



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

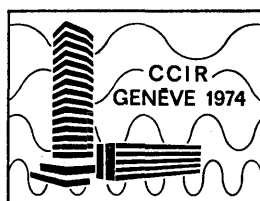
C.C.I.R.

XIII ASAMBLEA PLENARIA

GINEBRA, 1974

VOLUMEN VII

FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS
(COMISIÓN DE ESTUDIO 7)



Publicado por la
UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
GINEBRA, 1975

COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES

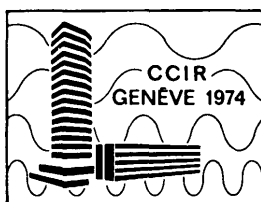
C.C.I.R.

XIII ASAMBLEA PLENARIA

GINEBRA, 1974

VOLUMEN VII

FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS
(COMISIÓN DE ESTUDIO 7)



Publicado por la
UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
GINEBRA, 1975

ISBN 92-61-00083-5



PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

**FRECUENCIAS PATRÓN
Y SEÑALES HORARIAS**

RECOMENDACIONES E INFORMES

**CUESTIONES Y PROGRAMAS DE ESTUDIOS,
DECISIONES, RESOLUCIONES Y RUEGOS**

(Comisión de estudio 7)

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 VOLÚMENES 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 VII *

ÍNDICE DE LOS TEXTOS

FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS

(Comisión de estudio 7)

	Página
Introducción por el Relator principal de la Comisión de estudio 7	11
RECOMENDACIONES	
Rec. 374-3 Emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias	13
Rec. 375-1 Emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias en nuevas bandas de frecuencias	14
Rec. 376-1 Supresión de las interferencias de origen externo causadas a las emisiones del servicio de frecuencias patrón en las bandas atribuidas a este servicio	14
Rec. 457-1 Utilización de la fecha juliana modificada en los servicios de frecuencias patrón y de señales horarias	15
Rec. 458 Comparaciones internacionales de escalas de tiempo atómico	16
Rec. 459 Notación que debe emplearse para las indicaciones leídas en los relojes y para los valores proporcionados por los generadores de frecuencia	17
Rec. 460-1 Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias	18
Rec. 485 Utilización de escalas de tiempo en los servicios de frecuencias patrón y señales horarias	23
Rec. 486 Referencia de las emisiones de frecuencias patrón a la escala del tiempo atómico internacional.	23
INFORMES	
Informe 267-3 Frecuencias patrón y señales horarias. <i>Características de las emisiones del servicio de frecuencias patrón y de señales horarias en las bandas atribuidas, y características de las estaciones que efectúan un servicio regular en frecuencias estabilizadas fuera de dichas bandas</i>	25
Informe 269-3 Reducción de las interferencias mutuas entre las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias	37
Informe 270-2 Economía del espectro de frecuencias para las señales horarias de gran precisión	38
Informe 271-4 Estabilidad y precisión en la recepción de frecuencias patrón y de señales horarias en ondas miriámétricas y kilométricas	41
Informe 362-2 Emisiones con diferentes combinaciones de ondas portadoras y de bandas laterales en el servicio de frecuencias patrón y de señales horarias	44
Informe 363-3 Comparación de las escalas de tiempo por diversos métodos	45
Informe 364-2 Inestabilidad de los generadores de frecuencias patrón	50
Informe 366-2 Características de los sistemas que proporcionan en una emisión información sobre el tiempo y la frecuencia	53
Informe 438 Emisión de frecuencias patrón y de señales horarias de gran precisión	54
Informe 439-1 Utilización de relojes coordinados y de relojes locales patrón (métricos) en un sistema de tiempo-coordenada terrestre	56
Informe 518-1 Difusión de frecuencias patrón y de señales horarias por medio de satélites	57
Informe 576 Difusión de frecuencias patrón por estabilización de la frecuencia portadora de una estación de radiodifusión	59

* 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».

	Página
Informe 577	Difusión de señales horarias por superposición de una modulación de fase a la modulación de amplitud de transmisiones de radiodifusión sonora 60
Informe 578	Códigos horarios 61
Informe 579	Ponderaciones estadísticas de relojes que intervienen en una escala de tiempo. Problemas relativos a la obtención de medias 63
Informe 580	Características del ruido de frecuencia y de fase 65

CUESTIONES Y PROGRAMAS DE ESTUDIOS

Cuestión 1/7	Emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias 67
Programa de estudios 1A-1/7	Emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias 67
Programa de estudios 1B-1/7	Emisiones de banda lateral única en los servicios de frecuencias patrón y de señales horarias 68
Programa de estudios 1D-1/7	Ponderaciones estadísticas de relojes que intervienen en una escala de tiempo. Problemas relativos a la obtención de medias 68
Cuestión 2/7	Emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias en nuevas bandas de frecuencias. 69
Programa de estudios 2A-1/7	Emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias por satélite 69
Cuestión 3/7	Estabilidad en la recepción de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias. 70
Programa de estudios 3A-1/7	Conservación del espectro de frecuencias para las señales horarias de gran precisión 70
Programa de estudios 3B/7	Inestabilidad de los generadores de frecuencias patrón 71
Programa de estudios 3C-2/7	Comparación de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias 71
Programa de estudios 3D/7	Métodos para las comparaciones precisas de la fase de ondas miramétricas. 72
Cuestión 4-1/7	Difusión de frecuencias patrón y de señales horarias 72
Programa de estudios 4A/7	Difusión de frecuencias patrón por estabilización de la frecuencia portadora de una estación de radiodifusión 73
Programa de estudios 4B/7	Difusión de señales horarias por superposición de señales con modulación de fase en transmisores de radiodifusión sonora de modulación de amplitud 73
Cuestión 5/7	Emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias de alta precisión 74
Cuestión 7/7	Códigos horarios 74

DECISIONES

Decisión 12	Emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias 75
Decisión 13	Formas de expresión a utilizar en el servicio de frecuencias patrón y de señales horarias. 76
Decisión 14	Reducción de las interferencias mutuas en los servicios de frecuencias patrón y de señales horarias 76

RESOLUCIONES

Resolución 14-3	Emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias 77
-----------------	--

RUEGOS

Ruego 26-2	Estudios y experimentos relativos a las emisiones de señales horarias 78
Ruego 27	Emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias en nuevas bandas de frecuencias. 79
Ruego 28	Programas especiales de la I.F.R.B. para la comprobación técnica de las emisiones, con miras a liberar las bandas de frecuencias atribuidas exclusivamente al servicio de frecuencias patrón 79
Ruego 36-1	Escala de tiempo 80
Ruego 47	Empleo general del tiempo universal coordinado 80
Ruego 48	Notación de las escalas de tiempo 81

FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS

COMISIÓN DE ESTUDIO 7

Mandato:

- Coordinar los servicios mundiales de frecuencias patrón y señales horarias.
- Estudiar los aspectos técnicos de la emisión y recepción, incluido el uso de las técnicas espaciales de estos servicios, y los medios para mejorar la precisión de las mediciones.

Relator principal: G. BECKER (Alemania (República Federal de))

Relator principal adjunto: J. Mc A. STEELE (Reino Unido)

INTRODUCCIÓN POR EL RELATOR PRINCIPAL DE LA COMISIÓN DE ESTUDIO 7

En esta introducción, se da un resumen general de la situación actual de los trabajos de la Comisión de estudio 7, efectuados en virtud de su mandato, y se hacen algunos comentarios sobre las perspectivas de futuros progresos.

Tiempo universal coordinado (TUC)

El sistema horario TUC, concebido e introducido por la Comisión de estudio 7, se emplea actualmente casi a escala mundial. Tal como está definido en la Recomendación 460-1, puede tener en cuenta todas las posibles variaciones de rotación de la Tierra en un futuro previsible.

En lo que respecta al Ruego 47, Empleo general del Tiempo universal coordinado (TUC), que se ajusta a las recomendaciones de la U.R.S.I. y la U.A.I., cabe esperar que la Conferencia general de pesos y medidas (C.G.P.M.) publique una Resolución en 1975 recomendado el TUC como base para la hora oficial. Ello completará un estudio, iniciado en 1967 por la C.G.P.M. con la definición atómica del segundo (SI), y dará lugar a la difusión de señales horarias y de frecuencias patrón basadas en el segundo (SI), incluida la aplicación general y oficial del TUC en sustitución del Tiempo universal (TU) para la formación de los husos horarios.

El Comité consultivo para la definición del segundo (C.C.D.S.) recomendó, en julio de 1974, el empleo del símbolo «UTC» en todos los idiomas. Convendría que el C.C.I.R. lo adoptara también en el futuro.

Métodos de difusión de señales horarias y frecuencias patrón, y comparaciones

Durante los debates de la Comisión de estudio 7, en marzo de 1974, se reveló insuficiente, a veces, el examen de un método únicamente desde el punto de vista de la «difusión» o de la «comparación». Conviene considerar si podrían modificarse los textos de la Comisión de estudio 7 de modo que puedan reflejarse conjuntamente ambos aspectos de difusión (o transmisión) y comparación.

Se han mejorado considerablemente las señales de tiempo atómico y de frecuencias patrón, pero, al mismo tiempo, van prevaleciendo los problemas de transmisión. No parecen explotarse totalmente los métodos que emplean el LORAN-C o impulsos de televisión. En materia de emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias en la banda de ondas kilométricas, se tiende a emplear portadoras de fase estabilizada con respecto al TUC (O.I.H.) o al TAI, respectivamente, conforme a la Recomendación 486. Ello permite efectuar transmisiones sin necesidad de correcciones, y la introducción de juegos de receptores que, combinando la recepción de más de una estación, aumentan la confiabilidad. Otra tendencia consiste en la introducción de transmisiones de señales horarias codificadas por las estaciones de ondas kilométricas. Desgraciadamente, como no existen Recomendaciones adecuadas del C.C.I.R., los formatos de código utilizados son diferentes. Por otra parte, no hay un sistema común para la transmisión de las señales horarias.

La transmisión de señales horarias y de frecuencias patrón por televisión, con inclusión de códigos horarios, constituye una técnica prometedora que, por desgracia, se basa en sistemas diferentes en los distintos países. Convendría que la Comisión de estudio 7 definiera su posición en lo que respecta al empleo generalizado de esas emisiones y a su formato óptimo.

Pueden también transmitirse señales horarias e información horaria codificada a través de los transmisores de radiodifusión sonora con modulación de amplitud y portadoras moduladas en fase, sin deterioración perceptible del programa radiofónico. Se trata de una nueva técnica interesante.

En cuanto al empleo de satélites para la transmisión de señales horarias y de frecuencias patrón, su estudio está todavía en una fase inicial. Con la disponibilidad de las bandas de frecuencias atribuidas con este fin por la Conferencia administrativa mundial de telecomunicaciones espaciales, Ginebra, 1971, ha llegado el momento de definir sistemas internacionales para utilizar las nuevas posibilidades.

Hay que reconocer también que una imprecisión horaria del orden de sólo 1 μ s únicamente puede lograrse en una zona más bien limitada de la Tierra, es decir, donde existen emisiones de LORAN-C. Existe una gran demanda, para aplicaciones científicas, por ejemplo, de que se mejore la exactitud de las emisiones de señales horarias y de que se disponga de un sistema mundial con una imprecisión inferior a 1 μ s.

Problemas de inestabilidad

Se dedica cada vez más tiempo al estudio de los problemas de inestabilidad debidos a fluctuaciones de los osciladores o a variaciones del tiempo de propagación. Son de interés los métodos matemáticos para el estudio de esas fluctuaciones, así como los métodos matemáticos o técnicos para evaluar el promedio óptimo de las señales. Se trata de una cuestión importante cuando han de combinarse escalas horarias de diferentes relojes o cuando deben reducirse al mínimo las fluctuaciones de la transmisión mediante filtros.

Interferencias

En las bandas 6 y 7, se observan a menudo interferencias mutuas entre emisiones en la misma frecuencia. Se espera que el Grupo interino de trabajo 7/3 halle posibilidades de reducir estos problemas de interferencia, para lo cual es indispensable la buena voluntad de cuantos transmiten en esas bandas.

Informes

En los Informes de la Comisión de estudio 7, figura información pertinente sobre los trabajos de esta Comisión, en forma más bien condensada, y su redacción requiere sumo cuidado. Ha demostrado la experiencia que durante las reuniones hay que dedicar demasiado tiempo a la labor de redacción. Debería invitarse a las administraciones a que acompañaran sus proposiciones con pequeños resúmenes para los proyectos de Informes. Además, conviene revisar regularmente las referencias mencionadas en los textos, dando preferencia a textos publicados que den una buena idea general de la materia considerada.

Términos utilizados

La difícil labor del Grupo interino de trabajo 7/2, encargado de estudiar las formas de expresión (términos, símbolos y sus definiciones), reviste gran importancia y merece estímulo. Se espera que los resultados de la labor de ese Grupo se utilicen para la redacción de los documentos del C.C.I.R.

La experiencia ha demostrado también que no se tienen siempre suficientemente en cuenta las recomendaciones actuales de organizaciones internacionales pertinentes, como la ISO, al redactar los documentos del C.C.I.R.

RECOMENDACIONES E INFORMES

Recomendaciones

RECOMENDACIÓN 374-3

EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS

(Cuestión 1/7)

(1951 — 1953 — 1956 — 1959 — 1963 — 1966 — 1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que la Conferencia administrativa de radiocomunicaciones, Ginebra, 1959, ha atribuido las frecuencias de $20 \text{ kHz} \pm 0,05 \text{ kHz}$, $2,5 \text{ MHz} \pm 5 \text{ kHz}$ ($2,5 \text{ MHz} \pm 2 \text{ kHz}$ en la Región 1), $5 \text{ MHz} \pm 5 \text{ kHz}$, $10 \text{ MHz} \pm 5 \text{ kHz}$, $15 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$, $20 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$ y $25 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$, y ha pedido al C.C.I.R. que estudie el problema del establecimiento y funcionamiento de un servicio mundial de frecuencias patrón y de señales horarias;
- b) Que la Conferencia administrativa mundial de telecomunicaciones espaciales, Ginebra, 1971, atribuyó las frecuencias $400,1 \text{ MHz} \pm 25 \text{ kHz}$, $4202 \text{ MHz} \pm 2 \text{ MHz}$ (espacio-Tierra) y $6427 \text{ MHz} \pm 2 \text{ MHz}$ (Tierra-espacio) para uso del servicio de frecuencias patrón por satélite y del servicio de señales horarias por satélite (Reglamento de Radiocomunicaciones, números 312B y 379A);
- c) Que se emiten frecuencias patrón y señales horarias suplementarias en otras bandas de frecuencias;
- d) Que es necesario tener en cuenta las disposiciones del artículo 44, sección IV, del Reglamento de Radiocomunicaciones;
- e) Que es necesario que se prosiga una colaboración estrecha entre la Comisión de estudio 7 y la Organización consultiva marítima intergubernamental (O.C.M.I.), la Organización de la aviación civil internacional (O.A.C.I.), la Conferencia general de pesos y medidas (C.G.P.M.), la Oficina internacional de la hora (O.I.H.) y las uniones interesadas del Consejo internacional de uniones científicas (C.I.U.C.).

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

- 1. Que la Comisión de estudio 7 prosiga sus estudios sobre un servicio mundial de frecuencias patrón y señales horarias y examine la aplicación de nuevas técnicas con este fin;
- 2. Que se exploten los actuales servicios de frecuencias patrón y señales horarias de conformidad con las Recomendaciones detalladas del C.C.I.R.;
- 3. Que intensifiquen los esfuerzos para reducir la interferencia mutua entre emisores en las bandas atribuidas según el § a);*
- 4. Que todas las administraciones estudien métodos alternativos para difundir frecuencias patrón y señales horarias antes de efectuar emisiones suplementarias en las bandas 6 y 7.

* Véase también la Decision 14.

RECOMENDACIÓN 375-1

EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS EN NUEVAS BANDAS DE FRECUENCIAS

(Cuestión 2/7)

(1959 — 1963 — 1966)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que ya se ha realizado una comparación precisa intercontinental de la frecuencia mediante la utilización de emisiones de una frecuencia estable en la banda 4;
- b) Que para numerosas aplicaciones se requiere una sincronización mundial del tiempo con una precisión superior a 1 ms;
- c) Que la sincronización con 1 μ s de aproximación puede extenderse a distancia de más de 2000 km empleando señales de impulsos transmitidas por la onda de superficie;
- d) Que las transmisiones con visibilidad directa en las bandas 8 y 9 y las señales transmitidas principalmente por la onda de superficie en la banda 5, constituyen un medio de difusión en buenas condiciones de estabilidad, de las señales horarias y de las frecuencias patrón,

RECOMIENDA. POR UNANIMIDAD:

1. Que se divulguen lo más posible las informaciones relativas a los métodos de medida y a los resultados obtenidos sobre la estabilidad de fase a lo largo del trayecto en las bandas 4 y 5;
2. Que se utilicen las posibilidades que ofrecen la estabilidad y la precisión de los sistemas de navegación mediante emisiones de impulsos propagados por onda de superficie, con objeto de conseguir una sincronización de tiempo intercontinental y, si es posible, mundial;
3. Que se utilicen lo más posible las estaciones adecuadas existentes en las bandas 5 y 6 para la difusión de las frecuencias patrón, estabilizándose sus frecuencias portadoras con suma precisión;
4. Que se usen en la mayor medida posible las estaciones de radiodifusión sonora de modulación de frecuencia y las estaciones de televisión existentes en las bandas 8 y 9 para la difusión de las frecuencias patrón y de las señales horarias que puedan agregarse a la modulación actual o que puedan utilizar esta última sin perturbar el programa normal;
5. Que dos bandas de 100 kHz de las bandas 8 y 9, respectivamente, son adecuadas para un servicio eficaz de frecuencias patrón y de señales horarias en visibilidad directa.

RECOMENDACIÓN 376-1

SUPRESIÓN DE LAS INTERFERENCIAS DE ORIGEN EXTERNO CAUSADAS A LAS EMISIONES DEL SERVICIO DE FRECUENCIAS PATRÓN EN LAS BANDAS ATRIBUIDAS A ESTE SERVICIO

(Cuestión 1/7)

(1959 — 1963 — 1966)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) La importancia y el uso creciente de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias en las bandas atribuidas a este servicio;
- b) Que las interferencias disminuyen considerablemente la eficacia del servicio de frecuencias patrón y de señales horarias;

- c) Que, pese a los esfuerzos realizados por las administraciones y por la I.F.R.B. para liberar las bandas atribuidas al servicio de frecuencias patrón, subsisten aún en estas bandas algunos usuarios registrados y numerosas emisiones no notificadas que continúan causando interferencias a los servicios de frecuencias patrón;
- d) La Recomendación N.º 31 de la Conferencia administrativa de radiocomunicaciones, Ginebra, 1959.

RECOMIENDA. POR UNANIMIDAD:

1. Que las administraciones y la I.F.R.B. perseveren en sus esfuerzos para liberar las bandas atribuidas al servicio de frecuencias patrón, a fin de evitar interferencias de origen externo;
2. Que cada administración haga cuanto le sea posible en el territorio de su jurisdicción por impedir que los usuarios del espectro radioeléctrico exploten en las bandas de frecuencias patrón estaciones que no sean de frecuencias patrón y puedan provocar interferencias perjudiciales a ese servicio;
3. Que las estaciones nacionales de comprobación técnica de las emisiones se dediquen sistemáticamente a buscar las estaciones extrañas que ocasionen interferencias en las bandas de frecuencias patrón y hagan cuanto les sea posible por identificarlas, recurriendo, en caso necesario, a la cooperación internacional;
4. Que los usuarios de las emisiones de frecuencias patrón pidan al servicio de comprobación técnica de su país que identifique la estación perturbadora cada vez que se produzcan interferencias de origen externo;
5. Que las administraciones apliquen las disposiciones de los artículos 14, 15 y 16 del Reglamento de Radiocomunicaciones en todos aquellos casos en que el servicio de frecuencias patrón sufra interferencias de origen externo, y que, en caso necesario, envíen a la I.F.R.B. copia de la correspondencia cursada al respecto;
6. Que si se observan interferencias, incluso si su origen es dudoso, los representantes de las administraciones en la Comisión de estudio 7 se comuniquen mutuamente la información procedente de los usuarios de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias, así como la del servicio de comprobación técnica, a fin de permitir la identificación ulterior de la estación perturbadora.

RECOMENDACIÓN 457-1

**UTILIZACIÓN DE LA FECHA JULIANA MODIFICADA EN LOS SERVICIOS
DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS**

(Cuestión 1/7)

(1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que, a los efectos de indicar las fechas convendría emplear un cómputo decimal de los días en la utilización de las señales horarias y de los códigos de tiempo;
- b) Que hace ya largo tiempo que se utiliza en astronomía, en cronología y en las ciencias afines un sistema de cómputo decimal de los días con referencia al Tiempo universal, es decir, la Fecha juliana (FJ);
- c) Que es necesario un cómputo decimal de los días, según el cual el comienzo del día se defina en las 00 h 00 y no en las 12 h 00, como sucede con la Fecha juliana;
- d) Que resulta necesario un sistema de cómputo decimal de los días, especialmente para asociarlo a las escalas de tiempo TUC y TAI;
- e) Que hay que evitar la proliferación de sistemas diferentes para indicar las fechas;
- f) Que sería ventajoso tener una fórmula simple para pasar de la Fecha juliana antes indicada a un sistema moderno para el cómputo decimal de los días;
- g) Que debe mantenerse sin interrupción el sistema actual y aceptado de la Fecha juliana, según la cual el comienzo del día se ha fijado en el mediodía del meridiano de Greenwich;

- h)* Que ya está haciendo uso de una Fecha juliana modificada (MJD) que responde a las condiciones arriba mencionadas,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que para las indicaciones de tiempo y de fechas se utilice siempre que sea necesario un sistema de cómputo decimal de los días; que el día del calendario comience a contarse desde las 00 h 00 TAI, TUC o TU y que se especifique con cinco decimales;
2. Que esta «Fecha juliana modificada» (MJD) sea igual al día juliano menos 2 400 000,5; y que, por consiguiente tenga su origen a las 00 h 00 TU del 17 de noviembre de 1858, en el caso del TU.

RECOMENDACIÓN 458

**COMPARACIONES INTERNACIONALES DE ESCALAS
DE TIEMPO ATÓMICO**

(Cuestión 1/7)

(1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a)* La necesidad de comparar entre sí las escalas locales independientes de tiempo atómico de los distintos laboratorios y observatorios;
- b)* La necesidad de claridad y en precisión en la comunicación de los datos a fin de facilitar la tarea de la Oficina internacional de la hora (O.I.H.) en la formación de una escala de tiempo atómico internacional,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que, cuando un laboratorio u observatorio «i» conserve, a la vez, el tiempo atómico local independiente y una aproximación del tiempo universal coordinado, designados aquí por TA(i) y TUC(i), ese laboratorio u observatorio publique la expresión numérica de la diferencia TA(i) — TUC(i) para cada periodo de validez;
 2. Que las comparaciones de tiempo publicadas se refieran al TUC(i);
 3. Que las comparaciones de fase publicadas se refieran al TA(i) o al TUC(i), según convenga;
 4. Que los tiempos publicados de emisión de las señales horarias según el sistema TUC se refieran al TUC(i);
 - 4.1 Que en el caso de una emisión de señales horarias generadas directamente por el laboratorio u observatorio «i», se publique el retardo medido, entre las señales horarias y el TUC(i);
 - 4.2 Que en el caso de señales horarias generadas por un reloj en la estación transmisora, y medidas en el laboratorio u observatorio «i», se indique explícitamente si los tiempos publicados con relación al TUC(i) se refieren a la emisión o a la recepción, así como las correcciones de propagación y de retardo del receptor que hayan de aplicarse o que se hayan aplicado;
 5. Que todos los laboratorios u observatorios que no se ajusten al sistema TUC, pero que deseen participar en las comparaciones internacionales y en la formación de una escala internacional de tiempo atómico, publiquen detalles compatibles, en la medida de lo posible, con los principios enunciados en los §§ 1 a 4.
-

RECOMENDACIÓN 459

**NOTACIÓN QUE DEBE EMPLEARSE PARA LAS INDICACIONES LEÍDAS
EN LOS RELOJES Y PARA LOS VALORES PROPORCIONADOS
POR LOS GENERADORES DE FRECUENCIA**

(Cuestión 3/7)

(1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que existe actualmente una confusión muy grande en las prácticas seguidas para expresar las diferencias de tiempo entre los relojes;
- b) Que, en ocasiones, hay también incertidumbres en lo que respecta a la interpretación de los tiempos de recepción indicados, con relación a los relojes locales;
- c) Que hay, asimismo, cierta ambigüedad en la indicación de las diferencias de frecuencia;
- d) Que es necesario y urgente normalizar la terminología y las convenciones relativas a las mediciones de frecuencia y de diferencias de tiempo, con objeto de evitar errores;
- e) Que, en su cuarta reunión, el 29 de agosto de 1967, la Unión astronómica internacional (U.A.I.) adoptó una resolución sobre estas convenciones (Comisión 31, Resolución N.º 2), tendiente a una mayor claridad, precisión y utilidad en materia de señales horarias,

RECOMIENDA. POR UNANIMIDAD:

1. Que se usen magnitudes algebraicas para evitar toda confusión sobre el signo de una diferencia de tiempo entre relojes o sobre el signo de una diferencia de frecuencia entre fuentes de frecuencia;
2. Que se empleen las definiciones y convenciones siguientes en lo que concierne a las expresiones algebraicas:
 - 2.1 El momento y el lugar de lectura de un reloj o de una medida de frecuencia deberán designarse siempre;
 - 2.2 Denominando a , en el tiempo T , a la indicación leída en un reloj A y b a la indicación leída en un reloj B , la diferencia entre las lecturas será $a - b$, y el resultado de la comparación se presentará en la forma:

$$A - B = a - b \quad (1)^*$$
 - 2.3 Denominando f_C a la frecuencia de una fuente de frecuencia C , y f_D a la frecuencia de una fuente de frecuencia D , la diferencia de frecuencia será $f_C - f_D = \Delta f$, y el resultado de la comparación podrá presentarse en la forma:

$$C - D = \Delta f \quad (2)$$

se especificará también la frecuencia nominal de C y D ;
 - 2.4 La desviación relativa de frecuencia de una fuente de frecuencia C con respecto a su valor nominal f_{nC} queda definida por

$$F_C = (f_C/f_{nC}) - 1 \quad (3)$$

* Ejemplo: El resultado de una comparación de tiempo entre el reloj portátil P7 y la escala de tiempo TUC de la O.I.H., determinada en la O.I.H., se indicará así:
TUC (P7) - TUC (O.I.H.) = +12,3 μ s (7 de julio de 1968, 14 h 35 min TUC; O.I.H.).

- 2.5 La diferencia relativa de frecuencia entre dos fuentes de frecuencia H y K es la diferencia entre sus desviaciones relativas de frecuencia

$$S = F_H - F_K$$

y el resultado de la comparación podrá presentarse también en la forma

$$H - K = S \quad (4)^*$$

- 2.6 Para hacer una comparación de tiempo entre un reloj y una señal horaria recibida, conviene aplicar las convenciones especificadas en los §§ 2.1 y 2.2; para hacer una comparación de frecuencia entre un oscilador y una emisión radioeléctrica, conviene aplicar las convenciones especificadas en los §§ 2.1, 2.3, 2.4 y 2.5.

RECOMENDACIÓN 460-1

EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS

(Cuestión 1/7)

(1970 – 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que la Conferencia administrativa de radiocomunicaciones, Ginebra, 1959, ha atribuido a los servicios de frecuencias patrón y de señales horarias las frecuencias $20 \text{ kHz} \pm 0,05 \text{ kHz}$, $2,5 \text{ MHz} \pm 5 \text{ kHz}$ ($2,5 \text{ MHz} \pm 2 \text{ kHz}$ en la Región 1), $5 \text{ MHz} \pm 5 \text{ kHz}$, $10 \text{ MHz} \pm 5 \text{ kHz}$, $15 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$, $20 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$ y $25 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$, y ha pedido al C.C.I.R. que estudie el problema del establecimiento y funcionamiento de un servicio mundial de frecuencias patrón y de señales horarias;
- b) Que se emiten frecuencias patrón y señales horarias suplementarias en otras bandas de frecuencias;
- c) Que deben tenerse en cuenta las disposiciones del artículo 44, sección IV, del Reglamento de Radiocomunicaciones;
- d) La constante necesidad de una estrecha colaboración entre la Comisión de estudio 7 y la Organización consultiva marítima intergubernamental (O.C.M.I.), la Organización de la aviación civil internacional (O.A.C.I.), la Conferencia general de pesos y medidas (C.G.P.M.) y la Oficina internacional de la hora (O.I.H.), así como con los miembros interesados del Consejo internacional de uniones científicas (C.I.U.C.);
- e) Que conviene mantener la coordinación mundial de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias;
- f) Que es necesario difundir las frecuencias patrón y los intervalos de tiempo precisos de conformidad con la definición del segundo de la 13.^a Conferencia general de pesos medidas (1967);
- g) Que sigue siendo necesario poder disponer inmediatamente del Tiempo universal (TU) con una precisión de una décima de segundo,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que todas las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias se ajusten lo más posible al Tiempo universal coordinado (TUC) y que las señales horarias no difieran del TUC en más de un milisegundo (véase el anexo I); que en las frecuencias patrón no haya una desviación superior a 1×10^{-10} y que las señales horarias emitidas por cada estación transmisora tengan una relación conocida con la fase de la portadora;

* Ejemplo: El resultado de una comparación de frecuencia, en el caso del ejemplo precedente, puede presentarse como diferencia relativa de frecuencia en la forma siguiente:

$P7 - O.I.H. = +5 \times 10^{-13}$ (7 de julio de 1968, 14 h 35 min a 20 h 30 min TUC; O.I.H.).

