

INFORME 1019*

FUENTES DE SEÑALES INTERFERENTES EN LOS EMPLAZAMIENTOS CON MÚLTIPLES ESTACIONES DE BASE DEL SERVICIO MÓVIL TERRESTRE

(Cuestión 7-2/8)

(1986)

1. Introducción

La gran expansión de los sistemas del servicio móvil terrestre se ha traducido en un aumento explosivo del número de estaciones de base instaladas en un mismo emplazamiento, especialmente en los de situación privilegiada que dan servicio a grandes zonas edificadas. Esto ha conducido a situaciones de interferencia intensa debido a las señales no deseadas que se generan en el emplazamiento. Este Informe no pretende examinar todos los tipos posibles de interferencia, sino indicar las fuentes de interferencia más comunes. Hay que observar, en particular, que también pueden verse involucrados los transmisores de otros servicios.

2. Relaciones simples entre frecuencias

Como las bandas del servicio móvil terrestre se utilizan en todo el espectro de ondas métricas/decimétricas existirán relaciones armónicas entre frecuencias de las diversas bandas. La caja del equipo y el cableado de la fuente de alimentación y de la línea terrestre contribuirán al nivel de estas señales armónicas no deseadas.

Existen otras señales interferentes causadas por mezclas simples, ya sea en los pasos de salida de los transmisores o en los mástiles de las antenas. Por ejemplo, si la señal de un transmisor de radiodifusión por ondas métricas a 93 MHz, se mezcla con una señal del servicio móvil a 170,5 MHz, puede producirse una señal diferencial de 77,5 MHz. Esto puede causar problemas si se trata de una frecuencia de recepción del servicio móvil.

3. Relaciones complejas de frecuencias**3.1 Generación de frecuencias intermedias y de sus derivadas**

La interferencia puede producirse en un receptor que recibe señales de dos transmisores cuyas frecuencias están separadas en una magnitud igual a la frecuencia intermedia de aquél o a un submúltiplo de ella.

3.2 Generación de señales de frecuencia igual a la diferencia entre la frecuencia de transmisión y de recepción

Se plantea este problema en los sitios donde hay varias estaciones de base que poseen facilidades de «repetidor» o «transconversación», o sea cuyos transmisores y receptores se utilizan simultáneamente. Si la separación entre la transmisión y la recepción es constante (D), la señal entrante de una estación móvil producirá en el paso de salida del transmisor de la estación de base una frecuencia diferencial D . Cualquier otro transmisor de estación de base puede mezclarse entonces con D y producir su propia frecuencia de recepción en la misma banda.

4. Productos de intermodulación**4.1 Productos generados fuera del emplazamiento**

En esta categoría están los productos generados por estaciones situadas en emplazamientos adyacentes, en particular el producto de tercer orden formado por $2f_1 - f_2$ que predomina en las grandes zonas edificadas. En algunos casos, los productos de intermodulación pueden llegar a incluir hasta los del séptimo orden y, en casos excepcionales, se detectaron interferencias hasta del decimonoveno orden.

4.2 Productos de intermodulación generados in situ por uniones no lineales en el mástil

Hacen falta más estudios para verificar los mecanismos y niveles de esta interferencia, que existe con certeza en las bandas del servicio móvil terrestre. No obstante, cuando la potencia radiada es menor, estos productos son poco significativos en comparación con los de otras formas de no linealidad, como por ejemplo las descritas en los § 4.1 y 4.3.

4.3 Productos de intermodulación generados in situ por no linealidades en componentes del sistema

Las uniones entre metales distintos causan una no linealidad y por ende productos de intermodulación cuando están expuestas a corrientes de radiofrecuencia, y los trabajos recientes han evidenciado la presencia en la banda de ondas métricas de productos hasta el undécimo orden, causados por conectores, cables y uniones no homogéneas en componentes que por lo demás podrían considerarse inocuos.

Para el desarrollo futuro a largo plazo de la industria de las radiocomunicaciones móviles terrestres, tal vez sea necesario definir la no linealidad de los componentes pasivos del sistema.

