

INFORME 1018-1 *

**CRITERIOS DE COORDINACIÓN COCANAL Y DE CANAL ADYACENTE
EN EL SERVICIO MÓVIL CUANDO SE UTILIZAN SIMULTÁNEAMENTE
DIFERENTES TÉCNICAS DE MODULACIÓN**

(Cuestión 72/8 y Programa de Estudios 7B/8.)

(1986-1990)

1. Introducción

En Estados Unidos de América se han realizado pruebas de laboratorio y pruebas en condiciones prácticas a fin de comparar las técnicas de modulación de Banda Lateral Única con Compansión (compresión-expansión) de Amplitud (BLUCA) con la MF convencional para las radiocomunicaciones móviles en ondas métricas. Los resultados de este estudio figuran en un informe publicado por la «Federal Communication Commission» [FCC, 1983]. Se ha extraído cierta información de este texto que se incluye en las figs. 1, 2 y 3. Además, la «National Telecommunications Information Administration» [NTIA, 1983] ha llevado a cabo algunas mediciones y ha publicado también un informe.

En Canadá, _____ se han llevado a cabo algunas pruebas de laboratorio y de campo con sistemas BLUCA. Estas pruebas demostraron un comportamiento satisfactorio en lo que respecta a la calidad de recepción, cobertura e inmunidad contra el ruido. En estas pruebas la BLUCA no fue inferior a la MF [Bischoff y Sieb, 1982; Bonney, 1982].

Durante el periodo 1984-1987, el Departamento de Comunicaciones del «Communication Research Center» de Canadá llevó a cabo pruebas de laboratorio subjetivas y objetivas con sistemas BLUCA [Burke y Boucher, 1984]. Se evaluó la inteligibilidad de las señales vocales para varias combinaciones de señales deseadas e indeseadas, en función de las separaciones de frecuencia.

También en Canadá se han realizado pruebas para definir los posibles criterios de compartición entre sistemas móviles que utilizan técnicas de espectro ensanchado con saltos de frecuencia (FH – Frequency Hopping) y otros con otras técnicas de modulación.

* Este Informe debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 1.

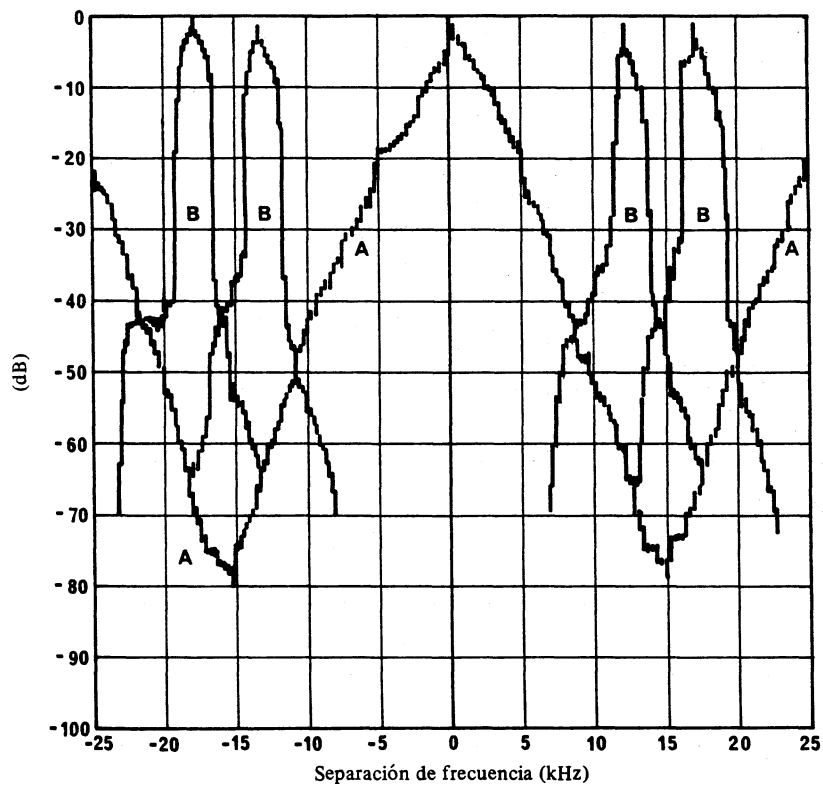


FIGURA 1 – Espectros de emisión superpuestos correspondientes a las técnicas de modulación MF y BLUCA. Canales MF separados 30 kHz y BLUCA insertados con separación de 12,5 kHz

Curvas A: modulación de frecuencia (MF)

