarse para las transmisiones de datos normas distintas de las actuales del canal de 3 kHz que se describen en la Recomendación 348-2 para la radiotelefonía?
- 4. ¿Cuáles son los parámetros estadísticos que conviene utilizar para describir el medio de propagación radioeléctrica en la evaluación de un sistema de transmisión de datos a gran velocidad, y cuáles son los valores que hay que tener en cuenta?

CUESTIÓN 13-1/3

MEJORA DE LA CALIDAD Y EFICACIA DE LOS CIRCUITOS RADIOTELEFÓNICOS EN ONDAS DECAMÉTRICAS

(1966 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que es necesario mejorar la calidad de transmisión de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas;
- b) Que esta mejora podría lograrse utilizando métodos de recepción por diversidad;
- c) Que también podría lograrse, por ejemplo, mediante la adaptación de los principios del compresor-expansor;
- d) Que el paso de la explotación manual a la explotación semiautomática mejora de una manera muy sensible la eficacia de los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas;
- e) Que estas técnicas podrían utilizarse combinadas o por separado,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

- 1. ¿Cuáles son los diversos métodos que permiten obtener la recepción por diversidad en los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas?
 - 2. ¿Qué otros métodos pueden emplearse para obtener las mejoras deseadas?
 - 3. ¿Cuáles son los dispositivos más adecuados para la explotación semiautomática de los circuitos radiotelefónicos por ondas decamétricas?
 - 4. ¿Qué mejoras de calidad pueden esperarse de la utilización de estos métodos?
-

CUESTIÓN 14/3

**ENLACES DE CONTROL AUTOMÁTICO EN EL
SERVICIO FIJO POR ONDAS DECAMÉTRICAS**

(1966)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que si se consigue realizar en buenas condiciones dispositivos terminales de transmisión y de recepción enteramente automáticos, se podrá aumentar considerablemente la eficacia, la confiabilidad y la explotación económica de los enlaces del servicio fijo;
- b) Que en algunos aspectos del control automático pueden ser necesarios la cooperación y el intercambio de información entre los puntos transmisor y receptor, por ejemplo, para cambiar la frecuencia o para variar la potencia,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

- 1. ¿En qué aspectos del control automático de los circuitos radioeléctricos del servicio fijo por ondas decamétricas es necesaria una cooperación entre las administraciones?
- 2. ¿Qué métodos se consideran preferibles para el intercambio y la utilización de tal información?

PROGRAMA DE ESTUDIOS 17A-1/3*

TELEGRAFÍA ARMÓNICA EN LOS CIRCUITOS RADIOELÉCTRICOS

(1951 - 1953 - 1959 - 1966 - 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que, en la actualidad, en la transmisión de telegrafía armónica por circuitos radioeléctricos en frecuencias inferiores a 30 MHz y sujetos a los efectos de desvanecimiento, ruido e interferencia, se utilizan:
 - equipos normalmente concebidos para circuitos metálicos, convenientemente adaptados a los circuitos radioeléctricos, o
 - equipos especialmente concebidos para circuitos radioeléctricos;
- b) Que los estudios efectuados hasta la fecha han puesto de manifiesto que no es posible comparar los sistemas que emplean el método de permutación de frecuencia con los que utilizan dos tonos distintos para los dos estados significativos de modulación sin tener en cuenta todas las características de la instalación y del medio de propagación;
- c) Que la experiencia adquirida en la recepción de la telegrafía armónica por circuitos radioeléctricos ha demostrado que los equipos de telegrafía armónica utilizados en los circuitos radioeléctricos y en los circuitos metálicos difieren considerablemente, y que, en consecuencia, tales equipos deben diseñarse y construirse en cuenta su destino especial,

* No se deriva de ninguna Cuestión en estudio.

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

1. Comparación de los distintos sistemas utilizados para la transmisión y la recepción de la telegrafía armónica por circuitos radioeléctricos sujetos a efectos de desvanecimiento, propagación por trayectos múltiples, ruidos e interferencias, con el fin de normalizar sus características, teniendo en cuenta los tipos de utilización y los factores siguientes:
 - manipulación por desplazamiento de frecuencia de un solo oscilador de frecuencia vocal;
 - transmisión de dos frecuencias distintas, para los dos estados significativos de modulación;
 - modulación por otros métodos, por ejemplo, modulación de fase, o sistemas de modulación que utilizan más de dos estados significativos de modulación;
 - recepción por medio de un discriminado o por filtros distintos;
2. Influencia en la proporción de errores del índice de modulación (desplazamiento de frecuencia (en Hz)/velocidad de modulación (en baudios)), de la separación entre canales y de los parámetros de los regeneradores.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 20A/3*

SONDEOS IONOSFÉRICOS DE INCIDENCIA OBLICUA, CON FINES DE EXPLOTACIÓN

(1965 — 1966)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que los métodos de sondeo ionosférico de incidencia oblicua han demostrado su eficacia para la observación de la propagación ionosférica de las ondas decamétricas;
- b) Que la información facilitada por esos sondeos puede servir para mejorar el funcionamiento de ciertos circuitos radioeléctricos a larga distancia;
- c) Que la utilización de estos sondeos, como procedimiento de explotación, puede causar interferencias perjudiciales, sobre todo si este procedimiento se aplica sin discernimiento;
- d) Que, a medida que se extienda esta práctica, pueden surgir dificultades en lo que concierne a la identificación de las emisiones de ciertas sondas,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