2. Que todas las emisiones de señales horarias contengan información sobre la diferencia entre TUI y TUC (véanse los anexos I y II);
3. Que el Director del C.C.I.R. ponga la presente Recomendación en conocimiento de todas las administraciones Miembros de la U.I.T., de la Unión astronómica internacional (U.A.I.), Unión internacional geodésica y geofísica (U.I.G.G.), Unión radiocientífica internacional (U.R.S.I.), O.I.H., C.G.P.M., O.A.C.I. y O.C.M.I.;
4. Que, desde el 1.º de enero de 1975 *, las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias se ajusten a los §§ 1 y 2 que preceden.

ANEXO I

ESCALAS DE TIEMPO

A. Tiempo universal (TU)

En las aplicaciones en que hay una imprecisión de unas centésimas de segundo, es necesario especificar las formas de TU que deben utilizarse:

- TU0 es el tiempo solar medio, del meridiano origen, obtenido a partir de observaciones astronómicas directas;
- TU1 es el TU0 con correcciones de los ligeros movimientos de la Tierra con relación al eje de rotación (variación polar);
- TU2 es el TU1 con corrección de los efectos de las pequeñas fluctuaciones estacionales en la velocidad de rotación de la Tierra;
- TU1 se utiliza en este documento ya que corresponde directamente a la posición angular de la Tierra en torno a su eje de rotación diurna. El TMG (o GMT) puede considerarse equivalente general del TU.

B. Tiempo atómico internacional (TAI)

La escala internacional de referencia de tiempo atómico (TAI), basada en el segundo (SI), como se obtiene a nivel del mar, la forma la Oficina internacional de la hora (O.I.H.), con la información de reloj facilitada por establecimientos colaboradores. Tiene forma de escala continua, es decir, en días, horas, minutos y segundos, desde el 1.º de enero de 1958, y fue aprobada por el C.G.P.M. (1971).

C. Tiempo universal coordinado (TUC)

El TUC es el sistema horario mantenido por la O.I.H. y constituye la base de una difusión coordinada de frecuencias patrón y señales horarias. Corresponde exactamente en cuanto al régimen de transcurso con el Tiempo atómico internacional (TAI) aunque difiere de él en un número entero de segundos.

La escala del TUC se ajusta mediante inserción o supresión de segundos (segundos intercalares positivos o negativos) necesarios para asegurar una concordancia aproximada con TU1.

D. TUD1

El valor de la diferencia prevista TU1-TUC, conforme se difunde con las señales horarias se designa TUD1; con lo que:

$$TUD1 \approx TU1 - TUC$$

TUD1 puede considerarse como una corrección que ha de hacerse a TUC para obtener una aproximación mejor a TU1.

Los valores de TUD1 los da la O.I.H. en múltiplos enteros de 0,1 s.

Se aplican las siguientes normas de explotación:

* Hasta el 1.º de enero de 1975 se aplicarán las disposiciones del Informe 517; después de esta fecha caducarán dichas disposiciones.

1. Tolerancias

- 1.1 La magnitud de TUD1 no debe exceder de 0,8 s.
- 1.2 La diferencia entre TUC y TU1 no debe exceder de $\pm 0,9$ s.*
- 1.3 La desviación de (TUC más TUD1) de TU1 no debe exceder de $\pm 0,1$ s.

2. Segundos intercalares

- 2.1 Un segundo intercalar positivo o negativo debe ser el último segundo de un mes TUC, pero hay que dar preferencia en primer lugar al final de diciembre y de junio, y en segundo lugar al final de marzo y septiembre.
- 2.2 Un segundo intercalar positivo comienza a las 23^h 59^m 60^s y termina a las 0^h 0^m 0^s del primer día del mes siguiente. En el caso de un segundo intercalar negativo, 23^h 59^m 58^s irá seguido, un segundo después de 0^h 0^m 0^s del primer día del mes siguiente (véase el anexo III).
- 2.3 La O.I.H. debe tomar la decisión de insertar un segundo intercalar, y anunciarla con una antelación de por lo menos 8 semanas.

3. Valor de TUD1

- 3.1 Se pide a la O.I.H. que determine el valor de TUD1 y su fecha de introducción y dé a conocer estos datos con un mes de antelación.**
- 3.2 Las administraciones y organizaciones utilizarán el valor de TUD1 indicado por la O.I.H. para las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias, y se les encargará que den a la información la mayor difusión posible a través de publicaciones periódicas, boletines, etc.
- 3.3 Cuando el TUD1 se difunda en código, el código debe ajustarse a los siguientes principios (a reserva de lo indicado en el § 3.5):
 - la magnitud del TUD1 la especifica el número de señales marcadoras acentuadas de segundos, y el signo del TUD1 lo especifica la posición de las señales marcadoras acentuadas de segundos con relación a la señal marcadora de minuto. La ausencia de estas señales acentuadas indica TUD1 = 0;
 - la información codificada debe emitirse después de cada minuto identificado.

En el anexo II figuran todos los detalles del código.
- 3.4 Alternativamente, el TUD1 podrá anunciarse oralmente o en código Morse.
- 3.5 La información del TUD1, concebida primordialmente para el equipo de descodificación automática, y utilizada en él, puede seguir un código distinto, pero debe emitirse después de cada minuto identificado.
- 3.6 Además, las indicaciones de TU1 — TUC podrán darse con igual o mayor precisión por otros medios, por ejemplo, mediante anuncios en código Morse u orales, mediante mensajes asociados a los boletines marítimos, previsiones meteorológicas, etc.; los anuncios de futuros segundos intercalares pueden hacerse también por estos medios.
- 3.7 Se ruega a la O.I.H. que siga publicando los valores definitivos de las diferencias: TU1 — TUC, TU2 — TUC.

* La diferencia entre los valores máximos de TUD1 y la máxima diferencia entre TUC y TU1 representa la desviación admisible de (TUC + TUD1) de TU1 y constituye una protección de la O.I.H. contra variaciones imprevisibles en la velocidad de rotación de la Tierra.

** En casos excepcionales de variaciones bruscas de la velocidad de rotación de la Tierra, la O.I.H. puede anunciar una corrección con una antelación de dos semanas, como mínimo.

ANEXO II

CÓDIGO PARA LA TRANSMISIÓN DE TUD1

Los valores positivos de TUD1 se indicarán acentuando un número (n) de señales marcadoras consecutivas de segundos que siguen a la señal marcadora de minuto, a partir de la señal marcadora del primer segundo hasta la señal marcadora del n -simo segundo inclusive; (n) es un número entero comprendido entre 1 y 8.

$$TUD1 = (n \times 0,1)s$$

Los valores negativos de TUD1 se indicarán acentuando un número (m) de las señales marcadoras consecutivas de segundos que siguen a la señal marcadora de minutos a partir de la señal marcadora del noveno segundo hasta la señal marcadora del segundo ($8 + m$) inclusive; siendo m un número entero como máximo igual a 8.

$$TUD1 = -(m \times 0,1)s$$

La ausencia de señales marcadoras acentuadas de segundo, indicará el valor 0 para TUD1.

Las señales marcadoras de segundo pueden acentuarse, por ejemplo, alargando, duplicando, dividiendo o modulando mediante un tono las señales marcadoras normales de segundo.

Ejemplos:

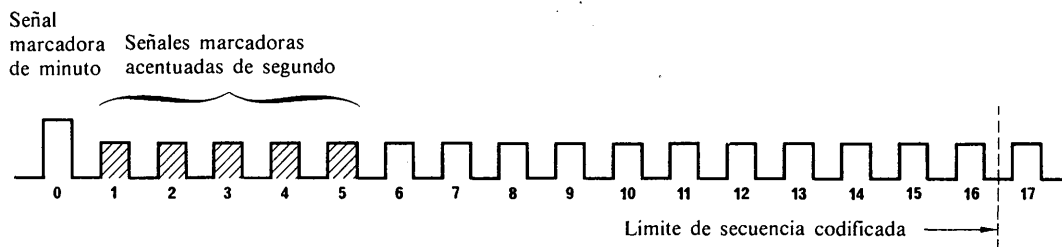


FIGURA 1

$$TUD1 = +0,5 s$$

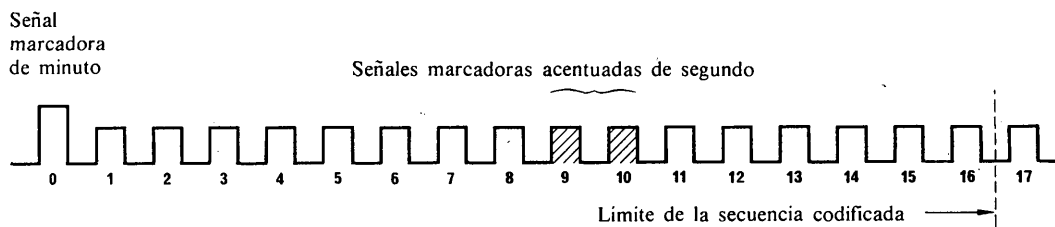


FIGURA 2

$$TUD1 = -0,2 s$$

ANEXO III

ASIGNACIÓN DE FECHAS A LOS EVENTOS PRÓXIMOS A UN SEGUNDO INTERCALAR

La asignación de fechas a los eventos próximos a un segundo intercalar se hará de la manera siguiente:

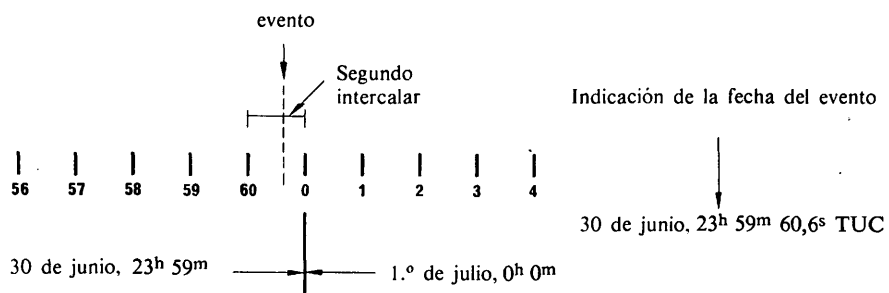


FIGURA 3

Segundo intercalar positivo

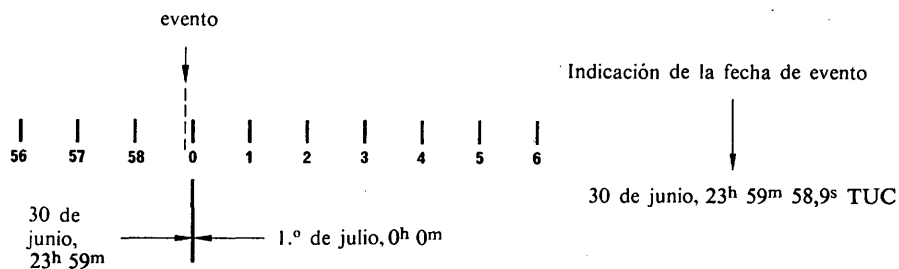


FIGURA 4

Segundo intercalar negativo

RECOMENDACIÓN 485

**UTILIZACIÓN DE ESCALAS DE TIEMPO EN LOS SERVICIOS
DE FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS**

(Cuestión 1/7)

(1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que la Conferencia general de pesos y medidas de 1971 ha definido la escala del Tiempo atómico internacional;
- b) Que, de conformidad con la Recomendación 460-1 desde 1972 ha sido generalmente aceptada la escala de tiempo TUC;
- c) Que existe una estrecha relación entre el TUC y el TAI, que sólo difieren en el número entero de segundos conocidos;
- d) Que, de conformidad con la Recomendación 458, los laboratorios del servicio de tiempo refieran las fechas a sus propias escalas de tiempo TUC (i),

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que los datos relativos al tiempo se publiquen siempre que sea posible bien con referencia al Tiempo universal coordinado (TUC) o al Tiempo atómico internacional (TAI).

RECOMENDACIÓN 486

**REFERENCIA DE LAS EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN A LA
ESCALA DEL TIEMPO ATÓMICO INTERNACIONAL**

(Cuestión 3/7)

(1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que los datos relativos al error de una emisión de frecuencias patrón y de señales horarias son sumamente importantes para el usuario;
- b) Que la escala del Tiempo atómico internacional (TAI) tiene considerable importancia como referencia para las comparaciones de tiempo y de frecuencia;
- c) Que en las bandas de ondas miriámétricas y kilométricas es técnicamente posible ajustar cuidadosamente una frecuencia patrón radiada, de manera que las variaciones de fase en un tiempo dado con respecto al TAI (o al Tiempo universal coordinado, TUC) permanezcan dentro de los límites de una tolerancia estrecha $\pm \Delta t$, que es reducida en comparación con el periodo de la frecuencia portadora;
- d) Que se dispone de equipo que puede recibir varias emisiones casi sincrónicas, el cual, por consiguiente, permite la explotación alternativa en caso de avería de un transmisor;
- e) Que diversas emisiones sincrónicas de frecuencias patrón y señales horarias en ondas miriámétricas y kilométricas permiten la identificación de fase, esto es, las fases en ondas miriámétricas mediante señales horarias de ondas kilométricas, y las fases en ondas kilométricas mediante las fases en ondas miriámétricas,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

1. Que se utilice una frecuencia asociada al TAI (o al TUC) como referencia para las emisiones de frecuencias patrón;
 2. Que los datos relativos a la precisión de la frecuencia patrón con respecto a la frecuencia asociada al TAI sean la media de la diferencia relativa de frecuencias en 10 días o más;
 3. Que el intervalo $\pm \Delta t$, en que la fase de la frecuencia patrón puede variar con relación al TAI (o al TUC) deberá especificarse para cada emisión en ondas miramétricas y kilométricas y que las administraciones responsables de los servicios de señales horarias y frecuencias patrón deberán publicar los valores de dicho intervalo.
-

Informes

INFORME 267-3*

FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS

Características de las emisiones del servicio de frecuencias patrón y de señales horarias en las bandas atribuidas, y características de las estaciones que efectúan un servicio regular en frecuencias estabilizadas fuera de dichas bandas

(Cuestión 1/7)

(1956 — 1959 — 1963 — 1966 — 1970 — 1974)

Las características de las estaciones que aparecen en los siguientes cuadros son válidas a partir del 1.º de agosto de 1974. Para la información sobre los cambios que puedan haberse introducido, deberá consultarse el Informe anual de la Oficina internacional de la hora (O.I.H.) o dirigirse directamente a las autoridades de los servicios que figuran en el anexo I.

* Adoptado por unanimidad.

CUADRO I
Características de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias en las bandas atribuidas, válidas desde el 1.º de agosto de 1974

Estación			Tipo de antenas	Potencia de la onda portadora (kW)	Número de emisiones simultáneas	Tiempo de funcionamiento		Frecuencias patrón utilizadas		Duración de la emisión		Exactitud de las frecuencias y de los intervalos de tiempo (10 ⁻⁶)	Método de indicación TUD I
Distintivo	Ubicación	Latitud Longitud				Días/semana	Horas/día	Portadora (MHz)	Modulación (Hz)	Duración de transmisión de las señales horarias (minutos)	Duración de la modulación audible (minutos)		
ATA	Nueva Delhi (India)	28° 34' N 77° 19' E	Dipolo horizontal	2	1	6	4	10	1; 1000	continua	4 en cada 15	± 100	
FFH ⁽¹⁾	Paris (Francia)	48° 33' N 02° 34' E	Dipolo vertical	5	1	5 ⁽³⁾	8 1/2	2,5	1	continua	ninguna	± 0,2	código del C.C.I.R. por prolongación hasta 0,1 s
IAM ⁽¹⁾	Roma (Italia)	41° 52' N 12° 27' E	Vertical $\lambda/4$	1	1	6	2	5	1	continua	ninguna	± 0,5	
IBF ⁽¹⁾	Turin (Italia)	45° 02' N 07° 46' E	Vertical $\lambda/4$	5	1	7	2 3/4	5	1	continua	ninguna	± 0,5	código del C.C.I.R. por impulso doble
JG2AR ⁽¹⁾	Tokio (Japón)	35° 42' N 139° 31' E	Omni-direccional	3	1	1 ⁽³⁾	2 ⁽⁴⁾	0.02	ninguna	ninguna	ninguna	± 0,5	sin código TUD I
JJY ⁽¹⁾	Tokio (Japón)	35° 42' N 139° 31' E	Dipolos verticales $\lambda/2$ (2,5 MHz: dipolo $\lambda/2$ vertical cargado en su parte superior)	2	4	7	24 ⁽⁵⁾	2,5; 5; 10; 15	1 ⁽⁶⁾ 1000 ⁽⁷⁾	continua	27 en cada 60	± 0,5	código del C.C.I.R. por prolongación
LOL ⁽¹⁾	Buenos Aires (Argentina)	34° 37' S 58° 21' O	Dipolo horizontal plegado de tres hilos	2	3	7	5	5; 10; 15	1; 440; 1000	continua	3 en cada 5	± 0,2	código del C.C.I.R. por prolongación
MSF ⁽¹⁾	Rugby (Reino Unido)	52° 22' N 01° 11' O	Dipolos cuadr. horizontales (2,5 MHz: unipolo vertical)	0,5	3	7	24	2,5; 5; 10	1	5 en cada 10	ninguna	± 1	código del C.C.I.R. por impulso doble
OMA ⁽¹⁾	Praha (R. S. Checoslovaca)	50° 07' N 14° 35' E	T	1	1	7	24	2,5	1; 1000 ⁽⁸⁾	15 en cada 30	4 en cada 15	± 10	
RAT ⁽¹⁾	Moscú (U.R.S.S.)	55° 19' N 38° 41' E	Dipolo horizontal	5	1	7	22 1/2	2,5; 5	1; 10	39 en cada 60	ninguna	± 0,5	TUD1 + TUD1: en código Morse cada hora entre los minutos: 11 y 12 ⁽¹²⁾
RCH ⁽¹⁾	Tashkent (U.R.S.S.)	41° 19' N 69° 15' E	Dipolo horizontal	1	1	7	22 1/2	2,5	1; 10	38 en cada 60	ninguna	± 2	TUD1 + TUD1: en código Morse cada hora entre los minutos: 51 y 52 ⁽¹²⁾
RID ⁽¹⁾	Irkutsk (U.R.S.S.)	52° 46' N 103° 39' E	Dipolo horizontal	1	1	7	23	5.004; 10.004	1; 10	35 en cada 60	ninguna	± 0,5	TUD1 + TUD1: en código Morse cada hora entre los minutos: 31 y 32 ⁽¹²⁾

RIM ⁽¹⁾	Tashkent (U.R.S.S.)	41° 19' N 69° 15' E	Dipolo horizontal	1	1	7	20 1/2	5; 10	1; 10	38 en cada 60	ninguna		TUD1 + TUD1: en código Morse cada hora entre los minutos: 51 y 52 ⁽¹²⁾
RKM ⁽¹⁾	Irkutsk (U.R.S.S.)	52° 46' N 103° 39' E	Dipolo horizontal	1	1	7	23	10.004; 15.004	1; 10	35 en cada 60	ninguna	± 0,5	TUD1 + TUD1: en código Morse cada hora entre los minutos: 31 y 32 ⁽¹²⁾
RTA ⁽¹⁾	Novosibirsk (U.R.S.S.)	55° 04' N 82° 58' E	Dipolo horizontal	5	1	7	20 1/2	4.996; 9.996; 14.996	1; 10	41 en cada 60	ninguna	± 0,5	TUD1 + TUD1: en código Morse cada hora entre los minutos: 45 y 46 ⁽¹²⁾
RWM ⁽¹⁾	Moscú (U.R.S.S.)	55° 19' N 38° 41' E	Dipolo horizontal	8	1	7	23	10; 15	1; 10	39 en cada 60	ninguna	± 0,5	TUD1 + TUD1: en código Morse cada hora entre los minutos: 11 y 12 ⁽¹²⁾
WWV ⁽¹⁾	Fort Collins, Colorado (Estados Unidos de América)	40° 41' N 105° 02' O	Dipolos verticales $\lambda/2$	2,5 a 10	6	7	24	2,5; 5; 10; 15; 20; 25	1; 440; 500; 600	continua ⁽²⁾	continua ⁽¹⁰⁾	± 0,1	Código del C.C.I.R. por impulso doble. Información suplementaria sobre las correcciones de TU1
WWVH ⁽¹⁾	Kekaha, Kauai, Hawaii, (Estados Unidos de América)	21° 59' N 159° 46' O	Sistemas de dipolos verticales $\lambda/2$	2,5 a 10	5	7	24	2,5; 5; 10; 15; 20	1; 440; 500; 600	continua ⁽²⁾	continua ⁽¹⁰⁾	± 0,1	Código del C.C.I.R. por impulso doble. Información suplementaria sobre las correcciones de TU1
WWVL ⁽¹⁾ (⁹)	Fort Collins, Colorado (Estados Unidos de América)	40° 41' N 105° 03' O	Vertical a carga terminal	1,8	(⁹)	(⁹)	24	0,02	ninguna	ninguna	ninguna	± 0,1	
ZLFS	Lower Hutt (Nueva Zelandia)	41° 14' S 174° 55' E		0,3	1	1	3	2,5	ninguna	ninguna	ninguna	± 500	
ZUO ⁽¹⁾	Olifantsfontein (República Sudafricana)	24° 58' S 28° 14' E	Monopolo vertical	4	1	7	24 (¹¹)	2,5; 5	1	continua	ninguna	± 0,1	Código del C.C.I.R. por prolongación

Notas relativas al cuadro I:

El horario de las emisiones diarias y de las modulaciones para cada hora se indican en las figs. 1 y 2 completadas por las notas siguientes:

(¹) Estas estaciones han comunicado que siguen el sistema TUC, conforme se especifica en la Recomendación 460-1. El 1.º de enero de 1972 quedó eliminado el desplazamiento de frecuencia, y las señales horarias se mantienen dentro de unos 0,8 s de TU1, mediante saltos ocasionales de 1 s según indique la O.I.H.

(²) Además de las otras señales y anuncios horarios, se produce un código de tiempo IRIG-H modificado, a la velocidad de un impulso por segundo e impulsos de código radiados continuamente en una subportadora de 100 Hz en todas las frecuencias. Un código completo es de 1 minuto. La subportadora de 100 Hz está sincronizada con los impulsos de código, con lo que se obtiene una resolución de 10 ms. El código comprende valores TUD1 e indica el tiempo TUC en minutos, horas y días del año.

(³) Todos los lunes.

(⁴) De 05 h 30 a 07 h 30 TU.

(⁵) Con interrupción entre los minutos 25 y 34 de cada hora.

(⁶) Un impulso se compone de 8 ciclos de tono a 1600 Hz. El primer impulso de cada minuto va precedido de 655 ms de un tono de 600 Hz.

(⁷) Modulación a 1000 Hz entre los minutos 0 y 10, 20 y 25, 34 y 35, 40 y 50 y 59 y 60, excepto 40 ms antes y después de cada impulso de segundo.

(⁸) De las 18 h 00 a las 06 h 00 TU, la modulación por audiofrecuencia se sustituye por señales horarias.

(⁹) Se han interrumpido las transmisiones programadas normalmente de WWVL, en vigor desde el 1.º de julio de 1972. Por lo tanto, esa estación transmite programas experimentales solo en forma intermitente.

(¹⁰) Excepto para los periodos de anuncio vocal y el periodo de semisilencio de 5 minutos cada hora.

(¹¹) 2,5 Mhz: de 18 h 00 a 04 h 00 TU; 5 MHz: continua.

(¹²) La información sobre el valor y signo de la diferencia TUD1 + TUD1 se transmite después de cada señal de minuto marcando con impulsos adicionales las correspondientes señales de segundo. Además, esta información se transmite en Morse como está indicado. La información TU1 se transmite conforme al código C.C.I.R.. Se transmite la información adicional TUD1, que especifica con mayor precisión la diferencia TU1 - TUC, hasta múltiplos de 0,02 s, siendo TUD1 + TUD1 el valor total de la corrección. Los valores positivos de TUD1 se transmiten marcando p señales de segundo en el intervalo comprendido entre el 20.º y 25.º segundo, de modo que TUD1 = +0,02s x p. Los valores negativos de TUD1 se transmiten marcando q señales de segundo en el intervalo comprendido entre el 35.º y 40.º segundo, de modo que TUD1 = -0,02s x q.

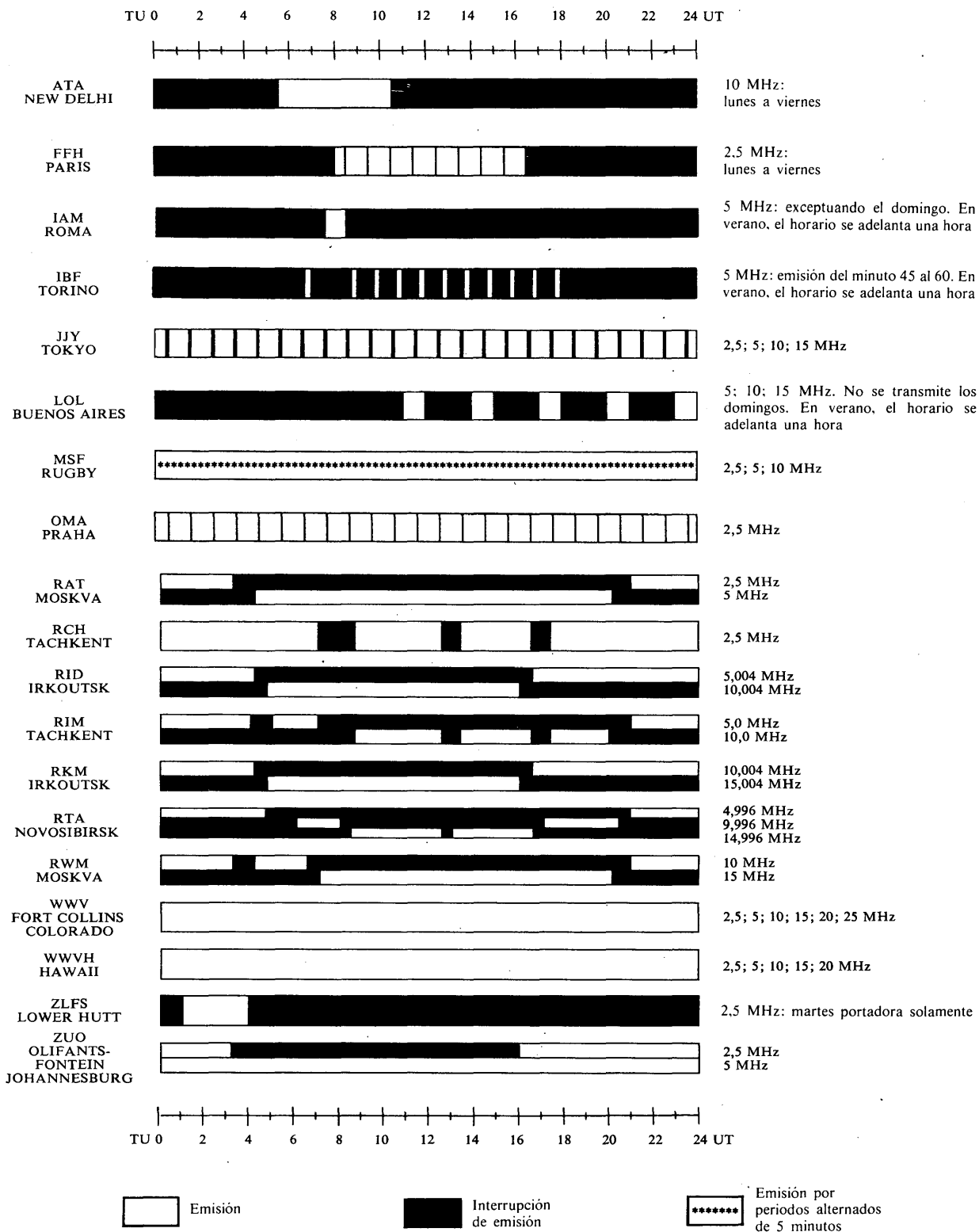
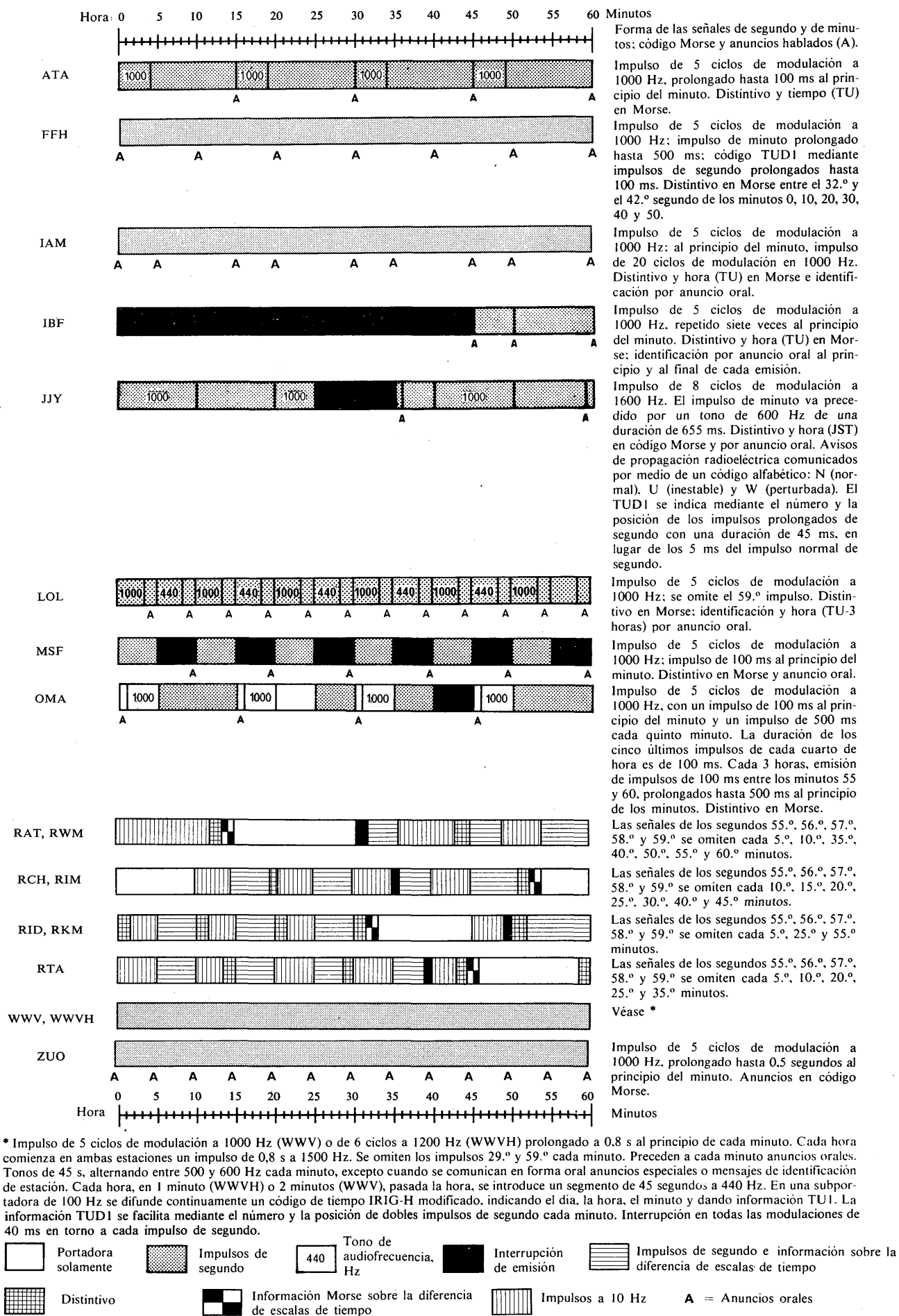


FIGURA 1
Horario diario de las emisiones



* Impulso de 5 ciclos de modulación a 1000 Hz (WWV) o de 6 ciclos a 1200 Hz (WWVH) prolongado a 0.8 s al principio de cada minuto. Cada hora comienza en ambas estaciones un impulso de 0.8 s a 1500 Hz. Se omiten los impulsos 29.º y 59.º cada minuto. Preceden a cada minuto anuncios orales. Tonos de 45 s, alternando entre 500 y 600 Hz cada minuto, excepto cuando se comunican en forma oral anuncios especiales o mensajes de identificación de estación. Cada hora, en 1 minuto (WWVH) o 2 minutos (WWV), pasada la hora, se introduce un segmento de 45 segundos a 440 Hz. En una subportadora de 100 Hz se difunde continuamente un código de tiempo IRIG-H modificado, indicando el día, la hora, el minuto y dando información TUD1. La información TUD1 se facilita mediante el número y la posición de dobles impulsos de segundo cada minuto. Interrupción en todas las modulaciones de 40 ms en torno a cada impulso de segundo.

