

RECOMENDACIÓN UIT-R BS.643-2*,**

Sistema para la sincronización automática y otras aplicaciones en los receptores radiofónicos con modulación de frecuencia para su utilización con el sistema de frecuencia piloto

(1986-1990-1995)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que en la radiodifusión en ondas métricas con modulación de frecuencia (MF), la densidad de transmisiones en muchas partes del mundo está aumentando hasta el punto de que cada vez se hace más difícil sintonizar un programa deseado, particularmente cuando se utilizan receptores MF portátiles o en automóviles;
- b) que, por otra parte, existen nuevas técnicas que ofrecen la posibilidad de añadir señales de datos auxiliares a las señales radiofónicas que permitirán aplicar una amplia variedad de métodos para identificar las transmisiones, facilitando así la sintonización asistida o automática en los futuros receptores radiofónicos;
- c) que estas señales radioeléctricas de datos pueden añadirse a los programas existentes en ondas métricas con MF de manera que no sean audibles, logrando así una buena compatibilidad con la recepción de programas radiofónicos normales estereofónicos o monofónicos;
- d) que la tecnología actual de diseño de receptores permite la sintonización asistida o automática utilizando señales radioeléctricas de datos, y que esta tecnología pueda aplicarse a un costo muy bajo en los receptores fabricados en gran escala;
- e) que el sistema ofrece una flexibilidad que permite realizar una amplia gama de aplicaciones facultativas para adaptarse a las necesidades particulares de cada organización de radiodifusión;
- f) que la mayoría de los países Miembros de la UER han colaborado en el desarrollo de una norma internacionalmente adoptada para este sistema;
- g) que numerosos países han implantado este sistema en sus emisiones de radiodifusión;
- h) que necesita una norma internacional para apoyar la fabricación en gran escala de receptores con este sistema, minimizando así el costo de éstos para el consumidor, y que esta norma internacional es necesaria también para que las personas que viajan puedan utilizar sus receptores MF en el extranjero, en particular en el caso de modelos portátiles o en automóviles,

recomienda

que las organizaciones de radiodifusión que deseen introducir la transmisión de información suplementaria para la identificación de estaciones y programas de radiodifusión MF y otras aplicaciones, utilicen el sistema de transmisión radioeléctrica de datos (RDS-radio data system) especificado en el Anexo 1.

NOTA 1 – En el Anexo 2 se indican las características operacionales del sistema RDS.

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

** La Comisión de Estudio 6 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2002 de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

ANEXO 1

Especificaciones del sistema de transmisión radioeléctrica de datos***1 Modulación del canal de datos**

1.1 Frecuencia subportadora: 57 kHz, enganchada en fase o en cuadratura al tercer armónico del tono piloto de 19 kHz (± 2 Hz) en el caso de estereofonía. Tolerancia de frecuencia: ± 6 Hz. Si el RDS se utiliza simultáneamente con el sistema de identificación de información del tráfico rodado ARI (véase el Informe UIT-R BS.463), la subportadora RDS tendrá una diferencia de fase de $90^\circ \pm 10^\circ$, y la excursión nominal recomendada de la portadora MF principal será $\pm 1,2$ kHz debido a la señal RDS y $\pm 3,5$ kHz debida a la subportadora ARI no modulada.

1.2 Nivel de la subportadora: la excursión nominal recomendada de la portadora MF principal debida a la subportadora modulada es de ± 2 kHz. Sin embargo, el decodificador deberá diseñarse para que trabaje con niveles de subportadora correspondientes a una excursión entre ± 1 kHz y $\pm 7,5$ kHz.

1.3 Método de modulación: la subportadora es modulada en amplitud por la señal de datos conformada y codificada en dos fases. La subportadora se suprime (véanse las Figs. 1a) a 1c)).

1.4 Velocidad de datos y frecuencia de reloj: la frecuencia de reloj básica se obtiene dividiendo por 48 la frecuencia de la subportadora transmitida. Por consiguiente, la velocidad de datos básica es de 1 187,5 bit/s $\pm 0,125$ bit/s.

1.5 Codificación diferencial: cuando el nivel de datos de entrada del decodificador en el transmisor es 0, la salida permanece inalterada con respecto al bit de salida precedente, y cuando se produce una entrada de 1, el nuevo bit de salida es el complemento del bit de salida precedente.

