

**CURSO INTERACTIVO
Diploma
de
Operador
radioaficionado**

**TEMA 9
Interferencias e inmunidad electrónica**

Temario ajustado al
HAREC
(Harmonized Amateur Radio Examination Certificate)
Certificado Armonizado del Examen de Radioaficionado

desarrollado por los miembros
del Radioclub La Salle
coordinados por
Luis A. del Molino EA3OG

Publicado en PDF en 11 de Junio de 2011 por el Radioclub La
Salle
bajo la supervisión de Luis A. del Molino EA3OG
amparado por una licencia *Creative Commons*



Reservados algunos derechos:

No se permite ni el uso comercial de la obra, ni la generación de obras derivadas, ni la utilización parcial del texto

Agradecimientos:

Numerosas ilustraciones han sido cedidas por la Editorial Marcombo (www.marcombo.com), procedentes de su libro: *Radioafición y CB: Enciclopedia Práctica en 60 lecciones*

También hemos de agradecer la colaboración de Víctor Ballesteros en la realización de algunas de las ilustraciones, tarea en la que ha colaborado también Roger Galobardes.

Con tal de mejorar el texto y el contenido, os agradeceremos mucho que cualquier sugerencia de mejora o los errores que encontréis nos los comunicuéis a la dirección:

<radioclub@salle.url.edu>

TEMA 9 Interferencias e inmunidad electrónica

9.1 Interferencias a equipos electrónicos

Para evitar que nuestras emisiones afecten a otros equipos electrónicos debemos tomar todo tipo de precauciones y especialmente deben cumplirse ciertas normas que consisten en demostrar que no generamos señales indeseadas de un nivel excesivo.

Esta prueba de homologación de compatibilidad electromagnética exige pasar por unas pruebas de homologación que en la Unión Europea se demuestran por la obligación de ostentar las letras CE en el chasis del equipo. Si un equipo lleva grabada la inscripción CE, esto demuestra que ha superado la prueba de homologación de compatibilidad electromagnética exigida por la Unión Europea.

9.1.1 Bloqueo en recepción

El bloqueo de un receptor puede producirse cuando una señal indeseada, en una frecuencia próxima a la que queremos recibir, tiene una amplitud tal que llega a saturar algún paso amplificador y reduce la amplificación de las señales débiles que queremos escuchar, produciendo una disminución de la señal deseada, de forma que nos dificulta su recepción.

Se mide comparando el nivel de una señal interferente a 20 kHz que es capaz de disminuir en 3 dB el nivel de una señal sintonizada. Un buen receptor debe tener un rango dinámico de bloqueo superior a los 80 dB, o sea que la señal sintonizada no debe verse afectada por otra señal 80 dB más fuerte y que se encuentre a ± 20 kHz de la estación que deseamos recibir.

9.1.2 Interferencias a la recepción de las señales deseadas

En condiciones de funcionamiento normal, nuestro equipo estará bien preparado para recibir las señales de determinadas frecuencias, pero aun así puede verse afectado por otras señales de diferentes frecuencias y magnitudes, que le producen efectos indeseados, y que pueden ser generadas en el propio equipo.

Así, por ejemplo, pueden surgir problemas de espurias de los osciladores locales, de un mal rechazo de la frecuencia imagen, del excesivo ruido interno generado, intermodulaciones generadas en los amplificadores poco lineales, distorsiones de audio y algún otro funcionamiento anómalo.

Las fuentes exteriores de interferencias pueden proceder de cualquier otro equipo electrónico analógico o digital insuficientemente filtrado o apantallado, o simplemente de fuentes de alimentación conmutadas mal filtradas, instaladas actualmente en toda clase de equipos electrónicos, especialmente ordenadores, que incorporan fuentes de alimentación conmutadas y, actualmente, generan también mucho ruido en HF también las redes locales de transmisión de datos realizadas sin cables (redes PLC).

Todavía es demasiado pronto para saber la cantidad de ruido que generarán los contadores digitales de consumo eléctrico de lectura a distancia que están instalando las compañías de suministro eléctrico, aunque ya se sabe que están basadas en sistemas de redes PLC.

