

RECOMENDACIÓN UIT-R F.612*, **

MEDICIÓN DE LA MEZCLA RECÍPROCA EN RECEPTORES DE COMUNICACIONES POR ONDAS DECAMÉTRICAS DEL SERVICIO FIJO

(1986)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que en los receptores de comunicaciones por ondas decamétricas se utilizan ampliamente los sintetizadores de frecuencia;
- b) que la mezcla recíproca constituye una característica importante de tales receptores;
- c) que es conveniente poder realizar comparaciones de la característica de mezcla recíproca en diferentes modelos de receptores;
- d) que a fin de facilitar los trabajos reseñados en el Considerando c) es necesario normalizar métodos de medición de la mezcla recíproca;
- e) que los métodos de medición deberían ser independientes del factor del ruido del receptor,

recomienda

que se establezca la calidad de los receptores de comunicaciones por ondas decamétricas, en lo que atañe a la mezcla recíproca, empleando los métodos de medición especificados en el punto 4 del anexo I.

ANEXO I

1. Introducción

Los sintetizadores de frecuencia se utilizan extensamente en los modernos receptores de radiocomunicaciones de alta calidad en ondas decamétricas. Aparte de poseer un alto grado de estabilidad y precisión de frecuencia, un sintetizador es de fácil manejo y control. No obstante, actualmente, un sintetizador genera frecuencias que no son siempre suficientemente puras, y las señales deseadas pueden ser acompañadas de gran número de componentes no esenciales en su espectro de frecuencias. Al mismo tiempo, a ambos lados de la señal de salida deseada existen fenómenos de ruido que degradan las características de selectividad (protección contra la interferencia) y de ruido del receptor. En los últimos años, se ha introducido un nuevo parámetro en las especificaciones de los receptores de ondas decamétricas, es decir, la mezcla recíproca, que se define como la degradación de la relación señal/ruido a la salida del receptor, debida a la mezcla de señales interferentes intensas con los fenómenos de ruido debidos al sintetizador. En el presente anexo se indica una relación cuantitativa entre la característica de ruido fuera de banda del sintetizador y la mezcla recíproca del receptor, de forma que puede especificarse fácilmente la característica de ruido del sintetizador y facilitarse la comparación de calidad de funcionamiento entre diferentes receptores.

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 1 y 8.

** La Comisión de Estudio 9 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2000 de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

2. Efectos de la mezcla recíproca

Se produce mezcla recíproca en el receptor cuando, durante la recepción de una señal deseada, se mezcla una fuerte señal interferente fuera de banda con el ruido marginal fuera de banda del sintetizador, dando lugar a productos de mezcla que caen dentro de la banda de frecuencia intermedia del receptor, lo que provoca una degradación de la relación señal/ruido a la salida del receptor (véase la fig. 1).

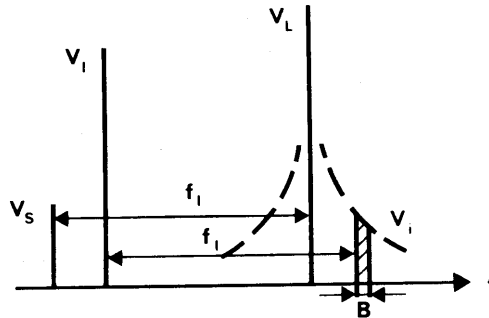


FIGURA 1 – Mezcla recíproca

- B : Anchura de banda del receptor (Hz)
- f_i : Primera frecuencia intermedia
- V_L : Salida deseada del sintetizador
- V_i : Densidad de ruido fuera de banda
- V_I : Señal interferente intensa en la entrada del receptor
- V_s : Señal deseada

D01-sc

De esta fig. 1 puede deducirse una ecuación que expresa la relación entre V_I y los siguientes parámetros: relación señal/ruido a la salida del receptor (S_o/N_r), pureza (V_L/V_i) de la señal de salida del sintetizador, y señal deseada (V_s):

$$V_I (\text{dB}(\mu\text{V})) = \left(\frac{V_L}{V_i} \right)_{\text{dB}} - 10 \log B + V_s (\text{dB}(\mu\text{V})) - \left(\frac{S_o}{N_r} \right)_{\text{dB}} \quad (1)$$

siendo S_o la señal a la salida del receptor, y N_r los productos de mezcla recíproca sólo cuando V_s es suficientemente grande para que pueda despreciarse el ruido de entrada del receptor.

Suponiendo que la densidad de ruido a 20 kHz de separación de la salida deseada del sintetizador de un receptor dado sea de -120 dB/Hz con relación a la salida deseada del sintetizador, $B = 2800$ Hz, $V_s = 40$ dB(μV), $S_o/N_r = 20$ dB, entonces, $V_I = 105,5$ dB(μV).

De lo anterior se desprende que, dadas la señal deseada V_s , la relación señal/ruido, S_o/N_r , a la salida del receptor y la anchura de banda, B , el nivel de interferencia permisible, V_I , aumenta a medida que se reduce la densidad de ruido fuera de banda del sintetizador, V_i . Se hace observar que no se han tenido en cuenta en los cálculos indicados los efectos de la segunda y siguientes conversiones reductoras de frecuencia. Ello se justifica porque los osciladores utilizados suelen ser fijos y presentan problemas mucho menos importantes para mantener la pureza espectral.