2 Codificación de la banda de base

2.1 Estructura de codificación: el elemento mayor de la estructura se denomina «grupo» y tiene 104 bits cada uno. Cada grupo comprende 4 bloques de 26 bits cada uno. Cada bloque comprende una palabra de información y una palabra de comprobación de 16 y 10 bits, respectivamente.

2.2 Orden de transmisión de los bits: el bit más significativo de todas las palabras de información, palabras de comprobación y direcciones se transmite primero.

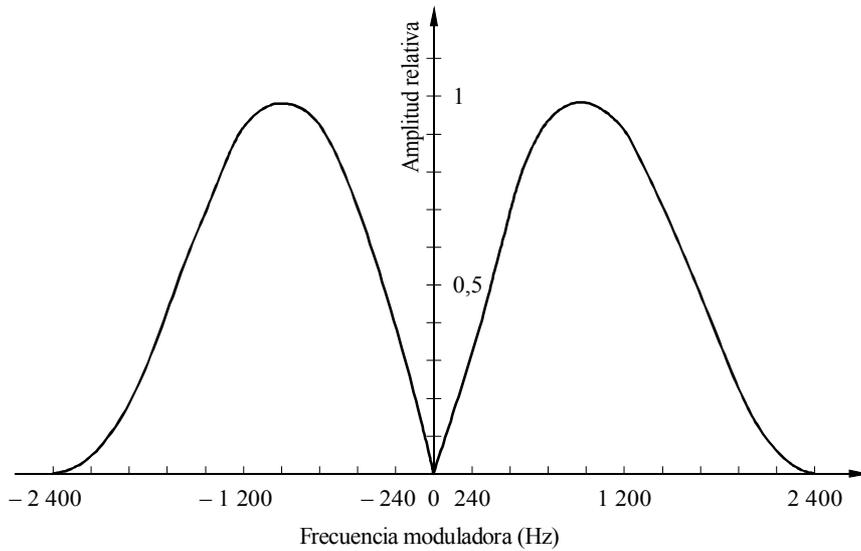
2.3 Protección contra errores: la palabra de comprobación de redundancia cíclica de 10 bits, a la cual se añade la palabra de desplazamiento de 10 bits para fines de sincronización, está destinada a permitir que el receptor/decodificador detecte y corrija los errores que se producen en recepción.

2.4 Sincronización de bloques y grupos: la transmisión de datos es totalmente síncrona y no existen lagunas entre los grupos o bloques. El decodificador puede reconocer el principio y el fin de los bloques de datos debido al hecho de que el decodificador de comprobación de errores detectará, con fuerte probabilidad, el deslizamiento de sincronización de bloques. Los bloques dentro de cada grupo están identificados por diferentes palabras de desplazamiento añadidas a las respectivas palabras de comprobación de 10 bits.

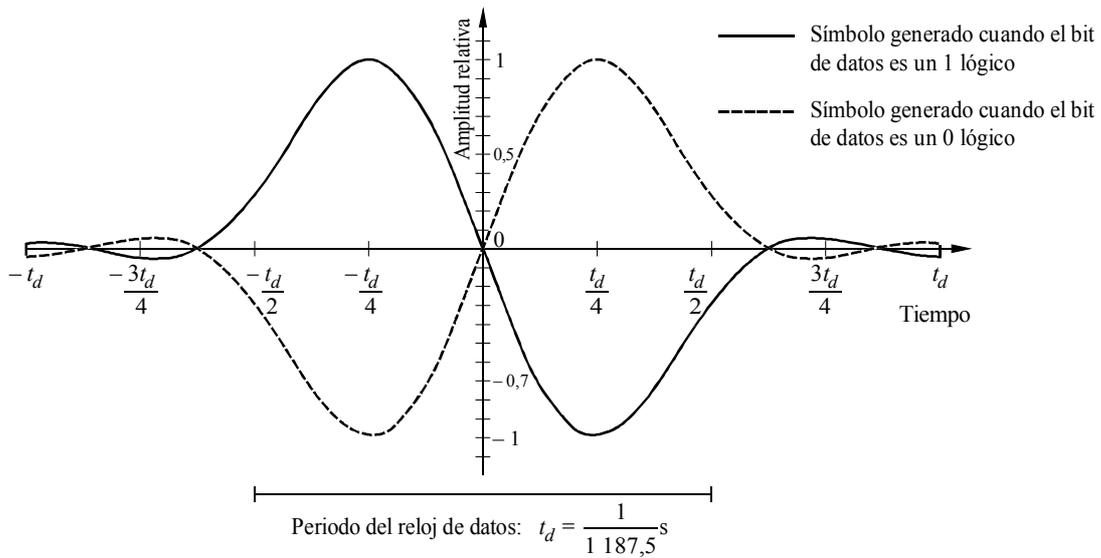
* Las características publicadas en este Anexo 1 son sólo un resumen de un texto más detallado que se publica por separado.