9.1.3 Intermodulación

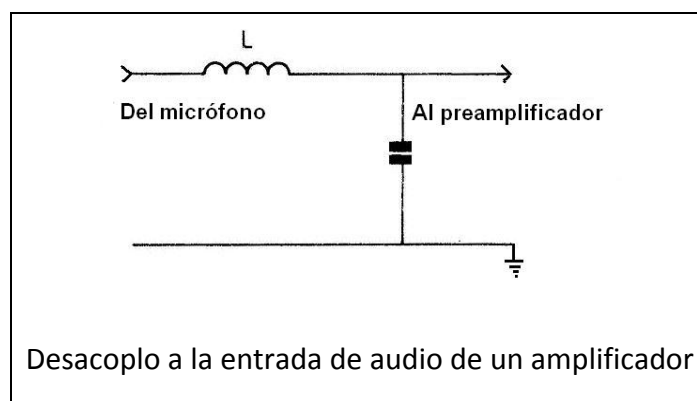
La intermodulación es la mezcla de dos señales fuertes entre sí y con sus armónicos que se produce en un paso amplificador con poca linealidad. Esta falta de linealidad da lugar a toda clase de nuevas señales, productos de la mezcla, que aparecen en frecuencias que deberían estar vacías y en las que intentamos escuchar una estación débil.

Un buen receptor debe tener una resistencia a la IMD superior a 90 dB, con lo que queremos decir que las señales indeseadas deben tener por lo menos una amplitud relativa superior en 90 dB respecto al umbral de sensibilidad del receptor, antes de generar un producto indeseado de tercer orden en una frecuencia aparentemente vacía.

9.1.4 Detección en circuitos de audio

En el audio de algunos equipos amplificadores de sonido aparecen interferencias conducidas, es decir, que llegan al equipo captadas por los cables que entran en el amplificador, ya sean los de interconexión, ya sean los de los altavoces, el cable del micrófono o de la conexión a la red, cables que están insuficientemente desacoplados para las señales de RF.

Si esto es así, se deberán colocar condensadores de desacoplo en cada cable, filtros de desacoplo en la entrada de los cables de alimentación, cables de audio blindados con condensadores de desacoplo para eliminar la radiofrecuencia, pero siempre procurando no perturbar la respuesta plana a las audiofrecuencias.



9.2 Causas de las interferencias en equipos electrónicos

Las causas principal de las interferencias a equipos electrónicos se pueden clasificar en dos grandes grupos: Las causas externas, debidas por ejemplo a una gran potencia

radiada por el emisor en el lugar inadecuado, y las causas internas, por una mala protección a la RF de los equipos de multimedia caseros.

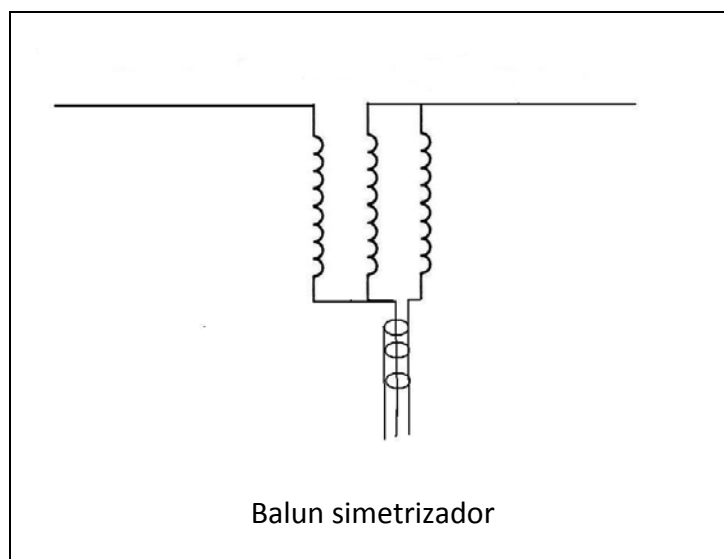
9.2.1 Intensidad de campo del transmisor

Siempre debemos intentar por todos los medios que toda la radiación que generemos en nuestro transmisor se realice sólo por la antena y, por tanto, que la radiación de la línea de transmisión y las tomas de tierra sea la mínima posible. Por otra parte, debemos intentar que la antena se encuentre lo más alejada posible del equipo o lugar en que se produce la interferencia.