FIGURA 2
Programa de modulaciones en una hora

CUADRO II
Características de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias en las bandas adicionales, válidas desde el 1.º de agosto de 1974

Estación			Tipo de antenas	Potencia de la onda portadora (kW)	Número de emisiones simultáneas	Tiempo de funcionamiento		Frecuencias patrón utilizadas		Duración de transmisión de las señales horarias (minutos)	Duración de la modulación audible (minutos)	Exactitud de las frecuencias y de los intervalos de tiempo (10 ⁻⁶)	Método de indicación TUD I
Distintivo	Ubicación	Latitud Longitud				Días/semana	Horas/día	Portadora (kHz)	Modulación (Hz)				
	Allouis (Francia)	47° 10' N 02° 12' E	Omni-direccional	500	1	7	24	163.84 (33)	ninguna	ninguna	continua A3	±0,5	
CHU(1)	Ottawa (Canadá)	45° 18' N 75° 45' O	Omni-direccional	3; 10; 3	3	7	24	3330; 7335; 14 670	1(4)	continua	ninguna	±0,05	Código del C.C.I.R. por impulso doble
	Donebach (R.F. de Alemania)	49° 34' N 09° 11' E	Omni-direccional	250	1	7	24	151	ninguna	ninguna	continua A3	±0,05	
DCF77(1)	Mainflingen (R.F. de Alemania)	50° 01' N 09° 00' E	Omni-direccional	38	1	7	24	77.5	1	continua (6)	continua (7)	±0,1	Código del C.C.I.R. con prolongación hasta 0.2 s
	Droitwich (Reino Unido)	52° 16' N 02° 09' O	T	400	1	7	22	200	ninguna	ninguna	emisión continua A3	±0,2	
GBR(1)(31)	Rugby (Reino Unido)	52° 22' N 01° 11' O	Omni-direccional	750 60(2)	1	7	22(8)	15.95 16.00	1(9)	4 x 5 al día (10)	ninguna	±0,2	Código del C.C.I.R. por impulso doble
HBG(39)	Prangins (Suiza)	46° 24' N 06° 15' E	Omni-direccional	20	1	7	24	75	1(28)	continua (29)	ninguna	±0,2	Sin emisión TUD I
JJF-2(1) JG2AS	Kemigawa Chiba (Japón)	35° 38' N 140° 04' E	Omni-direccional	10	1	7 (5)	24 (17)	40	1(21)	continua (29)	ninguna	±0,5	
MSF	Rugby (Reino Unido)	52° 22' N 01° 11' O	Omni-direccional	50	1	7	24	60	1(12)	continua	ninguna	±0,1	Código del C.C.I.R. por impulso doble
NAA(1) (22)(32)	Cutler, Maine (Estados Unidos de América)	44° 38' N 67° 16' O	Omni-direccional	2000 1000 (2)	1	7	24	17.8	ninguna	ninguna	ninguna	±0,1	
NBA(1)(22) (32)	Balboa, Panamá, Zona Canal (Estados Unidos de América)	09° 03' N 79° 38' O	Omni-direccional	300 150 (2)	1	7	24(14)	24	ninguna	(38)	ninguna	±0,1	Código Morse cada minuto entre el 56° y 59° s
NDT(1)(32)	Yosami, (Japón)	34° 58' N 137° 01' E	Omni-direccional	50(2)	1	7	24	17.4	ninguna	ninguna	ninguna	±0,1	

NLK(1)(32)	Jim Creek, Washington (Estados Unidos de América)	48° 12' N 121° 55' O	Omni-direccional	1200 250(2)	1	7	24(35)	18.6	ninguna	ninguna	ninguna	±0,1	
NPM(1) (22)(32)	Lualualei, Hawaii (Estados Unidos de América)	21° 25' N 158° 09' O	Omni-direccional	1000 140(2)	1	7	24(15)	23.4	ninguna	ninguna	ninguna	±0,1	
NSS(1)(32)	Annapolis, Maryland (Estados Unidos de América)	38° 59' N 76° 27' O	Omni-direccional	1000 85(2)	1	7	24(36)	21.4	ninguna	(27)	ninguna	±0,1	Código Morse cada minuto entre el 56° y 59° s
NWC(1) (22)(32)	North West Cape (Australia)	21° 49' S 114° 10' E	Omni-direccional	1000(2)	1	7	24(37)	15.5 22.3	ninguna	(30)	ninguna	±0,1	Código Morse cada minuto entre el 56° y 58° s(40)
OMA	Podebrady (R.S. Checoslovaca)	50° 08' N 15° 08' E	T	5	1	7	24	50	1(9)	23 horas al día(16)	ninguna	±10	Sin emisión TUD I
RBU(1)	Moskva (U.R.S.S.)	55° 19' N 38° 41' E	Dipolo horizontal	10	1	7	23	66 2/3	1; 10	6 en cada 60	ninguna	±0,5	Código Morse cada hora entre el 6° y 7° minuto(41)
RTZ(1)	Irkutsk (U.R.S.S.)	52° 18' N 104° 18' E	Dipolo horizontal	10	1	7	23	50	1; 10	5 en cada 60	ninguna	±0,5	Código Morse cada hora entre el 6° y 7° minuto(41)
RV/166	Irkutsk (U.R.S.S.)	52° 18' N 104° 18' E	Dipolo horizontal	40	1	7	22	200		ninguna	radiodifusión	±0,5	
SAZ(21)	Enköping (Suecia)	59° 35' N 17° 08' E	Yagi (12 dB)	0,1 (PRA)	1	7	24	100 000	ninguna	ninguna	ninguna	±50	
SAJ(21)	Estocolmo (Suecia)	59° 20' N 18° 03' E	Omni-direccional	0,06 (PRA)	1	1(18)	2(19)	150 000	ninguna	ninguna	10(20)	±1	
VNG(1)	Lyndhurst, Victoria (Australia)	38° 03' S 145° 16' E	Omni-direccional	10	2	7	24(23)	4500 7500 12 000	1; 1000 (24)	continua	ninguna	±1	Código del C.C.I.R. en 45 ciclos de 900 Hz siguiendo inmediatamente las señales de segundos normales
WWVB(1)	Fort Collins, Colorado (Estado Unidos de América)	40° 40' N 105° 03' O	Antena vertical cargada	13(2)	1	7	24	60	1(3)	continua	ninguna	±0,1	Sin código del C.C.I.R.
ZUO(26)	Olifantsfontein (República Sudafricana)	24° 58' S 28° 14' E	Omni-direccional	0,05	1	7	24	100 000	1	continua	ninguna	±0,1	Código del C.C.I.R. por prolongación

Notas relativas al Cuadro II:

- (¹) Estas estaciones han comunicado que aplican uno de los sistemas de la Recomendación 460-1.
- (²) Estos valores representan la potencia radiada evaluada.
- (³) Código de tiempo utilizado que reduce la portadora 10 dB al principio de cada segundo.
- (⁴) Impulsos de 300 ciclos de modulación a 1000 Hz; se prolonga el primer impulso de cada minuto.
- (⁵) De lunes a sábado, para JG-2AS.
- (⁶) Señales horarias A1 (interrupción de la portadora durante 100 ms al principio de cada segundo, excepto en el 59.º segundo de cada minuto) del Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Desde el 6 de junio de 1973, los números del minuto, la hora, el día de calendario, el mes de calendario y el año de calendario, así como el día de la semana, se transmiten cada minuto comenzando con el segundo 20.º y finalizando con el segundo 58.º, de conformidad con la escala de tiempo oficial CET (PTB) igual TUC (PTB) + 1 h, en código BCD. Una señal de marcación de una duración de 0,1 s equivale a «0 binario», y una de 0,2 s a «1 binario».
- (⁷) La señal distintiva se transmite tres veces por hora, en los minutos 19.º, 39.º y 59.º, con un tono de 250 Hz que modula la portadora sin interrupción de la secuencia de señales horarias.
- (⁸) Periodo de mantenimiento: todos los días, de las 13 h 00 a las 14 h 30 TU.
- (⁹) Señales telegráficas A1.
- (¹⁰) De las 02 h 55 a las 03 h 00, de las 08 h 55 a las 09 h 00, de las 14 h 55 a las 15 h 10 y de las 20 h 55 a las 21 h 00 TU.
- (¹¹) Periodo de mantenimiento, de 13 h 00 a 16 h 00 TU, el primer domingo de cada mes.
- (¹²) Portadora interrumpida durante 100 ms cada segundo y durante 500 ms cada minuto: de 14 h 30 a 15 h 30 TU, se transmiten impulsos en A2 del mismo modo que para MSF 2,5, 5 y 10 MHz.
- (¹³) Impulsos horarios por grupos de 8, con 1 ms de separación entre uno y otro: 20 grupos por segundo.
- (¹⁴) Salvo los lunes entre las 12 h 00 y las 18 h 00 TUC.
- (¹⁵) Salvo entre las 17 h 00 TUC del lunes y las 02 h 00 TUC del martes, el primer y el tercer lunes de cada mes.
- (¹⁶) De las 10 h 00 a las 11 h 00 TU, transmisiones sin manipulación, salvo para el distintivo OMA al comienzo de cada cuarto de hora.
- (¹⁷) JF-2: telegrafía, JG2AS, entre las 23 h 30 y las 08 h 00 TUC.
- (¹⁸) Todos los viernes.
- (¹⁹) De las 09 h 30 a las 11 h 30 TU.
- (²⁰) Cinco minutos al principio y al final de la emisión, solamente para fines de identificación.
- (²¹) Emisión de la portadora con una duración de 500 ms al principio de cada segundo, omitiéndose cada minuto el impulso 59.º.
- (²²) Se emplea la manipulación por desplazamiento de frecuencia. Estabilidad de fase en la frecuencia asignada.
- (²³) 4500 kHz, de 09 h 45 TU a 21 h 30 TU, 12 000 kHz, de 21 h 45 TU a 09 h 30 TU, 7500 kHz, servicio continuo, con una interrupción técnica de 22 h 30 TU a 22 h 45 TU.
- (²⁴) Impulsos de 50 ciclos de modulación a 1000 Hz, reducidos a 5 ciclos entre el 55.º y el 58.º segundo: se suprime el 59.º impulso. En los minutos 5, 10, 15, etc., los impulsos comprendidos entre el 50.º y el 58.º segundo se reducen a 5 ciclos; identificación mediante anuncio oral entre el impulso 20 y el impulso 50 de los minutos 15, 30, 45 y 60.
- (²⁵) Excepto el primer minuto de cada hora.
- (²⁶) Transmisor modulado en fase; señales horarias y anuncios como para ZUO 2,5 y 5 MHz (véase el Cuadro I).

- (²⁷) Las transmisiones están suspendidas temporalmente. Están previstas las señales horarias con manipulación por desplazamiento de frecuencia, cuando se reanuden las transmisiones.
- (²⁸) Supresión de la portadora durante 100 ms al principio de cada segundo; impulso doble al principio de cada minuto; impulso triple al principio de cada hora; impulso cuádruple al principio de cada periodo de 12 horas.
- (²⁹) En ausencia de emisiones telegráficas.
- (³⁰) Señales horarias con manipulación por desplazamiento de frecuencia durante los 2 minutos que preceden a las 00 h 30, las 04 h 30, las 08 h 30, las 12 h 30, las 16 h 30 y las 20 h 30 TUC.
- (³¹) Se emplea manipulación por desplazamiento de frecuencia en alternancia con las ondas entretenidas; estabilización de frecuencia en ambas portadoras.
- (³²) La estación está destinada en primer lugar a las comunicaciones; estos datos pueden modificarse, pero el Observatorio Naval de Estados Unidos, Washington, D. C., Estados Unidos de América, anuncia por anticipado a los usuarios todo cambio.
- (³³) Provisional.
- (³⁴) Salvo los viernes entre las 14 h 00 y las 18 h 00 TUC.
- (³⁵) Salvo entre las 17 h 00 y las 22 h 00 TUC, el primer y el tercer jueves de cada mes.
- (³⁶) Salvo los miércoles entre las 13 h 00 y las 19 h 00 TUC.
- (³⁷) Salvo los lunes entre las 00 h 00 y las 03 h 00 TUC.
- (³⁸) Señal horaria con manipulación por desplazamiento de frecuencia, cinco minutos antes de cada hora par, excepto entre las 23 h 55 y las 24 h 00 TUC.
- (³⁹) Emisión experimental, señales horarias coordinadas.
- (⁴⁰) *Información TUD1 en el código C.C.I.R.*

Información TUd1. Esta información adicional especifica de manera más precisa la diferencia $TU1 - TUC$ hasta múltiplos de 0,02 s, siendo $TUD1 + TUd1$ el valor total de la corrección.

Un valor positivo de $TUd1$ se indica duplicando un número (p) de señales marcadoras de segundo consecutivas desde la señal marcadora de segundo 21 hasta la señal $(20+p)$, inclusive, siendo (p) un número entero comprendido entre 1 y 5, inclusive:

$$TUD1 = p \times 0,02 \text{ s.}$$

Un valor negativo de $TUd1$ se indica duplicando un número (q) de señales marcadoras de segundo consecutivas a continuación de la señal de segundo 31 hasta la señal $(30 + q)$, inclusive, siendo (q) un número entero comprendido entre 1 y 5, inclusive:

$$TUd1 = -(q \times 0,02) \text{ s.}$$

La señal marcadora de segundo 28 que sigue a la de minuto se duplica como bitio de paridad si el valor de (p) o de (q) es un número par o si $TUD1 = 0$.

- (⁴¹) La información sobre el valor y signo de la diferencia $TUD1 + TUd1$ se transmite después de cada señal de minuto marcando con impulsos adicionales las correspondientes señales de segundo. Además, esta información se transmite en Morse como está indicado. La información $TU1$ se transmite conforme al código C.C.I.R. Se transmite la información adicional $TUd1$, que especifica con mayor precisión la diferencia $TU1 - TUC$, hasta múltiplos de 0,02 s, siendo $TUD1 + TUd1$ el valor total de la corrección. Los valores positivos de $TUd1$ se transmiten marcando p señales de segundo en el intervalo comprendido entre el 20.º y 25.º segundo, de modo que $TUd1 = +0,02 \text{ s} \times p$. Los valores negativos de $TUd1$ se transmiten marcando q señales de segundo en el intervalo comprendido entre el 35.º y 40.º segundo, de modo que $TUd1 = -0,02 \text{ s} \times q$.

CUADRO III
Características de ciertos sistemas de ayuda a la navegación, válidas desde el 1.º de agosto de 1974

Estación			Tipo de antenas	Potencia de la onda portadora (kW)	Número de emisiones simultáneas	Tiempo de funcionamiento		Frecuencias patrón utilizadas		Duración de la emisión		Exactitud de las frecuencias y de los intervalos de tiempo (10 ⁻⁶)
Distintivo	Ubicación	Latitud Longitud				Días/semana	Horas/día	Portadora (kHz)	Periodo de repetición de impulso en micro-segundos	Duración de transmisión de las señales horarias (minutos)	Duración de la modulación audible (minutos)	
Loran-C SS7-M	Carolina Beach N. C., Estados Unidos de América	34° 03,8' N 77° 54,8' O	Omni-direccional	1000 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 99 300	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SS7-W	Júpiter, Florida, Estados Unidos de América	27° 02,0' N 80° 06,9' O	Omni-direccional	400 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 99 300	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SS7-X ⁽⁶⁾	Cape Race, Terranova	46° 46,5' N 53° 10,5' O	Omni-direccional	2000 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 99 300	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SS7-Y	Isla de Nantucket, Estados Unidos de América	41° 15,2' N 69° 58,6' O	Omni-direccional	400 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 99 300	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SS7-Z	Dana, Indiana, Estados Unidos de América	39° 51,1' N 87° 29,2' O	Omni-direccional	400 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 99 300	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SL7-M	Angissog, Groenlandia	59° 59,3' N 45° 10,4' O	Omni-direccional	500 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 79 300	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SL3-M ⁽⁶⁾	Edje, Islas Feroe	62° 18,0' N 07° 04,5' O	Omni-direccional	400 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 79 700	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SL3-W	Sylt, Alemania	54° 48,5' N 08° 17,6' E	Omni-direccional	300 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 79 700	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SL3-X	Boe, Noruega	68° 38,1' N 14° 27,1' E	Omni-direccional	200 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 79 700	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SL3-Y ⁽⁶⁾	Sandur, Islandia	64° 54,4' N 23° 55,3' O	Omni-direccional	3000 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 79 700	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SL3-Z	Jan Mayen, Noruega	70° 54,9' N 08° 44,0' O	Omni-direccional	200 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 79 700	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SL1-M	Simeri, Cricchi, Italia	38° 52,3' N 16° 43,1' E	Omni-direccional	250 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 79 900	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SL1-X	Lampedusa, Italia	35° 31,3' N 12° 31,5' E	Omni-direccional	400 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 79 900	continua (²)	ninguna	±0,05

Loran-C SL1-Y	Targabaron, Turquía	40° 58,3' N 27° 52,0' E	Omni-direccional	250 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 79 900	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SL1-Z	Estartit, España	42° 03,6' N 03° 12,3' E	Omni-direccional	250 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 79 900	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SI-M	Islas Johnston	16° 44,7' N 169° 30,5' O	Omni-direccional	300 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 49 000	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SI-X	Upolo Pt., Hawaii, Estados Unidos de América	20° 14,8' N 155° 53,1' O	Omni-direccional	300 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 49 900	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SI-Y	Kure, Hawaii, Estados Unidos de América	28° 23,7' N 178° 17,5' O	Omni-direccional	300 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 49 900	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SS3-M	Iwo Jima, Japón	24° 48,1' N 141° 19,5' E	Omni-direccional	4000 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 99 700	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SS3-W	Islas Marcus, Japón	24° 17,1' N 153° 58,9' E	Omni-direccional	4000 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 99 700	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SS3-X	Hokkaido, Japón	42° 44,6' N 143° 43,2' E	Omni-direccional	400 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 99 700	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SS3-Y	Gesashi, Okinawa, Japón	26° 36,4' N 128° 08,9' E	Omni-direccional	400 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 99 700	continua (²)	ninguna	±0,05
Loran-C SS3-Z	Yap, Islas Carolinas	09° 32,8' N 138° 09,9' E	Omni-direccional	4000 ^(*)	1	7	24	100	(¹) 99 700	continua	ninguna	±0,05
OMEGA Ω/N	Aldra, Noruega	66° 25' N 13° 09' E	Omni-direccional	4 ⁽²⁾	1	7	24	10,2-A ⁽³⁾ 11 1/3-C 13,6-B	ninguna	(³)	ninguna	±0,1
OMEGA Ω/ND	Lamoure, Dakota del Norte, Estados Unidos de América	46° 22' N 98° 21' O	Omni-direccional	10 ⁽²⁾	1	7	24	10,2-D ⁽³⁾ 11 1/3-F 13,6-E	ninguna	(³)	ninguna	±0,1
OMEGA Ω/T	Trinidad, Antillas	10° 42' N 31° 38' O	Omni-direccional	1 ⁽²⁾	1	7	24	10,2-B ⁽³⁾ 11 1/3-D 13,6-C	ninguna	(³)	ninguna	±0,1
OMEGA Ω/H	Haiku, Hawaii, Estados Unidos de América	21° 24' N 157° 50' O	Omni-direccional	2 ⁽²⁾	1	7	24	10,2-C ⁽³⁾ 11 1/3-E 13,6-D	ninguna	(³)	ninguna	±0,1

(¹) Los impulsos se transmiten por grupos de 9 para la estación primaria (M) y por grupos de 8 para las estaciones secundarias (W, X, Y, Z).

(²) Estos valores representan la potencia radiada estimada.

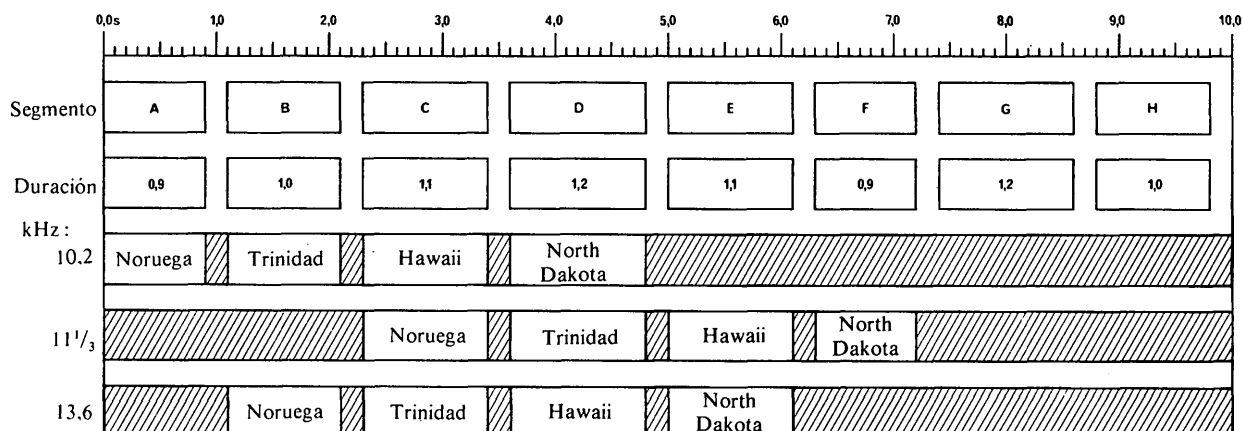
(³) Véase el cuadro IV.

(⁴) Potencia radiada de cresta.

(⁵) Mantenido dentro de ±5 µs de TUC. El tiempo de coincidencia (TOC) con el segundo de TUC cambia cuando hay segundos intercalares, y se designa en los cuadros TOC publicados por el Observatorio Naval de los Estados Unidos, Washington, D.C., Estados Unidos de América.

(⁶) Las estaciones con dos velocidades también transmiten a la de SL7, con un periodo de repetición de impulsos de 79 300 microsegundos.

CUADRO IV

Forma de la señal OMEGA

Nota 1. — El comienzo del segmento A no corresponde a 0,0 segundos TUC. La época de los segmentos cambia con los saltos de segundos. El comienzo del segmento A correspondió a 58,0 segundos en enero de 1973.

Nota 2. — Las estaciones OMEGA están principalmente destinadas a la navegación; estos datos pueden modificarse, pero el Observatorio Naval de Estados Unidos, Washington, D.C., Estados Unidos de América, anuncia por anticipado a los usuarios todo cambio.

ANEXO

AUTORIDADES RESPONSABLES DE LAS ESTACIONES QUE FIGURAN
EN LOS CUADROS I Y II

*Estación**Autoridad*

CHU

National Research Council
Time and Frequency Section
Physics Division (m-36)
Ottawa K1A 0S1, Ontario, Canadá. Attn. Dr. C.C. Costain

DCF77

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Laboratorium 1.22
33 Braunschweig
Bundesallee 100, República Federal de Alemania

FFH

Centre National d'Etudes des Télécommunications
Groupement Etudes spatiales et Transmissions
Département Dispositifs et Ensembles fonctionnels
38, rue du Général-Leclerc
92131 — Issy-les-Moulineaux, Francia

GBR
MSF

National Physical Laboratory
Electrical Science Division
Teddington, Middlesex, Reino Unido

HBG

Service horaire HBG
Observatoire cantonal
CH - 2000 — Neuchâtel, Suiza

IAM

Istituto Superiore Poste e Telecomunicazioni
Viale di Trastevere, 189
00100 — Roma, Italia

<i>Estación</i>	<i>Autoridad</i>
IBF	Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris Corso Massimo d'Azeglio, 42 10125 – Torino, Italia
JJY, JG2AR JG2AS	Frequency Standard Division The Radio Research Laboratories Ministry of Posts and Telecommunications Midori-cho, Koganei, Tokyo 184, Japón
LOL	Director Observatorio Naval Av. Costanera Sur, 2099 Buenos Aires, República Argentina
NBA, NDT, NPG, NPM, NPN, NSS, NWC	Superintendent U.S. Naval Observatory Washington, D.C. 20390 Estados Unidos de América
OMA	1. Time information: Astronomický ústav ČSAV, Budečska 6 12023 Praha 2, Vinohrady, R.S. Checoeslovaca 2. Standard frequency information: Ústav radiotechniky a elektroniky ČSAV, Lumumbova 1 18088 Praha 8, Kobylisy, R.S. Checoeslovaca
RAT, RCH, RID, RIM, RKM, RWM	Comité d'Etat des Normes Conseil des Ministres de l'U.R.S.S. Moscú, U.R.S.S. Leninski prosp., 9
VNG	Section Head (Time and Frequency Standards) A.P.O. Research Laboratories 59 Little Collins Street Melbourne, Victoria 3000, Australia
WWV, WWVH WWVB	Frequency-Time Broadcast Service Section Time and Frequency Division National Bureau of Standards Boulder, Colorado 80302, Estados Unidos de América
ZUO	Time Standards Section Precise Physical Measurements Division National Physical Research Laboratory P.O. Box 395 0001 - Pretoria, República Sudafricana

INFORME 269-3 *

**REDUCCIÓN DE LAS INTERFERENCIAS MUTUAS ENTRE LAS EMISIONES
DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS**

(Cuestión 1/7)

(1963 – 1966 – 1970 – 1974)

La importancia de la interferencia mutua entre las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias continúa restando valor a los servicios que funcionan en las bandas de frecuencias atribuidas. La

* Adoptado por unanimidad.

participación, durante estos últimos años, de un mayor número de estaciones en el sistema internacional de coordinación del tiempo y de las frecuencias, aunque deba acogerse con satisfacción, ha sido causa de dificultades en la identificación y utilización de las señales de sincronización de diferentes transmisores, en el caso de las zonas en que las diversas señales recibidas llegan a intervalos de tiempo no superiores a 2 ms. En lo que concierne a la frecuencia de 5 MHz, la situación en la Europa occidental, donde se dan estas condiciones, ha mejorado a raíz de la decisión tomada por las estaciones IAM, IBF y MSF de coordinar sus respectivos programas de transmisión. Por otro lado, en la frecuencia de 2,5 MHz, la situación no se ha mejorado en razón del aumento de la potencia radiada por la estación FFH, que puede causar, en determinados momentos, interferencia a las demás estaciones que utilizan esta frecuencia, es decir, MSF y OMA.

Por otra parte, FFH transmite únicamente los días laborables durante unas ocho horas, desde las 08 h 00 TU en adelante.

La presencia de una modulación de audiofrecuencia continua en cierto número de emisiones constituye una fuente común de interferencia en la recepción de las señales horarias. La modulación de audiofrecuencia está esencialmente limitada a aplicaciones que no exigen una gran precisión, por lo que parece conveniente limitar el empleo de esta modulación.

IAM, IBF y MSF han eliminado ya en sus programas la modulación de audiofrecuencia. OMA ha sustituido la modulación de audiofrecuencia por señales horarias en el periodo comprendido entre las 18 h 00 y las 06 h 00 TU. La estación LOL ha reducido de 44 a 33 minutos por hora la duración total de la modulación de audiofrecuencia.

En las regiones orientales de Estados Unidos de América, se ha observado interferencia mutua entre las emisiones de MSF — 60 kHz y las de WWVB — 60 kHz. La interferencia es particularmente intensa durante la tarde y al anochecer.

Hay que señalar que una de las principales fuentes de interferencia en la banda 7 es actualmente la emisión de la portadora cuando no se transmiten señales horarias.

Otros medios que pueden emplearse para reducir las interferencias mutuas son el escalonamiento de frecuencias, la compartición en el tiempo y técnicas de modulación escogidas.