FIGURA 1

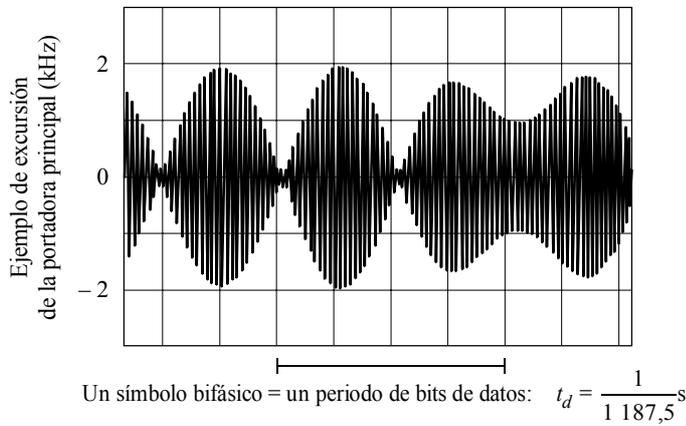
Espectro y representación en función del tiempo de las señales RDS



a) Espectro de señales radioeléctricas de datos con codificación bifásica



b) Representación en función del tiempo de un único símbolo bifásico

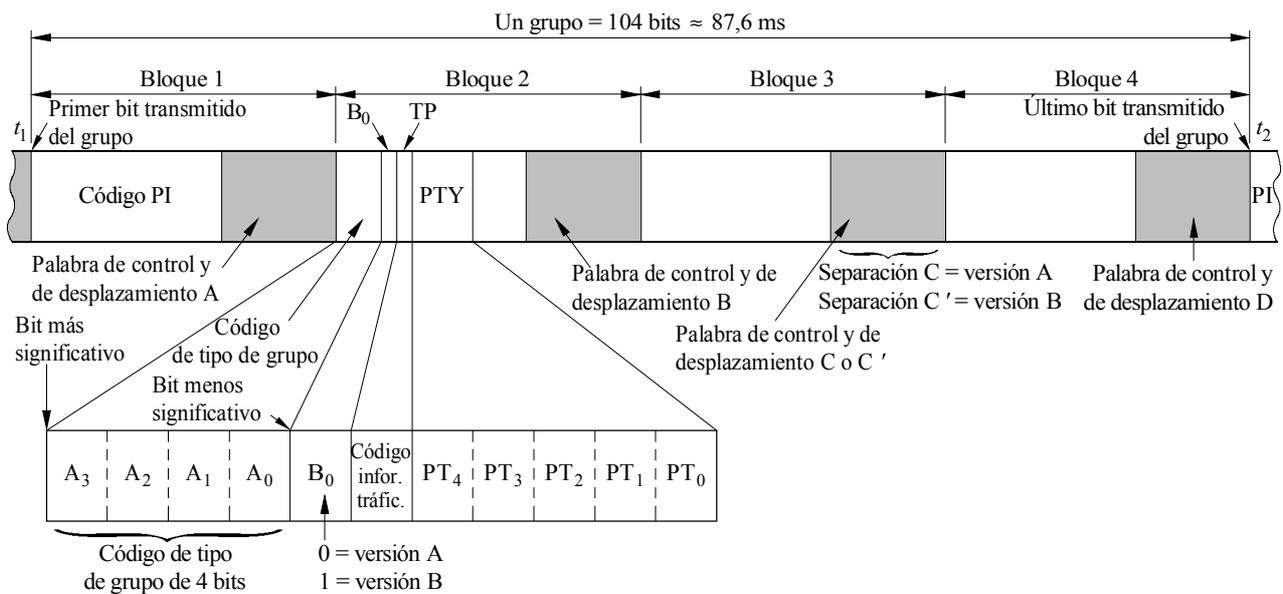


c) Señales radioeléctricas de datos a 57 kHz

2.5 Formato de mensaje: los primeros 5 bits del segundo bloque de cada grupo se asignan a un código de 5 bits que especifica la aplicación del grupo y su versión. Los tipos de grupo especificados se indican en el Cuadro 1. Se deja también espacio para añadir en una etapa posterior otras aplicaciones no definidas aún.