B: banda lateral única con compansión de la amplitud (BLUCA)

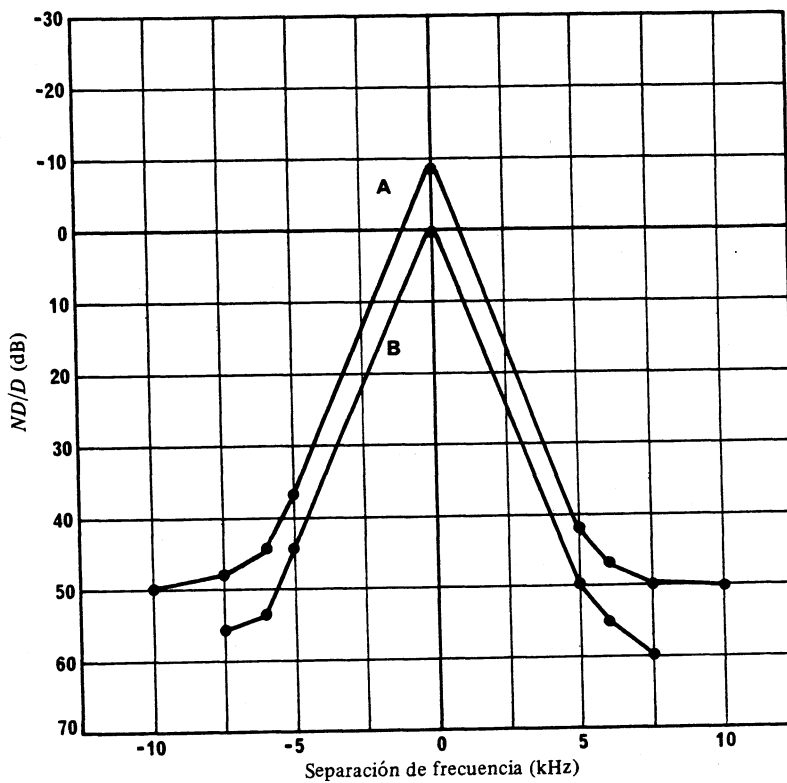


FIGURA 2 – Relación «señal no deseada/señal deseada (ND/D)» para interferencia de BLUCA a BLUCA

Curvas A: apenas apreciable

B: de ruptura

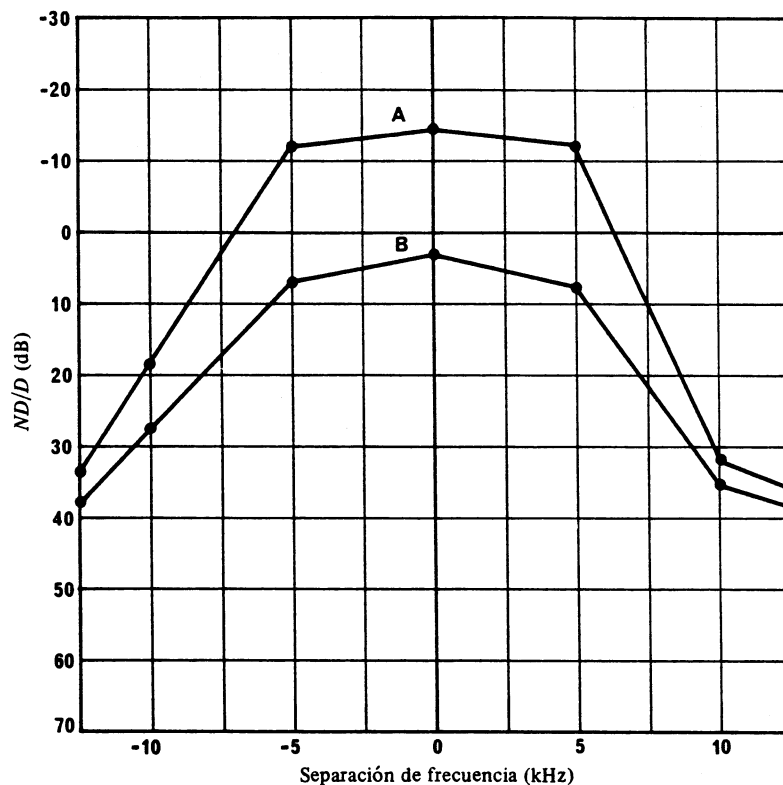


FIGURA 3 – Relación «señal no deseada/señal deseada (ND/D)» para interferencia de BLUCA a MF