Otra posible solución para el problema de la coexistencia de varias estaciones de señales horarias y de frecuencias patrón consiste en introducir una interrupción de algunas decenas de ms en la modulación continua, insertando señales horarias en este intervalo. En el Japón, por ejemplo, JJY emplea esta técnica siendo la interrupción de la modulación de 85 ms, de modo que puedan recibirse señales horarias de otras estaciones sincronizadas.

Las emisiones de señales horarias en la banda 5 son adecuadas para la difusión de la hora en Europa. Por otro lado, la estabilización de frecuencia de algunas estaciones de radiodifusión que funcionan en las bandas 5 y 6 ofrece un método alternativo para la difusión de frecuencias patrón.

Las Asambleas Plenarias del C.C.I.R. proporcionan una ocasión para el intercambio de puntos de vista entre las administraciones, pero la Comisión de estudio 7 estimó conveniente establecer un Grupo interino de trabajo que estudie los aspectos técnicos y administrativos del problema y proponga medios adecuados para la reducción de las interferencias mutuas entre las emisiones de los servicios de señales horarias y de frecuencias patrón.

INFORME 270-2*

ECONOMÍA DEL ESPECTRO DE FRECUENCIAS PARA LAS SEÑALES HORARIAS DE GRAN PRECISIÓN

(Programa de estudios 3A-1/7)

(1963 — 1966 — 1970)

Cada vez es mayor el número de aplicaciones que requieren el empleo de una referencia de gran precisión para la sincronización de las señales horarias. Para lograr una mayor precisión, conviene utilizar una anchura de banda adecuada, dentro de los límites que imponen:

* Adoptado por unanimidad.

- la banda atribuida;
- las inestabilidades de la propagación;
- las consideraciones relativas a los ruidos y a las interferencias.

Uno de los sistemas realizados para explotar al máximo las características de propagación de la onda de superficie es el sistema de navegación LORAN-C, que funciona en 100 kHz. La modulación se elige de modo que pueda distinguir el momento de llegada de la onda de superficie del momento de llegada del primer eco reflejado en la capa D. Se ha comprobado experimentalmente que la diferencia entre los tiempos de llegada de estas dos señales a 2000 km de distancia está comprendida entre 25 y 30 μ s, lo que determina las características de la forma de la señal, la cual está limitada a una anchura de banda total de ± 10 kHz.

La cadena de la costa este (de Estados Unidos de América), la del mar de Noruega, la del Pacífico central y la estación LORAN-C del noroeste del Pacífico se han sincronizado por el sistema TUC, de forma que el comienzo del primer impulso de cada grupo de impulsos que emiten las estaciones principales de esas cadenas coincide periódicamente con el segundo TUC, con una pérdida de ± 5 μ s. Por otra parte, las estaciones principales de las cadenas sincronizadas emiten un impulso por segundo para poder utilizar la técnica de recepción visual, que es menos complicada.

En ondas decamétricas, en las que la transmisión a larga distancia se realiza enteramente por propagación ionosférica, las características del medio de propagación limitan la precisión con que pueden recibirse las señales horarias. Las anchuras de banda utilizadas se han determinado, principalmente, partiendo de consideraciones de tipo administrativo, más bien que técnicas o científicas. El cuadro I del Informe 267-3 permite comprobar que todas las estaciones, excepto RWM-RES, utilizan como señal horaria una modulación de audiofrecuencia. Esta modulación tiene la forma recomendada precedentemente por el C.C.I.R. y consiste en n ciclos de una modulación de audiofrecuencia en 200 n Hz, de suerte que todas las señales tiene una duración de 5 ms. Puede elegirse *n ad libitum* para poder distinguir las diversas emisiones.

Así, varias estaciones, entre ellas WWV, han tomando $n = 5$, en tanto que WWVH emite con $n = 6$ y que JJY ha adoptado recientemente $n = 8$. El empleo de esta forma de impulso no permite separar los diversos componentes de una señal recibida después de su propagación por trayectos múltiples. No obstante, con este sistema se logra una economía razonable, de anchura de banda. Por otro lado, las perturbaciones de la propagación dan lugar a distorsiones de la forma de la señal fácilmente identificables.

Se ha estudiado un método de difusión del tiempo que no exige el empleo de anchuras de banda excesivas y que puede aplicarse a la navegación [Casselmann y Tibbals, 1958] y a la indicación del tiempo [Morgan y Baltzer, 1964]. En este método se utilizan las interferencias entre dos portadoras muy próximas y de fases coherentes para obtener una referencia imprecisa. Cuando esta referencia puede obtenerse en los receptores con suficiente estabilidad de fase, sirve para identificar un ciclo particular de las frecuencias portadoras precisas, y la observación de la fase precisa de estas portadoras permite entonces obtener una referencia de intervalo de tiempo.

Las primeras experiencias realizadas en 19,9 y 20 kHz, en un trayecto de 1400 km, se revelaron alentadoras desde el punto de vista de la identificación del ciclo. Se dispone actualmente de informaciones sobre estudios experimentales más recientes, en especial sobre un método que permite obtener señales de tiempo con receptores clásicos de ondas miramétricas, con el que se han logrado resultados en un trayecto de 2400 km durante un periodo de varios meses [Fey y Looney, 1966]. Se han descrito también otros estudios para los que se utilizaron diferentes separaciones de frecuencias y distintas longitudes de trayecto [Raules y Burgess, 1967]. Se ha construido un receptor experimental de dos frecuencias para determinar el tiempo, que puede utilizarse con las emisiones de WWVL en 20,0 y 19,9 kHz [Chi y Witt, 1966]. Los resultados de todos estos estudios hacen pensar que una diferencia de 100 Hz entre las frecuencias portadoras es demasiado pequeña para la identificación cotidiana segura del ciclo en trayectos arbitrarios, y en nuevos experimentos, a las emisiones de WWVL se ha añadido una nueva portadora para obtener diferencias de frecuencias de 500 y 600 Hz. Se están estudiando los resultados obtenidos en estas condiciones, pero parece que calculando de forma adecuada el valor medio se puede llegar a identificar un ciclo en distancias de hasta 8000 km. Un estudio analítico con métodos derivados de la teoría de la información, ha demostrado que un sistema que utilice varias ondas continuas puede ser óptimo desde el punto de vista de la economía del espectro [Jespersen, 1967]. En la referencia [Morgan, 1967] figura una útil bibliografía sobre el conjunto de esta cuestión.

Actualmente, se están haciendo estudios teóricos sobre un sistema análogo, con una anchura de banda muy pequeña, en la gama de las ondas miramétricas [C.C.I.R., 1963-1966]. Estos estudios se refieren a dos métodos. En el primero, se considera una forma de onda particular, que puede interpretarse

como el producto de dos señales sinusoidales de igual amplitud, cuyas frecuencias son múltiplo una de otra y se hallan en una relación de fase adecuada. Este método aprovecha la indicación de tiempo dada por la modulación de fase de la frecuencia portadora [Egidi y Oberto, 1964a y b] (y no dentro de la envolvente). El segundo método se basa en inversiones periódicas de la fase de la portadora; los casos en que las inversiones se producen en las fases 0 y $\pi/2$ se han tratado en detalle [Egidi, 1968]. En el mismo artículo, figuran los resultados de cálculos que dan la relación entre la discriminación en el tiempo y la anchura de banda del sistema. Los resultados teóricos obtenidos son alentadores; se halla en curso la realización de los instrumentos [C.C.I.R., 1966-1969a].

Se ha propuesto también un sistema de portadoras múltiples en ondas miramétricas [C.C.I.R., 1966-1969b], que permite transmitir simultáneamente señales horarias de 1 s y de 10 ms, sin interrumpir el servicio de telecomunicación. En las referencias, se hallará una descripción teórica de este sistema de tres frecuencias y de los dispositivos de recepción.

La precisión que puede lograrse utilizando varias señales muy próximas unas de otras es limitada. Esta limitación se debe a que el tiempo de propagación de grupo T de la señal compuesta viene dado por la expresión

$$T = (\varphi_2 - \varphi_1) / 2\pi(f_2 - f_1)$$

en donde φ_1 y φ_2 designan los retardos de fase sufridos por las dos frecuencias f_2 y f_1 . Puede considerarse que la variación de los retardos de fase debidos a la propagación tiende hacia cero ($f_2 - f_1$) tiende también hacia cero. No obstante, los efectos del ruido aditivo son esencialmente independientes de la separación de frecuencia. En estas condiciones, la desviación típica del tiempo de propagación de grupo, σ_T , la da [Morgan y Baltzer, 1964]:

$$\sigma_T = (\sqrt{2} \sigma_\varphi) / 2\pi(f_2 - f_1)$$

en donde $\sigma_\varphi = \sigma_{\varphi_1} = \sigma_{\varphi_2}$ designa la desviación típica de los retardos de fase imputables al ruido aditivo. Por ejemplo, se obtiene $\sigma_T = 20\,000 \mu\text{s}$ si $\sigma_\varphi = 1 \mu\text{s}$, $f_1 = 20 \text{ kHz}$ y $f_2 = 20\,001 \text{ Hz}$; por el contrario, si $f_2 = 20\,100 \text{ Hz}$, $\sigma_T = 200 \mu\text{s}$. Dicho de otro modo, cuando la separación de frecuencia disminuye, se observa un aumento del error introducido por las fluctuaciones de fase no correlacionadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASSELMANN, C. J. y TIBBALS, M. L. [1958] The Radux-Omega long range navigation system. *Proc. Second National Convention on Military Electronics*, 385-389.
- C.C.I.R. [1963-1966] Doc. VII/65, Italia.
- C.C.I.R. [1966-1969a] Doc. VII/45, Italia.
- C.C.I.R. [1966-1969b] Doc. VII/34, Japón.
- CHI, A. R. y WITT, S. N. [1966] Time synchronization of remote clocks using dual VLF transmission. *Telemetry Conference Proceedings*.
- EGIDI, C. [mayo de 1968] Narrow-band time signals. Edición inglesa de *Alta Frequenza*, 37, 459-469.
- EGIDI, C. y OBERTO, P. [1964a] Modulazione d'ampiezza con le tre righe spettrali aventi ampiezza e fasi qualunque (Modulación de amplitud con tres rayas espectrales de amplitud y de fase cualesquiera). *Alta Frequenza*, 334d, 144-156, en particular fig. 11.
- EGIDI, C. y OBERTO, P. [1964b] General distorted three spectral lines amplitude modulation. *Archiv El. Übertragung*, 18, H.9, 525-526, en particular fig. 10.
- FEY, R. L. y LOONEY, Jr. C. H. [diciembre de 1966] A dual frequency VLF timing system. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-15 190.
- JESPERSEN, J. L. [noviembre de 1967] Signal design for time dissemination and some aspects. NBS Tech. Note 357, Boulder, Colo.
- MORGAN, A. H. [junio de 1967] Distribution of a standard frequency and time signals. *Proc. IEEE*, 55, 6, 827-836.
- MORGAN, A. H. y BALTZER, O. J. [noviembre de 1964] A VLF timing experiment. *Radio Science*, Vol. 680, 11.
- RAULES, A. T. y BURGESS, B. [noviembre de 1967] Results of the two-frequency VLF transmission experiments from Criggion GBZ. *Radio Science*, Vol. 2, 1295.

INFORME 271-4*

ESTABILIDAD Y PRECISIÓN EN LA RECEPCIÓN DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS EN ONDAS MIRIAMÉTRICAS Y KILOMÉTRICAS

(Cuestión 3/7)

(1963 — 1966 — 1970 — 1971 — 1974)

El tiempo de propagación (diferencia de fase) de las señales de ondas miriamétricas desde un transmisor hasta ubicaciones a miles de millas de distancia tiene un carácter sumamente reiterativo de un día para otro, pero presenta un ciclo fundamentalmente diurno y anual que obedece a los cambios ionosféricos relacionados con el ángulo del cenit solar [C.C.I.R., 1963-1966a; C.C.I.R., 1966-1969a; Decaux y Gabry, 1964; C.C.I.R., 1963-1966b]. Consideraciones empíricas y teóricas han permitido establecer predicciones precisas del tiempo de propagación, teniendo en cuenta no solamente el ciclo diurno y anual sino también el número de manchas solares y la conductividad del límite inferior del guiaoondas soporte de las transmisiones en ondas miriamétricas. El tiempo de propagación sufre alteraciones esporádicas debido a súbitas perturbaciones ionosféricas (PIS), generalmente imprevisibles, que modifican de una manera típica la ionosfera durante 20 ó 30 minutos y por los fenómenos de absorción del casquete polar (ACP) que alteran las ionosferas polares durante periodos de hasta una semana [Pierce, 1955; Reder y otros, 1964; Becker y otros, 1973a].

Se ha comprobado que el desfase acumulado en el curso de 24 horas puede, en determinados casos, no ser nulo sino alcanzar $\pm 2\pi$ o un múltiplo de esta cantidad. La «pérdida de ciclo» puede producirse en circunstancias diversas. Por ejemplo, puede producirse, para grandes distancias, cuando la relación entre la amplitud del primer modo de propagación del guiaoondas y la amplitud del modo de segundo orden es inferior a la unidad durante la noche y superior a la unidad durante el día [Walker, 1967]. Puede también producirse a consecuencia de una «conversión de modo» excesiva en el punto de recepción situado en la dirección de la salida del Sol [Ries, 1967]. Además, si el receptor se halla muy distante del transmisor (distancias superiores a 10 000 km), las señales pueden recibirse, en ciertos momentos de la jornada, no por el trayecto corto del plano del círculo máximo, sino por el trayecto largo [Thompson y otros, 1963]. Esta circunstancia se puede advertir y tener en cuenta si la estabilidad del patrón local es suficiente. Se han comprobado tales efectos en las emisiones de GBR, NBA y NPM, en Australia, de NBA y NPM, en Francia, y de WWVL en Gran Bretaña.

No hay que olvidar tampoco la variación ciclica en periodos de 27, 29,53 y 14,765 días. El periodo de 27 días está relacionado con la proporción media de rotación solar y ha sido observado en los datos ionosféricos [Ratcliff, 1960]. Los periodos de 29,53 y 14,765 días corresponden, respectivamente, a las mareas semisinódicas y sinodiculares cuya existencia se ha observado en la baja atmósfera [Appleton y Beynon, 1949; Brady y Crombie, 1963; Rastogi, 1969; Chakravarty y Rastogi, 1970].

En los sistemas de indicación del tiempo, hay que tener en cuenta la influencia de la dispersión, que provoca variaciones del valor de las velocidades de fase y de propagación de grupo de las ondas miriamétricas y kilométricas. En la banda de ondas kilométricas, la onda de superficie experimenta una dispersión notable cuando se propaga por encima de un terreno de conductividad finita. En la banda de ondas miriamétricas, existen dos causas importantes de dispersión. La primera está ligada a efectos de corte del guiaoondas Tierra-ionosfera [Crombie, 1966]. La segunda fuente de dispersión [Burgess, 1967], menos fácil de prever, resulta de las interferencias nocturnas entre varios modos de propagación del guiaoondas, que dan lugar a variaciones periódicas de la velocidad de grupo en el espacio.

El servicio de señales horarias del transmisor HBG (75 kHz), situado cerca de Ginebra (véase el Informe 267-3, cuadro II), se extiende a gran parte de Europa central. Los experimentos realizados han demostrado que las señales horarias de HBG pueden captarse con receptores simples, con una precisión superior a $\pm 50 \mu\text{s}$, a distancias medias (100 a 1 000 km) [C.C.I.R., 1966-1969b]. La fase de la portadora presenta fluctuaciones típicas inferiores a $\pm 2 \mu\text{s}$ a 500 km de distancia en la recepción diurna.

Una investigación indica [Becker y otros, 1973b] que el transmisor de señales horarias y frecuencias patrón DCF 77 (77,5 kHz) se recibe bien en Europa central y Escandinavia. Durante el día, la fase portadora recibida a 300 km de distancia de la ubicación del transmisor (Mainflingen, cerca de Darmstadt,

* Adoptado por unanimidad.

República Federal de Alemania) se desvía solamente unas décimas de microsegundo del valor medio como consecuencia de los cambios de propagación. Ello se traduce en un promedio de desviación diaria de la frecuencia relativa de la portadora a 300 km de distancia de $2,1 \times 10^{-12}$ y en un promedio de desviación semanal de $0,4 \times 10^{-12}$. La dispersión de las señales horarias del DCF 77 recibidas diariamente al mediodía tuvo un valor promedio de 37,5 μ s en tres años [Becker, 1972; Becker y Hetzel, 1973].

Japón ha informado [C.C.I.R., 1970-1974] sobre experimentos de propagación de señales (40 kHz) a una distancia de 400 km. La desviación típica de las fluctuaciones diarias de fase resultó ser de 1 μ s en verano y de 2 μ s en invierno; la variación estacional de la fase de las señales recibidas a mediodía fue de 3,3 μ s.

Ciertos datos experimentales [Noonkester, 1972] indican que el tiempo de propagación de las ondas miramétricas está sujeto a variaciones semilunares que influyen en la difusión de información sobre la hora y la frecuencia mediante transmisiones por ondas miramétricas. Se ha observado que la amplitud media del periodo semisinódico lunar es de 0,18 μ s a mediodía y de 0,52 μ s a medianoche para un trayecto en ondas miramétricas norte-sur a 10,2 kHz. Se ha observado también que la amplitud máxima es de 1,3 μ s durante los meses centrales del invierno a medianoche. Convendría poner las componentes periódicas conocidas en conocimiento de los usuarios de transmisiones en ondas miramétricas destinadas a información horaria y de frecuencia con objeto de que puedan prever un determinado margen de error.

En lo que atañe a la integración a largo plazo de la fase recibida, la precisión que puede obtenerse depende en gran parte de la complejidad del equipo receptor y de los métodos de medida. Se ha indicado [C.C.I.R., 1966-1969c y d] que cuando en la estación receptora se utilizan osciladores con cristal de cuarzo, el error total acumulado para trayectos de 1000 a 5000 km es de 25 y 50 μ s por año en el caso de emisiones en las bandas 4 y 5. No obstante, cuando la fase recibida se compara con un patrón atómico y se utiliza un receptor que se puede calibrar y que no ha perdido su referencia de fase [Becker y otros, 1969], se logran resultados mucho mejores. Así, las señales de NSS recibidas a 5000 km de distancia y registradas en un periodo de más de 450 días sufren variaciones de ± 10 μ s como máximo, y, en general, son inferiores a ± 3 μ s con relación a la fase media. Este último valor corresponde a una incertidumbre de frecuencia de 1×10^{-13} aproximadamente, durante un año. En la recepción se puede obtener una fase más estable aún combinando linealmente la fase de dos emisiones en frecuencias distintas a fin de reducir considerablemente la influencia del efecto solar; la mayor mejora se obtiene efectuando simultáneamente las comparaciones en los dos sentidos de transmisión de un mismo trayecto con frecuencias portadoras no muy separadas en la banda 4. Puede lograrse una exactitud aún mayor en la referencia de fase mediante técnicas basadas en la naturaleza estadística de las fluctuaciones de fase [Becker y otros, 1969; Guetrot y otros, 1969], pero esta técnica sólo es eficaz en periodos bastante cortos en los que se supone el comportamiento estadístico como representativo del proceso.

Cuando se dispuso del LORAN-C para efectuar comparaciones precisas de tiempo resultó más fácil medir las variaciones de los tiempos de propagación, y por consiguiente, la comparación de tiempo utilizando la fase portadora de ondas miramétricas (para los valores de fases de LORAN-C, véase United States Naval Observatory (USNO) Time Service Announcements, serie 4). Durante varios años se efectuaron dichas mediciones en un trayecto de unos 5000 km de longitud, entre América del Norte y Europa. Se utilizaron tres transmisores en ondas miramétricas (NAA, 17,8 kHz; GBR, 16 kHz; OMEGA-Trinidad, 12,0 kHz). Los resultados característicos se expresan en el cuadro I donde $\sigma_{\Delta t}(2, \tau)$ es el valor medio de la variación (dividida por $\sqrt{2}$) de la diferencia de tiempo medida en Δt , que se produce durante el tiempo de medición τ . Este procedimiento estadístico se debe a Kolmogorov, [1941], Malakhov [1966 a y b] y Allan [1966]. $\sigma_{\Delta f/f}$ es la incertidumbre relativa de una comparación de frecuencia en el tiempo de medición τ .

CUADRO I

*Fluctuaciones características de los tiempos de propagación
de las señales transmitidas en ondas miramétricas
entre América del Norte y Europa*

τ días	$\sigma_{\Delta t}(2, \tau)$ μ s	$\sigma_{\Delta f/f}$ 10^{-12}
1	1,9	31
10	2,6	4,2
100	3,7	0,61
1000	5,3	0,09

Análogamente, se han determinado las influencias estacionales de $\sigma_{\Delta t}(2, \tau)$ y las correlaciones anuales y semestrales de las fluctuaciones de propagación. Como consecuencia de la correlación entre valores adyacentes, se ve limitada la posibilidad de mejorar la precisión de las mediciones utilizando los valores medios: en el caso más favorable, el error de medición se reduce a la mitad (de 2,2 μ s a 1,1 μ s) promediando un centenar de valores diarios, con relación al uso de un solo valor diario.

Para el restablecimiento de una relación de fase en ondas miriamétricas se han desarrollado técnicas específicas de medición y una técnica de calibración para medir el tiempo de propagación de la antena y del receptor [Becker y otros, 1973a; Becker, 1973]. En esta técnica se utiliza una señal de prueba que se controla por una cadena divisora paralela desde la que se genera la escala de tiempo. Si se utiliza este método para restablecer la relación de fase perdida se produce un error medio de, por ejemplo, 1,1 μ s si la interrupción es breve y los valores anteriores y posteriores a la interrupción están correlacionados. Si la interrupción es larga (por ejemplo, superior a 60 días) los valores medidos antes y después de la mismas no están correlacionados y se produce un error medio de 4,7 μ s.

Se conocen otras técnicas de identificación del ciclo. Así, acaba de ponerse en servicio un nuevo sistema de navegación en ondas miriamétricas, el sistema Omega, que utiliza las transmisiones multifrecuencia en ondas miriamétricas para la emisión de señales horarias y de frecuencias patrón. Las ventajas de esta técnica son innegables [Swanson y Kugel, 1972]. Estas transmisiones debieran constituir una útil fuente de frecuencias patrón y de señales horarias precisas, y debieran también contribuir a mejorar considerablemente el papel de las ondas miriamétricas en materia de señales horarias y de frecuencias patrón. Se proyecta establecer un total de ocho estaciones, que prestarán un servicio universal, continuo y redundante. La fase de radiación de cada estación se derivará de un conjunto de cuatro patrones de frecuencias de cesio y cada estación transmitirá alternativamente tres frecuencias primarias cada 10 segundos. Las tres frecuencias primarias son 10,2, 11 $\frac{1}{3}$, y 13,6 kHz. Cada estación podrá también transmitir frecuencias adicionales con una separación de 250 Hz en la región de 11,8 a 13,15 kHz, de la que se obtiene información precisa de tiempo. En la actualidad se está probando en Dakota del Norte, Estados Unidos de América, la primera estación permanente que opera a plena potencia, es decir, a una potencia radiada de 10 kW, y las dos frecuencias adicionales son 13,10 y 12,85 kHz.

El sistema Omega se aplicará con carácter mundial a mediados del presente decenio.

Se han realizado ya los trabajos conducentes al desarrollo de receptores de precisión de señales horarias de dos frecuencias [Chi y otros, 1972] los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha dan cuenta de la transmisión de señales horarias con una precisión de algunos μ s.

Se están haciendo esfuerzos adicionales para ampliar la capacidad inherente del sistema a fin de que facilite identificación del segundo, minuto, hora, día y año por medio de un código horario, pero su introducción efectiva como código de tiempo en cada una de las estaciones Omega dependerá de su aceptación por las administraciones responsables [Fey, 1972].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, D. W. [1966] Statistics of frequency standards. *Proc. IEEE*, **54**, 221.
- APPLETON, E. V. y BEYNON, W. J. G. [1949] Lunar oscillations in the D-layer of the ionosphere. *Nature*, Vol. 164, 308.
- BECKER, G. [1972] Aussendung und Empfang des Zeitmarken- und Normal-Frequenzsenders DCF 77 (Emisión y recepción del transmisor de señales horarias y frecuencias patrón DCF 77). *PTB-Mittlg.*, **82**, 224.
- BECKER, G. [1973] Längstwellenausbreitung während der Sonnenaktivität im August 1972 (Propagación de las ondas miriamétricas durante el periodo de elevada actividad solar de agosto de 1972). *PTB-Mittlg.*, **83**, 147.
- BECKER, G. y HETZEL, P. [1973] PTB-Jahresbericht 1972 (Informe Anual PTB, 1972) pág. 107, Brunswick.
- BECKER, G., FISCHER, B. y KRAMER, G. [1969] Methoden und Ergebnisse im internationalen Zeitvergleich mit Längstwellen (Métodos y resultados de las comparaciones internacionales de tiempo utilizando frecuencias muy bajas). Actes du Colloque international de chronométrie, A-22, Série A, Paris.
- BECKER, G., FISCHER, B. y HETZEL, P. [1973a] Langzeituntersuchungen über die Unsicherheit von Zeit- und Frequenzvergleichen mittels Längstwellen (Investigaciones a largo plazo del error de las comparaciones de señales horarias y frecuencias utilizando las ondas miriamétricas) *PTB-Mittlg.*, **83**.
- BECKER, G., FISCHER, B. y HETZEL, P. [1973b] Methoden zum Vergleich und zur Verbreitung von Zeitskalen (Métodos de comparación y diseminación de escalas de tiempo). *Kleinheubacher Berichte*, 16, 5.
- BRADY, A. H. y CROMBIE, D. D. [1963] Studying the lunar tidal variations in the D-region of the ionosphere by means of very low frequency phase variations. *J. Geophys. Res.*, Vol. 68, 5431.
- BURGESS, B. [noviembre de 1967] On the propagation delay of modulated VLF waves transmitted over great distances. *I.E.E. Conference Publication*, **36**, 164-168.

- C.C.I.R. [1963-1966a] Doc. VII/7, Australia.
 C.C.I.R. [1963-1966b] Doc. VII/21, Japón.
 C.C.I.R. [1966-1969a] Doc. VII/35, Japón.
 C.C.I.R. [1966-1969b] Doc. VII/44, Bélgica.
 C.C.I.R. [1966-1969c] Doc. VII/40, O.I.H.
 C.C.I.R. [1966-1969d] Doc. VII/47, Italia.
 C.C.I.R. [1970-1974] Doc. 7/2, Japón.
 CHAKRAVARTY, S. C. y RASTOGI, R. G. [1970] Lunar tide in D-region of the ionosphere near the magnetic equator. *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. 32, 945.
 CHI, A. R., FLETCHER, L. A., y CASSELMANN, C. J. [octubre de 1972] Omega time transmissions and receiver design. *Proc. National Electronics Conference*, Vol. 27, 268-273.
 CROMBIE, D. D., [marzo de 1966] The effect of waveguide dispersion on VLF timing systems. *IEEE Trans. on Ant. and Prop.*, AP-15, 322-323.
 DECAUX, B. y GABRY, A. [enero de 1964] Some particular observations on diurnal phase variations of VLF transmissions received in Paris. *Radio Science Journal of Research NBS/USNC-URSI*, Vol. 68D, 1.
 FEY, L., [mayo de 1972] A time code for the Omega world-wide navigation system. *Proc. IEEE (Lett.)*, Vol. 60, 630.
 GUETROT, A., HIGBIE, L. S., LAVANCEAU, J. y ALLAN, D. W. [mayo de 1969] Proc. of the 23rd Annual Frequency Control Symposium, Atlantic City.
 KOLMOGOROV, A. N. [1941] *DAN SSSR*, Vol. 32, 19 y Vol. 30, 299.
 MALAKHOV, A. N. [1966a] Spectral-correlational analysis of signals with non-integrable spectra. *Radiofizika*, Vol. 9, 595.
 MALAKHOV, A. N. [1966b] Shape and width of the spectral line of oscillations in the presence of non-stationary frequency fluctuations. *Radiofizika*, Vol. 9, 625.
 NOONKESTER, V. R. [1972] D-region lunar variations deduced from long path 10.2 kilohertz phase measurements. *J. Geophys. Res.*, Vol. 77, 6592.
 PIERCE, J. A. [1955] The diurnal carrier phase variations of a 16 kc/s transatlantic signal, *Proc. IRE*, 43, 584-588.
 RASTOGI, R. G., [1969], Lunar tidal oscillations in ionospheric absorption at Colombo, *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. 31, 759.
 RATCLIFF, J. A. [1960], *Physics of the Upper Atmosphere*, Academic Press.
 REDER, F. H., ABOM, C. J. y WINKLER, G. M. R. [marzo de 1964] Precise phase and amplitude measurements of VLF signals propagated through the arctic zone. *Radio Science Journal of Research NBS/USNC-URSI*, Vol. 68D, 3.
 RIES, G. [junio de 1967] Results concerning the sunrise effects of VLF signals propagated over long paths. *Radio Science*, Vol. 2 (nueva serie), 531-538.
 SWANSON, E. R., y KUGEL, C. P. [mayo de 1972] VHF timing: conventional and modern techniques including Omega. *Proc. IEEE*, Vol. 60, 540-551.
 THOMPSON, A. M., ARCHER, R. W. y HARVEY, I. K. [noviembre de 1963] Some observations on VLF standard-frequency transmissions as received at Sydney N.S.W. *Special International Issue of IEEE*, Vol. 51, 11.
 WALKER, D. [noviembre de 1967] Cycle slipping of VLF signals during sunrise and sunset. I.E.E. Conference Publication, 36, 169-173.

INFORME 362-2*

EMISIONES CON DIFERENTES COMBINACIONES DE ONDAS PORTADORAS Y DE BANDAS LATERALES EN EL SERVICIO DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS

(Programa de estudios 1B-1/7)

(1966 — 1970 — 1974)

La banda lateral única con portadora completa (A3H) es una clase de emisión cuya eficacia como medio para reducir las interferencias mutuas ha quedado demostrada por ciertos estudios [Rock y otros, 1961] y que permite:

* Adoptado por unanimidad.