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

5. Ruido del transmisor

Hasta hace muy poco la mayoría de los transmisores de las estaciones de base tenían pasos de salida de válvulas que afortunadamente no contribuían mucho al espectro de ruido en comparación con los pasos de salida transistorizados más modernos.

Con un paso de salida de válvulas, el ruido no deseado era generalmente de banda estrecha al tener frecuencias que eran múltiplos de la frecuencia del oscilador de cristal o una combinación derivada de los multiplicadores. No obstante, en el caso de pasos de salida transistorizados este ruido es normalmente de banda ancha y tienen un nivel superior.

En las fig. 1, 2 y 3 se muestran los resultados gráficos de mediciones, realizadas en el Reino Unido, del ruido de transmisores en la banda de ondas métricas (VHF) con etapas de salida con válvulas termoiónicas y con etapas de salida de estado sólido, para la «banda alta» de VHF (150-170 MHz) y la «banda baja» de VHF (71,5-87,9 MHz).

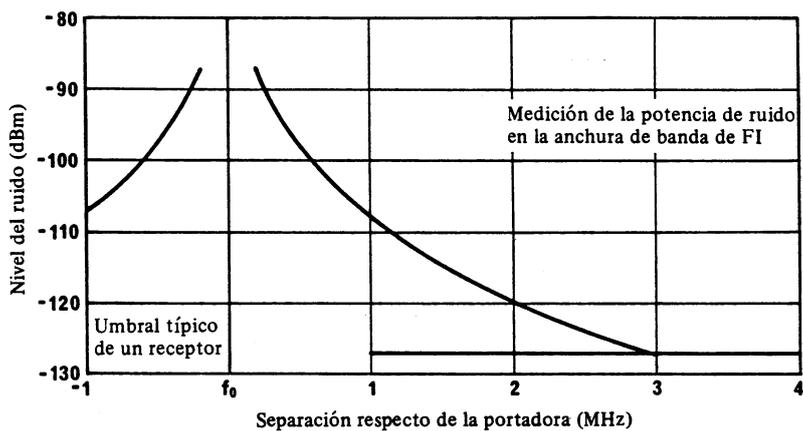


FIGURA 1 – Ruido típico de un transmisor. Banda alta de ondas métricas (150-170 MHz)
Etapa de salida con válvulas termoiónicas

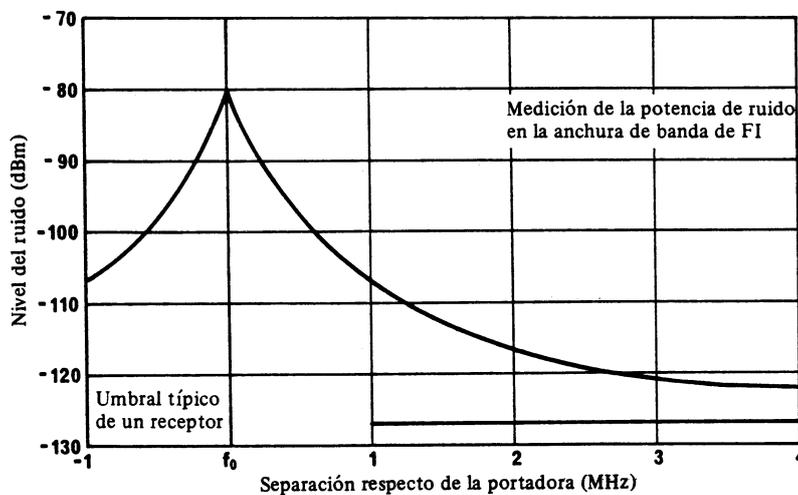


FIGURA 2 – Ruido típico de un transmisor. Banda alta de ondas métricas (150-170 MHz)
Etapa de salida de estado sólido