Una gran parte de la capacidad de transmisión de datos del RDS se utilizará para aplicaciones relativas a funciones de sintonización automáticas o asistidas de receptores MF. Estos mensajes se repiten frecuentemente de modo que el tiempo de adquisición de datos para la sintonización o la nueva sintonización sea corto. Muchos de los códigos correspondientes ocupan posiciones fijas dentro de cada grupo. Por tanto, pueden decodificarse sin referencia a ningún bloque fuera del que contiene esta información.

FIGURA 2
Formato y direccionamiento del mensaje



Nota 1 – Código de tipo de grupo = 4 bits.

Nota 2 – B_0 = Código de versión = 1 bit.

Nota 3 – Código PI = Código de identificación de programa = 16 bits.

Nota 4 – TP = Código de identificación de un programa de información de tráfico = 1 bit.

Nota 5 – PTY = Código de tipo de programa = 5 bits.

Nota 6 – Palabra de control + desplazamiento «N» = 10 bits agregados para la protección contra errores y la información de sincronización de bloque o de grupo.

Nota 7 – $t_1 < t_2$: en cada grupo, el bloque 1 se transmite primero y el bloque 4 último.

CUADRO 1

Códigos de tipo de grupo

Tipo de grupo		Código binario					Aplicaciones
Valor decimal	Código binario						
	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	B ₀		
0	0	0	0	0	X ⁽¹⁾	Información básica de sintonización y conmutación	
1	0	0	0	1	X	Número de elemento del programa (horario)	
2	0	0	1	0	X	Radiotexto	
3	0	0	1	1	X	Aplicación no definida	
4	0	1	0	0	0	Hora y fecha	
5	0	1	0	1	X	Canales transparentes para texto u otros gráficos (32 canales)	
6	0	1	1	0	X	Aplicaciones internas	
7	0	1	1	1	0	Radiobúsqueda	
8-13						Aplicaciones no definidas aún	
14	1	1	1	0	X	Información ampliada sobre otras redes	
15	1	1	1	1	1	Información básica rápida de sintonización y conmutación	

⁽¹⁾ X indica que el valor puede ser «0» (versión A) o «1» (versión B).

En el Cuadro 2 se explican las abreviaturas utilizadas y las características a que corresponden.

CUADRO 2

Lista de abreviaturas y características

Funciones de sintonización	Otras funciones
PI: Identificación del programa	TA: Identificación de información de tráfico
PS: Nombre de la cadena de programas	DI: Identificación del decodificador
AF: Lista de otras frecuencias posibles	M/S: Conmutación música/palabra
TP: Identificación de programas de información de tráfico	PIN: Número de elemento del programa (horario)
PTY: Tipo de programa	RT: Radiotexto
EOH: Información ampliada sobre otras redes	TDC: Canal de datos transparente
	IH: Aplicaciones internas
	CT: Fecha y hora
	RP: Radiobúsqueda

2.6 Velocidad de repetición: en el Cuadro 3 se indican las velocidades de repetición recomendadas para algunas de las aplicaciones principales cuando se establezcan por la entidad de radiodifusión y solamente en ese caso.