Curvas A: apenas apreciable

B: de ruptura

2. Resultados de las pruebas realizadas en los Estados Unidos comparando las técnicas de modulación BLUCA y MF

La fig. 1 muestra los espectros de emisión superpuestos de sistemas MF y BLUCA con canales BLUCA espaciados, 12,5 kHz y situados entre los canales MF existentes separados 30 kHz. A esta configuración se la denomina inserción de canales BLUCA. Esto produce una degradación en la protección de la señal MF deseada debido a la inserción de la señal BLUCA adyacente a plena potencia, en el borde de la banda del canal MF. La banda de paso de frecuencia intermedia (FI) de los receptores MF típicos que se utilizan actualmente, proporciona solamente una atenuación limitada para las señales situadas a 12,5 kHz de su frecuencia central. En consecuencia, será necesaria una separación geográfica suficiente a fin de situar canales BLUCA (inserciones) entre canales MF existentes. Un sistema MF típico que funcione con una separación de canales de 25 a 30 kHz, puede proporcionar, a la señal MF deseada, una protección de canal adyacente superior a 70 dB. Con canales BLUCA de inserción, la protección de canal adyacente a la señal MF deseada puede ser tan sólo de 40 dB.

En la fig. 2, se representan las relaciones «señal no deseada/señal deseada (ND/D)» para una señal BLUCA interferida por otra señal BLUCA. Los datos de la fig. 2 se tomaron en los siguientes desplazamientos de frecuencia: cocanal, ± 5 kHz, ± 6 kHz, $\pm 7,5$ kHz, ± 10 kHz y $\pm 12,5$ kHz. Para separaciones superiores a 7,5 kHz los datos tomados estaban limitados por el montaje de las pruebas. La relación ND/D puede ser superior a 50 dB más allá de 7,5 kHz. Un valor positivo de la relación ND/D , indica que la señal no deseada es más intensa que la señal deseada.

En la fig. 3, se representan las relaciones ND/D para una señal MF interferida por una señal BLUCA. Se obtuvieron los datos de la fig. 3 para los siguientes desplazamientos de frecuencia: cocanal, ± 5 kHz, ± 10 kHz y $\pm 12,5$ kHz. En ambos casos, los datos indicados representan valores medios de los obtenidos individualmente por observadores. La diferencia media en los datos registrados por observadores fue inferior a 1 dB para «apenas apreciable» e inferior a 0,5 dB para «ruptura».

Para determinar las relaciones «señal no deseada/señal deseada», se ajustó el atenuador del canal deseado en la zona de prueba del receptor para el nivel de prueba adecuado del receptor. Para cada prueba, se ajustó el atenuador del canal de señal no deseada a fin de que el observador detectara una interferencia «apenas apreciable» anotándose la diferencia entre los atenuadores. Seguidamente el observador ajustó el atenuador del canal de señal no deseada para interferencia de «ruptura» anotándose la diferencia entre atenuadores. Se repitió este procedimiento para los cinco niveles de señal deseada.

Se define la interferencia *apenas apreciable* como aquella interferencia que se detecta, pero que no se observaría si la señal interferente se redujera ligeramente de nivel (1 dB).

Se define la interferencia *de ruptura* como aquella que produce la mutilación de algunas palabras requiriendo la repetición ocasional de algunos mensajes. Utilizando frases aleatorias con una longitud media de seis palabras, el criterio utilizado para exigir la repetición de una transmisión fue la recepción de dos o más palabras mutiladas en tres frases contiguas.

Cualquier plan de canales basado en la relación ND/D deberá tener en cuenta la estabilidad de frecuencia del transmisor interferente y del receptor interferido. Asimismo, las características de selectividad del receptor afectarán a la relación ND/D . En Estados Unidos de América proseguirán el desarrollo y la realización de pruebas en condiciones prácticas.

3. Resultados de las pruebas realizadas en Canadá comparando la BLUCA con la MF

3.1 Criterios utilizados para la protección frente a las interferencias

3.1.1 Relación de protección frente a las interferencias (pruebas objetivas)

La «relación de protección frente a las interferencias» es la relación (en dB) entre los niveles de la señal interferente y de la señal útil presentes a la entrada del receptor que provoca una degradación en el SINAD del receptor de 12 dB a 6 dB. La señal deseada se moduló con un tono de 1 kHz mientras que la señal inherente se moduló con voz.

3.1.2 Interferencia de ruptura (pruebas subjetivas)

«Interferencia de ruptura» es el nivel de interferencia que tenga como consecuencia la recepción de algunas palabras incompletas, necesitando repeticiones ocasionales de la transmisión del mensaje. Tanto la señal útil como la interferente se modulan con la señal vocal.