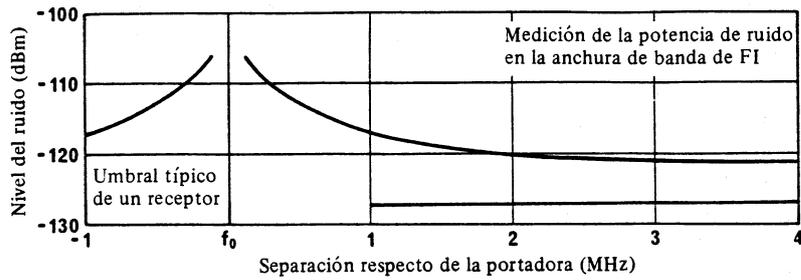


FIGURA 3 – Ruido típico de un transmisor. Banda baja de ondas métricas (71.5-87,9 MHz)
Etapa de salida de estado sólido

La fig. 4 muestra una curva de ruido de trabajo real para una estación de base sin filtrado de emisiones no esenciales ni de ruido a la salida del transmisor (curvas A). Estos resultados pueden compararse con los de las curvas B que muestran la ventaja del filtrado en la reducción del ruido y de las emisiones no deseadas en unos 30 dB.

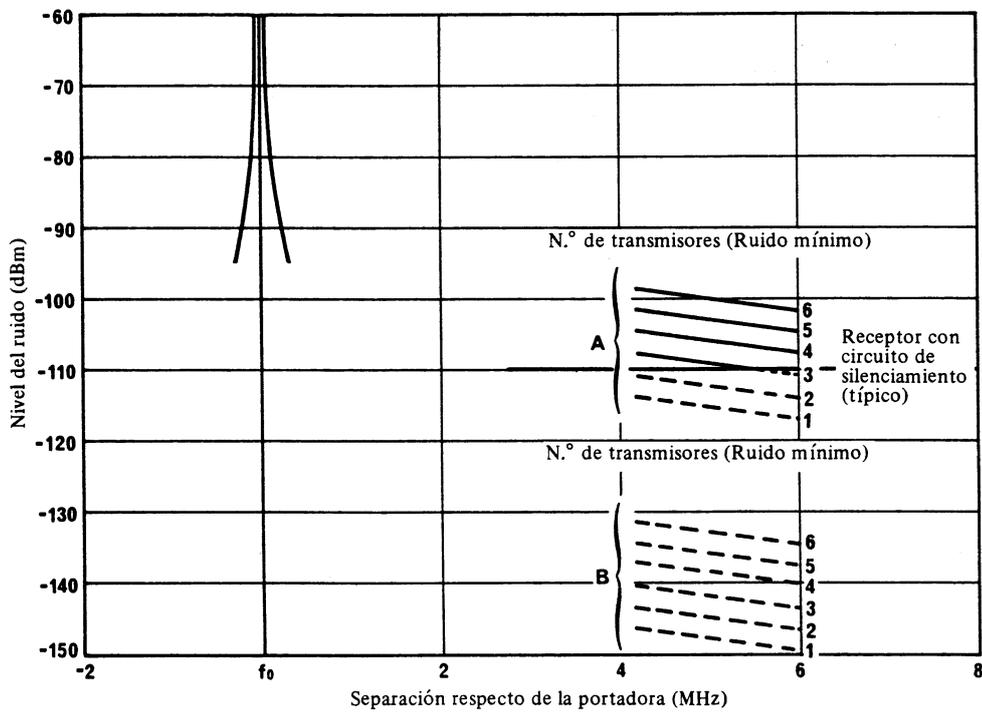


FIGURA 4 – Curvas de ruido real en funcionamiento

Curvas A: Emplazamiento sin filtros en el transmisor

B: Emplazamiento con filtros en el transmisor

Aislamiento mínimo en $f_{Rx} = 30$ dB

Todos los transmisores tienen etapa de salida de estado sólido

La potencia de la portadora por transmisor es típicamente de +43 dBm

La fig. 5 muestra un sistema de filtrado típico de un transmisor, y la fig. 6 la respuesta, en detalle, del filtro divisor de espectro mostrado en la fig. 5.