- emplear un receptor normal para la recepción de una sola estación transmisora;
- distinguir, con aparatos de recepción más perfeccionados, dos estaciones que transmitan en la misma frecuencia, para que utilicen, respectivamente, la banda lateral superior y la banda lateral inferior;
- cierta economía del espectro;
- reducir la distorsión de segunda armónica, si la portadora está sujeta a desvanecimientos.

En U.R.S.S., las diversas estaciones que utilizan frecuencias de la banda 7 efectúan también emisiones experimentales de frecuencias patrón y de señales horarias en banda lateral única con portadora completa. Otras administraciones se proponen introducir la doble banda lateral en sus emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ROCK, A. L. y otros [enero de 1961] A survey of single-sideband and associated techniques for voice communication. Research Institute, University of Michigan, Ann Arbor.

INFORME 363-3*

COMPARACIÓN DE LAS ESCALAS DE TIEMPO POR DIVERSOS MÉTODOS

(Programa de estudios 3C-2/7)

(1966 — 1970 — 1974)

En los últimos años ha adquirido creciente importancia la comparación de las escalas de tiempo con relojes portátiles y señales de LORAN-C para la generación del Tiempo atómico internacional (TAI), en la Oficina internacional de la hora (O.I.H.). En muchos laboratorios se han estudiado diversos otros métodos para comparar las escalas de tiempo. Sus diferencias en cuanto a precisión, alcance, comodidad y costo, en función de la disponibilidad, han demostrado que ningún sistema puede satisfacer por sí solo todos los requisitos.

1. Comparación con señales horarias y de navegación en las bandas 4, 5, 6 y 7

Esas señales se utilizan normalmente para las comparaciones de tiempo [Bonanomi y otros, 1964; Beehler y otros, 1965; Morgan y otros, 1965; Blair y otros, 1967; Mungall y otros, 1969; Guinot, 1968, 1969].

En lo que concierne a las comparaciones de fase efectuadas en las bandas de ondas miramétricas y kilométricas, se sugiere en el Informe 271-4 que se utilicen receptores calibrados a fin de prevenir los deslizamientos y las pérdidas de fase, y que cada laboratorio establezca la hora del día más adecuada para determinar la fase. En estas condiciones, las escalas de tiempo pueden compararse con una precisión de algunos microsegundos, sin que puedan producirse errores acumulativos [Becker y otros, 1969; Guetrot y otros, 1969]. Desde la sincronización de las cadenas de LORAN-C del Atlántico (agosto de 1968), algunos laboratorios europeos y americanos están sincronizados con una precisión de 0,5 μ s aproximadamente, por medio de la recepción de impulsos de LORAN-C. Los resultados de estas comparaciones han permitido estudiar, de diferentes maneras, el mejor método que se puede aplicar para constituir una escala media de tiempo atómico según una base local o internacional [Guinot, 1968 y 1969; Barnes, 1967]. La utilización de las recepciones de LORAN-C ha permitido mejorar la escala de Tiempo atómico internacional de la O.I.H. [Guinot, 1969].

La extensión de la sincronización LORAN-C a la Zona del Pacífico ha permitido efectuar comparaciones de tiempo entre la escala TUC de los laboratorios de investigaciones radioeléctricas de

* Adoptado por unanimidad.

Tokio y la escala correspondiente del Observatorio Naval de los Estados Unidos de América. Utilizando las señales LORAN-C desde Iwo-Jima y un reloj portátil del Observatorio Naval de los Estados Unidos de América, se alcanzó una incertidumbre de $0,5 \mu\text{s}$ (1σ) [C.C.I.R., 1970-1974a].

Se han comunicado los resultados de comparaciones de señales horarias en las bandas 6 y 7 efectuadas en Italia [C.C.I.R., 1966-1969] y Japón [C.C.I.R., 1963-1966] durante el periodo 1961-1968. Se ha comprobado que cuando se emplea un sistema de comparación con una precisión de $\pm 0,01 \text{ ms}$, la desviación típica en una recepción simple varía entre $0,01 \text{ ms}$ a una distancia de varios kilómetros, y $0,5 \text{ ms}$ aproximadamente a una distancia de unos $18\,000 \text{ km}$. Para distancias intermedias, la desviación típica está comprendida entre $0,015 \text{ ms}$ a una distancia de 500 km y $0,1 \text{ ms}$ a una distancia de 1000 km . Se ha comprobado que la variación estacional es pequeña en la mayoría de las emisiones, salvo en las de WWV e IAM, cuya recepción es mediocre durante el invierno boreal.

En 1969-1970, se obtuvieron otros resultados en Japón mediante la integración fotográfica de la fase de la señal horaria recibida [C.C.I.R., 1970-1974b]. Tales resultados indican que las señales que se propagan a través de la capa E nocturna, o la capa Es, se reciben a distancias de 400 y 1100 km con una estabilidad (1σ) de $6 \mu\text{s}$ a $2,5 \text{ MHz}$, y de $14 \mu\text{s}$ a 5 MHz . Se halló que el tiempo de propagación a 5 MHz para una distancia de 400 km variaba aproximadamente $55 \mu\text{s}$ durante el año según los cambios estacionales de la frecuencia crítica de la capa E.

En la práctica, la interferencia mutua puede dificultar el empleo de señales horarias en ondas decamétricas (banda 7). Se han tenido en cuenta las variaciones del retardo, debidas, por ejemplo a la sintonización o a la conmutación de anchura de banda del receptor.

2. Relojes portátiles

Se ha generalizado la utilización de un reloj transportable para la comparación de escalas de tiempo: es el método más preciso para la calibración del tiempo de propagación y, en su caso, de los retardos instrumentales (por ejemplo, para los receptores de señales de LORAN-C o de televisión). Una mejora del método consiste en la sincronización por medio de relojes a bordo de aeronaves que sobrevuelan observatorios o laboratorios, sin necesidad de aterrizar [Besson y Cumer, 1969]. La exactitud alcanzada en esta experiencia fue de algunas decenas de nanosegundos.

Utilizando una serie de cuatro relojes y comparándolos entre sí durante el viaje, se han podido medir los efectos relativistas, en un experimento de circumnavegación [Hafele y Keating, 1972]. Con este método, la incertidumbre es inferior a 30 ns . El empleo regular de relojes portátiles sigue desempeñando la función de servicio de calibración para las comparaciones de tiempo entre escalas horarias, con una incertidumbre de $0,1$ a $0,2 \mu\text{s}$ [Winkler, 1972], según el periodo transcurrido entre dos calibraciones. Generalmente, los relojes portátiles tienen menos precisión cuando se transportan que cuando están fijos. Se ha comprobado en el USNO que el transporte de un reloj puede perturbar su funcionamiento ulterior.

3. Televisión

Los impulsos de sincronismo de televisión sirven de marcadores comunes de referencia en muchas comparaciones de tiempo nacionales y, a veces, internacionales. El tiempo de propagación se determina con relojes portátiles. En las comparaciones con visibilidad directa utilizando el mismo transmisor de televisión, la incertidumbre de cualquier medición de diferencia de tiempo puede ser del orden de 10 nanosegundos. De utilizarse transmisores de televisión distintos conectados por radioenlaces, la incertidumbre de las comparaciones de tiempo es generalmente inferior a $1 \mu\text{s}$, pero puede ser de varios microsegundos. El tiempo de propagación entre estaciones puede también variar debido a modificaciones imprevisibles del trayecto dentro de la red de enlace.

Se han realizado comparaciones de frecuencias entre Tokio y Mizusawa (Japón) [C.C.I.R., 1970-1974c]: la fase de la subportadora de color se comparó con una señal de subportadora de color generada localmente. Se obtuvo una precisión de $6,5 \times 10^{-12}$, 4×10^{-12} y $2,2 \times 10^{-12}$, para tiempos medios de 10 , 30 y 60 minutos, respectivamente.

Se han elaborado varios métodos de comparación de tiempo por televisión. El método original de Tolman y otros [1967] prevé la medición simultánea de los instantes de llegada de impulsos de sincronismo seleccionados. Este sistema está muy generalizado en Europa [Rovera, 1972; Allan y otros, 1970; Parcelier, 1969 y 1970; Becker y Enslin, 1972], en Japón [C.C.I.R., 1970-1974c] y en los Estados Unidos de América [Allan y otros, 1972; Davis y otros, 1971], donde se conoce con el nombre de «Línea 10».

La NBS (Estados Unidos de América) ha desarrollado y probado un método para la difusión por televisión de señales horarias, codificando datos en determinadas líneas de la señal video. Primero se utilizaron las líneas 13 a 16, y luego, las líneas 1 y 21. En este sistema se dispone asimismo de una señal de referencia de 1 MHz [Davis y otros, 1970; Howe, 1972].

Lavanceau y Carroll [1971] del USNO (Observatorio Naval de Estados Unidos de América), informaron acerca de un tercer método que entraña la estabilización de la subportadora de color con referencia a un patrón de frecuencia de cesio en el estudio de televisión. El impulso de sincronismo en la línea 10 se controla y mantiene también con referencia a un «cuadro de correspondencias» (TOC), publicado por el USNO para uso con el sistema NTSC, similar al LORAN-C TOC.

En contraste con una referencia coherente TOC, conforme a la utilizada en los informes semanales del USNO [Time Service Announcements, serie 4], se ha propuesto en Japón [C.C.I.R., 1970-1974c] emplear la misma referencia TOC diariamente.

En la República Federal de Alemania, se ha extendido el control preciso de frecuencia a 82 estaciones de televisión que funcionan en la gama comprendida entre 471,24 y 599,26 MHz. Las frecuencias de emisión se han ajustado con relación a un patrón de frecuencia central y las estaciones han acusado desviaciones de frecuencia inferiores a 1×10^{-10} . Se ha comprobado que las señales recibidas a distancias del transmisor comprendidas entre 46 y 125 km presentaban fluctuaciones de fase en el curso de un periodo de 30 s, con una variación de frecuencia correspondiente del orden de 1×10^{-11} en el caso más desfavorable.

4. Sincronización intercontinental de relojes por radiointerferometría con línea de base muy larga

El estado actual de la técnica de radiointerferometría con línea de base muy larga (RILBL) permite efectuar la sincronización intercontinental con una incertidumbre inferior a 0,5 μ s. Utilizando un sistema prototipo [Hurd, 1972] se han obtenido recientemente poderes de resolución de 50 a 400 ns (1σ), según la cantidad de datos empleados, entre la estación que la NASA posee en Goldstone (California) para las misiones en el espacio lejano, y Madrid (España).

Klemperer [1972], ha descrito ya los principios de la RILBL y en un reciente trabajo incluye una amplia lista de referencias y expone las precisiones y limitaciones básicas. Clark [1972] también ha analizado dichos principios y señalado varios programas experimentales de RILBL en curso. Según parece, pueden obtenerse, aunque no corrientemente, precisiones de 10^{-13} a 10^{-14} en la comparación de frecuencias y de 1 ns en la sincronización de los mismos.

Las anchuras de banda de 10 a 100 MHz que se requieren para la sincronización de relojes con poder de resolución de 1 a 10 ns se obtienen utilizando las técnicas de síntesis de anchura de banda descritas por Hinteregger y otros [1972], así como por Rogers [1970].

Para la sincronización de relojes no se requiere la estabilidad del máser de hidrógeno, y en las demostraciones con el sistema prototipo se emplearon osciladores de rubidio. Entre estaciones de que dispone la NASA en Goldstone (California) y Madrid (España) se realizó una serie de tres experimentos [Hurd, 1972].

Las estimaciones de diferencias entre relojes obtenidas en estos experimentos concuerdan, con la precisión aproximada de 5 a 10 μ s que cabía esperar, con las estimaciones realizadas cada día utilizando emisiones de LORAN-C. Los resultados correspondientes a los dos últimos días también concuerdan con los obtenidos mediante el experimento de la plataforma, siendo su precisión la misma que la de tal experimento (10 μ s).

Cuando se dispone de datos suficientes y puede obtenerse una anchura de banda suficientemente grande (50 MHz), la precisión del método de sincronización RILBL parece estar limitada principalmente por las dificultades para determinar el tiempo de propagación global del sistema y especialmente la propagación atmosférica (ionosférica).

5. Satélites

Se han realizado tres experimentos de sincronización de relojes mediante transmisiones bilaterales de señales horarias retransmitidas por satélites artificiales. En agosto de 1962, se utilizó el transmisor-respondedor de Telstar, que funciona en la banda 10, entre Estados Unidos de América y el Reino Unido, alcanzándose una precisión de 1 μ s [Steele y otros, 1964]. En febrero de 1965, se hicieron comparaciones por

medio de Relay II, entre Estados Unidos de América y Japón, en las bandas 9 y 10, utilizándose el método de retransmisión de impulsos, [Markowitz y otros 1966; Radio Research Laboratory, 1965], y lográndose una precisión estimada de 0,1 μ s. Entre Colorado, California y Hawaii, se ha realizado una comparación en ondas métricas por medio del ATS-1, con una precisión de 5 μ s [Jespersen y otros, 1968].

En noviembre de 1967 [Gatterer y otros, 1968], se estudió la transmisión del tiempo en ondas métricas por un solo trayecto entre Colorado, California y Alaska, utilizando un satélite geoestacionario (ATS-1); se alcanzó una precisión de 10 μ s.

Otro método con transmisión en un solo sentido consiste también en la retransmisión de señales horarias en la forma estudiada por la NBS [Hanson y Hamilton, 1973]. El cálculo del tiempo de la propagación, que es el mayor problema que se plantea en todos los sistemas en un solo sentido, se ha simplificado con el uso de una regla de cálculo circular especial. La posición del satélite se transmitió como parte de los anuncios orales. Se logró una precisión de 10 a 25 μ s.

Normalmente se hacen transmisiones en un solo sentido con un reloj a bordo del satélite, empleando el satélite de navegación Transit, con una precisión de 5 μ s [Laidet, 1972]. Las indicaciones del reloj de Transit se publican semanalmente por el USNO (Time Service Announcements, serie 17).

En general, el método con transmisiones en ambos sentidos por satélite es esencialmente una sincronización entre puntos fijos; tiene una mayor precisión potencial (10 ns), pero su costo es más elevado.

El método con transmisión en un sólo sentido con relojes a bordo del satélite, sólo es económicamente factible como parte de un sistema de navegación. La retransmisión parece muy prometedora, dado su bajo costo, la amplia difusión de las señales horarias, el hecho de que no es afectada por las perturbaciones ionosféricas ni por interferencias y su precisión, que es suficiente para satisfacer muchas necesidades.

6. Otros métodos

Pueden combinarse distintos métodos de comparación del tiempo. En la República Federal de Alemania, se han utilizado impulsos de televisión en combinación con el transmisor de frecuencias patrón y de señales horarias en la banda de ondas kilométricas DCF 77. La indicación del segundo en ondas kilométricas permite identificar un impulso de televisión, el cual a su vez, sirve para identificar un ciclo de portadora de DCF 77 [Becker y otros, 1973]. Análogamente, pueden utilizarse señales de ondas kilométricas y miriamétricas si se transmiten en sincronismo.

Se ha sugerido, como medio de sincronización, las líneas de transporte de energía. Varias pruebas realizadas en la PTB y en Italia han demostrado que la precisión es normalmente de 0,25 a 0,5 ms, a una distancia de 200 km, con posibilidad de variaciones de fase debidas a la conmutación de líneas [C.C.I.R., 1970-1974d y e].

Se han efectuado experimentos [Norton y otros, 1962] sobre la inestabilidad producida por la propagación en un enlace de microondas con visibilidad directa (banda 10) de 50 km. Los resultados pueden resumirse como sigue:

En lo que respecta a la fase de la onda transmitida, la reducción de estabilidad debida a la propagación es menos importante que las fluctuaciones inherentes a la señal, causadas por el ruido del oscilador. Para un tiempo de medición de 1 s, la fluctuación debida a la propagación fue del orden de 3×10^{-12} , y pasó a 1×10^{-14} para un tiempo de medición de 10^6 s.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, D. W., BLAIR, B. E., DAVIS, D. D. y MACHLAN, H. E. [abril de 1972] Precision and accuracy of remote synchronization via network television broadcasts, Loran-C, and portable clocks. *Metrologia*, Vol. 8, 64-72.
- ALLAN, D. W., LESCHIUTTA, S. y ROVERA, G. [1970] TV frame pulses used for precision time synchronization and their noise distribution. *Alta Frequenza*, Vol. XXXIX, 452.
- BARNES, J. A. [junio de 1967] The development of an international atomic time scale. *Proc. IEEE*, Vol. 55, 822-826.
- BECKER, G. y ENSLIN, H. [1972] Genaue Zeit- und Frequenzvergleiche mittels Fernsehbildimpulsen (Comparación precisa entre señales horarias y frecuencias patrón mediante impulsos de televisión). *Frequenz*, 26, 332.

- BECKER, G., FISCHER, B. y HETZEL, P. [1973] Methoden zum Vergleich und zur Verbreitung von Zeitskalen (Métodos para la comparación y difusión de escalas de tiempo). *Kleinheubacher Berichte* 16, 5.
- BECKER, G., FISCHER, B. y KRAMER, G. [1969] Methoden und Ergebnisse im internationalen Zeitvergleich mit Längswellen (Métodos y resultados del tiempo de comparación internacional en ondas miriamétricas). Actes du Colloque international de chronométrie, Série A.
- BEEHLER, R. E., MOCKLER, R. C. y RICHARDSON, J. M. [julio de 1965] Caesium beam atomic frequency standards. *Metrologia*, Vol. 1, 114-131.
- BESSON, J. Y CUMER, J. [1969] Synchronisation précise de base par simple survol. Actes du Colloque international de chronométrie, Série D.
- BLAIR, B. E., CROW, E. L. y MORGAN, A. H. [junio de 1967] Five years of VLF worldwide comparison of atomic frequency standards. *Radio Science*, Vol. 2 (nueva serie), 627-636.
- BONANOMI, J., KARTASCHOFF, P., NEWMAN, J., BARNES, J. A. y ATKINSON, W. R. [abril de 1964] A comparison of TAI and NBS-A atomic time scales. *Proc. IEEE*, Vol. 52, 4, 439.
- C.C.I.R. [1963-1966] Doc. VII/21, Japón.
- C.C.I.R. [1966-1969] Doc. VII/48, Italia.
- C.C.I.R. [1970-1974a] Doc. 7/3, Japón.
- C.C.I.R. [1970-1974b] Doc. 7/2, Japón.
- C.C.I.R. [1970-1974c] Doc. 7/26, Japón.
- C.C.I.R. [1970-1974d] Doc. 7/57, Alemania (República Federal de).
- C.C.I.R. [1970-1974e] Doc. 7/82, Italia.
- CLARK, T. A. [14-16 de noviembre de 1972] Precision timing and very long baseline interferometry (VLBI). Proc. Fourth Annual NASA and Department of Defense Precise Time and Time Interval Planning Meeting, GSFC Report X-814-73-72, 74-89. Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md.
- DAVIS, D. D., BLAIR, B. E. y BARNABA, J. F. [agosto de 1971] Long-term continental U. S. timing system via television networks. *IEEE Spectrum*, Vol. 8, 41-52.
- DAVIS, D. D., JESPERSEN, J. L. y KAMAS, G. [junio de 1970] The use of television signals for time and frequency dissemination. *Proc. IEEE (Lett.)*, Vol. 58, 931-933.
- GATTERER, L. E., BOTTONE, P. W. y MORGAN, A. H. [diciembre de 1968] Worldwide clock synchronization using a synchronous satellite. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-17, 4, 372-378.
- GUETROT, A., HIGBIE, L. S. LAVANCEAU, J y ALLAN, D. W. [1969] Proc. 23rd Symposium on Frequency Control, Atlantic City.
- GUINOT, B. [1968 y 1969] Bureau International de l'Heure. *Rapport annuel pour 1967. Rapport annuel pour 1968*. (International Time Bureau — Annual Report for 1967, Annual Report for 1968.)
- GUINOT, B. [1969] Formation de l'échelle de temps coordonné par le Bureau International de l'Heure. (Formation of the coordinate time scale by the International Time Bureau.) Actes du Colloque international de chronométrie, série A.
- HAFELE, J. C. y KEATING, R. E. [julio de 1972] Around the world atomic clocks: observed relativistic time gains. *Science*, Vol. 177, 166-170.
- HANSON, D. W. y HAMILTON, W. F. [1973] Time and frequency broadcast experiments from the ATS-3 satellite. NBS Technical Note No. 645, Boulder, Colo.
- HINTEREGGER, H. F., SHAPIRO, I. I., ROBERTSON, D. S., KNIGHT, C. A., ERGAS, R. A., WHITNEY, A. R. ROGERS, A. E. E., MORAN, J. M., CLARK, T. A. y BURKE, B. F. [27 de octubre de 1972] Precision geodesy via radio interferometry. *Science*, Vol. 178, 396-398.
- HOWE, D. A. [agosto de 1972] Nationwide precise time and frequency distribution utilizing an active code within network television broadcasts. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-21, 263-276.
- HURD, W. J. [14-16 de noviembre de 1972] An analysis and demonstration of clock synchronization by VLBI. Proc. Fourth Annual NASA and Department of Defense Precise Time and Time Interval Planning Meeting, GSFC Report X-814-73-72, 100-122. Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md.
- JESPERSEN, J. L., KAMAS, G., GATTERER, L. E. y MACDORAN, P. F. [julio de 1968] Satellite VHF transponder time synchronization. *Proc. IEEE*.
- KLEMPERER, W. K. [mayo de 1972] Long-baseline radio interferometry with independent frequency standards. *Proc. IEEE*, Vol. 60, 602-609.
- LAIDET, L. M., [mayo de 1972] Worldwide synchronization using the TRANSIT satellite system. *Proc. IEEE (Lett.)*, Vol. 60, 630-632.
- LAVANCEAU, J. D. y CARROLL, D. [1971] Real time synchronization via passive television transmission. Proc. 3rd Ann. Precise Time and Time Interval (PTTI) Strategic Planning Meeting, 331-366.
- MARKOWITZ, W., LIDBACK, C. A., UYEDA, H. y MURAMATSU, K. [diciembre de 1966] Clock synchronization via Relay II satellite. Submitted to *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*.

- MORGAN, A. H., CROW, E. L. y BLAIR, B. E. [julio de 1965] International comparison of atomic frequency standards via VLF radio signals. *Radio Science J. of Research NBS/USNC-URSI*, Vol. 69D.
- MUNGALL, A., DAAMS, H. y BAILEY, R. [julio de 1969] Note on atomic time-keeping at the National Research Council. *Metrologia*, Vol. 5, 3, 73-76.
- NORTON, K. A., BARROWS, E., THOMPSON, Jr. M. C. y JAMES, H. B. [diciembre de 1962] Variance of radio frequency caused by turbulence on line-of-sight transmissions. *IRE Trans. P.G.I.*
- PARCELIER, P. [1969] Développement des synchronisations de temps para la télévision (Développement of television time synchronization). Actes du Colloque international de chronométrie, Série A.
- PARCELIER, P. [noviembre de 1970] Time synchronization by television. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-19, 4, 233.
- RADIO RESEARCH LABORATORY, Japan, Frequency Standard Section and Kashima Branch [septiembre de 1965] Report on clock pulse synchronization experiment by a Relay II satellite. *Jour. Radio Res. Labs.* (Japón). Vol. 12, 63, 311.
- ROGERS, A. E. E., [octubre de 1970] Very long baseline interferometry with large effective bandwidth for phase delay measurements. *Radio Science*, Vol. 5, 1239-1248.
- ROVERA, G. [1972] On the accuracy of the TV timing method. *Alta Frequenza*, 41, 822-824.
- STEELE, J. M., MARKOWITZ, W. y LIDBACK, C. A. [diciembre de 1964] Telstar time synchronization. *IEEE trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-13, 4, 164.
- TOLMAN, J., PTACEK, V., SOUČEK, A. y STECHER, R. [diciembre de 1967] Micro-second clock comparison by means of TV synchronizing pulses. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-16, 3, 247-254.
- WINKLER, G. M. R. [1972] Recent experiments with flying atomic clocks, LORAN-C etc. for clock synchronization. Report to XVII General Assembly, U.R.S.I., Warsaw.

BIBLIOGRAFÍA

- HURD W. J. [15 de octubre de 1975] Demonstration of intercontinental DSN clock synchronization by VLBI, Technical Report 32-1526. Vol. XVII. Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California.
- LAIOS, S. C. [mayo de 1972] Satellite time synchronization of a NASA network. *Proc. IEEE (Lett.)*, Vol. 60, 632-633.
- NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, *NBS Time and Frequency, Service Bulletin* (mensual), Boulder, Colo.

INFORME 364-2*

INESTABILIDAD DE LOS GENERADORES DE
FRECUENCIAS PATRÓN

(Programa de estudios 3B/7)

(1966 — 1970 — 1974)

Durante estos últimos años se han publicado los resultados de numerosos estudios sobre la inestabilidad de los generadores de frecuencias patrón. Se han examinado ampliamente las soluciones teóricas del problema, así como las definiciones y los procedimientos experimentales de medición (véase el Informe 580).

Se ha demostrado [IEEE, 1966; NASA, 1964; Yasuda y Yoshimura, 1964] que el tipo de ruido presente en un generador de frecuencias patrón puede clasificarse según la forma de la densidad espectral de frecuencia o de fase que produce. Dichas densidades son las transformadas de Fourier, relacionadas con las funciones de autocorrelación y se han elaborado métodos matemáticos adecuados para utilizar estas funciones [Blackman y Tukey, 1959; Davenport y Root, 1958]. El efecto del ruido llamado de «centelleo», cuya variación espectral es inversamente proporcional a la frecuencia, tiene especial importancia en la explotación a largo plazo de todos los tipos de patrones de frecuencia; este aspecto de la cuestión ha sido objeto de estudios especiales [Beehler y otros, 1965].

En los patrones atómicos y en los osciladores de cristal de cuarzo, el ruido térmico y el ruido de granalla contribuyen a la inestabilidad a corto plazo; según el mecanismo generador, estos ruidos tienen una densidad espectral de frecuencia constante o una variación de f^2 . La importancia relativa de estos efectos con relación a la inestabilidad debida al ruido de centelleo depende de los fines a que se destine el generador de frecuencias patrón.

* Adoptado por unanimidad.

Merced a la creciente disponibilidad y utilización de patrones comerciales atómicos de frecuencia para generar escalas de tiempo muy estables en numerosos laboratorios de todo el mundo, se ha reunido un gran volumen de datos sobre las características de estabilidad. Una conclusión es que los patrones comerciales de frecuencia de haz de cesio presentan a menudo desplazamientos de frecuencia sistemáticos pequeños pero significativos.

La forma de estos desplazamientos demuestra que los fenómenos de fluctuación de estos patrones no pueden describirse completamente por la medida de estabilidad $\sigma(2, \tau)$ de acuerdo con Kolmogorov [1941], Malakhov [1966] Y Allan [1966]: aun en el caso de que pueda disponerse del valor $\sigma(2, \tau)$ para cada reloj de un grupo, no es posible dar $\sigma(2, \tau)$ para el promedio de ese grupo. Esto es cierto en particular en largos intervalos de tiempo (superiores a seis meses). Se cree que ello se debe a las características no estacionales de algunos fenómenos del reloj durante intervalos de tiempo que representan una fracción apreciable de la vida útil de éste.

Como ejemplo típico, el PTB [Becker y otros, 1973] ha estudiado efectos sistemáticos de patrones comerciales de cesio. El comportamiento típico a largo plazo de los patrones comerciales de cesio en ese laboratorio consistió en un pequeño cambio relativo de frecuencia de aproximadamente $-0,4 \times 10^{-13}$ por término medio durante los primeros 60 días de funcionamiento. Luego, la frecuencia permaneció relativamente constante (aproximadamente $\pm 1 \times 10^{-13}$) durante un intervalo comprendido entre nueve meses y tres años, después de lo cual la frecuencia disminuyó varias veces 10^{-13} en el término de unas pocas semanas. Posteriormente la estabilidad de la frecuencia disminuyó cada vez más. Por término medio, se han observado más disminuciones que aumentos de frecuencia. Sin embargo, este desplazamiento negativo típico de la frecuencia no ha sido observado en otros laboratorios [Winkler y otros, 1970].

El PTB ha elaborado también procedimientos para el control y reajuste periódico del campo magnético de los patrones comerciales de cesio. Estos procedimientos parecen dar lugar a una mayor estabilidad, especialmente durante los seis primeros meses de vida del reloj.

En el PTB se hicieron otros estudios de la estabilidad a largo plazo de la escala del TAI, compuesta en gran medida por patrones comerciales de cesio, utilizando la norma primaria CS1 del PTB como referencia. En el periodo de 1969 a 1973, las mediciones demostraron que la frecuencia del TAI disminuyó por término medio 1×10^{-13} aproximadamente cada año [Becker, 1973]. Se ha determinado que la estabilidad del patrón CS1 es:

$$\frac{\Delta f}{f} = 2,8 \times 10^{-12} / \sqrt{t}$$
 donde t se expresa en segundos, para periodos cortos promediados en que el efecto predominante es el del ruido de granalla en el haz [Becker y otros, 1972], siendo de aproximadamente 1×10^{-13} para periodos promediados de días a años.

El tipo particular de patrón de frecuencia óptimo para una aplicación determinada depende, al menos en parte, del periodo promediado de medición considerado. Por lo tanto, los máseres de hidrógeno constituyen el patrón de frecuencia preferido para su uso en observatorios radioastronómicos que utilizan interferómetros de gran longitud, ya que asegura la mayor estabilidad durante los intervalos de 10^3 a 10^4 segundos, importantes para las observaciones. Para intervalos más largos, superiores a 10^5 a 10^6 segundos, es de esperar que un patrón de cesio bien concebido ofrezca una referencia más estable, mientras que para intervalos más cortos, de menos de 10 segundos, la estabilidad de frecuencia de un oscilador de cuarzo de alta calidad ha demostrado [IEEE, 1966] ser equivalente a la de los dispositivos cuánticos, todos los cuales están limitados por el ruido de granalla.