3.1.3 «Relación de interferencia de ruptura» (pruebas subjetivas)

La «relación de interferencia de ruptura», con el nivel de la señal útil ajustado al mismo nivel de SINAD de 12 dB, es la relación entre la señal interferente y la señal útil que produzca condiciones de interferencia perjudicial.

3.2 Resultados para interferencias de BLUCA a MF, y de MF a BLUCA

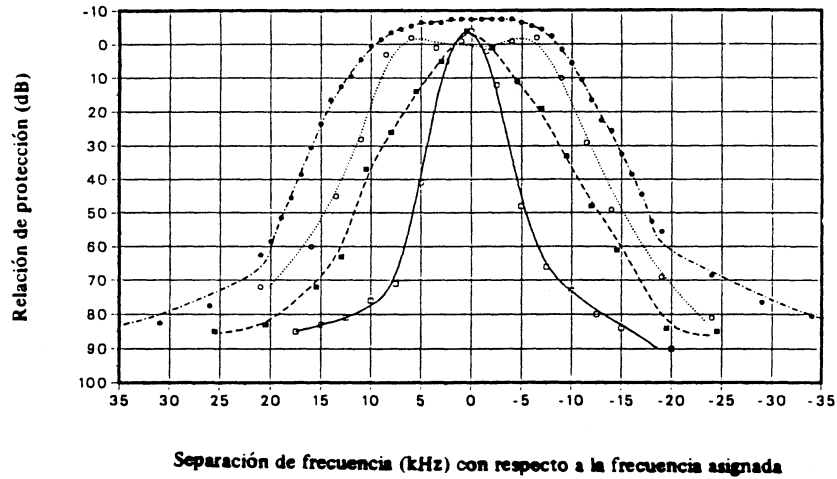
En el Cuadro I se resumen los valores críticos de la intensidad de campo de la señal interferente para producir interferencia objetiva y de ruptura para BLUCA y unidades MF. Las Figuras 4 y 5 muestran los resultados de la interferencia de ruptura y objetiva, respectivamente.

CUADRO I

Interferencia	Separación de frecuencias (kHz)	Relación de protección contra la interferencia objetiva (dB) (canal deseado modulado con un tono de 1 kHz)	Relación de protección contra la interferencia de ruptura (dB) (canal deseado modulado con voz)
BLUCA a MF	7,5	3	4
	12,5	45	42
	15,0	60	57
	20,0	72	73
MF a BLUCA	7,5	26	28
	12,5	63	57
	15,0	72	70
	20,0	83	80
	25,0	85	87

3.3. Resultados para interferencias de BLUCA a BLUCA y de MF a MF

En el cuadro II se muestran los resultados de las pruebas para las relaciones de protección contra las interferencias objetiva y de ruptura para caso de interferencia de BLUCA a BLUCA y de MF a MF. Las figuras 4 y 5 muestran la relación de protección (dB) para la interferencia de ruptura subjetiva y la interferencia objetiva, respectivamente.

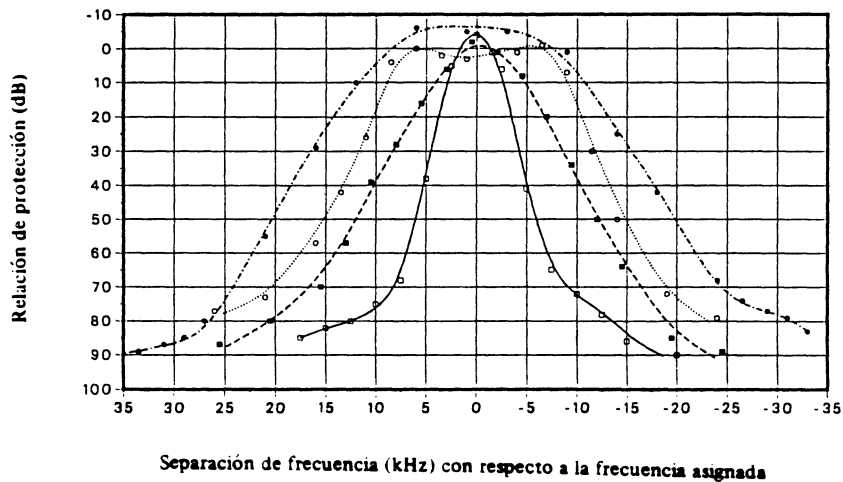


Separación de frecuencia (kHz) con respecto a la frecuencia asignada

FIGURA 4

SINAD entre 12 y 6 dB objetiva con interferencia de voz

- Interferencia de BLUCA a BLUCA
- MF a BLUCA
- BLUCA a MF
- MF a MF



Separación de frecuencia (kHz) con respecto a la frecuencia asignada

FIGURA 5

Interferencias de ruptura subjetiva

- BLUCA a BLUCA
- MF a BLUCA
- BLUCA a MF
- MF a MF

En el cuadro II siguiente se dan los resultados más importantes obtenidos de las relaciones de protección contra las interferencias entre los sistemas BLUCA y los sistemas MF.