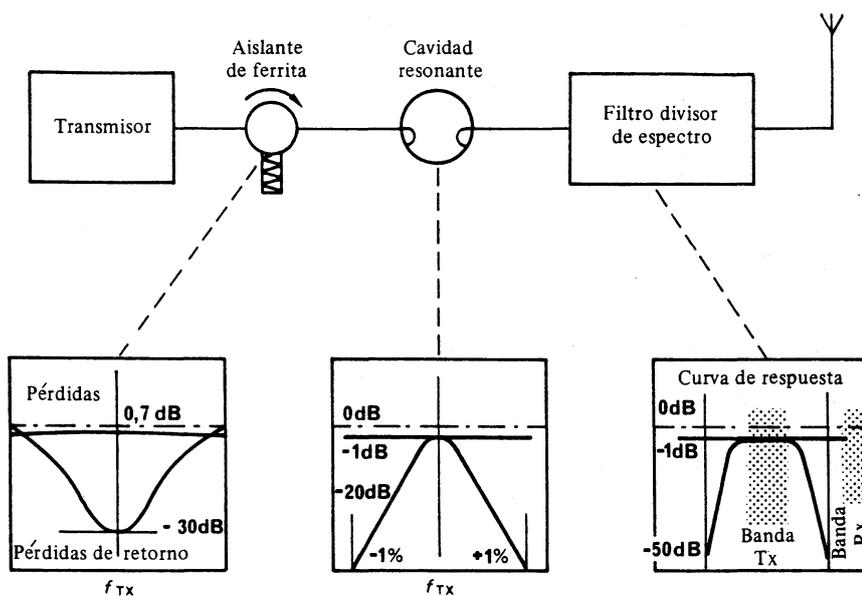


FIGURA 5 – Sistema con filtro típico en transmisión para funcionamiento en intercomunicación 150-160 MHz, VHF