Si la línea de transmisión instalada es una línea balanceada, es posible que sea resonante o forme parte de la antena y que presente una gran onda estacionaria en ella, como sucede habitualmente en las antenas G5RV y en antenas Windom alimentadas con línea de escalerilla. En ese caso, a lo largo de la línea paralela resonante, puede haber grandes tensiones de RF muy superiores a las de una línea aperiódica bien adaptada (normalmente un cable coaxial), tensiones que pueden afectar a aparatos electrónicos por simple proximidad. En caso de producirse fuertes interferencias, deberemos plantearnos cambiar la antena por algún otro tipo de antena que pueda ser alimentada con cable coaxial.

En los equipos con línea coaxial, debemos asegurarnos de que no circule ninguna corriente de RF por el exterior del coaxial, independiente de la RF que transporta en su interior. Para eso es recomendable colocar balunes simetrizadores que cancelen estas corrientes diferenciales en el punto de alimentación de la antena.

Para frecuencias superiores a 10 MHz, es muy fácil construir choques de RF eficaces que impiden estas corrientes, enrollando simplemente el cable de coaxial con unas 10 vueltas de unos 15 cm de diámetro junto al punto de alimentación de la antena. Para frecuencias más bajas, será imprescindible colocar choques con anillos de ferrita de alta permeabilidad en los cables coaxiales para que bloqueen estas corrientes exteriores.



También estas corrientes exteriores a la malla del coaxial pueden producirse en las líneas de alimentación coaxiales de antenas verticales y deben evitarse de la misma forma.

9.2.2 Radiaciones espurias del transmisor

Un transmisor debería emitir tan sólo las frecuencias para las que ha sido diseñado. Sin embargo, también podría producir otras señales llamadas espurias, que son las emisiones de señales no esenciales o indeseadas, y hemos de tomar precauciones para que se reduzcan a un nivel mínimo, muy por debajo de nuestra emisión fundamental.

Aquí tienes unos cuantos generadores de espurias:

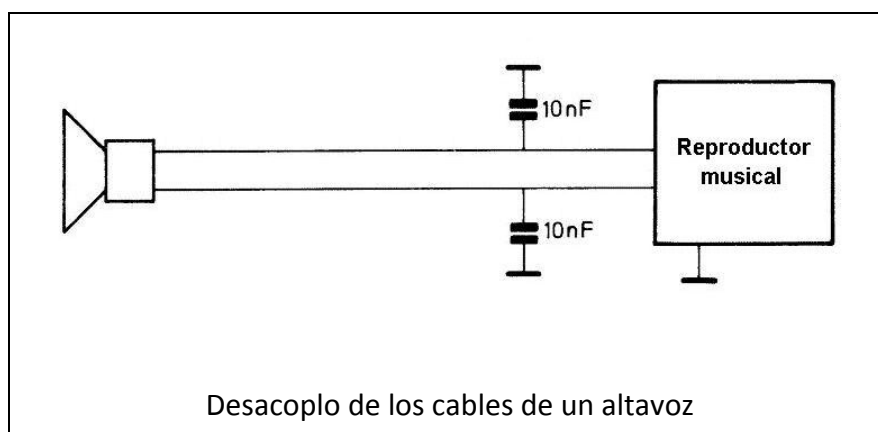
- Oscilaciones espurias de los osciladores locales
- Generación de armónicos de la frecuencia fundamental
- Generación de productos de intermodulación por falta de linealidad de amplificadores
- Generación de productos de intermodulación por sobrecarga y recorte
- Generación de oscilaciones parásitas de amplificadores auto-oscilantes

Normalmente las precauciones a tomar consisten en la colocación de filtros pasa bajos colocados en la salida del transmisor y, en casos muy especiales, en filtros pasa banda que dejan solamente pasar las señales emitidas en la banda que trabajamos.

9.2.3 Influencias indeseables sobre el equipo

Las vías de entrada de interferencias en nuestro equipo pueden ser muy diversas, aunque la principal es la propia antena. Si la etapa de entrada no es de buena calidad y no filtra lo suficiente, recibiremos las interferencias a través de nuestra propia antena. Esto se comprueba fácilmente si, al desconectar la antena, la interferencia desaparece.

La siguiente vía de entrada son los cables de accesorios, como micrófonos, auriculares, altavoces y cables de alimentación. Todas las conexiones exteriores son como antenas que captarán ondas electromagnéticas que propagarán la interferencia hacia nuestro receptor. Todas deben realizarse con cables blindados o apantallados. Además, todos los cables, incluso los cables apantallados, deben estar debidamente desacoplados por medio de condensadores cerámicos que deriven a masa cualquier radiofrecuencia.