1. Métodos que permitan utilizar los datos procedentes de sondeos ionosféricos de incidencia oblicua (véase el Programa de estudios 12A-1/6) para mejorar el rendimiento de explotación de los enlaces radioeléctricos de gran distancia;
2. Limitaciones que sería conveniente imponer, en su caso, a características tales como la potencia de emisión y el número de emisiones simultáneas, para evitar las interferencias perjudiciales;
3. Medidas que han de tomarse para permitir la identificación de esas emisiones;
4. Características preferidas del equipo utilizado en los sondeos ionosféricos con fines de explotación, para asegurar una cooperación eficaz entre el mayor número posible de usuarios.

* No se deriva de ninguna Cuestión en estudio.

CUESTIÓN 21/3

**SIMULADORES DE CANALES IONOSFÉRICOS EN
ONDAS DECAMÉTRICAS***

(1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que los efectos de distorsión de la propagación por trayectos múltiples, que se traduce en desvanecimientos selectivos, desviación de frecuencia variable en el tiempo y distorsión de tiempo de propagación, degradan la calidad de las señales recibidas en la banda 7 (ondas decamétricas);
- b) Que dichos efectos son muy diferentes según sean la longitud del circuito, el trayecto seguido de uno a otro extremo y la frecuencia de transmisión y que, por consiguiente, es muy amplia la gama de las formas de desvanecimientos y de distorsión a que dan lugar;
- c) Que la calidad de funcionamiento de un sistema de transmisión utilizado en un circuito radioeléctrico dado puede diferir notablemente, según el tipo de desvanecimiento y de distorsión registrado;
- d) Que en diversos laboratorios se han construido simuladores de desvanecimiento o simuladores de canales ionosféricos que se utilizan para estudiar la calidad del sistema;
- e) Que es de suma importancia que las formas de desvanecimiento y de distorsión variable en el tiempo engendrados en los simuladores de desvanecimientos sean representativos de los que efectivamente se encuentran en los enlaces explotados en ondas decamétricas;
- f) Que conviene que el simulador tenga en cuenta el ruido atmosférico e industrial, y facilite el estudio de la interferencia entre las señales,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

- 1. ¿Cuáles son las formas de desvanecimiento, desviación de frecuencia y distorsión de tiempo de propagación variables en el tiempo que dan lugar a diferencias notables en la calidad de funcionamiento de los circuitos?
- 2. ¿Cómo conviene describir estas formas y los parámetros de un modelo de transmisión ionosférica en ondas decamétricas, de modo que se pueda obtener en laboratorio una simulación completa representativa de distintas condiciones de transmisión en la banda 7 (ondas decamétricas)?
- 3. ¿Cómo conviene representar el ruido atmosférico e industrial, y cómo se puede utilizar un simulador para estudiar la interferencia entre las señales?

* Esta Cuestión se ha señalado a la atención de la Comisión de estudio 6.

CUESTIÓN 22/3*

**EQUIPOS TRANSPORTABLES PARA RADIOCOMUNICACIONES DEL
SERVICIO FIJO DESTINADAS A OPERACIONES DE SOCORRO**

(1972)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que en caso de catástrofes naturales, epidemias, hambre u otras emergencias, son esenciales para las operaciones de socorro telecomunicaciones rápidas y seguras;
- b) Que, por avería u otras causas, los medios normales de telecomunicación en zonas damnificadas son a menudo inadecuados para las operaciones de socorro y no pueden restablecerse o complementarse rápidamente con los recursos locales;
- c) Que la Conferencia administrativa mundial de telecomunicaciones espaciales (Ginebra, 1971) ha adoptado la Recomendación N.º Spa2 — 13,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

¿Qué características y bandas de frecuencias son preferibles para equipos transportables del servicio fijo, trabajando en frecuencias inferiores a unos 30 MHz, que permitirían establecer telecomunicaciones de socorro cuando:

- se utilizan los equipos en enlace con una estación terrena transportable;
- sólo se emplean medios terrenales de telecomunicación?

CUESTIÓN 23/3**

**EMPLEO DE SISTEMAS DE FRECUENCIA COMÚN EN
LOS CIRCUITOS RADIOTELEFÓNICOS**

(1963 — 1966 — 1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que es urgente reducir la congestión actual de la banda de ondas decamétricas;
- b) Que el empleo en algunos casos, en un circuito radiotelefónico de la misma frecuencia portadora para los dos sentidos de transmisión (conjuntamente con la utilización de técnicas que impidan la transmisión simultánea en los dos sentidos) permite realizar importantes economías en la utilización del espectro,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

1. ¿En qué casos el empleo de la misma frecuencia en los dos sentidos de transmisión permite lograr una compartición más eficaz de las frecuencias?