En vista de los pequeños desplazamientos a largo plazo precedentemente mencionados, observados tanto en patrones comerciales individuales de cesio como en escalas de tiempo basadas en estos dispositivos, la influencia de patrones de referencia primarios de los laboratorios nacionales asume una importancia mayor. En la actualidad, funcionan tres patrones primarios de frecuencia de haz de cesio, de laboratorio, en el PTB de la República Federal de Alemania [Becker, 1974], en el NRC de Canadá [Mungall y otros, 1973] y en el NBS de Estados Unidos de América [Glaze y otros, 1973]. Estos patrones se han evaluado con respecto a la mayoría de los parámetros que influyen en su frecuencia de salida; es decir, que se están realizando experimentos y estudios teóricos que permiten conocer las distorsiones que hacen diferir a la frecuencia de salida de la frecuencia de resonancia atómica no perturbada. La precisión obtenida entonces según el análisis de los datos oscila entre 1 y 2×10^{-13} para los tres patrones de laboratorio. Comparaciones internacionales de los tres dispositivos, mediante el TAI como referencia común, demuestran que concuerdan con una precisión de 2×10^{-13} (variación cresta a cresta). Las mediciones indican también (1973) que la frecuencia del TAI presenta un exceso, con respecto a la definición

del segundo, de 1×10^{-12} aproximadamente. Esto se debe a que la O.I.H. forma el TAI de manera que tenga la máxima uniformidad, manteniendo así razonablemente la proporción adoptada para el TAI el 1.º de enero de 1969 a base de un número limitado de relojes.

Se ha desarrollado una nueva técnica de evaluación de la precisión de los tubos de haz de cesio, aplicable tanto a los patrones de laboratorio como del tipo comercial [Hellwig y otros, 1973]. La posibilidad de evaluar la precisión de los tubos comerciales con una exactitud de 5×10^{-13} aproximadamente significa que muchos otros laboratorios podrán unirse a los que cuentan con patrones primarios de frecuencia, a condición de que apliquen ciertos procedimientos electrónicos de prueba con los patrones de haz de cesio existentes.

En Estados Unidos de América se está trabajando con miras al desarrollo de un patrón de frecuencia utilizando técnicas clásicas de haz atómico con hidrógeno atómico [Peters, 1972]. El método, según se emplea en el Centro de vuelo espacial Goddard de la NASA obtiene tiempos de interacción relativamente largos entre los átomos y el campo de excitación de microondas por medio del empleo de átomos seleccionados de velocidad «lenta» en lugar de emplear una ampolla de almacenamiento como en el máser de hidrógeno. La ventaja de ello es que se evita por completo el «efecto de pared» que continúa siendo el principal problema, todavía en estudio, asociado a los máseres de hidrógeno. Otra ventaja del dispositivo experimental es que el sistema de selección óptica del haz produce un haz casi monocromático con una dispersión de la velocidad de sólo 1%, lo cual permite una determinación conveniente y muy precisa del desplazamiento por efecto Doppler de segundo orden. La resonancia del hidrógeno atómico ha sido observada y estudiada en diversas condiciones. Según los resultados preliminares, el patrón de haz atómico de hidrógeno ofrecería prometedoras posibilidades como futuro patrón primario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, D. W. [1966] *Proc. IEEE*, Vol. 54, 221.
- BECKER, G. [1973] Frequenzvergleiche mit dem primären Zeit- und Frequenznormal CS1 der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt zwischen 1969 und 1973 (Comparaciones de frecuencia con el patrón primario de tiempo y de frecuencias CS1 del PTB entre 1969 y 1973). *PTB Mittlg.* 83, 319.
- BECKER, G. [1974] Das Nationale Zeitnormal der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (Patrón nacional de tiempo del PTB) *Kleinheubacher Berichte*, 17, 81-94.
- BECKER, G., KRAMER, G. y MÜLLER, E. [1972] PTB-Jahresbericht 1971 (Informe Anual, 1971), pág. 103. Brunswick.
- BECKER, G., MÜLLER, E. y SCHRÖDER, R. [1973] PTB-Jahresbericht 1972 (Informe Anual, 1972) pág. 124. Brunswick.
- BEEHLER, R. E., MOCKLER, R. C. y RICHARDSON, J. M. [julio de 1965] Caesium beam atomic time and frequency standards. *Metrologia*, Vol. 1, 3.
- BLACKMAN, R. B. y TUKEY, J. W. [1959] *The measurement of power spectra*. Dover, Nueva York.
- DAVENPORT, W. B. y ROOT, W. L. [1958] Random signals and noise. McGraw-Hill, Nueva York.
- GLAZE, D. J., HELLWIG, H., JARVIS, S., Jr. y WAINWRIGHT, A. E. [1973] Recent progress on the NBS primary frequency standard. Proc. 27th Annual Symposium on Frequency Control (U. S. Army Electronics Command, Ft. Monmouth, N. J., 07703).
- HELLWIG, H., JARVIS, S., Jr., HALFORD, D., y BELL, H. E. [junio de 1973] Evaluation and operation of atomic frequency standards using time domain velocity selection modulation, *Metrologia*, Vol. 9.
- IEEE [febrero de 1966] Special issue on frequency stability (Simposio IEEE/NASA). *Proc. IEEE*, Vol. 54, 2.
- IEEE [mayo de 1972] Special issue on time and frequency. *Proc. IEEE*, Vol. 60, 5.
- KOLMOGOROV, A. N. [1941] *DAN SSSR*, Vol. 32, 19 y también Vol. 30, 299.
- MALAKHOV, A. N. [1966] Spectral-correlational analysis of signals with non-integrable spectra. *Radiofizika*, Vol. 9, 595.
- MUNGALL, A. G., BAILEY, R., DAAMS, H., MORRIS, D. y COSTAIN, C. C. [1973] The new NRC 2.1 metre primary caesium beam frequency standard CSV, *Metrologia*, 9, 113-127.
- NASA [noviembre de 1964] Symposium on short-term frequency stability. *Proc. IEEE-NASA*, NASA SP-80.
- PETERS, H. E. [1972] Hydrogen as an atomic beam standard. Proc. 26th Annual Symposium on Frequency Control (U. S. Army Electronics Command, Ft. Monmouth, N. J., 07703), 230-241.
- WINKLER, G. M. R., HALL, R. G. y PERCIVAL, D. B. [1970] *Metrologia*, Vol. 6, 126.
- YASUDA, Y. y YOSHIMURA, K. [noviembre de 1964] Measurement of short-term frequency instability and frequency spectra of highly stable oscillators. *J. of Radio Res. Labs.*, Vol. 11, 58.

INFORME 366-2*

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS
QUE PROPORCIONAN EN UNA EMISIÓN
INFORMACIÓN SOBRE EL TIEMPO Y LA FRECUENCIA**

(Cuestión 1/7)

(1966 — 1970 — 1974)

1. Introducción

En el presente Informe se señalan algunas definiciones de términos de utilidad para describir los sistemas para la transmisión de información sobre el tiempo y la frecuencia que se hallan en estudio con miras a proporcionar en una misma emisión el TU y el TAI [Décaux y Guinot, 1969].

2. Definiciones

- 2.1 *Desplazamiento de la portadora* es la desviación fraccionaria de intencionada frecuencia con relación al valor nominal de la frecuencia portadora.
- 2.2 *Marca* es una señal de referencia u otra indicación recurrente a intervalos regulares determinados que permite asignar valores numéricos a fenómenos específicos en una escala de tiempos.
- 2.3 *Desplazamiento de la periodicidad de las marcas* de las señales horarias de radiodifusión, es una desviación fraccionaria intencionada del periodo de recurrencia de las marcas con relación al valor nominal de la periodicidad, que suele ser de una marca por segundo.
- 2.4 *Salto de tiempo* es una discontinuidad introducida intencionadamente en cierto instante en una secuencia de intervalos de tiempo que, de otro modo, sería uniforme. Un salto es positivo (+) si se aumenta la lectura del reloj al producirse y negativo (—) si se disminuye esta lectura.
- 2.5 Se define una *escala de tiempos* ya sea por el fenómeno inicial y una escala de medidas (por ejemplo, el segundo), ya por una sucesión de fenómenos. Algunas escalas de tiempos se basan en los relojes y otras en los fenómenos astronómicos. Está muy extendido el uso de una secuencia de señales (o marcas) que representan valores escalares particulares, para efectuar lecturas precisas de la hora de una escala de tiempos y para permitir la distribución de una escala por procedimientos electromagnéticos.
- 2.6 Las escalas de tiempos pertenecientes al sistema TUC se denominan *coordinadas* cuando utilizan procedimientos de sincronización, difusión, publicación y corrección, bien definidos.
- 2.7 *Reloj coordinado* es un reloj perteneciente a una serie de relojes distribuidos en una zona del espacio y sincronizados con un reloj de referencia situado en *un lugar determinado* (u *origen espacial*).
- 2.8 Escala de tiempos *coordinada* es la que se difunde en una zona del espacio con diversos potenciales gravitacionales mediante un procedimiento bien definido, de modo que dos fenómenos separados en el espacio se consideren simultáneos si los relojes coordinados situados en el lugar de los fenómenos se hallan sincronizados por dicho procedimiento e indican igual lectura.
- 2.9 Toda *lectura* de un reloj o una escala de tiempos debe identificarse por el nombre de la escala de tiempos seguida, entre paréntesis, del nombre del reloj, estación transmisora, observatorio astronómico o laboratorio de medidas, de la manera siguiente:

TUC (Reloj número 8)
TAI (O.I.H.)
TUO (Tokio)

Con una lectura determinada, se dará la fecha en que ha sido efectuada.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

DECAUX, B. y GUINOT, B. [1969] La mesure du temps. *Que sais-je?*, 97, Imprinta universitaria francesa.

* Adoptado por unanimidad.

INFORME 438*

EMISIÓN DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES
HORARIAS DE GRAN PRECISIÓN

(Cuestión 5/7)

(1970)

El presente Informe está basado en el Documento VII/53 (Estados Unidos de América), 1966-1969.

1. Utilización de sistemas que permiten determinar la hora con precisión

- 1.1 Recientemente se han hecho algunos progresos en la elaboración de métodos que permiten asegurar una sincronización precisa del tiempo y de la frecuencia entre una estación aerotransportada y una estación terrestre [ANTC, 1967]; en la actualidad, se procede a la evaluación de estos métodos, para determinar hasta qué punto permitirán hacer frente a las estrictas exigencias futuras de la aviación [Transportation Workshop, 1968]. El concepto de un Sistema Ordenado con relación al Tiempo (SOT) debe definirse a base de técnicas perfeccionadas de tiempo/frecuencia (T/F) orientadas hacia las necesidades futuras. Estas técnicas SOT exigen que el equipo aire-tierra pueda establecer y mantener una sincronización precisa con relación a una referencia de tiempo mundial (world-wide, WW). Estas señales horarias precisas WW sirven de referencia común para el intercambio de datos entre aeronaves, y entre éstas y las estaciones terrestres. La tramitación ulterior de los datos por las estaciones de aeronave o por las estaciones terrestres permite controlar numerosas funciones, merced a un sistema con una configuración fundamental uniforme. En el dominio de la aviación, hay que asegurar las funciones « integradas » siguientes: funcionamiento de un sistema aerotransportado para la prevención de colisiones (Collision Avoidance System, CAS), determinación de la posición, navegación y telecomunicaciones. El éxito o el fracaso de la realización de estos sistemas SOT integrados depende esencialmente del establecimiento y mantenimiento de una escala de tiempo WW con una coordinación del orden de 0,1 a 1,0 μ s.
- 1.2 La elección de técnicas T/F de alta precisión [White, 1968] que sirvan de base para la realización de equipos CAS aire-aire para uso de las líneas aéreas, constituye un progreso importante hacia la aceptación, por las empresas de transporte aéreo, de un sistema SOT de gran precisión que pueda extenderse ulteriormente a todo el mundo. Las características de este sistema tienen en cuenta las necesidades futuras, aún no dilucidadas, de la explotación en las inmediaciones de los aeropuertos, en los que el tráfico aéreo es muy denso [ANTC, 1967]. Para la sincronización del tiempo de las estaciones terrestres con un tiempo único de referencia WW, un objetivo preliminar [ANTC, 1967] es 0,5 μ s (valor 3σ).
- 1.3 La Administración Federal de Aviación (FAA) de Estados Unidos de América estudia actualmente las mejoras que podrían introducirse en la organización del tráfico aéreo utilizando vastos sistemas integrados basados en técnicas T/F . Los resultados indican que el desarrollo de sistemas SOT adecuados permitirá probablemente atender las necesidades de la aviación en las próximas décadas. Los estudios ya realizados demuestran que los métodos de que actualmente se dispone para definir un tiempo fundamental, empleando una referencia WW común, pueden dar buenos resultados en aplicaciones tales como equipos telemétricos, navegación, adquisición de datos, ayudas para el aterrizaje y determinaciones de posición, además de la prevención de las colisiones. Este estudio preliminar ha puesto de manifiesto que las exigencias en materia de precisión son del mismo orden que para la prevención de colisiones, es decir, de 0,1 a 0,5 μ s.

2. Características del sistema

- 2.1 Se han estudiado las relaciones entre los elementos siguientes: funcionamiento del CAS [Shear, 1968], sincronización interna del sistema [Jaycox, 1968], señales en el espacio [Perkinson, 1968], tecnología T/F [Bates y otros, 1968], y especificaciones para el tiempo de referencia, en la medida en que estos diversos elementos influyen en el desarrollo de una referencia aceptable para señales horarias WW [Thornburg, 1968]. El problema de la difusión del tiempo en el mundo entero y el del mantenimiento de una referencia mundial de tiempo común en estaciones terrestres secundarias se han estudiado para la aviación en el

* Adoptado por unanimidad.

marco del desarrollo de los futuros sistemas integrados SOT de funciones múltiples. Estos trabajos han suscitado diversos problemas importantes, que habrá que resolver antes de que pueda llegarse a un acuerdo sobre una especificación de las señales horarias WW.

- 2.2 Estos problemas se refieren especialmente a los siguientes puntos: elección de una escala de tiempo común, normalización de las señales de sincronización, determinación de las necesidades en materia de utilización del espectro radioeléctrico, compatibilidad de las señales empleadas en los sistemas aeronáuticos de una sola función (prevención de colisiones) y en los sistemas de varias funciones y, por último, elaboración de especificaciones de los sistemas *T/F* para otras aplicaciones mundiales. Se han estudiado las condiciones de utilización, en la prevención de colisiones, de una escala de tiempo uniforme, por ejemplo la escala A.1 [Thornburg, 1968]. Hay que esperar estudios complementarios sobre los sistemas SOT de varias funciones para la aviación y sobre las condiciones necesarias para la aplicación de la referencia WW a otras actividades, además de la aviación. Es posible que estos estudios sugieran el empleo de otras escalas de tiempo en las primeras etapas de desarrollo de una referencia de tiempo WW. La característica común a todos los sistemas SOT es la necesidad de una sincronización precisa entre todas las estaciones que forman parte del sistema. Convendrá estudiar en el plano mundial los medios adecuados para normalizar la parte «sincronización» de las señales en el espacio a base de las emisiones de las estaciones terrestres secundarias, a fin de que el mayor número posible de usuarios se beneficien de la difusión de una referencia de tiempo primario WW.

3. Estudios del sistema

- 3.1 Las aplicaciones de los sistemas para la determinación precisa de la hora y de la frecuencia, están sólo en sus comienzos. Habrá que determinar aún y demostrar las posibilidades prácticas y económicas de los sistemas integrados que utilizan esta tecnología moderna *T/F*, antes de que las administraciones puedan considerar su adopción. A estos efectos, se han emprendido diversos trabajos en Estados Unidos de América, en el marco de un vasto programa que va del análisis de los conceptos y del estudio de las características de los sistemas hasta las pruebas en vuelo de ciertos elementos esenciales, para responder a las necesidades de la aviación. Se cree que este programa de trabajo permitirá determinar las futuras características a base de las cuales podrá introducirse progresivamente en el mundo entero un sistema preciso de referencia de tiempo. Estos sistemas deberán presentarse a un funcionamiento *T/F* compatible, de tipo «cooperativo»: hay que efectuar, pues, estudios para determinar las necesidades mundiales en materia de señales horarias, y hallar una solución a algunos de los problemas mencionados anteriormente.

Los estudios debieran ser muy amplios y no estar limitados a las aplicaciones particulares consideradas por tal o cual administración o usuario. Podrían revelarse utilísimos para analizar y definir las ventajas relativas de los diversos métodos de difusión y de mantenimiento de una referencia de tiempo mundial con una sincronización de 0,1 μ s. Se podría también obtener una ventaja suplementaria, si la precisión de tiempo requerida para la aviación puede responder a las necesidades de otras actividades de alcance mundial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTC [30 de junio de 1967] Air Navigation/Traffic Control Div., Air Transport Association of America. Airborne collision avoidance system. ANTC Report 117 (5.ª Revisión, 15 de abril de 1968).
- BATES, M. R., FLETCHER, H. K., MICHNIK, L. y PRAST, J. W. [marzo de 1968] History of time-frequency technology. *IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems*, Vol. AES-4, 2, 238-255.
- JAYCOX, R. L. [marzo de 1968] Collision avoidance system synchronization. *Ibid.*, 257-264.
- PERKINSON, R. E. [marzo de 1968] CAS message format. *Ibid.*, 273-277.
- SHEAR, W. G. [marzo de 1968] Elements of the ATA collision avoidance system. *Ibid.*, 295-304.
- THORNBURG, C. O. [marzo de 1968] Master timing of CAS ground stations. *Ibid.*, 265-272.
- TRANSPORTATION WORKSHOP (Washington) [1968] Report for 1967. Air transportation 1975 and beyond: a system of approach. Trends in air travel, Forecasts, Projections, 33-47; Air traffic control, 265-289; Data processing, 303-305; Integrated systems, 307-308; Collision avoidance system. The outlook beyond 1975, 312-314; System capacity, 331. The M.I.T. Press.
- WHITE, F. C. [marzo de 1968] Airborne collision avoidance system development. *IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems*, Vol. AES-4, 2, 234-237.

BIBLIOGRAFÍA

- HOLT, J. M. y ANDERSON, R. M. [marzo de 1968] Analysis of warning times for collision avoidance systems. *IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems*, Vol. AES-4, 2, 305-314.
- STEEN, C. E. [marzo de 1968] Spectral energy requirements and adjacent-channel crosstalk in CAS. *Ibid.*, 283-289.
- STEINBERG, H. A. [marzo de 1968] Slot length and line-of-sight protection. *Ibid.*, 290-294.
- TOERPER, K. E. [marzo de 1968] Biphasic barker-coded data transmission. *Ibid.*, 278-282.

INFORME 439-1*

**UTILIZACIÓN DE RELOJES COORDINADOS Y DE RELOJES
LOCALES PATRÓN (MÉTRICOS) EN UN SISTEMA
DE TIEMPO-COORDENADA TERRESTRE**

(1970 — 1974)

1. Introducción

El tiempo-coordenada y el tiempo propio son dos conceptos básicos para la determinación de la hora exacta y la medición de los intervalos de tiempo. Si existen varios sistemas de tiempo-coordenada, hay que conocer las relaciones que existen entre ellos; estas relaciones se denominan «ecuaciones de transformación». El uso de patrones atómicos de tiempo permite su empleo sistemático en la medición de las propiedades de los sistemas de tiempo (y de espacio)-coordenada. Varias mediciones han sido ya objeto de informes y se integran en un extenso programa coordinado.

Un reloj independiente, construido para producir segundos y cuya exactitud se ha evaluado, puede servir para medir intervalos de tiempo y frecuencias. Debería emplearse como instrumento de calibrado en condiciones lo más ideales posible que no implicasen sino un mínimo de supuestos teóricos.

Una serie de relojes distribuidos en una región determinada, sincronizados por un medio físico, tal como la emisión de señales horarias, constituye un elemento de un sistema de tiempo-coordenada. Este sistema se completa con una escala de tiempo definida a partir de un origen espacial, elegido convenientemente, con los medios de medida necesarios para asegurar su funcionamiento y control. Para asegurar la perennidad, son convenientes observaciones que relacionen la escala del sistema con escalas astronómicas.

2. La escala de tiempo en el origen

Siguiendo las recomendaciones del Comité consultivo para la definición del segundo [C.C.D.S., 1970], la Conferencia general de pesos y medidas autorizó en 1971 la introducción de una escala oficial de tiempo-coordenada. Esta escala, la escala de Tiempo atómico internacional (TAI) se forma por la integración del segundo (SI) realizada al nivel del mar.

La realización práctica de la TAI ha sido confiada a la Oficina internacional de la hora (O.I.H.) y adopta la forma de una escala de tiempo medio basada en el funcionamiento de unos 60 relojes de cesio situados en 13 laboratorios y observatorios de Europa y América del Norte. Tales relojes se intercomparan diariamente empleando señales LORAN-C o señales sincronas de televisión y, con menos frecuencia, transportando físicamente relojes adecuados estables. Utilizando estos datos, la O.I.H. combina los relojes utilizando en la actualidad un solo modelo estadístico en el cual se asignan ponderaciones a cada reloj en proporción inversa a la varianza de las fluctuaciones observadas en los 12 meses precedentes (véanse el Informe 579, el Informe anual de la O.I.H. para 1973 y [Granveaud y Guinot, 1972]). Se calcula que la escala de tiempo así formada posee una inestabilidad inferior a 1×10^{-13} a lo largo de periodos superiores a un año. Esta escala de tiempo está a la disposición de los usuarios con una aproximación de 0,1 μ s gracias a la publicación de correcciones de las horas indicadas en cada reloj.

* Adoptado por unanimidad.

3. Tiempos-coordenadas

La indicación dada por un reloj coordinado que se encuentra en la *i*ésima ubicación puede deducirse de la indicación dada por el reloj local patrón considerando la diferencia relativa de frecuencia $F(i)$ y una diferencia relativista de frecuencia $G(i)$. $G(i)$ viene dado por la fórmula:

$$G(i) = g \frac{H(i)}{c^2}$$

donde $H(i)$ es la altura a la que se encuentra la *i*ésima ubicación con respecto al origen del sistema, g es la aceleración debida a la gravedad que se supone uniforme y c la velocidad de la luz. Si:

$$Q = \frac{1 - G(i)}{1 + F(i)}$$

y siendo $AT(i)$ la indicación dada por el reloj local patrón, la indicación dada por el reloj-coordenada será:

$$ATC(i) = Q \times AT(i),$$

las lecturas iniciales de dichos relojes correspondientes al mismo instante se suponen iguales a cero. La utilización del factor Q mantiene la sincronización de $ATC(i)$ con el tiempo-coordenada del sistema.

Para mantener la sincronización aproximada de los relojes con el tiempo universal puede aplicarse un desplazamiento de frecuencia adicional destinado a modificar la marcha de los relojes coordinados y de los patrones locales de tiempo. Este método se describe en la referencia [Hudson y otros, 1969] en relación con un sistema nacional de tiempo-coordenada que está estudiándose actualmente en Estados Unidos de América.

4. Funcionamiento del sistema

Las frecuencias portadoras y las frecuencias de las señales horarias emitidas por la *i*ésima ubicación serán iguales a las frecuencias del sistema, en el origen de este último.

En el origen del sistema puede determinarse la diferencia Δ (TU) entre el tiempo universal y el tiempo-coordenada. Deben facilitarse los valores de $ATC(i) - AT(i)$.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- C.C.D.S. [18-19 de junio de 1970] Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (Comité consultivo para la definición del segundo). 5ª reunión. Bureau international des poids et mesures, Sèvres.
- GRANVEAUD, D. M. y GUINOT, B. [1972] *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-21, 4, 396.
- HUDSON, G. E., ALLAN, D. W., BARNES, J. A., HALL, R. G., LAVANCEAU, J. D. y WINKLER, G. M. R. [mayo de 1969] A coordinate frequency and time system. Proc. of the 23rd Annual Frequency Control Symposium, USAE Com.

INFORME 518-1*

DIFUSIÓN DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS POR MEDIO DE SATÉLITES

(Cuestión 2/7, Programa de estudios 2A-1/7)

(1971 — 1974)

El objeto del presente Informe es pasar revista a la situación actual en lo que concierne al empleo de satélites para la difusión de frecuencias patrón y de señales horarias. A continuación se exponen conclusiones generales sobre la utilización de satélites en el servicio de frecuencias patrón y de señales horarias [C.C.I.R., 1970-1974 a y b].

* Adoptado por unanimidad.

Las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias en la banda 7 no aseguran, en general, un servicio completamente eficaz las 24 horas del día si son efectuadas por una sola estación en una sola frecuencia, debido a las características de propagación y a los problemas de interferencia. Un sistema alternativo de difusión, que puede tener extensa aplicación donde se requiera una mayor precisión, alcance y confiabilidad, consiste en la difusión de frecuencias patrón y señales horarias a través de un satélite o directamente por satélite.

La Conferencia administrativa mundial de telecomunicaciones espaciales, Ginebra, 1971, atribuyó específicamente tres frecuencias en las bandas 9 y 10 a las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias por medio de satélites, a saber: $400,1 \pm 0,025$ MHz, 4202 ± 2 MHz (espacio-Tierra), y 6427 ± 2 MHz (Tierra-espacio). (Véanse los números 312B y 379A del Reglamento de Radiocomunicaciones.)

La mayor parte de los trabajos recientes se han efectuado en la banda 9, pese a que experimentos anteriores en la banda 10 demostraron las ventajas de las frecuencias más elevadas para la transmisión de señales horarias [Steele y otros, 1964; Markowitz y otros, 1966].

Pueden distinguirse dos técnicas generales para uso con satélites:

- explotación en un solo sentido,
- explotación en ambos sentidos.

En este contexto, explotación en un solo sentido significa que el usuario sólo utiliza equipo receptor, y que una transmisión común, originada en un satélite o retransmitida por él, alcanza a gran número de usuarios. En la explotación en ambos sentidos, el usuario emplea tanto equipo transmisor como receptor.

La explotación en un solo sentido se caracteriza por:

- una zona de servicio muy extensa;
- una buena precisión de la sincronización;
- métodos sencillos de reconstitución de la base de tiempo y de operación del equipo;
- costo y complejidad del equipo moderados.

En un caso [Hanson y Hamilton, 1973] se obtuvo una precisión de transferencia de señales de tiempo de unos 25 μ s, en la banda 8, empleando un satélite geoestacionario en el modo de explotación en un solo sentido. En este experimento, de dos años de duración, los tiempos de propagación entre el reloj patrón y el reloj de recepción se determinaron mediante una regla de cálculo especial, cuando se conocían la posición del satélite y el emplazamiento del receptor. La posición del satélite se anunciaba oralmente durante la difusión. Los tiempos de propagación pueden también determinarse con menos precisión superponiendo a un mapa terrestre transparencias adecuadas.

También se ha demostrado la sincronización de estaciones terrestres muy alejadas, con precisiones de hasta ± 25 μ s, con señales de sincronización de relojes a bordo de satélites, colocados en órbitas polares bajas. En un caso, se sincronizaron las estaciones de seguimiento de la Red mundial de estaciones de seguimiento y de adquisición de datos de la NASA utilizando una portadora modulada de fase en 136 MHz, transmitida por un satélite geodésico GEOS [Laios, 1972]. La observación del paso del satélite una vez al día en ocho emplazamientos distintos fueron suficientes para la sincronización de la red, tanto interna como con relación a una referencia externa, con una precisión de 20 a 30 μ s, con tiempos de propagación basados en previsiones de la órbita del satélite puestas al día una vez por semana.

Se han obtenido resultados similares en la sincronización por satélites de seis estaciones de una red francesa de seguimiento, empleando el satélite TRANSIT [Laidet, 1972]. Los relojes de las estaciones se sincronizaron con el reloj de TRANSIT con una aproximación de unos 20 μ s, por medio de las señales recibidas del reloj de a bordo a través de dos portadoras moduladas en fase a 150 MHz y 400 MHz aproximadamente (véase United States Naval Observatory (USNO) Time Service Announcements, Series 17).

La explotación en ambos sentidos ofrece las siguientes características:

- se han obtenido precisiones de base de tiempo del orden de 100 nanosegundos;

- es fácil circunscribirla a zonas limitadas, en caso necesario, cuando se utilizan frecuencias elevadas;
- a menudo, es el único medio de difundir señales horarias a ciertas zonas aisladas, con una incertidumbre inferior a 1 μ s.

Se ha demostrado experimentalmente que un servicio de señales horarias por satélite puede satisfacer las necesidades de diversas clases de usuarios. Algunas de estas aplicaciones son:

- servicio mejorado para fines científicos, como trabajos de geofísica y geodesia;
- servicio para estudios topográficos precisos en tierra y en el mar, en particular en zonas aisladas;
- exigencias de los servicios móviles durante las 24 horas del día, mayores que las de la navegación ordinaria;
- comparaciones precisas de tiempo y coordinación de escalas de tiempo, necesarias en los laboratorios nacionales y para otros usuarios;
- sistemas de control del tráfico aéreo.

Deben determinarse, en el futuro, los formatos óptimos de las señales; se requieren nuevos estudios para mejorar los métodos de previsión de las órbitas de los satélites a fin de que sean adecuados para las operaciones de sincronización de relojes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

C.C.I.R. [1970-1974a] Doc. 7/1, Canadá.

C.C.I.R. [1970-1974b] Doc. 7/4, Estados Unidos de América.

HANSON, D. W. y HAMILTON, W. F. [1973] Time and frequency broadcast experiments from the ATS-3 satellite. NBS Technical Note No. 645, Boulder, Colo.

LAIDET, L. M. [mayo de 1972] Worldwide synchronization using the TRANSIT satellite system. *Proc. IEEE (Lett.)*, Vol. 60, 630-632.

LAIOS, S. C. [mayo de 1972] Satellite time synchronization of a NASA network. *Proc. IEEE (Lett.)*, Vol. 60, 632-633.

MARKOWITZ, W., LIDBACK, C. A., UYEDA, H. y MURAMATSU, K. [diciembre de 1966] Clock synchronization via Relay II satellite. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-15, 4, 177-184.