CUADRO 3

Velocidad de repeticiones apropiadas

Aplicaciones	Tipos de grupos que contienen esa información	Velocidad de repetición apropiada (s)
Código de identificación del programa (PI)	Todos	11,4 ⁽¹⁾
Código del tipo de programa (PTY)	Todos	11,4 ⁽¹⁾
Código de identificación del programa de información de tráfico (TP)	Todos	11,4 ⁽¹⁾
Nombre de la cadena de programas (PS)	0A, 0B	1 ⁽²⁾
Pares de código de otras frecuencias posibles (AF)	0A	4 ⁽²⁾
Código de información de tráfico (TA)	0A, 0B, 15B	4
Código de identificación del decodificador (DI)	0A, 0B, 15B	1
Código de música/palabra (M/S)	0A, 0B, 15B	4
Mensaje de radiotexto (RT)	2A, 2B	0,2 ⁽³⁾
Información ampliada sobre otras redes (EON)	14A, 14B	Hasta 2 ⁽⁴⁾

- (1) Los códigos válidos para este elemento se transmitirán normalmente al menos con esta velocidad de repetición, siempre que el emisor difunda un programa de radiodifusión normal.
- (2) Para transmitir el nombre PS completo se requiere un total de cuatro grupos 0A, por lo que será necesario transmitir cuatro grupos 0A por segundo. Puede reducirse la velocidad de repetición del tipo de grupo 0A si se requiere más capacidad para otras aplicaciones. Es necesario transmitir como mínimo dos grupos de tipo 0A por segundo a fin de asegurar el funcionamiento correcto de las características PS y AF. Debe tenerse en cuenta que en este caso la transmisión de la PS completa durará 2 s. No obstante en condiciones de recepción típicas la introducción de errores originará que el receptor necesite 4 s o más para adquirir el nombre PS para su visualización.
- (3) Para la transmisión de un mensaje de radiotexto de 64 caracteres se necesita un total de 16 grupos del tipo 2A, por lo que será necesario transmitir 3,2 grupos del tipo 2A por segundo. Para ciertos juegos de caracteres, el número máximo de caracteres transmitidos puede ser inferior a 64. Por ejemplo, un carácter coreano se compone de un código de caracteres de 2 bytes.
- (4) El tiempo máximo de ciclo para la transmisión de todos los datos relativos a todas las cadenas de programas referenciadas mutuamente será inferior a 2 min.

NOTA 1 – Algunas administraciones no pertenecientes a la Región 1 están estudiando todavía algunas de las especificaciones mencionadas y necesitan más tiempo antes de poder aceptar la presente Recomendación.

ANEXO 2

Características operacionales del sistema de transmisión radioeléctrica de datos**1 Compatibilidad con las emisiones existentes en ondas métricas con modulación de frecuencia****1.1 Compatibilidad con el programa principal estereofónico con frecuencia piloto**

La frecuencia, nivel y método de modulación de la subportadora utilizada para transportar las señales de datos se han elegido cuidadosamente a fin de evitar interferencias en la recepción del programa principal estereofónico o monofónico. Debido a la extrema importancia de estas consideraciones de compatibilidad, en varios países se han realizado pruebas tácticas detalladas y prolongadas. Se ha hallado que en una gran variedad de condiciones de propagación y de receptores, se logra una buena compatibilidad. Sin embargo, en algunos lugares en los que las señales recibidas son muy afectadas por la propagación por trayectos múltiples, puede producirse interferencia a la señal del programa principal. En estas circunstancias, no obstante, incluso en ausencia de señales RDS, la calidad de la señal de programa recibida suele ser mediocre debido a la distorsión.

1.2 Compatibilidad con las señales auxiliares existentes

El sistema de transmisión radioeléctrica de datos se ha concebido de manera tal que sus señales no interfieran con las señales auxiliares existentes utilizadas en algunos países para identificar la información de tráfico a automovilistas (sistema ARI (véase el Informe UIT-R BS.463)). Esto se logra conformando el espectro transmitido de las señales RDS de manera que se minimice la superposición con el espectro de las señales ARI. Sin embargo, cuando las señales del sistema RDS se difunden simultáneamente desde el mismo transmisor o desde transmisores distintos, deberá reducirse el nivel de inyección de la señal RDS de modo que la excursión de la portadora MF principal debido a la subportadora RDS sea $\pm 1,2$ kHz; ésto se ha considerado necesario para garantizar la compatibilidad requerida con algunos tipos de receptores ARI. Simultáneamente, deberá reducirse la excursión de la portadora MF principal debida a la subportadora ARI no modulada, a $\pm 3,5$ kHz. No obstante, en el futuro puede que sea posible aumentar la excursión debida a las señales RDS.

