

## INFORME 946-1\*

**LIMITACIONES QUE AFECTAN A LA PLANIFICACIÓN PARA LA  
RADIODIFUSIÓN SONORA MF EN LA BANDA 8 (ONDAS MÉTRICAS)**

(Cuestión 46/10, Programa de Estudios 46L/10)

(1982-1990)

**1. Introducción**

Para planificar eficazmente el servicio de radiodifusión sonora en la banda 87,5-108 MHz, quizá haya que tener en cuenta algunas limitaciones que afectan a la utilización de las frecuencias para no causar interferencias a otras emisiones de radiodifusión sonora en la misma banda y asegurar la compatibilidad con las emisiones de televisión en las bandas 47-68 MHz y 174-230 MHz.

En el presente Informe, se definen los distintos mecanismos de interferencia resultantes de las limitaciones técnicas en la concepción de los receptores, así como de la difusión de diversos programas a partir del mismo lugar.

En el punto 2 se enumeran los principales mecanismos de interferencia debidos al receptor, mientras que en el punto 3 se indican los que conviene tener en cuenta para la planificación. No se toman en consideración las interferencias causadas por la radiación de armónicos y de productos de intermodulación desde el transmisor, por suponerse que el organismo de radiodifusión podrá tomar las precauciones necesarias para reducir estas radiaciones no esenciales a un nivel aceptable.

**2. Mecanismos de interferencia derivados de las características de los receptores de radiodifusión****2.1 Radiación del oscilador local**

A continuación, sólo se tiene en cuenta el caso en que la frecuencia del oscilador local es superior en 10,7 MHz a la de la emisión deseada, como sucede en la gran mayoría de los receptores actuales. Pueden darse los siguientes mecanismos de interferencia:

**2.1.1 Radiación en la frecuencia fundamental**

La radiación de los receptores con modulación de frecuencia puede afectar a la recepción en la misma banda si la diferencia de frecuencia es de  $10,7 \pm 0,2$  MHz. Este fenómeno se produce si se utilizan dos receptores adyacentes sintonizados con emisiones separadas por esta diferencia de frecuencia.

La radiación de los receptores de televisión en la banda 47-68 MHz puede afectar a la recepción con modulación de frecuencia. Este fenómeno puede producirse cuando la frecuencia del oscilador del receptor de televisión, que es igual a la frecuencia intermedia (FI) más la frecuencia de la portadora de imagen, se halla cerca de la frecuencia de la portadora de una transmisión en ondas métricas con modulación de frecuencia. En el cuadro I se indica la lista de frecuencias en ondas métricas que pueden experimentar posibles interferencias.

---

\* Los puntos 2.5 y 3.2.5 de este Informe deben señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 8.

CUADRO I

Sistema	Canal	Límites del canal (MHz)	Portadora de imagen (MHz)	FI canal video (MHz)	Frecuencias con MF en ondas métricas que pueden sufrir interferencias (MHz)
B	3	54 - 61	55,25	38,9	94,1; 94,2
B	4	61 - 68	62,25	38,9	101,1; 101,2
D	R1	48,5 - 56,5	49,75	38	87,7; 87,8
D	R2	58 - 66	59,25	38	97,2; 97,3
I	IB	52,5 - 60,5	53,75	39,5	93,2; 93,3
I	IC	60,5 - 68,5	61,75	39,5	101,2; 101,3

### 2.1.2 Radiación de armónicos

El segundo armónico de los osciladores locales de los receptores con modulación de frecuencia puede causar interferencia a la recepción de televisión en todos los canales entre 196 y 230 MHz. La frecuencia interferente con MF en ondas métricas se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$2(f_{MF} + 10,7) = f_{TV} \quad \text{MHz} \quad (1)$$

### 2.2 Combinación de armónicos

En un receptor con modulación de frecuencia, el segundo armónico del oscilador local puede combinarse con portadoras de imagen y sonido de televisión en la banda 174-230 MHz para producir una diferencia de frecuencia de 10,7 MHz, causando así interferencia a la recepción radioeléctrica. La frecuencia de ondas métricas que sufre la interferencia puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$2(f_{MF} + 10,7) = f_{TV} \pm 10,7 \quad \text{MHz} \quad (2)$$

