

## INTERFERENCIAS VHF: SOLUCIONES

En la etapa de entrada del típico transceptor de 2 metros, hay presentes niveles críticos de tensión y corriente. Una señal intensa local, aun lejos de la frecuencia de operación del transceptor, puede llegar a la etapa de entrada del equipo, alterando esos niveles y provocando una considerable degradación en la sensibilidad del receptor, denominada técnicamente sobrecarga o bloqueo y que en la jerga actual de los 2 metros se la denomina desensibilización. Es mucho más común de lo que se piensa, especialmente en áreas urbanas de gran concentración de estaciones.

Otro tipo serio de interferencia, que afecta principalmente la operación en 2 metros es la deformación por intermodulación o intermodulación, que se produce cuando dos o más señales locales intensas de diferente frecuencia invaden la etapa de entrada de la sección receptora del transceptor, que es un dispositivo no lineal, capaz de mezclar y de producir una o más nuevas señales.

Si una de estas señales nuevas cae en la frecuencia que se está recibiendo o cerca de ella, se producirá el fenómeno de modulación cruzada o se escucharán ruidos peculiares, que en la mayoría de los casos anulará por completo la señal recibida.

Gran parte del problema de desensibilización e intermodulación en la banda de 2 metros proviene de las regiones de 130-143,9 y 148,1-170 MHz., que son utilizadas hasta el extremo de que la autoridad de aplicación no tiene prácticamente frecuencias libres en esos márgenes para adjudicar, por los servicios comerciales y gubernamentales, servicios que en su mayor parte son operados por personal que tiene poco o ningún conocimiento técnico.

Otra clase de interferencia encuentran los radioaficionados que viven cerca de un aeropuerto o que operan móviles en la cercanía de uno de ellos. Resulta lógico pensar que con una FI de 10,7 MHz y un oscilador local que varía entre 133,3 y 137,3 MHz las frecuencias de los aviones y torre de control, comprendidas entre 122,6 y 126,6 MHz, puedan llegar a la etapa de entrada de la sección receptora del transceptor y provocar problemas en la banda de 2 metros.

Asimismo, también se puede tropezar con problemas de interferencia, cuando el radioaficionado opera en las vecindades de un transmisor de alta potencia de TV y de radiodifusión de FM. Cuando la suma o resta de las frecuencias de los transmisores de TV y FM caen en o cerca de la frecuencia de recepción de 2 metros, habrá problemas. Así por ejemplo, la señal de video de un canal y la señal de audio de una estación de FM,  $55,25 + 92,3$  MHz, penetran en la etapa de entrada del transceptor y producen una señal de  $55,25 + 92,3 = 147,550$  MHz., que cae bien dentro de la banda de 2 metros y crea una interferencia combinada de una señal ancha de audio, mezclada con el ruido de los impulsos de video, anulando ese canal y quizás los adyacentes.

Estas situaciones descritas son únicamente una pocas de las miles que pueden ocurrir, pero tienen un común denominador: son provocadas por señales indeseables, fuera de la banda de 2 metros, recibidas por la antena de VHF y alimentadas a una etapa de entrada vulnerable.

## REMEDIOS

Por lo general, tanto las antenas como los equipos transceptores usados en VHF, en 2 metros, son del tipo de paso de banda ancho. Aunque las antenas son resonantes en una frecuencia determinada o en una pequeña banda de frecuencias, recogerán señales que estén lejos de la banda de trabajo y las inyectarán a través de la

línea asimétrica coaxial, a la sección receptora del transceptor. Aquí no hay mucho que se pueda hacer para remediar el mal, ya que el paso de banda del filtro y las etapas de entrada de la sección receptora están diseñadas y ajustadas para acomodar la banda completa de 144-148 MHz.

En VHF y UHF, con el objeto de obtener un elevado Q necesario para un filtraje de ancho de banda efectivo, los elementos convencionales como inductores y capacitores comunes, no proporcionarán el alto Q requerido.

Algunos fabricantes de equipos, reconociendo el grave problema de las interferencias, han incorporado en sus transceptores un filtro híbrido de cavidad de paso de banda, conocido como resonador helicoidal, lo que indudablemente ha mejorado la situación, pero en muchos casos no representa una solución completa.

En efecto, estos resonadores helicoidales, si bien han ganado gran aceptación por su reducido tamaño y el hecho que pueden ser montados sin dificultades en el interior de los equipos, muy cerca de la etapa de entrada, a pesar de que pueden atenuar considerablemente las señales fuera de banda que llegan por la antena, no pueden evitar las intensas señales locales de fuera de banda, que aun pueden introducirse en el receptor, por causa de la cercanía de los resonadores a los sensibles circuitos del transceptor.

## LA CAVIDAD RESONANTE REENTRANTE

Entonces, es cuando el experimentador afectado por este problema, tiene una tabla de salvación a mano: la cavidad resonante, que fuera descrita inicialmente por Hansen en 1938. Se trata de un recinto, o parte de un recinto, de cualquier tamaño o forma, cuyas paredes o superficies conductoras puedan mantener campos oscilatorios electromagnéticos en su interior. Cuando un recinto de este tipo incluye una sección reentrante, los campos electromagnéticos tienden a concentrarse en diferentes partes de la cavidad, comportándose en consecuencia, en forma similar a la de un circuito L/C común. El campo magnético se concentra alrededor de la base de la sección reentrante y el campo eléctrico toma su máximo valor en la parte abierta de la cavidad.