Incluso los cables apantallados coaxiales pueden llegar a captar radiofrecuencia por el exterior de la malla del coaxial, que sólo puede evitarse colocando choques de ferrita que impidan su circulación por el exterior del cable.

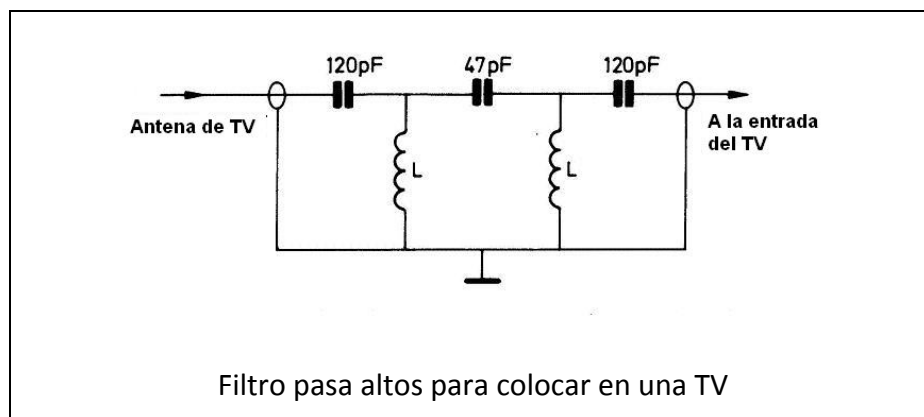
9.3 Medidas para prevenir y eliminar los efectos de las interferencias:

9.3.1 Filtrado

El filtrado de señales simplemente permite sólo el paso de ciertas señales en función de su frecuencia y evita el paso o, como mínimo, atenúa las señales que se consideran indeseadas. Es útil para evitar interferencias conducidas.

Por ejemplo como los televisores actuales trabajan todos en frecuencia de UHF superiores a nuestras bandas de 2 m y 70 cm, es útil colocarles filtros pasa altos adecuados que impidan la entrada de nuestras señales de frecuencias más bajas.

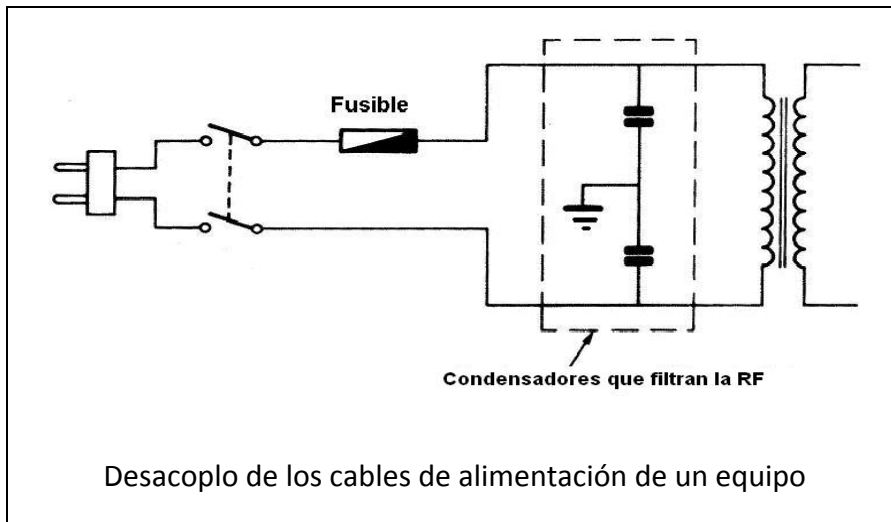
Como ya hemos visto anteriormente en otros apartados, existen filtros pasa bajos, pasa altos, filtros pasa banda y filtros de rechazo de banda que tienen precisamente la función de seleccionar las frecuencias que dejan pasar..