STEELE, J. McA., MARKOWITZ, W. y LIDBACK, C. A. [diciembre de 1964] Telstar time synchronization. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-13, 164.

INFORME 576*

DIFUSIÓN DE FRECUENCIAS PATRÓN POR ESTABILIZACIÓN DE LA FRECUENCIA PORTADORA DE UNA ESTACIÓN DE RADIODIFUSIÓN

(Programa de estudios 4A/7)

(1974)

Numerosos usuarios del servicio de frecuencias patrón y de señales horarias, especialmente las industrias radioeléctricas y electrónicas, necesitan sólo una referencia de frecuencia de precisión media. Los usuarios están a menudo en un medio de influencia electromagnética en el que graves interferencias pueden reducir considerablemente la utilidad de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias, en las bandas atribuidas y en las demás bandas. Por otra parte, conviene que un equipo sencillo y poco costoso permita efectuar estas comparaciones de frecuencia.

En Europa, varios transmisores de frecuencias patrón y de señales horarias en la banda 5 reúnen estos requisitos, así como varias estaciones de radiodifusión, que trabajan con estabilización de la portadora (Allouis, 164 kHz; Donebach, 151 kHz; Droitwich, 200 kHz; y Motala, 191 kHz). Las frecuencias

* Adoptado por unanimidad.

portadoras de estas últimas estaciones se obtienen a base de patrones atómicos, y su precisión se mantiene, en general, entre 5×10^{-12} [C.C.I.R., 1970-1974a] y 5×10^{-11} .

Habida cuenta de las características de propagación de las ondas kilométricas y en función de la potencia transmitida, la zona de servicio principal de esas estaciones puede ser muy vasta (por ejemplo, un radio de varios centenares de kilómetros durante el día). En esta zona, son posibles las comparaciones de frecuencia con una precisión comprendida entre 1×10^{-11} y 1×10^{-9} , a condición de efectuar las mediciones de día, durante un periodo de suficiente duración.

En Estados Unidos de América se han efectuado transmisiones experimentales en la banda 6 [C.C.I.R., 1970-1974b], con portadora estabilizada, en una estación de radiodifusión de 650 kHz, que funcionaba con una potencia radiada de 50 kW. Se obtuvo una precisión en las comparaciones de frecuencia de 1×10^{-10} , a una distancia de 800 km, durante el día. En Italia, se han efectuado diversos estudios y realizaciones previas con objeto de estabilizar la portadora de una estación de radiodifusión de gran potencia de emisión, en 899 kHz [C.C.I.R., 1970-1974c].

En la República Federal de Alemania, más de 100 transmisores de televisión funcionan en la banda 9 con portadoras controladas a distancia por medio de una de las tres frecuencias de referencia distintas [C.C.I.R., 1970-1974d y e], a saber: una señal de 1 kHz transmitida por cable, la portadora estabilizada de una estación de radiodifusión a 151 kHz, y una frecuencia patrón de 10 MHz transmitida por las líneas de distribución del programa de televisión establecidas en enlaces radioeléctricos. Se ha observado una desviación de la frecuencia portadora comprendida entre $0,7 \times 10^{-11}$ y 3×10^{-10} , en función de la señal de control utilizada, entre las tres referencias posibles. Con portadoras estabilizadas, pueden hacerse en menos de un minuto comparaciones de frecuencia con una precisión de 10^{-10} aproximadamente.

El interés de la estabilización de la portadora de las estaciones de radiodifusión es aún mayor si se tiene en cuenta que se emplean frecuencias atribuidas y transmisores ya existentes, sin perturbar su función original. Además, estas estaciones suelen generar un campo de intensidad suficiente para garantizar una buena relación señal/ruido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- C.C.I.R. [1970-1974a] Doc. 7/66, Alemania (República Federal de).
 C.C.I.R. [1970-1974b] Doc. 7/34, Estados Unidos de América.
 C.C.I.R. [1970-1974c] Doc. 7/82, Italia.
 C.C.I.R. [1970-1974d] Doc. 7/19, Alemania (República Federal de).
 C.C.I.R. [1970-1974e] Doc. 7/63, Alemania (República Federal de).

INFORME 577*

DIFUSIÓN DE SEÑALES HORARIAS POR SUPERPOSICIÓN DE UNA MODULACIÓN DE FASE A LA MODULACIÓN DE AMPLITUD DE TRANSMISIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA

(Programa de estudios 4B/7)

(1974)

Es posible difundir señales horarias con una precisión que satisfaga las necesidades de muchos usuarios sin aumentar la congestión de las bandas de frecuencias atribuidas a las emisiones de señales horarias y de frecuencias patrón, utilizando transmisores concebidos para otros servicios.

Se puede, en particular, superponer a la modulación convencional en amplitud de una estación de radiodifusión, una modulación de fase transmitiendo simultáneamente, en forma codificada, señales de segundos y de fecha (día, hora, minuto, segundo).

* Adoptado por unanimidad.

Un receptor adecuado permite indicar entonces las señales horarias y puede controlarse a distancia, dependiendo únicamente su exactitud de la precisión de la escala horaria transmitida.

Se ha efectuado un experimento en Francia, según esta técnica, simulando en laboratorio una emisión en la banda 5 [C.C.I.R., 1970-1974a]. Se demostró que podía lograrse la suficiente independencia entre los dos tipos de modulación, a condición de emplear la característica de modulación de fase adecuada.

Se requiere un ciclo de cuatro segundos para la transmisión codificada de señales de fecha, pero la emisión de las señales de segundo permite presentar la fecha en el receptor, segundo por segundo.

La precisión de las señales horarias recibidas es del orden de algunas décimas de milisegundo, estando limitada por la restringida anchura de banda de la modulación de fase, mientras que las variaciones del tiempo de propagación se sitúan muy por debajo de ese límite. La evaluación de la imprecisión final requiere el ajuste del retardo del receptor (el valor típico suele ser de 10 ms) y conocer el tiempo de propagación.

Esta técnica es compatible con la difusión de la frecuencia mediante la portadora, ya que es posible restituir la fase de la portadora no modulada en el punto de recepción.

Se considera que esta técnica podría constituir un medio de difusión de señales horarias en zonas geográficas extensas. Sin embargo, debe procederse a pruebas prácticas de escucha para asegurarse de que la modulación de fase adicional no molesta a los oyentes del programa de radiodifusión [C.C.I.R., 1970-1974b].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

C.C.I.R. [1970-1974a] Doc. 7/45, Francia.

C.C.I.R. [1970-1974b] Doc. 10/361.

INFORME 578*

CÓDIGOS HORARIOS

(Cuestión 1/7)

(1974)

La evolución de estos últimos años ha puesto de relieve la necesidad de transmitir una información horaria más completa que la que proporcionan las señales normales de segundos y minutos dentro del servicio de frecuencias patrón y de señales horarias. Esta información más completa, que puede incluir la indicación del minuto, la hora y el día del año puede ser necesaria desde distintos puntos de vista, por ejemplo, para proporcionar una base horaria común a sistemas de comprobación técnica, geográficamente muy dispersos, que utilizan equipos no atendidos. Se prevé un número creciente de aplicaciones en los campos científico e industrial y en las administraciones.

La estación de frecuencias patrón y de señales horarias WWV fue la primera que incluyó hacia 1960 en su programa de modulación, informaciones completas de tiempo codificadas. Posteriormente se incluyeron códigos horarios en las emisiones de las estaciones WWVH y WWVB (60 kHz). Los códigos utilizados actualmente son análogos a la versión H de los códigos horarios IRIG (Inter-Range Instrumentation Group) [NBS]. En el interior de la trama de codificación, que dura un minuto, las cifras correspondientes a los minutos, horas y días se indican por medio de 23 bits en código decimal binario (CDB). La codificación de WWV y WWVH se hace en el orden 1-2-4-8, utilizando WWVB un código 8-4-2-1. La codificación se hace por modulación de la duración de los impulsos, 0,2 s para el cero binario y 0,5 s para el 1 binario. La velocidad binaria es de 1 bitio por segundo. En las emisiones en ondas decamétricas, las señales de código se emiten en una subportadora en la frecuencia de 100 Hz. En la estación WWVB, el nivel de la portadora se reduce a 10 dB para cada elemento binario.

En junio de 1973, se incluyó un código horario en las emisiones del transmisor de frecuencias patrón y de señales horarias DCF77 (77,5 kHz). Se emiten en código CDB informaciones de minuto, hora, día, día de la semana (lunes = 1), mes y año, desde el segundo 20 al segundo 58 de cada minuto (fig. 1). La

* Adoptado por unanimidad.

información horaria codificada se ajusta a la hora de Europa Central del PTB (TUC (PTB) + 1 hora). El cero binario está representado por una indicación de segundo de 0,1 s, y el 1 binario por una indicación de segundo de 0,2 s. Se incluyen también tres bits de control de paridad [Becker y Hetzel, 1973; C.C.I.R., 1970-1974a]. La elección del formato del código se basa en una encuesta realizada entre toda una gama de usuarios. El método de codificación elegido presenta dos ventajas esenciales: la anchura de banda necesaria es pequeña (inferior a 30 Hz) y la velocidad binaria es reducida, lo que permite registrar las indicaciones descodificadas con aparatos registradores sencillos. Estas dos características son particularmente útiles para las estaciones alejadas y automáticas. Se ha descrito ya el equipo de recepción de decodificación [Hetzel y Rohbeck, 1974].

Se propone también un código horario para las emisiones de MSF (60 kHz) [C.C.I.R., 1970-1974b]. Este código utilizará también un formato CDB en el orden 8-4-2-1. Inicialmente, el minuto y la hora serán indicados por 13 bits + 1 bitio de paridad; la información correspondiente al día del año se añadirá ulteriormente insertando otros 10 bits + 1 bitio de paridad. La velocidad binaria será de 100 Hz y la longitud total de la palabra se insertará en la interrupción de la portadora de 0,5 s, que constituye la indicación del minuto. El 1 binario corresponde al nivel de la portadora completa y el 0 binario a la portadora suprimida.

En Estados Unidos de América se ha estudiado un código horario [C.C.I.R., 1970-1974c] que facilita simultáneamente la indicación del Tiempo universal (TU1), del Tiempo universal coordinado (TUC) y del Tiempo atómico internacional (TAI) en un solo código CDB compatible con un decodificador automático. El código completo determina el instante de aparición de la indicación de referencia de trama, en múltiplos enteros de 20 ms en la escala TU1. El instante en la escala TUC puede obtenerse directamente, redondeando el segundo superior o inferior, según un bitio especial de redondeo positivo o negativo. Por último, el instante de aparición de la indicación de referencia de trama en la escala TAI es el minuto exacto, puesto que las indicaciones de trama se sincronizan en el origen con las indicaciones de minuto de la escala TAI. Una ventaja complementaria de este código reside en que la inserción de un segundo intercalar en la escala TUC se detecta inmediatamente, pues se produce la modificación correspondiente en la información TU1-TUC incluida en el código.

Aunque el código no se utilice actualmente, puede convenir para ciertas aplicaciones futuras que exijan la utilización de las señales horarias mediante decodificadores automáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKER, G. y HETZEL, P. [1973] Kodierte Zeitinformation über den Zeitmarken- und Normalfrequenzsender DCF77 (Información de tiempo codificada del transmisor de frecuencias patrón y de señales horarias DCF77). *PTB-Mittlg.* 83, 163.
- C.C.I.R. [1970-1974a] Doc. 7/52, Alemania (República Federal de).
- C.C.I.R. [1970-1974b] Doc. 7/69, Reino Unido.
- C.C.I.R. [1970-1974c] Doc. 7/32, Estados Unidos de América.
- HETZEL, P. y ROHBECK [abril de 1974] Digitale Anzeige der vom Sender DCF77 verbreiteten amtlichen Zeit (Informaciones numéricas de la hora oficial emitidas por DCF77). *Funkschau*, 46.
- NBS: NATIONAL BUREAU OF STANDARDS. Special Publication No. 236 (revisada anualmente), Boulder, Colo.

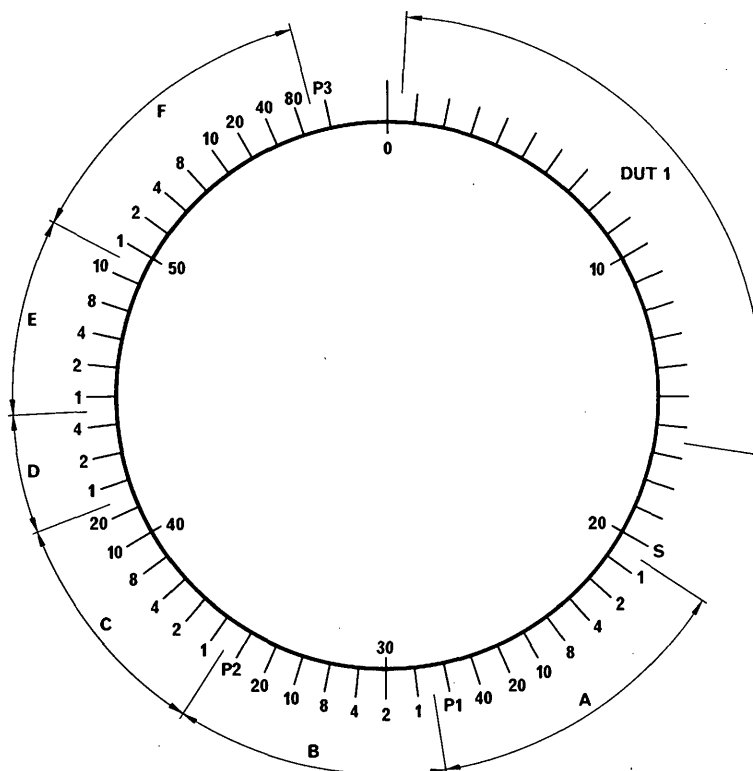


FIGURA 1

Código horario DCF 77

P1, P2 y P3 son bits de control de paridad
S es una indicación de segundo, prolongada 0,2, que indica el comienzo de la información de tiempo

A: minuto
B: hora
C: día
D: día de la semana
E: mes
F: año

INFORME 579*

PONDERACIONES ESTADÍSTICAS DE RELOJES QUE INTERVIENEN EN UNA ESCALA DE TIEMPO PROBLEMAS RELATIVOS A LA OBTENCIÓN DE MEDIAS

(Programa de estudios 1D-1/7)

(1974)

1. Uniformidad

En la mayor parte de los laboratorios, la escala de tiempo atómico local independiente se obtiene a partir de conjuntos de patrones de cesio comerciales y se mantiene uniforme sin recurrir a calibraciones con relación a patrones primarios de laboratorio. Para conseguir una uniformidad elevada se aplican a cada patrón las correcciones previstas y los factores de ponderación.

La forma más sencilla y generalizada de predecir la cadencia es observar la cadencia media durante un intervalo pasado de tiempo (predicción lineal) con relación al conjunto de los relojes. Sin embargo, desde un punto de vista teórico, sólo se justifica en el caso de la modulación de frecuencia por ruido blanco; en especial, no constituye una predicción óptima en la modulación de frecuencia por ruido de centelleo,

* Adoptado por unanimidad.

que puede ser predominante en el caso de elaboración de la escala de tiempo. El National Bureau of Standards (NBS) [Allan y Grey, 1971; Allan y otros, 1973] ha elaborado una predicción recurrente casi óptima para un modelo realista de fluctuaciones de frecuencia.

El National Bureau of Standards [Allan y Grey, 1971, Allan y otros, 1973] de Estados Unidos de América y la Commission Nationale de l'Heure, en Francia, utilizan métodos perfeccionados de ponderación. En algunos casos se juzga satisfactorio un procedimiento de ponderación más sencillo: todo reloj se considera de «ponderación 1» salvo en caso de funcionamiento no satisfactorio, cuando se le atribuye una «ponderación 0».

Se utilizan asimismo sistemas para obtener el promedio de los relojes partiendo de distintas hipótesis sobre el comportamiento de éstos y el concepto de escala de tiempo uniforme [Winkler y otros, 1970]. Estos métodos emplean procedimientos iterativos con correcciones que compensan las contribuciones de los relojes cuyo funcionamiento difiere excesivamente del esperado.

Las investigaciones efectuadas en el «Physikalisch-Technische Bundesanstalt» (PTB) y en otros laboratorios mostraron que los modelos aleatorios pueden no ser suficientes para caracterizar plenamente la calidad de funcionamiento a largo plazo. Pueden producirse derivas sistemáticas de frecuencia y saltos de frecuencia. Los esfuerzos se han centrado en el reconocimiento de esos efectos determinantes [Ganter, 1973]. Llevan a insistir en la necesidad de calibrados precisos de los relojes.

2. Precisión

Los métodos mencionados pueden producir importantes desviaciones de frecuencia a largo plazo. Deben aplicarse correcciones de frecuencia para mantener la relación entre la unidad de la escala de tiempo y el segundo.

Entre otros problemas figuran la corrección de frecuencia partiendo de la hipótesis de que se dispone de diversos calibrados de la frecuencia de la escala de tiempo con relación a los patrones primarios. Yoshimura [1972] dedujo las fórmulas que dan las ponderaciones de los calibrados para los modelos usuales de ruidos erráticos en las escalas de tiempo.

En el National Research Council (Canadá), los calibrados y las correcciones de frecuencia se realizan a intervalos cortos (dos veces por semana) [Mungall, 1971]. En la NBS sólo se han efectuado tres correcciones de frecuencia desde 1969. No se hizo corrección alguna a las demás escalas de tiempo atómico locales independientes.

Parece posible, y se está estudiando, el ajuste continuo de frecuencia que permitiría obtener la precisión necesaria sin reducir la estabilidad a corto y a mediano plazo. Ese método sería especialmente útil para compensar los posibles efectos no aleatorios.

3. Tiempo atómico internacional (TAI)

Hasta agosto de 1973, TAI era la media de 7 tiempos atómicos locales independientes. Becker y Hubner [1973] estudiaron la ponderación de esas escalas y sometieron a prueba varios procedimientos de ponderación; también se efectuaron pruebas de este tipo en la Oficina internacional de la hora (O.I.H.) [Granveaud y Guinot, 1972]. Como consecuencia de dificultades para asignar ponderaciones a las escalas de tiempo, la Oficina internacional de la hora empezó en agosto de 1973 a utilizar directamente los datos de los mismos relojes según el procedimiento de predicción y ponderación descrito en el Informe anual de la O.I.H. para 1973.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, D. W. y GREY, J. E. [1971] *Metrologia*, Vol. 7, 79.
- ALLAN, D. W., GLAZE, D. J., MACHLAN, H. E., WAINWRIGHT, A. E., HELLWIG, H., BARNES, J. A. y GREY, J. E. [1973] *Proc. 27th Annual Symposium on Frequency Control*, 334.
- BECKER, G. y HUBNER, U. [1973] *PTB Annual Report for 1972*, 125.
- GANTER, W. [1973] *NBS Technical Note No. 636*, Boulder, Colo.
- GRANVEAUD, M. y GUINOT, B. [1972] *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-21, 4, 396.
- MUNGALL, A. G. [1971] *Metrologia*, Vol. 7, 146.
- WINKLER, G. M. R., HALL, R. G. y PERCIVAL, D. B. [1970] *Metrologia*, Vol. 6, 126.
- YOSHIMURA, K. [1972] *NBS Technical Note No. 626*, Boulder, Colo.

INFORME 580*

CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO DE FRECUENCIA Y DE FASE

(Programa de estudios 3B/7)

(1974)

Para las aplicaciones de tiempo y de frecuencia es primordial conocer las inestabilidades de los generadores de frecuencias y de las señales radioeléctricas recibidas.

Hay que distinguir los procesos aleatorios de los procesos sistemáticos y no estacionarios. En cuanto a los procesos aleatorios se ha realizado un trabajo considerable [Allan, 1966; Baghdady y otros, 1965; Cutler y Searle, 1966; IEEE, 1966 y 1972].

Tras la publicación de un número especial de «Proceedings of the IEEE», en 1966, consagrado a la estabilidad [IEEE, 1966], se constituyó un subcomité del Grupo de instrumentos y mediciones (GIM) del IEEE, para preparar una norma del Instituto sobre la inestabilidad de frecuencia. En 1969, tal subcomité terminó un documento que es el trabajo más concluyente realizado hasta ahora sobre la medición cualitativa y cuantitativa de las inestabilidades de frecuencia y de fase [Barnes y otros, 1970].

En este trabajo se proponen definiciones para las mediciones de la estabilidad de frecuencia. Una de ellas es la densidad espectral $S_y(f)$ donde f es la frecuencia de Fourier, considerándose unilateralmente el espectro por bandas de un hertzio, y es la desviación de frecuencia normalizada con relación a la nominal. El subcomité propuso igualmente otra definición posible para las mediciones de estabilidad de frecuencia, considerada como la media correspondiente a un tiempo infinito de una varianza de muestra de dos medias adyacentes de y , tomada cada una en un periodo nominal τ . La primera medida propuesta consiste en medir la estabilidad en frecuencia, y la segunda, conocida como varianza de Allan, en medir la estabilidad en el tiempo [Kolmogorov, 1941; Malakhov, 1966]. El citado documento también presenta gráficos, mapas y ecuaciones que relacionan las mediciones recomendadas de la estabilidad en frecuencia con las mediciones en el tiempo, y que permite calcular asimismo la estabilidad de fase.

Nota. — En los párrafos anteriores, la palabra «estabilidad» significa realmente inestabilidad, pero como difícilmente podría producirse confusión, a menudo se utiliza en los textos el término «estabilidad».

Estas medidas de las inestabilidades de los generadores de frecuencias han sido generalmente aceptadas por los metrologistas de tiempo y de frecuencias del mundo entero. Algunos de los principales fabricantes de patrones de frecuencias especifican ahora las características de inestabilidad de los mismos con arreglo a las medidas recomendadas.

Desde la publicación del documento de Barnes y otros [1970], se ha realizado algún trabajo importante más. Por ejemplo, Bradenberger y otros [1971] han comparado las mediciones realizadas en frecuencia con las llevadas a cabo en el tiempo, empleando además algunas otras mediciones en frecuencia de las inestabilidades del generador de frecuencias. Meyer [1970] ha desarrollado un sistema de precisión para medir inestabilidades de fase muy pequeñas. Baugh [1971] ha ilustrado las propiedades de la varianza de Hadamard — método de evaluación en el tiempo de bandas laterales discretas de modulación de frecuencia — especialmente adecuado para las frecuencias de Fourier inferiores a unos 100 Hz.

Rutman [1972] ha examinado algunos aspectos de la labor realizada por dicho subcomité y ha sugerido otras mediciones en el tiempo, si bien apoya en general las recomendaciones del subcomité. Como próxima etapa de perfeccionamiento, Lesage y Audoin [1973] han mostrado como calcular la confianza estadística de la estimación de una varianza de Allan. De Prins y otros [1969] Y De Prins y Cornelissen [1971] han propuesto otras mediciones en frecuencia de las inestabilidades de frecuencia, haciendo hincapié en promedios de muestra de espectros discretos.

Una monografía del National Bureau of Standards consagra el capítulo 8 a las «Statistics of time and frequency data analysis» [Blair, 1974]. Dicho capítulo contiene algunos conceptos, métodos de medida y aplicaciones para la medición en frecuencia y en el tiempo de las inestabilidades de frecuencia y de fase de los generadores de frecuencias. También figuran en él métodos de conversión entre varias medidas en el

* Adoptado por unanimidad.

tiempo de inestabilidad de frecuencias, así como relaciones de conversión de las mediciones en frecuencia a mediciones en el tiempo e inversamente. Se dan ejemplos sobre las aplicaciones, y se incluye una bibliografía de la mayoría de las publicaciones importantes en materia de mediciones de inestabilidad de frecuencias.

La presencia de cambios sistemáticos de frecuencia y de fase, tales como la deriva, no puede detectarse con seguridad aplicando los métodos estadísticos mencionados anteriormente. Tales efectos son generalmente predominantes a largo plazo y pueden detectarse mediante evaluaciones de precisión repetidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, D. W. [febrero de 1966] Statistics of atomic frequency standards. *Proc. IEEE*, Vol. 54, 221-230.
- BAGHDADY, E. J., LINCOLN, R. N., y NELIN, B. D. [julio de 1965] Short-term frequency stability: characterization, theory, and measurement. *Proc. IEEE*, Vol. 53, 704-722.
- BARNES, J. A., CHI, A. R., CUTLER, L. S., HEALEY, D. J., LEESON, D. B., MCGUNIGAL, T. E., MULLEN, J. A., SMITH, W. L., SYDNOR, R., VESSOT, R. F. C., y WINKLER, G. M. R. [octubre de 1970] Characterization of frequency stability. NBS Technical Note No. 394. Publicado también en mayo de 1971 en *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-20, 105-120.
- BAUGH, R. A. [1971] Frequency modulation analysis with the Hadamard variance. Proc. 25th Annual Symposium on frequency control (U.S. Army Electronics Command, Ft. Monmouth, N. J. 07703 (26-28 de abril de 1971), 222-225. (Electronic Industries Association, Washington, D. C., 20006).
- BLAIR, B. E. (Ed.) [mayo de 1974] Time and frequency: theory and fundamentals. NBS Monograph No. 140, Boulder, Colo.
- BRANDENBERGER, H., HADORN, F., HALFORD, D. y SHOAF, J. H. [1971] High quality quartz crystal oscillators: frequency domain and time-domain stability. Proc. 25th Annual Symposium on frequency control (U.S. Army Electronics Command, Ft. Monmouth, N. J., 07703 (26-28 de abril de 1971)), 226-230 (Electronic Industries Association, Washington, D. C., 20006).
- CUTLER, L. S. y SEARLE, C. L. [febrero de 1966] Some aspects of the theory and measurement of frequency fluctuations in frequency standards. *Proc. IEEE*, Vol. 54, 136-154.
- DE PRINS, J. y CORNELISSEN, G. [18-22 de octubre de 1971] Analyse spectrale discrète, Eurocon (Lausanne, Suiza).
- DE PRINS, J., DESCORNET, G., GORSKI, M. y TAMINE, J. [diciembre de 1969] Frequency domain interpretation of oscillator phase stability. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-18, 251-261.
- IEEE [mayo de 1972] Special issue on time and frequency. *Proc. IEEE*, Vol. 60, 5.
- IEEE, [febrero de 1966] Special issue on frequency stability (IEEE-NASA Symposium). *Proc. IEEE*, Vol. 54, 2.
- KOLMOGOROV, A. N. [1941] *DAN SSSR*, Vol. 32, 19; véase también el Vol. 30, 299.
- LÉSAGE, P., y AUDOIN, C., [junio de 1973] Characterization of frequency stability: uncertainty due to the finite number of measurements. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-22, 157-161.
- MALAKHOV, A. N. [1966] Spectral correlation analysis of signals with non-integrable spectra. *Radiofizika*, Vol. 9, 595.
- MEYER, D. G., [noviembre de 1970] A test set for the accurate measurements of phase noise on high quality signal sources. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM-19, 215-227.
- RUTMAN, J. [diciembre de 1972] Instabilité de fréquence des oscillateurs. *l'Onde électrique*, Vol. 52, 480-487.

BIBLIOGRAFÍA

- SHOAF, J. H., HALFORD, D. y RISLEY, A. S. [enero de 1973] Frequency stability specification and measurement: high frequency microwave signals. NBS Technical Note No. 632, Boulder, Colo.

**CUESTIONES Y PROGRAMAS DE ESTUDIOS,
DECISIONES, RESOLUCIONES Y RUEGOS**

CUESTIÓN 1/7

EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS

(1948 — 1951 — 1953 — 1956 — 1963)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que la Conferencia administrativa de radiocomunicaciones, Ginebra, 1959, pidió que se estudiara el establecimiento y funcionamiento de un servicio mundial de frecuencias patrón y de señales horarias;
- b) Que ya son varias las estaciones que transmiten regularmente frecuencias patrón y señales horarias en las bandas atribuidas por esta Conferencia;
- c) Que ciertas regiones del mundo no disponen todavía de un servicio eficaz,
- d) Que el empleo de mayor número de estaciones que el técnicamente necesario daría lugar a interferencias que reducirían la eficacia del servicio,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

- 1. ¿Qué medidas pueden recomendarse para aumentar la eficacia del actual servicio de frecuencias patrón y de señales horarias en las bandas atribuidas por esta Conferencia?
- 2. ¿Qué medidas pueden recomendarse para reducir las interferencias mutuas entre las estaciones de frecuencias patrón y de señales horarias que funcionan en la misma frecuencia y cuyas respectivas zonas de servicio se superponen?

PROGRAMA DE ESTUDIOS 1A-1/7

**EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN
Y DE SEÑALES HORARIAS**

(1965 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que en la Cuestión 1/7 y en la Recomendación 374-3 se pide información acerca de los métodos adecuados para mejorar la eficacia del actual servicio de emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias;
- b) Que hay estaciones de frecuencias patrón que trabajan simultáneamente en la misma frecuencia portadora,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

- 1. Investigar la posibilidad de reducir las interferencias mutuas entre las emisiones del servicio de frecuencias patrón y de señales horarias:
 - 1.1 Reduciendo la duración del programa de modulación continua de audiofrecuencia y de los avisos;
 - 1.2 Utilizando una modulación que proporcione la información y la precisión necesaria con la mínima anchura de banda;
 - 1.3 Escalonando las frecuencias emitidas en las bandas atribuidas y utilizando un método conveniente de modulación;
 - 1.4 Adoptando un sistema adecuado y coordinado de compartición en el tiempo entre las emisiones de frecuencias patrón en las regiones donde existen interferencias mutuas;

- 1.5 Evitando toda emisión sin modulación de la portadora que no sea necesaria para la explotación del servicio;
2. Compilar información acerca de la forma en que pueden coordinarse las emisiones de frecuencias patrón en las bandas 6 y 7 con las emisiones en otras bandas, para lograr en todo el mundo el mejor servicio global posible.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 1B-1/7

EMISIONES DE BANDA LATERAL ÚNICA EN LOS SERVICIOS DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS

(1965 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

Que la U.I.T. ha invitado a las administraciones a que aceleren la conversión, en sistemas de banda lateral única, de los sistemas de doble banda lateral que utilizan en las bandas de frecuencias inferiores a 30 MHz, a fin de reducir la congestión en esas bandas,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

Mejoras que pueden obtenerse en la distribución y utilización de emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias en banda lateral única y portadora completa, especialmente en las bandas de 2,5, 5, 10, 15, 20 y 25 MHz.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 1D-1/7

PONDERACIONES ESTADÍSTICAS DE RELOJES QUE INTERVIENEN EN UNA ESCALA DE TIEMPO — PROBLEMAS RELATIVOS A LA OBTENCIÓN DE MEDIAS

(1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que las escalas de tiempo atómico se obtienen a menudo estableciendo medias de escalas de tiempo individuales de gran número de relojes o de grupos de relojes alejados unos de otros;
- b) Que es importante para muchas aplicaciones utilizar una escala de tiempo lo más uniforme posible;
- c) Que, además, convendría que la subdivisión de las escalas de tiempo coincidiese con el valor reconocido del segundo,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

1. Procedimientos de obtención de medias, incluida la determinación de las ponderaciones estadísticas atribuidas a los relojes o grupos de relojes que intervienen en las escalas de tiempo, que se pueden recomendar.