2 Fiabilidad de recepción de señales radioeléctricas de datos

Cuando se evalúa la fiabilidad de la recepción de señales radioeléctricas de datos es importante dividir las aplicaciones del sistema RDS en dos categorías: cuando se utilizan mensajes cortos y frecuentemente repetidos, por ejemplo, funciones automáticas de sintonización, y cuando se utilizan mensajes más largos que se repiten raramente, por ejemplo, mensajes de radiotexto (RT).

En el caso de condiciones de recepción en el límite de la intensidad de campo (como pudiera ocurrir en una instalación doméstica fija, y con el nivel de inyección recomendado de las señales RDS de ± 2 kHz) es posible una recepción adecuadamente fiable de mensajes cortos para una tensión a la entrada al receptor de sólo unos 20 dB μ V (de una fuente de 50 Ω) mientras que para la recepción con una fiabilidad adecuada de mensajes más largos requeriría una tensión de entrada de unos 23 dB μ V. Debe destacarse que los valores indicados anteriormente dependen del factor de ruido del receptor que, típicamente, es de unos 7 dB. Estas tensiones de entrada corresponden a proporciones de bits erróneos en la señal recibida antes de la corrección de errores de 1×10^{-2} y 1×10^{-4} , respectivamente. En estas condiciones de intensidad de campo límite, la proporción de bits erróneos en la señal recibida disminuye exponencialmente al aumentar el nivel a la entrada de la antena del receptor. Además, para niveles de inyección de la señal RDS en el transmisor en la gama especificada de ± 1 kHz a $\pm 7,5$ kHz, el nivel de la señal a la entrada de la antena del receptor necesario para alcanzar una proporción de errores determinada aumenta proporcionalmente al disminuir el nivel de inyección y viceversa. Una disminución del nivel de inyección de ± 2 kHz a ± 1 kHz aumenta en 6 dB la tensión a la entrada de la antena que necesita un receptor RDS para alcanzar una proporción de bits erróneos determinada.

Los estudios realizados para determinar el mejor nivel para las señales RDS inyectadas, demostraron que podría lograrse un compromiso entre la compatibilidad con las señales del programa principal por una parte y la fiabilidad de la recepción de la señal RDS por la otra. Sobre todo, se halló que el nivel de inyección recomendado de la señal RDS correspondiente a una excursión de ± 2 kHz con respecto a la portadora MF principal constituye el mejor compromiso en una amplia gama de condiciones de recepción.

En el caso de recepción móvil a bordo de vehículos, se halló que la propagación por trayectos múltiples a menudo es el factor predominante para la recepción de la señal RDS. A fin de obtener información sobre la calidad de funcionamiento del sistema RDS en condiciones de recepción limitadas por la propagación por trayectos múltiples, en varios países se realizaron amplias pruebas prácticas en servicio.