9.3.2 Desacoplo

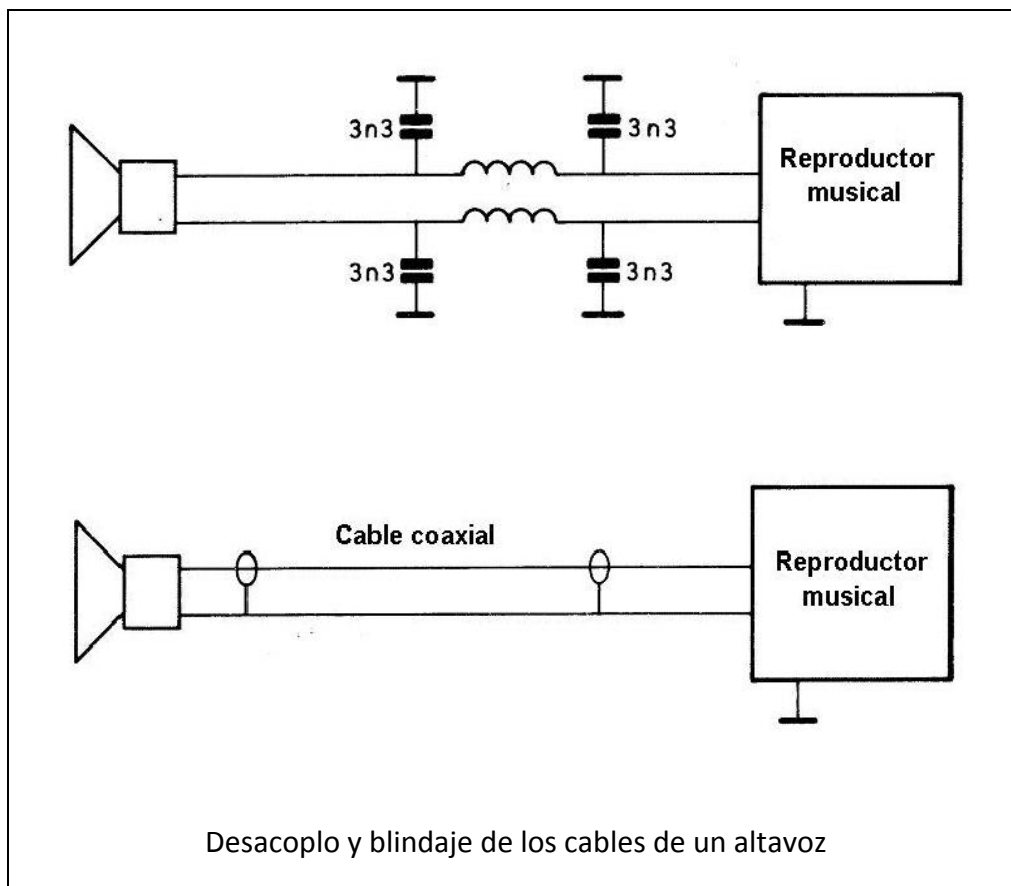
El desacoplo de todos los cables que llegan a los equipos, excepto la antena, está basado en el uso de condensadores de disco cerámicos derivados en paralelo a masa, que están destinados a evitar que el equipo introduzca RF por los cables de conexión a la red eléctrica, y viceversa, de forma que no puedan ser captadas interferencias de RF a través de los cables que lo conectan a la red de alimentación.

Otro tipo de condensadores, como por ejemplo los realizados con dieléctrico de poliéster con láminas metálicas enrolladas y los condensadores electrolíticos, no sirven para esto porque sólo se utilizan en baja frecuencia al tener una inductancia excesiva para la RF.



9.3.3 Apantallamiento

El blindaje o apantallado impide que se emitan o reciban interferencias radiadas desde o hacia nuestro equipo. El blindaje atenúa de forma muy importante el paso de los campos eléctricos al exterior del aparato transmisor. Lo más importante es que envuelva completamente al presunto emisor, obligando a que la radiofrecuencia salga únicamente por la antena emisora, desde donde será correctamente radiada



El blindaje no impide totalmente el paso de las ondas electromagnéticas, pero atenúa mucho el paso a su través porque anula el campo eléctrico de la onda al otro lado del blindaje, aunque no puede anular totalmente el campo magnético de la onda electromagnética.

9.3.4 Choques de ferrita en modo común

También más modernamente se utilizan con profusión los choques de anillos de ferrita colocados en los cables que conectan entre sí los distintos aparatos, ya sea colocando los anillos de ferrita envolviendo los conductores de forma que impiden el paso de la RF por todos los conductores a la vez, o incluso, si es necesario, enrollando los conductores formando varias espiras en un núcleo toroidal de ferrita o en rectángulos de ferrita, para aumentar la inductancia del choque en modo común y evitar la captación o radiación de la RF por el cable.