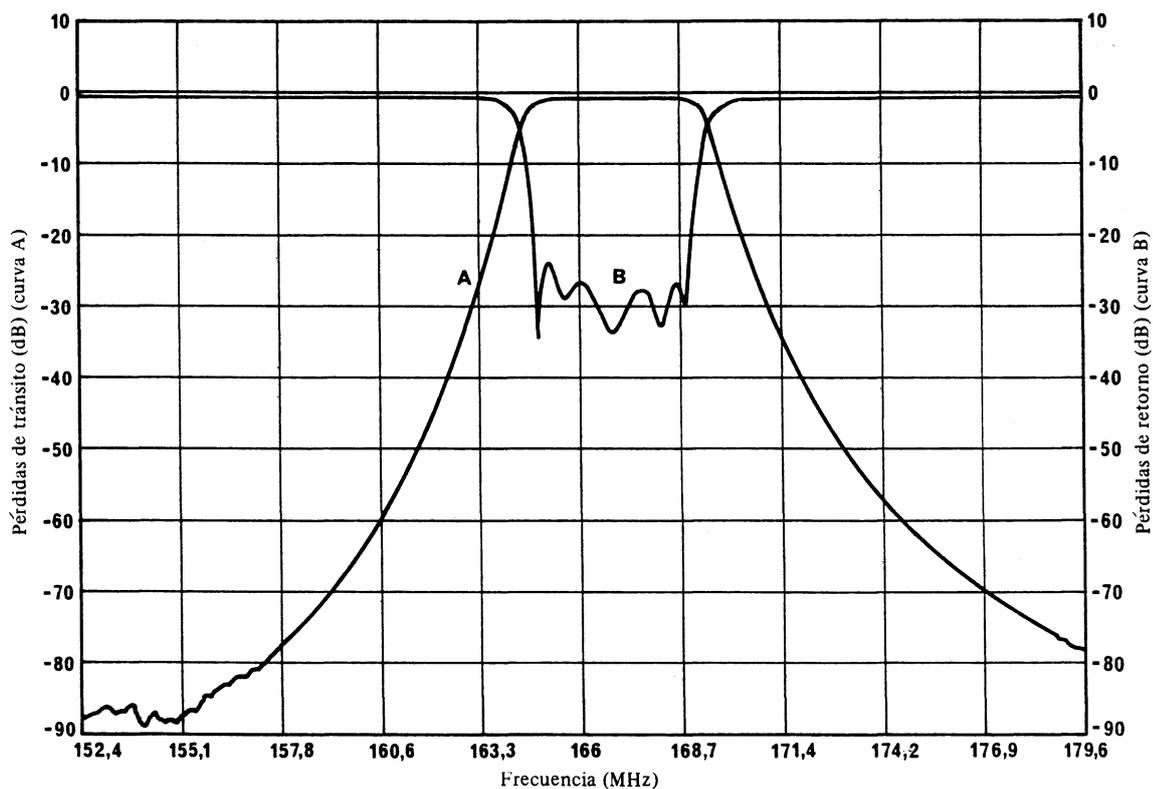


FIGURA 6 – Curva de respuesta del filtro divisor de espectro

Véase a continuación un cálculo típico de los niveles de ruido esperados en un emplazamiento con 15 transmisores, si se utiliza la disposición de filtrado de la fig. 5.

*Cálculo de niveles típicos de ruido del transmisor
(separaciones entre las frecuencias Tx y Rx, 4,8 MHz)
banda alta de ondas métricas (150-170 MHz)*

Por cada transmisor:		
Ruido en la frecuencia Rx: (Valor típico)		- 137 dB (con relación a la portadora)
Consideréense los aislamientos adicionales:		
Por la ferrita (-1 dB)		- 138 dB
Por la cavidad (-30 dB)		- 168 dB
Por el filtro divisor de espectro (-35 dB) (6 secciones)		<u>- 203 dB</u>
Tomando como referencia para la portadora un valor de +42 dBm:		
Nivel del ruido	=	- 161 dBm
Añádanse 15 transmisores (+3 dB/transmisor)		<u>+ 45 dB</u>
	=	<u>- 116 dBm</u>
Añádanse 5 transmisores (+3 dB/transmisor)		<u>+ 15 dB</u>
Nivel de ruido final en la frecuencia Rx	=	<u>- 101 dBm</u>
		(es decir 2µV pd)*

6. Ruido eléctrico externo

Aparte del ruido de ignición existen las bien conocidas fuentes de interferencia radioeléctrica, que siguen proliferando, sobre todo procedentes de los usuarios industriales: por ejemplo, el calentamiento por microondas, los hornos de microondas, las instalaciones de rayos X y los equipos médicos. Estos equipos industriales producen de ordinario un amplio espectro de ruido que tiende a variar con la frecuencia.

Mediante apantallamiento o supresión de los equipos interferentes se reduce por lo común el problema a un nivel aceptable.

Pero ahora existe una nueva familia de fuentes: los computadores y sus equipos periféricos, que causan ya problemas al generar ruido de banda ancha en la región del espectro de ondas métricas.

7. Resumen

En algunos casos, las prácticas actuales de la ingeniería en emplazamientos con múltiples transmisores han llevado a la generación de señales interferentes excesivas. La expansión del servicio móvil terrestre hace conveniente perfeccionar las técnicas para reducir los efectos de la interferencia en el futuro, en particular en las redes de concentración de enlaces y en los sistemas radioeléctricos celulares; con objeto de establecer ubicaciones «silenciosas», es necesario mejorar la ingeniería de los emplazamientos.

Deben considerarse los aspectos siguientes:

- las emisiones no esenciales de los transmisores;
- el filtrado de las salidas de los transmisores para reducir las emisiones no esenciales y el ruido a frecuencias próximas a la de la portadora;
- el uso de aisladores direccionales en los pasos de salida del transmisor;
- filtrado adicional para proporcionar protección en las bandas de frecuencia adyacente;
- efectos no lineales en todos los puntos del sistema.

* µV pd es la diferencia de potencial (en µV) con el circuito cerrado.