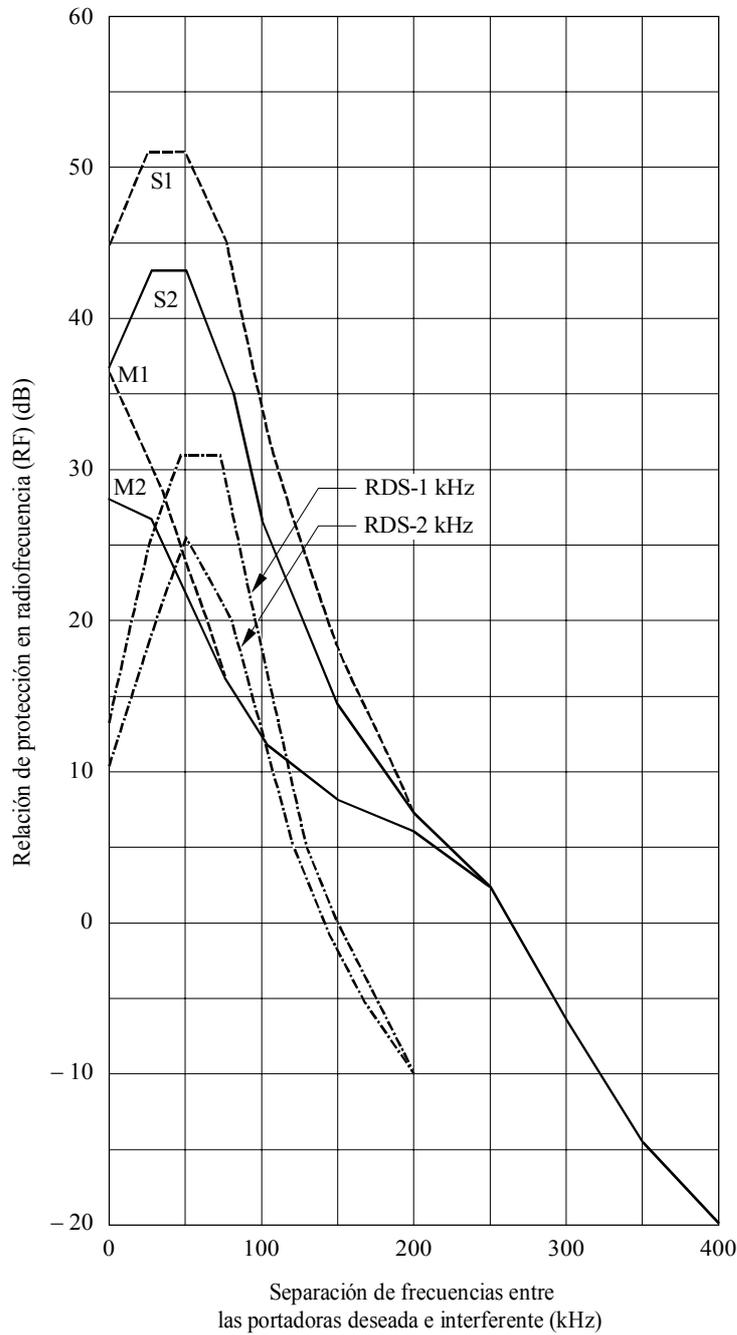
En estas pruebas prácticas, que se realizaron en caminos en los que la recepción de señales desde el transmisor de radiodifusión local estaba muy degradada por la propagación por trayectos múltiples, se comprobó que los mensajes repetidos frecuentemente necesarios para las funciones automáticas de sintonización de los receptores RDS podrán recibirse fiablemente incluso cuando la señal del programa principal recibido estaba muy degradada por la distorsión y el ruido. Como en el caso de las condiciones de recepción limitadas por la intensidad de campo, se halló que la fiabilidad de recepción mejoraba al aumentar el nivel de inyección de la señal RDS en el transmisor. Sin embargo, se halló también que la calidad de funcionamiento adecuado se mantenía hasta el nivel de inyección mínimo de ± 1 kHz permitido por la especificación del sistema RDS.

Se determinó la relación de protección RF necesaria requerida por el sistema RDS para la interferencia procedente de señales radiodifundidas no deseadas, en el mismo canal o en canales adyacentes, mediante mediciones efectuadas en laboratorio utilizando un procedimiento similar al empleado para derivar las relaciones de protección indicadas en la Recomendación UIT-R BS.412. Los resultados de estas mediciones para la interferencia permanente se muestran en la Fig. 3. Cabe señalar que para transmisiones que utilizan la separación de canales recomendada de 100 kHz, la relación de protección que necesita el sistema RDS es mucho menor que la requerida para programas estereofónicos. La Fig. 3 muestra que las relaciones de protección para RDS son próximas a las de las señales de programas monofónicos; éstas pueden mejorarse, si se desea, utilizando un mayor nivel de subportadora RDS.

Se observó que las relaciones de protección necesarias para los servicios de radiodifusión monofónica y estereofónica no resultaban afectadas por la inclusión de una subportadora RDS en la señal interferente. Se vio que esto era cierto para excursiones de la portada principal, causadas por la subportadora, de hasta $\pm 7,5$ kHz.

FIGURA 3

Comparación de las relaciones de protección RF para monofonía y estereofonía indicadas en la Recomendación UIT-R BS.412 con las medidas para el sistema RDS



- Curvas M1: Radiodifusión monofónica; interferencia constante
- M2: Radiodifusión monofónica; interferencia troposférica
- S1: Radiodifusión estereofónica; interferencia constante
- S2: Radiodifusión estereofónica; interferencia troposférica
- RDS-1 kHz: Transmisión de datos con excursión de ± 1 kHz, para interferencia constante; proporción de bits erróneos: 1×10^{-3}
- RDS-2 kHz: Transmisión de datos con excursión de ± 2 kHz, para interferencia constante; proporción de bits erróneos: 1×10^{-3}