* Véanse también las Cuestiones 22/4, 22/8 y 20/9.

** Reemplaza a la Cuestión 19/1 y su texto es idéntico al de aquélla.

2. En tales casos:
- 2.1 ¿Cuáles son las características que han de especificarse para los sistemas radiotelefónicos que utilizan el principio de la explotación en frecuencia común?
 - 2.2 ¿Cuál debe ser la diferencia mínima de nivel, a la entrada del receptor, entre la señal recibida de la estación alejada y las señales recibidas del transmisor cercano, para evitar las interferencias entre la señal deseada y la del transmisor cercano que trabaja en la misma frecuencia?
 - 2.3 ¿Hasta qué punto puede reducir las posibilidades de aplicación de esta técnica el empleo de antenas de transmisión y de recepción de características distintas?
 - 2.4 ¿Hasta qué punto la presencia de diferentes niveles de ruido en los puntos de recepción reduce las posibilidades de aplicación de esta técnica?
 - 2.5 ¿Qué otros factores habrán de tenerse en cuenta en el establecimiento de planes para tales sistemas, como, por ejemplo:
 - la falta de linealidad en los equipos de transmisión o de recepción;
 - la anchura de banda del filtro de portadora;
 - la estabilidad de frecuencia de los aparatos?

CUESTIÓN 24/3 *

ESTACIONES RECEPTORAS CON MANDO A DISTANCIA EN ONDAS DECAMÉTRICAS PARA EL SERVICIO FIJO

(1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que las estaciones de recepción en ondas decamétricas del servicio fijo debieran estar situadas en lugares prácticamente exentos de ruido industrial;
- b) Que, se tiende en general a desarrollar la automatización, y así poder reducir el personal técnico necesario;
- c) Que la reducción del nivel de las interferencias y la automatización pueden mejorar la explotación de las estaciones receptoras y elevar así la calidad y la confiabilidad de las comunicaciones en ondas decamétricas;
- d) Que varias administraciones estudian los problemas que plantea el telemando de las estaciones receptoras en ondas decamétricas y encuentran ciertas dificultades,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

1. ¿Qué problemas plantea el telemando de las estaciones receptoras en ondas decamétricas, para el servicio fijo?
2. ¿Cuáles son las características particulares de un receptor de ondas decamétricas concebido para ser instalado en una estación receptora con telemando?
3. ¿Cuáles son las características necesarias del sistema de telemando, habida cuenta de la confiabilidad del mismo y de la economía de circuitos y de equipo?

* Esta Cuestión, junto con la Cuestión 24/8, reemplaza a la Cuestión 12/1.

CUESTIÓN 25/3*

**CONTROL AUTOMÁTICO DE LA POTENCIA DE SALIDA
DE LOS TRANSMISORES DE ONDAS DECAMÉTRICAS
EN EL SERVICIO FIJO**

(1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) La Recomendación N.º 38 del «Grupo de expertos de la U.I.T.» en su Informe final, Ginebra, 1963;
- b) Que en el número 694 del Reglamento de Radiocomunicaciones se dispone que todas las estaciones están obligadas a limitar su potencia radiada al mínimo necesario para asegurar un servicio satisfactorio;
- c) Que, no obstante, las estaciones del servicio fijo que utilizan frecuencias comprendidas entre 4 y 27,5 MHz radian durante gran parte de su tiempo de funcionamiento potencias muy superiores a las necesarias para asegurar un servicio satisfactorio;
- d) Que los métodos manuales de ajuste de la potencia de los transmisores no responden completamente a lo dispuesto en el número 694 del Reglamento de Radiocomunicaciones;
- e) Que un dispositivo de control automático de la potencia de salida de los transmisores contribuiría a reducir la congestión de las ondas decamétricas,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

¿Qué métodos son los más convenientes para controlar automáticamente la potencia de salida de los transmisores para el servicio fijo en ondas decamétricas con el fin de lograr, en lo posible, que la potencia radiada no exceda del valor necesario para asegurar un servicio satisfactorio, teniendo en cuenta las distancias hasta los puntos de recepción que interese cubrir y las condiciones de propagación?

* Esta Cuestión, junto con la Cuestión 25/8, reemplaza a la Cuestión 21/1.

CUESTIÓN 26/3

**MEJORA DE LA CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO
DE LOS CIRCUITOS RADIOTELEGRÁFICOS POR ONDAS DECAMÉTRICAS**

(1976)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que se han previsto varios sistemas para la transmisión de señales telegráficas y de datos por circuitos radioeléctricos de ondas decamétricas;
- b) Que la introducción de nuevas mejoras en estos sistemas podría ser ventajosa para la utilización del espectro y para reducir la proporción de errores;
- c) Que el empleo de técnicas numéricas para las transmisiones telefónicas y de datos va en aumento,

DECIDE poner a estudio la siguiente Cuestión:

- 1. ¿Qué mejoras pueden introducirse en los sistemas telegráficos existentes?
 - 2. ¿Qué nuevas técnicas podrían emplearse que fueran más ventajosas que las existentes?
-