### 2.3 Armónicos y productos de intermodulación que aparecen en condiciones de saturación en el receptor

Los niveles elevados de las señales en la entrada del receptor pueden producir no linealidades en la etapa de entrada, lo que da lugar a la generación de armónicos y productos de intermodulación. Pueden presentarse los casos siguientes:

- El segundo armónico de las emisiones de televisión en la banda 47-54 MHz se sitúa en la banda 94-108 MHz.
- El segundo armónico de las emisiones en ondas métricas con modulación de frecuencia en la banda 87,5-108 MHz se sitúa en la banda 175-216 MHz.
- En las frecuencias de estas emisiones, aparecen productos de intermodulación de tercer orden debidos a la recepción de más de dos emisiones con modulación de frecuencia equidistantes. Por ejemplo, si se tienen tres frecuencias  $f_1$ ,  $f_2$  y  $f_3$ , tales que

$$f_2 = f_1 + \Delta f; f_3 = f_1 + 2\Delta f \quad (3)$$

donde  $\Delta f$  es la diferencia de frecuencia,

$$2f_2 - f_1 = 2(f_1 + \Delta f) - f_1 = f_1 + 2\Delta f = f_3 \quad (4)$$

Existen posibilidades adicionales de doble o triple batido.

- El segundo armónico de una transmisión interferente con modulación de frecuencia separada por 5,3 ó 5,4 MHz de la transmisión deseada puede combinarse con el segundo armónico del oscilador local para producir una diferencia de frecuencia de 10,6 ó 10,8 MHz, lo que causa interferencia a la recepción radioeléctrica.
- Dos transmisores separados por  $10,7 \pm 0,2$  MHz pueden dar lugar a interferencias debido a un proceso de intermodulación en el receptor.

### 2.4 Armónicos de la frecuencia intermedia

No linealidades en la etapa de la frecuencia intermedia de salida pueden producir armónicos de 10,7 MHz. El noveno y décimo armónicos (96,3 MHz y 107,0 MHz, respectivamente) se sitúan en la banda 8 de radiodifusión con modulación de frecuencia, y pueden producirse interferencias por realimentación en las etapas de entrada de los receptores sintonizados en estas frecuencias.

## 2.5 Interferencia debida al canal imagen

El uso de un receptor de frecuencia intermedia a 10,7 MHz elimina de manera eficaz la posibilidad de interferencia debida al canal imagen de otras emisiones en la banda de radiodifusión sonora en MF (87,5 - 108 MHz). Sin embargo, las emisiones en bandas de frecuencia vecinas, en particular la banda de comunicaciones aeronáuticas (118 - 137 MHz) puede causar dicha interferencia. En puntos críticos, la intensidad de campo al nivel del suelo producida por las emisiones aeronáuticas puede exceder de 100 dB( $\mu$ V/m) [CCIR, 1986-90a].

Ya que el canal imagen está a unos 21,4 MHz por encima de la frecuencia de la señal deseada, la recepción de radiodifusión por encima de 96,6 MHz está potencialmente expuesta a dicho riesgo si la zona de aproximación a un aeropuerto se encuentra sobre zonas muy habitadas próximas a los límites de la zona de servicio de una estación de radiodifusión. El hecho de que en la práctica haya interferencia depende de que exista la relación crítica de frecuencias entre la radiodifusión y las frecuencias aeronáuticas y del modo de explotación de la frecuencia aeronáutica. Ya que los planes de frecuencias aeronáuticas y de radiodifusión no están normalmente coordinados para evitar esta relación crítica, parece deseable disponer de un valor mínimo de aproximadamente 40 dB de rechazo al canal imagen en el diseño de los receptores de radiodifusión. Esta sería la solución más apropiada a largo plazo.

### 3. **Importancia de los distintos mecanismos de interferencia desde el punto de vista de la planificación de frecuencias**

#### 3.1 *Principales limitaciones*

3.1.1 Habría que evitar en la medida de lo posible la utilización en la misma zona de frecuencias de transmisión en ondas métricas con modulación de frecuencia separadas por  $10,7 \pm 0,2$  MHz (véanse los puntos 2.1.1 y 2.3).

3.1.2 Es corriente difundir varios programas con modulación de frecuencia a partir de un mismo centro utilizando una antena común o antenas distintas. En el primer caso, la diferencia de frecuencia mínima viene determinada por los multiplexores.