3. Medición de la mezcla recíproca

Hasta ahora, no existe ningún método adoptado internacionalmente para medir la mezcla recíproca. Los métodos de medición difieren en el nivel especificado para las señales a la entrada al receptor y en el procedimiento utilizado para medir los productos de mezcla recíproca a su salida.

Los métodos más utilizados para las pruebas se dan en el cuadro I siguiente:

CUADRO I – Métodos de medición de la mezcla recíproca

Caso	Nivel de la señal deseada (dB(μ V))	Método de medición de los productos de mezcla recíproca a la salida del receptor	Ventajas	Desventajas
1	No hay señal	Aumento del nivel de señal no deseada para duplicar la potencia de ruido N_r	No requiere una señal deseada	Depende del factor de ruido. Resultados pesimistas comparado con otros métodos
2	No hay señal	Aumento del nivel de señal no deseada hasta que la potencia de ruido iguale a la S_o dB(mW) obtenida cuando se aplica a la entrada del receptor una señal deseada de 0 dB(μ V)	No depende del factor de ruido. Configuración de medición sencilla	
3	0	Aumento del nivel de señal no deseada para incrementar la potencia de ruido en 10 dB		Depende del factor de ruido (FR). Si $FR > 15$ dB, S_o/N_r es demasiado pequeña para poder medirse
4	10	Aumento del nivel de señal no deseada para reducir la relación señal/ruido original en 10 dB		Depende del factor de ruido
5	10	Aumento del nivel de señal no deseada para que la relación S_o/N_r sea igual a 10 dB	No depende del factor de ruido	
6	40	Aumento del nivel de señal no deseada para que la relación S_o/N_r sea igual a 20 dB	No depende del factor de ruido	Requiere un alto nivel, típicamente +110 dB(μ V), de señal no deseada, el cual puede producir errores debido al bloqueo, etc.

Estudios y experimentos detallados indican que los métodos correspondientes a los casos 2 y 5 podrían convenir como métodos normalizados, ya que son independientes del factor de ruido del receptor y se aproximan a las condiciones de explotación. Además, los niveles de señal correspondiente están dentro de la gama dinámica lineal de los receptores de buena calidad. Se considera que si se utiliza un nivel mayor de señal deseada el nivel de la señal no deseada podría ser tan elevado como para ocasionar el bloqueo del receptor.

4. Métodos de medición

4.1 Método I (véase el caso 2 del cuadro I)

La medición se efectuará con el receptor funcionando en clase J3E (banda lateral superior con una anchura de banda nominal de 3 kHz), el «control automático de ganancia» (CAG) desconectado, el control de ganancia RF/FI al máximo y cualquier atenuador de entrada ajustado para mínima atenuación. Desconectado significa que o bien se ha desactivado el CAG o bien no está afectando a la ganancia del receptor.

La señal deseada estará constituida por una portadora no modulada con un nivel correspondiente a una f.e.m. de 0 dB(μ V) en una frecuencia de 1000 Hz \pm 3 Hz por encima de la frecuencia portadora a la que está sintonizado el receptor. Se aplicará la señal deseada a la entrada del receptor ajustándose la ganancia en audiofrecuencia (AF) para conseguir un nivel de salida S_o adecuado. A continuación, se suprimirá la señal deseada. La señal no deseada estará constituida por una portadora no modulada desplazada 20 kHz respecto a la señal deseada a la cual está sintonizado el receptor. Se aplicará a la entrada del receptor la señal no deseada, ajustándose su nivel hasta que la potencia del ruido de salida sea igual a la obtenida con el nivel de f.e.m. de 0 dB(μ V) de la señal deseada.

La característica de mezcla recíproca viene dada por el nivel de la señal no deseada.

4.2 *Método II (véase el caso 5 del cuadro I)*

Se efectuará la medición haciendo funcionar al receptor en clase J3E (banda lateral superior con una anchura de banda nominal de 3 kHz), estando conectado el CAG con el control de ganancia RF/FI al máximo y cualquier atenuador de entrada ajustado para mínima atenuación.

Se efectuará la medición mediante la aplicación simultánea a la entrada del receptor de dos señales de prueba, la señal deseada y la señal no deseada. Se medirá la relación señal/ruido empleando un filtro de ranura, por ejemplo con un equipo de medición de SINAD.

La señal deseada estará constituida por una portadora no modulada con un nivel de f.e.m. de 10 dB(μ V) en la frecuencia de 1000 Hz \pm 3 Hz por encima de la frecuencia de portadora a la que está sintonizado el receptor.

La señal no deseada estará formada por una portadora no modulada desplazada 20 kHz con respecto a la señal deseada.

Se ajustará el nivel de la señal no deseada hasta que el nivel del ruido de salida sea de 10 dB inferior al nivel de la señal deseada de salida. Conviene señalar que la medición puede resultar afectada por el ruido de banda ancha producido en el generador del que se extrae la señal no deseada.

La característica de mezcla recíproca viene dada por el nivel de la señal no deseada.

4.3 **Valores típicos**

Se aplicaron los dos métodos de medición mencionados (casos 2 y 5) a diversos receptores para evaluar su calidad obteniéndose como valores mínimos y típicos de la característica de mezcla recíproca los valores de 90 dB(μ V) y 96 dB(μ V), respectivamente.