Hay que considerar que la exactitud y la estabilidad de dichos relojes pueden ser diferentes, que es preciso tener en cuenta relojes de tipo comercial y modelos de laboratorio y que su lectura se conoce con precisión diferente por quienes se ocupan de la obtención de medias;

2. Procedimientos que pueden recomendarse para el caso de que varíen el número, la exactitud y la estabilidad de los relojes que intervienen en una escala de tiempo, o ambas cosas a la vez.

CUESTIÓN 2/7

**EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS
EN NUEVAS BANDAS DE FRECUENCIAS**

(1956 — 1963)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que con los actuales servicios de frecuencias patrón y de señales horarias no siempre se puede obtener en ciertas zonas, en particular en los centros industriales, una relación adecuada entre la señal deseada y el nivel del ruido;
- b) Que las bandas atribuidas a las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias son más útiles para la difusión a larga distancia que para la difusión local;
- c) Que en algunas zonas se necesita un servicio de mejor calidad y que este servicio puede lograrse mediante la utilización de frecuencias de la banda 8 o de frecuencias más elevadas;
- d) Que el empleo de frecuencias de las bandas 4 y 5 permite hacer comparaciones de frecuencia y de tiempo de gran precisión,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

¿Qué recomendaciones pueden formularse para la difusión de frecuencias patrón y de señales horarias por encima de 30 MHz y por debajo de 100 kHz, aproximadamente?

PROGRAMA DE ESTUDIOS 2A-1/7

**EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS
POR SATÉLITE**

(1963 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que los constantes progresos de las telecomunicaciones, especialmente de las telecomunicaciones espaciales y de las ramas científicas y tecnológicas conexas, han acrecentado la exigencia de precisión y de alcance de servicio de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias;
- b) Que la Comisión de estudio 4 describe en sus trabajos sistemas de radiocomunicación por satélite con los que se puede lograr una extensa zona de servicio y una estabilidad satisfactoria de las señales en toda la superficie de la Tierra,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

Factores de orden técnico y mediciones cuantitativas que han de tenerse en cuenta al recomendar frecuencias y al especificar las técnicas de transmisión, modulación y recepción que son de importancia para la realización de emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias por medio de satélites.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 2B/7

**MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN PARA LAS EMISIONES DE FRECUENCIAS
PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS EN LAS BANDAS DE ONDAS
MIRIAMÉTRICAS Y KILOMÉTRICAS**

(1976)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

Que la utilidad de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias en las bandas de ondas miriamétricas y kilométricas depende de las características de explotación de los transmisores, de los métodos de modulación y formatos utilizados,

DECIDE que se efectúen los siguientes estudios:

Métodos técnicos y de explotación para los transmisores y las antenas y métodos de modulación y formatos de las señales que pueden recomendarse para la difusión de frecuencias patrón y señales horarias, utilizando frecuencias inferiores a unos 100 kHz.

CUESTIÓN 3/7

**ESTABILIDAD EN LA RECEPCIÓN DE LAS EMISIONES DE FRECUENCIAS
PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS**

(1956 - 1959 - 1963)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias son menos estables en la recepción que en su origen debido a los fenómenos que se producen en la propagación de las ondas radioeléctricas, por ejemplo, el efecto Doppler, la variación diurna y las interferencias de trayectos múltiples;
- b) Que los errores que se producen durante la propagación dependen de la ubicación geográfica del transmisor y del receptor, y de la naturaleza y condiciones del medio, y son, por lo general, diferentes en las diversas regiones del espectro radioeléctrico;
- c) Que mediante técnicas especiales es posible mejorar la precisión con que pueden recibirse las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias;
- d) Que la precisión con que pueden recibirse las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias puede depender del diseño del equipo receptor,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

1. Causas de la reducción de la estabilidad y de la precisión de las frecuencias patrón y de las señales horarias, tal como las reciben los usuarios;
2. Distribución estadística de los valores de la inestabilidad producida por estas causas;
3. Técnicas de emisión y de recepción de frecuencias patrón y de señales horarias que permiten obtener los mejores resultados en la recepción:
 - de las frecuencias patrón y de las señales horarias utilizadas por usuarios que sólo necesitan una precisión media;
 - de las frecuencias patrón y de las señales horarias utilizadas por usuarios que necesitan la máxima precisión posible.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 3A-1/7

**CONSERVACIÓN DEL ESPECTRO DE FRECUENCIAS
PARA LAS SEÑALES HORARIAS DE GRAN PRECISIÓN**

(1959 - 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que, con las técnicas actuales, una precisión más elevada en la transmisión de las señales horarias entraña un aumento de la anchura de banda;
- b) Que, sin embargo, con las técnicas desarrolladas últimamente, se puede conseguir una considerable economía de anchura de banda para una precisión dada;
- c) Los efectos de los ruidos de toda índole en el rendimiento de los sistemas,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

- I. Relación entre las anchuras de banda necesarias y la precisión que puede obtenerse actualmente para las diversas relaciones señal/ruido que se presentan en la práctica;

2. Técnicas de banda estrecha para producir y transmitir referencias de tiempo de gran precisión;
3. Características de los trayectos radioeléctricos que limitan la exactitud de las señales horarias en la recepción, e influencia de los parámetros de estos trayectos en la elección del método óptimo.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 3B/7

INESTABILIDAD DE LOS GENERADORES DE FRECUENCIAS PATRÓN

(1965)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

Que el empleo de patrones de frecuencia de alta calidad en numerosas aplicaciones ha puesto de relieve la necesidad de especificar de manera adecuada y precisa las diversas formas de inestabilidad de frecuencia y de fase que limitan la calidad, habida cuenta de las exigencias cada vez más rigurosas en esta materia,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

1. ¿Cómo se pueden describir cualitativamente las diversas formas de inestabilidad de frecuencia y de fase inherentes a un generador de frecuencias patrón?
2. ¿Cómo se pueden expresar cuantitativamente las limitaciones de precisión impuestas por las diversas formas de inestabilidad de frecuencia y de fase de un generador de frecuencias patrón?

PROGRAMA DE ESTUDIOS 3C-2/7

COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS

(1965 — 1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que numerosas estaciones participan en la coordinación de las frecuencias y del tiempo, nacional e internacionalmente;
- b) Que en la Resolución N.º 2 de la XVI Asamblea General de la Unión radiocientífica internacional (U.R.S.I.), Ottawa, 1969, y en las resoluciones de la XII Asamblea Plenaria de la Unión astronómica internacional (U.A.I.), Hamburgo, 1964, se recomienda que se hagan comparaciones internacionales entre las escalas de tiempo actualmente utilizadas,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

Comparación de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias por diversos métodos (intercambio de generadores de frecuencias patrón y de señales horarias, transmisión por sistemas de ayuda a la radionavegación, transmisión por radioenlaces, impulsos de sincronismo de transmisiones de televisión, transmisiones por satélite, etc.).

PROGRAMA DE ESTUDIOS 3D/7

**MÉTODOS PARA LAS COMPARACIONES PRECISAS DE LA FASE
DE ONDAS MIRIAMÉTRICAS**

(1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que a menudo hay que tomar un valor medio basado en escalas de tiempo de relojes o de grupos de relojes lejanos y que con este fin se hace amplio uso de las comparaciones de fase de ondas miriamétricas;
- b) Que en el caso de comparaciones de fase de ondas miriamétricas se corre actualmente el riesgo de perder ocasionalmente la continuidad de fase en la recepción y que cada pérdida de la continuidad de fase puede causar un error que no es despreciable;
- c) Que es muy conveniente que las instituciones que contribuyen al establecimiento de escalas de tiempo internacionales mediante las comparaciones de fase de ondas miriamétricas, sólo utilicen dispositivos de medida calibrados;
- d) Que el empleo de dispositivos de medida calibrados es una condición previa para el estudio fundamental de los problemas de la propagación de las ondas miriamétricas;
- e) Que también convendría medir los valores de fase de las ondas miriamétricas a la hora más favorable del día desde el punto de vista de la confiabilidad de fase de la señal recibida,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

1. Fomento del desarrollo y utilización de aparatos que puedan calibrarse para la comparación de fase de ondas miriamétricas;
2. Investigación de la propagación de las ondas miriamétricas con objeto de determinar las condiciones de recepción más favorables para efectuar comparaciones diarias de fase.

CUESTIÓN 4-1/7**DIFUSIÓN DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS**

(1965 - 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que es necesario aumentar la precisión de las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias;
- b) Que el grado de precisión en la recepción de las actuales emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias disminuye debido a que la propagación de las ondas radioeléctricas está sujeta a ciertos fenómenos, como las variaciones diurnas y el efecto Doppler,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

¿Qué técnicas nuevas pueden utilizarse para mejorar la precisión de las difusiones de frecuencias patrón y de señales horarias?

PROGRAMA DE ESTUDIOS 4A/7

**DIFUSIÓN DE FRECUENCIAS PATRÓN POR ESTABILIZACIÓN
DE LA FRECUENCIA PORTADORA DE UNA ESTACIÓN DE RADIODIFUSIÓN**

(1966 — 1970)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que es necesario estudiar nuevos métodos de difusión de frecuencias patrón y de señales horarias;
- b) Que, en ciertos países, algunas estaciones que funcionan en las bandas de radiodifusión transmiten señales de frecuencias patrón;
- c) Que de la estabilización de las frecuencias portadoras de las estaciones de radiodifusión pueden derivarse ciertas ventajas, a saber:
 - posibilidad de asegurar a centros urbanos e industriales un buen servicio por la onda de superficie, exenta de errores debidos al efecto Doppler;
 - posibilidad de efectuar una rápida comparación de frecuencias en los puntos receptores gracias al empleo de frecuencias portadoras suficientemente elevadas;
 - utilización de equipo receptor relativamente sencillo,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

- 1. Determinación de la precisión y de la estabilidad en la recepción de las señales procedentes de tales emisiones;
- 2. Influencia de la ubicación de las estaciones transmisoras en la conveniencia de empleo de las señales y en sus características de propagación;
- 3. Interés que puede tener establecer un servicio de esta naturaleza;
- 4. Ventajas relativas de la modulación de amplitud y de la modulación de frecuencia en la difusión de las señales horarias, y del empleo de las bandas de radiodifusión para la difusión de frecuencias patrón por estabilización de una frecuencia portadora.

PROGRAMA DE ESTUDIOS 4B/7

**DIFUSIÓN DE SEÑALES HORARIAS POR SUPERPOSICIÓN DE SEÑALES
CON MODULACIÓN DE FASE EN TRANSMISORES DE RADIODIFUSIÓN
SONORA DE MODULACIÓN DE AMPLITUD**

(1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que es necesaria una amplia difusión de las señales horarias, sin aumentar el número de los transmisores que funcionan en frecuencias atribuidas a los servicios de frecuencias patrón y de señales horarias;
- b) Que es conveniente investigar nuevas técnicas de difusión de señales horarias;
- c) Que corresponde tener en cuenta la Recomendación I.3 adoptada por la Unión radiocientífica internacional (U.R.S.I.) en su XVII Asamblea General (Varsovia, 1972);
- d) Que la zona de servicio de los transmisores de radiodifusión de modulación de amplitud que funcionan en las bandas 5 y 6 es muy extensa,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, que se efectúen los siguientes estudios:

1. Posibilidad de superponer señales horarias con modulación de fase en la portadora de un transmisor ordinario de radiodifusión de modulación de amplitud, sin perturbar la escucha del programa;
2. Posibilidad de aplicar estas técnicas a los transmisores de radiodifusión de modulación de amplitud que funcionan en las bandas 5 y 6.

CUESTIÓN 5/7

EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS DE ALTA PRECISIÓN

(1968)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) La necesidad urgente, sobre todo en la aviación, de emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias de precisión superior a la actualmente realizable;
- b) Que para conseguir la uniformidad en el plano mundial, las exigencias de la aviación en lo que concierne a las señales horarias deben coordinarse en estrecho enlace con la Organización de aviación civil internacional (O.A.C.I.),

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

¿Qué métodos pueden adoptarse en el plano internacional para proporcionar en todo el mundo emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias con una incertidumbre igual, como máximo, a $0,5 \mu s$ (correspondiente a 3σ)?

CUESTIÓN 7/7

CÓDIGOS HORARIOS

(1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) La necesidad de proporcionar una indicación horaria completa y segura para diversas aplicaciones científicas e industriales;
- b) Que diversas estaciones emiten actualmente códigos horarios con indicación, como mínimo, del minuto, la hora y del día del año;
- c) Que es sumamente conveniente que estos códigos sean compatibles entre sí y con los equipos comerciales de tipo corriente,

DECIDE, POR UNANIMIDAD, poner a estudio la siguiente Cuestión:

1. ¿Qué formatos pueden recomendarse para la transmisión de códigos horarios?
 2. ¿Cuáles son las características óptimas de modulación desde el punto de vista de la confiabilidad de la decodificación en presencia de ruido y de señales interferentes?
-

PROGRAMA DE ESTUDIOS 5A/7

· NECESIDAD DE SEÑALES HORARIAS DE GRAN PRECISIÓN

(1976)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que en muchas zonas se dispone, de manera continua, de transferencia de señales horarias mediante sistemas LORAN-C, con una desviación típica de un día para otro de 100 ns;
- b) Que se han notificado comparaciones entre señales horarias efectuadas por enlaces por satélite en ambos sentidos con incertidumbres de 10 a 50 ns;
- c) Que perfeccionando las técnicas de satélite y utilizando láser parece posible reducir esta incertidumbre en un orden de magnitud;
- d) Que esos perfeccionamientos son onerosos y conviene desarrollarlos en función de las necesidades,

DECIDE que se efectúen los siguientes estudios:

Evaluación de las necesidades actuales y previstas en materia de señales horarias de gran precisión para aplicaciones tales como: sistemas de navegación, redes para datos de gran velocidad, radiointerferometría de línea de base muy larga (VLBI).

CUESTIÓN 8/7

**DISPONIBILIDAD Y PRECISIÓN DE LAS SEÑALES HORARIAS Y DE
LAS FRECUENCIAS PATRÓN**

(1976)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

Que, para muchas aplicaciones, reviste gran importancia la disponibilidad y precisión de las señales horarias y frecuencias patrón,

DECIDE poner a estudio la siguiente Cuestión:

1. ¿Qué mediciones han de utilizarse para caracterizar, de manera más clara, la disponibilidad y precisión de los relojes y de las frecuencias patrón?
 2. ¿Qué grado de disponibilidad y precisión en la explotación ofrecen las actuales señales horarias y frecuencias patrón?
 3. ¿Qué medidas pueden tomarse para aumentar la disponibilidad y precisión de los generadores de señales horarias y frecuencias patrón?
-

DECISIÓN 12

(RESOLUCIÓN 53)

EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS

(Cuestión 1/7)

(1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

Las disposiciones de la Recomendación 460-1,

DECIDE, POR UNANIMIDAD:

1. Que el Grupo interino de trabajo 7/1, constituido durante la Reunión intermedia celebrada en Boulder, Colorado, 1968, por la Comisión de estudio VII prosiga su labor con el siguiente mandato:
 - 1.1 Estudiar y proponer a la próxima Reunión intermedia de la Comisión de estudio 7, las modificaciones que se estime conveniente introducir en la Recomendación 460-1;
2. Que se pida a los participantes en los trabajos de la Comisión de estudio 7 que evalúen la eficacia del sistema TUC para satisfacer las necesidades de los usuarios de emisiones de frecuencias patrón y señales horarias, y que informen de sus conclusiones y sugerencias, antes del 1.º de enero de 1976, al Director del C.C.I.R. y al Presidente del Grupo interino de trabajo 7/1;
3. Que el Director del C.C.I.R. comunique la presente Decisión a todas las administraciones Miembros de la U.I.T., a las uniones científicas: Unión astronómica internacional (U.A.I.), Unión internacional de geodesia y geofísica (U.I.G.G.), Unión radiocientífica internacional (U.R.S.I.), Unión internacional de física pura y aplicada (I.U.P.A.P.) y otras organizaciones, como la Oficina internacional de la hora (O.I.H.), el Comité internacional de pesos y medidas (C.I.P.M.), la Organización de aviación civil internacional (O.A.C.I.) y la Organización consultiva marítima intergubernamental (O.C.M.I.), rogándoles que hagan llegar sus comentarios y proposiciones eventuales al Director del C.C.I.R. y al Presidente del Grupo interino de trabajo 7/1, antes del 1.º de enero de 1976.

ANEXO

Presidente del Grupo interino de trabajo 7/1:

Sr. H.M. Smith
Royal Greenwich Observatory
Herstmonceaux Castle
HAILSHAM
Sussex
Reino Unido

DECISIÓN 13

(RESOLUCIÓN 52)

**FORMAS DE EXPRESIÓN A UTILIZAR EN EL SERVICIO
DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS**

(Cuestión 1/7)

(1970 - 1974)

El C.C.I.R.,

DECIDE, POR UNANIMIDAD:

1. Mantener el Grupo interino de trabajo 7/2 para:
 - 1.1 Estudiar las formas de expresión de todo género (términos, símbolos y sus definiciones) y las condiciones de utilización de las mismas en el servicio de frecuencias patrón y de señales horarias;
 - 1.2 Rendir informe lo antes posible sobre las conclusiones de su labor a la Comisión de estudio 7;
2. Que, en lo posible, se realice el trabajo por correspondencia;
3. Que se informe a la Comisión mixta C.C.I.R./C.C.I.T.T. para el vocabulario (CMV) del progreso de la labor de este Grupo de trabajo.

ANEXO

Han manifestado ya su propósito y deseo de participar en el Grupo interino de trabajo 7/2 las siguientes Administraciones y organizaciones: Alemania (República Federal de), Argentina, Canadá, Estados Unidos de América, Francia, Italia, Japón, Reino Unido, U.R.S.S., así como la Oficina internacional de la hora (O.I.H.) y la Unión astronómica internacional (U.A.I.).

Presidente del Grupo interino de trabajo 7/2:

Profesor C. Egidi
Istituto Elettrotecnico Nazionale «Galileo Ferraris»
Corso Massimo d'Azeglio 42
I - 10125 Torino
Italia

DECISIÓN 14

**REDUCCIÓN DE LAS INTERFERENCIAS MUTUAS EN LOS SERVICIOS
DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS**

(Cuestión 1/7)

(1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que los servicios de señales horarias y de frecuencias patrón que funcionan en las frecuencias atribuidas de las bandas 6 y 7 constituyen uno de los medios más eficaces de que dispone un gran número de usuarios para la referencia de tiempo;
- b) Que los servicios que funcionan en esas bandas en muchos casos no resultan satisfactorios debido a la interferencia mutua, es decir, la interferencia entre las estaciones de emisión de señales horarias y frecuencias patrón que operan sincrónica y simultáneamente en la misma frecuencia,

DECIDE, POR UNANIMIDAD:

1. Crear un Grupo interino de trabajo 7/3 para:
 - 1.1 Estudiar la posibilidad de utilizar medios técnicos adecuados para reducir la interferencia mutua, tales como:
 - la eliminación o reducción de portadoras y modulaciones distintas de las señales horarias,
 - el empleo de la compartición en el tiempo,
 - la utilización de portadoras con frecuencias desplazadas,
 - la aplicación de técnicas adecuadas de modulación;
 - 1.2 Estudiar los procedimientos administrativos que puedan proponerse, tales como:
 - asignaciones regionales de frecuencias u horarios atribuidos mediante negociaciones entre las administraciones interesadas,
 - utilización de frecuencias adicionales de las bandas 6 y 7,
 - encuestas para determinar si siguen siendo adecuadas las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones (artículo 44, sección IV);
 - 1.3 Informar sobre las conclusiones de su labor tan pronto como sea posible y antes de la XIV Asamblea Plenaria del C.C.I.R. a la Comisión de estudio 7;
2. Que la labor de este Grupo interino de trabajo se realice por correspondencia en la mayor medida posible.

ANEXO

Las Administraciones de Estados Unidos de América, Francia, Italia, Japón y Reino Unido han manifestado ya su propósito y deseo de participar en la labor del Grupo interino de trabajo 7/3.

Presidente del Grupo interino de trabajo 7/3:

Sr. J.McA. Steele
National Physical Laboratory
Teddington
Middlesex
Reino Unido

RESOLUCIÓN 14-3

EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS

(Cuestión 1/7)

(1963 — 1966 — 1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

Lo dispuesto en la sección IV del artículo 44 del Reglamento de Radiocomunicaciones,

RESUELVE, POR UNANIMIDAD:

1. Que tan pronto como se ponga en servicio una asignación de frecuencia hecha a una estación de frecuencias patrón, la administración interesada notifique tal asignación a la I.F.R.B., en cumplimiento del artículo 9 del Reglamento de Radiocomunicaciones; sin embargo, no se dirigirá ninguna notificación a la I.F.R.B. sin haber terminado las pruebas y la coordinación de conformidad con la sección IV del artículo 44 del citado Reglamento;

2. Que todas las administraciones envíen además todo género de datos útiles sobre las estaciones de frecuencias patrón (estabilidad de frecuencia, cambio de fase de los impulsos de señales horarias, modificación de los horarios de emisión) al Relator principal de la Comisión de estudio 7 y a los Directores del C.C.I.R. y de la O.I.H., con miras a la publicación oficial de esos datos en el plazo más breve posible;
3. Que la Comisión de estudio 7 debiera colaborar con la Unión astronómica internacional (U.A.I.), la Unión radiocientífica internacional (U.R.S.I.), la Unión internacional de geodesia y geofísica (U.I.G.G.), la Unión internacional de física pura y aplicada (I.U.P.A.P.) y la Oficina internacional de la hora (O.I.H.).

RUEGO 26-2

ESTUDIOS Y EXPERIMENTOS RELATIVOS A LAS EMISIONES DE SEÑALES HORARIAS

(Cuestión 1/7)

(1966 — 1970 — 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que las emisiones de frecuencias patrón y de señales horarias se utilizan en muchas esferas de las ciencias puras y aplicadas;
- b) Que la Comisión de estudio 7 necesita frecuentemente consultar a las uniones y organizaciones científicas,

FORMULA, POR UNANIMIDAD, EL SIGUIENTE RUEGO:

1. Que se invite a la Conferencia general de pesos y medidas (C.G.P.M.), a la Oficina internacional de la hora (O.I.H.), a la Unión radiocientífica internacional (U.R.S.I.), a la Unión astronómica internacional (U.A.I.), a la Unión internacional de geodesia y geofísica (U.I.G.G.), y a la Unión internacional de física pura y aplicada (I.U.P.A.P.) a que cooperen con la Comisión de estudio 7 del C.C.I.R.;
 2. Que el Relator principal de la Comisión de estudio 7 se ponga en contacto con el Director de la O.I.H. y con los Presidentes de las Comisiones adecuadas de la U.R.S.I., U.A.I., U.I.G.G., C.G.P.M., e I.U.P.A.P., y que se informe de ello al Director del C.C.I.R.
-

RUEGO 27

**EMISIONES DE FRECUENCIAS PATRÓN Y DE SEÑALES HORARIAS
EN NUEVAS BANDAS DE FRECUENCIAS**

(Cuestión 2/7)

(1966)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que con los actuales servicios de emisión de frecuencias patrón y de señales horarias no siempre se puede obtener en ciertas zonas, en particular en los centros industriales, una relación señal/ruido adecuada;
- b) Que en algunas zonas se necesita un servicio de mejor calidad y que este servicio puede lograrse mediante la utilización de frecuencias de la banda 8 y de frecuencias más elevadas,

FORMULA, POR UNANIMIDAD, EL SIGUIENTE RUEGO:

Que, en la medida de lo posible, cada administración reserve para la difusión local de frecuencias patrón y de señales horarias, dos bandas de 100 kHz de anchura tomadas, respectivamente, en las bandas 8 y 9, y que sus frecuencias centrales sean múltiplos enteros de 5 MHz.

RUEGO 28

**PROGRAMAS ESPECIALES DE LA I.F.R.B. PARA LA COMPROBACIÓN
TÉCNICA DE LAS EMISIONES, CON MIRAS A LIBERAR LAS BANDAS
DE FRECUENCIAS ATRIBUIDAS EXCLUSIVAMENTE AL SERVICIO
DE FRECUENCIAS PATRÓN**

(1966)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) La Recomendación N.º 31 de la Conferencia administrativa de radiocomunicaciones, Ginebra, 1959, y los resultados de los programas especiales de comprobación técnica de las emisiones organizados por la I.F.R.B. con el fin de liberar las bandas de frecuencias atribuidas exclusivamente al servicio de frecuencias patrón;
- b) La necesidad de liberar más completamente dichas bandas;
- c) Las dificultades experimentadas por la I.F.R.B. para identificar ciertas estaciones de servicios distintos del de frecuencia patrón, pero que emiten en bandas atribuidas a éste,

FORMULA, POR UNANIMIDAD, EL SIGUIENTE RUEGO:

- 1. Que se pida a la I.F.R.B. que aumente, en la medida de lo posible, el número de programas especiales anuales de comprobación técnica en las bandas atribuidas exclusivamente al servicio de frecuencias patrón;
 - 2. Que la I.F.R.B. ruegue encarecidamente a las administraciones de los países que disponen de instalaciones radiogoniométricas que efectúen marcaciones con el fin de determinar la posición de las estaciones cuyas emisiones han sido observadas.
-

RUEGO 36-1

ESCALAS DE TIEMPO

(Cuestión 1/7)

(1970 - 1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

Que la introducción de la escala de tiempo basada en los patrones atómicos satisfará por completo las necesidades de la física pura y aplicada, mientras que la escala de Tiempo universal (TU) satisface las necesidades de la astronomía, de la geodesia y de la navegación astronómica puesto que está basada en la posición angular de la Tierra,

FORMULA, POR UNANIMIDAD, EL SIGUIENTE RUEGO:

Que se pida a la Unión astronómica internacional (U.A.I.), a la Unión radiocientífica internacional (U.R.S.I.) y a la Unión internacional de geodesia y geofísica (U.I.G.G.) que examinen si la escala del TU podrá considerarse en adelante como medida angular y distinguirse en consecuencia.

Nota. — Se pide al Director del C.C.I.R. que ponga el presente Ruego en conocimiento de la U.A.I., de la U.R.S.I. y de la U.I.G.G.

RUEGO 47

EMPLEO GENERAL DEL TIEMPO UNIVERSAL COORDINADO

(1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que la 14.^a Conferencia general de pesos y medidas (C.G.P.M.) ha definido, en octubre de 1971, la escala de Tiempo atómico internacional TAI;
- b) Que el TAI no se difunde en forma de señales horarias ni es utilizado por el público;
- c) Que el sistema de Tiempo universal coordinado (TUC), que, de acuerdo con la Recomendación 460-1, está destinado a la transmisión conjunta del TAI y del TU, guarda una estrecha y sencilla relación con el TAI;
- d) Que el sistema TUC ha demostrado ser eficaz y se utiliza extensamente para la especificación de fechas,

FORMULA, POR UNANIMIDAD, EL SIGUIENTE RUEGO:

Que se pida al Comité internacional de pesos y medidas (C.I.P.M.) y a la C.G.P.M. que reconozcan el sistema de Tiempo universal coordinado (TUC).

RUEGO 48

NOTACIÓN DE LAS ESCALAS DE TIEMPO

(1974)

El C.C.I.R.,

CONSIDERANDO:

- a) Que las abreviaturas de los términos relacionados con el tiempo y la frecuencia, en el marco de interés para la Comisión de estudio 7 del C.C.I.R., se utilizan universalmente, por lo que conviene que sean independientes del idioma;
- b) Que las organizaciones de la Convención sobre el metro han adoptado TAI para la escala del Tiempo atómico internacional;
- c) Que en la actualidad no hay abreviaturas independientes del idioma para el Tiempo universal, el Tiempo universal coordinado y el Tiempo atómico;

FORMULA, POR UNANIMIDAD, EL SIGUIENTE RUEGO:

Que se pida a las organizaciones internacionales que se interesan por el empleo y la definición del tiempo que se consideren la posibilidad:

- de introducir notaciones independientes del idioma, o
- de adoptar algunas de las abreviaturas utilizadas actualmente para todos los idiomas.

Nota. — Se pide al Director del C.C.I.R. que transmita este Ruego a la Conferencia general de pesos y medidas (C.G.P.M.), a la Organización radiocientífica internacional (U.R.S.I.), a la Unión astronómica internacional (U.A.I.), a la Unión internacional de geodesia y geofísica (U.I.G.G.), a la Unión internacional de física pura y aplicada (I.U.P.A.P.), a la Organización internacional de unificación de normas (ISO), a la Oficina internacional de la hora (O.I.H.), al Grupo consultivo mixto del instituto de navegación (JAG/ION), a la Organización de aviación civil internacional (O.A.C.I.) y a la Organización consultiva marítima intergubernamental (O.C.M.I.).