Existen en la actualidad multiplexores [CCIR, 1986-90b] que pueden funcionar con diferencias de frecuencia reducidas a 800 kHz, para potencias unitarias de los transmisores de 10 kW, conservando la calidad de las señales y reduciendo al máximo el nivel de los productos de intermodulación.

No obstante, para fines de planificación en general la separación mínima de frecuencias no debe ser inferior a 2 MHz; este mínimo puede ser reducido a 1,5 MHz en casos particulares.

Cuando se utiliza una antena distinta para cada emisión, en ciertos casos puede ser aceptable una separación de frecuencias inferior a 800 kHz.

#### 3.2 *Limitaciones de menor importancia*

3.2.1 Se estima que, en general, no es necesario tener en cuenta para la planificación los mecanismos de interferencia que dependen de la producción del segundo armónico de la transmisión interferente en el receptor MF en ondas métricas. En la mayoría de los casos, las interferencias de esta índole sólo pueden aparecer cerca del transmisor interferente, y el problema puede resolverse mejorando la selectividad del receptor o dotando de filtros apropiados al cable de bajada de la antena. En el caso de receptores portátiles con modulación de frecuencia, a menudo será posible reducir la probabilidad de saturación retirando la antena de recepción si la señal deseada es suficientemente intensa.

3.2.2 Algunas experiencias anteriores han indicado que el mecanismo descrito en el punto 2.4 puede causar importantes interferencias a la recepción estereofónica en 96,3 MHz, pero algunos países europeos explotan actualmente tales servicios en esta frecuencia sin recibir muchas quejas. Esto puede también aplicarse a la frecuencia 107,0 MHz.

————— En la República Popular de China, estas frecuencias son utilizadas por el servicio de radiodifusión MF sin que se haya observado interferencia [CCIR, 1986-90c].

3.2.3 Es necesario evitar la utilización de frecuencias de emisión de ondas métricas con modulación de frecuencia en las que el segundo armónico del oscilador local se sitúe dentro de la banda ocupada por una emisión de televisión que funciona en la banda 196-230 MHz, en la misma región. Habida cuenta de las graves limitaciones que impondría a la utilización de las frecuencias para el servicio de ondas métricas con modulación de frecuencia, es probablemente imposible tenerla en cuenta en la planificación (véase el punto 2.1.2). Las pruebas realizadas en la República Popular de China indican que ese tipo de interferencia es bastante débil, por lo que no es necesario tenerlo en cuenta en la planificación de frecuencias [CCIR, 1986-90c].

3.2.4 Aunque la utilización de frecuencias equidistantes pueden en principio causar problemas, como se indica en el punto 2.3, un país europeo ofrece tres transmisiones estereofónicas equidistantes a partir de casi todos los centros transmisores de la red nacional con modulación de frecuencia. Tal vez conviniera no utilizar frecuencias equidistantes en los transmisores próximos a regiones muy pobladas.

————— Según indican las pruebas realizadas en una ciudad industrializada grande con elevada densidad de población (Shanghai) empleando un quintuplexor y una separación uniforme de 1 MHz entre todas las frecuencias portadoras, en ese modo de explotación es posible transmitir cinco programas de radiodifusión mono y estereofónicos siempre que la potencia radiada por los cinco transmisores no difiera mucho [CCIR, 1986-90c].

3.2.5 En situaciones en las que la interferencia debida al canal imagen provenientes de comunicaciones aeronáuticas es particularmente problemática, debe incluso considerarse:

- a) un cambio en la asignación de frecuencia, bien del servicio aeronáutico o de radiodifusión que juntos pueden establecer la relación crítica.
- b) una variación, en la medida de lo posible, del modo de explotación de la frecuencia aeronáutica de manera que se eviten en gran medida las emisiones desde puntos críticos.

### 3.3 Conclusiones para el procedimiento de planificación

En el procedimiento de planificación hay que tener generalmente en cuenta las limitaciones principales (punto 3.1). Las demás limitaciones pueden tenerse solamente en cuenta en casos particulares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Documentos del CCIR

[1986-90]: a. 10/33 (Reino Unido); b. 10/233 (Francia);  
c. 10/91 (China, República Popular de).

### BIBLIOGRAFÍA

#### *Documentos del CCIR*

[1978-82]: a. 10/232 (Yugoslavia (República Socialista Federativa de)); b. 10/240 (UER).