CUADRO II

Interferencia	Separación de frecuencias (kHz)	Relación de protección contra la interferencia objetiva (dB) (canal deseado modulado con un tono de 1 kHz)	Relación de protección contra la interferencia de ruptura (dB) (canal deseado modulado con voz)
MF a MF	11	9,5	10
	15	30,5	29
	20	62,5	55
	25	77,5	73
	30	83,0	87
BLUCA a BLUCA	2,5	5,0	5
	5,0	41,0	38
	7,5	71,0	68
	12,5	81,0	80
	15,0	83,0	82
	17,5	85,0	85

4. Mediciones realizadas en Canadá de las relaciones de protección contra los servicios que utilizan la técnica de modulación de espectro ensanchado con saltos de frecuencia (FH)

Se han efectuado mediciones para definir los criterios de interferencia cocanal aplicables al servicio móvil terrestre que funciona en la banda de 30 a 50 MHz. Para las mediciones se utilizaron tres receptores comerciales MF con separación entre canales de 20, 50 y 25 kHz. Se midieron las relaciones de protección señal/interferencia (S/I) para el funcionamiento cocanal, utilizando los criterios de interferencia apenas perceptible e ininteligible, aproximadamente equivalentes, respectivamente, al MINIT y al AI de 0,3, definidos en los Informes 526 y 525. Los resultados obtenidos figuran con todo detalle en el Informe 826.

Los resultados experimentales indican que son necesarias importantes pérdidas de propagación para proteger un receptor MF contra el nivel apenas perceptible de la interferencia FH cocanal. Por otra parte, se necesitan pérdidas de propagación sorprendentemente pequeñas para proteger contra el nivel ininteligible de interferencia perjudicial. Por lo demás, teniendo en cuenta que los actuales usuarios del servicio móvil terrestre en la banda de 30 a 50 MHz emplean técnicas de transmisión analógicas, no será molesta, si no acaece demasiado a menudo, una interferencia de 10 ms de duración, como la utilizada en el experimento canadiense. Para un determinado canal del servicio móvil terrestre, hubo interferencia proveniente de una fuente durante un promedio del 0,4% del tiempo, de modo que un sistema móvil terrestre (de telefonía analógica) puede tolerar un mayor número de fuentes de interferencia FH, cuyo número máximo depende del grado de servicio deseado.

Durante el experimento no se intentó evaluar el impacto de la interferencia FH en sistemas digitales, ni se estudió la relación entre el número de fuentes de interferencia FH y la degradación sufrida por la señal del servicio móvil terrestre.

Debe señalarse que la degradación es aditiva, en el sentido de que el funcionamiento simultáneo de n transmisores que efectúan saltos de frecuencias aumentará el ciclo de trabajo de la interferencia por un factor n . Por último, hay que tener en cuenta los valores de la Recomendación 478 (las emisiones no esenciales en frecuencias discretas están limitadas a un nivel de $2,5 \mu\text{W}$, o a 70 dB por debajo de la potencia portadora).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISCHOFF, H. y SIEB, E. [octubre de 1982] Amplitude Compandored Sideband (ACSB). Radio test report, CP Rail Communications, Department of Communications, Ottawa, Canadá.
- BONNEY, A. J. [noviembre de 1982] ACSSB/FM Interference, Sideband Canada Ltd. Department of Communications, Ottawa, Canadá.
- BURKE, M. J. y BOUCHER, L. M. [10-13 de septiembre de 1984] An amplitude companded single sideband equipment evaluation. IEE International Conference on Mobile Radio Systems and Techniques, University of York, Reino Unido.
- FCC [octubre de 1983] Amplitude compandored sideband compared to conventional FM for VHF mobile radio. Report FCC/OSTTM83-7, U.S. Department of Commerce, National Technical Information Services, Springfield, VA. 22161 Estados Unidos de América, bajo la referencia NTIS Accession N.º PB84 116383.
- NTIA Report [1983] Interference Measurements on Amplitude Compandored Single Sideband (ACSSB) Land Mobile Radio, National Telecommunications and Information Administration, NTIA-CR-83-25 de junio.