## CAVIDAD RESONANTE REENTRANTE DE 1/4 DE ONDA

Un trozo de cable simétrico de 1/4 de onda con un extremo en cortocircuito posee propiedades similares a las de un circuito L/C resonante paralelo. Se puede considerar al recinto resonante reentrante como una línea de transmisión concéntrica de sección más ancha, con su base en cortocircuito, con el aire interior como dieléctrico. En mis primeras experiencias con cavidades resonantes reentrantes de este tipo, en la década del 50, las utilice como circuitos paralelos L/C de muy alto Q, en equipos de VHF/UHF. Asimismo, en la década del 60, muchos experimentadores comenzaron a emplearlas como filtros de paso de banda (ver bibliografía adjunta). Como quiera que el extremo en cortocircuito de una cavidad de este tipo se halla a un alto potencial de corriente de RF, se requiere una superficie interna en el recinto de muy elevada conductividad y una conexión de muy baja resistencia a la RF. A causa del predominio del efecto de superficie en VHF/UHF, se usa comúnmente una superficie interior de plata o cobre para obtener alta conductividad, lo que asegura un elevado Q a través de todo el recinto. Cuando se trata de cavidades resonantes reentrantes, siempre se entiende por el conductor exterior, la superficie interna de las paredes del recinto; las referencias al conductor interior central en cambio, indican la superficie exterior del mismo. La parte exterior de la cavidad y la parte interior del caño que forma el conductor interior, están a potencial de masa, en lo que a RF se refiere. El extremo superior abierto de la cavidad resonante ofrece muy alta impedancia y es un rea de alta tensión de RF. Si se usa aislación en este extremo, deber ser de muy buena calidad, a fin de evitar la degradación del Q. Bajo el punto de vista del Q, es mejor construir el conductor interior central de una cavidad reentrante de 1/4 de onda exacto, ajustando luego la frecuencia de resonancia, variando la longitud del conductor, en el interior de la cavidad, lo que en la práctica resulta engorroso. Mas lógico resulta construir tanto la cavidad como el conductor interior central algo más cortos, presentando reactancia inductiva y agregando reactancia capacitiva bajo la forma de un pequeño capacitor variable, conectado en paralelo entre las partes superiores de la cavidad y el conductor interior central, para lograr resonancia. En la práctica, la dimensión física del conductor interior central de 1/4 de onda es menor que su longitud eléctrica, debido al efecto paralelo que producen las capacitancias parasitas existentes por la proximidad del recinto al extremo abierto del conductor interior central. Resulta axiomático el hecho, de que a medida que se eleva la frecuencia, se puede disminuir el tamaño óptimo de la cavidad.

## CAVIDAD RESONANTE DE 1/4 DE ONDA

Nada impide que el tamaño del recinto sea de 1/2 onda en lugar de 1/4 de onda, que asimismo puede ser achicado por una carga capacitiva. Este diseño que tiene aplicación práctica en UHF responde a los principios ya vistos para las cavidades de 1/4 de onda. Empero, en la versión 1/2 onda, ambos extremos en cortocircuito son áreas de alta corriente de RF, mientras que la parte central es la de alta tensión. Allí, un capacitor variable lleva la cavidad a resonancia. Se destaca el hecho de que una cavidad de 3/4 de onda exhibe características similares a las de una de 1/4 de onda, a pesar del aumento físico.

## EFFECTUANDO EL ACOPLAMIENTO

La selectividad, la pérdida por inserción y la impedancia que presenta una cavidad resonante reentrante, dependen de la forma y magnitud en que la energía de RF se acopla hacia y afuera del recinto, estas características son interdependientes. Se puede efectuar el acoplamiento por métodos electromagnéticos utilizando lazos inductivos; por sistemas electrostáticos, usando capacitancias y finalmente, por conexión directa al conductor interior. Asimismo, se puede emplear una combinación de estos métodos, dependiendo de la aplicación específica de la cavidad. Cuando se trabaja con líneas asimétricas coaxiales de baja impedancia, como es común en trabajos de radioaficionados, se utilizan lazos de acoplamiento inductivo. En otros casos, especialmente cuando se trata de varias cavidades conectadas en serie, se acude al acoplamiento directo al conductor interior central. En cambio, el acoplamiento capacitivo proporciona un método muy conveniente para alimentar energía hacia o de circuitos de alta impedancia.

## PERDIDA POR INSERCIÓN

La pérdida por inserción en el circuito provocada por una cavidad resonante reentrante, depende de varios factores, entre ellos el tamaño del recinto, clase de material utilizado en su construcción y en el conductor interior central y el sistema y grado de acoplamiento. Así, un acoplamiento fuerte disminuir la pérdida por inserción, pero afectará el grado de selectividad, mientras que un acoplamiento débil tendrá exactamente el efecto opuesto. Normalmente los lazos inductivos de acoplamiento se ubican en el extremo inferior en cortocircuito de la cavidad resonante reentrante, sitio donde se encuentra el campo electromagnético máximo. A medida que el lazo se coloca más cerca del conductor interior central, se aumenta el acoplamiento, mientras que el plano del lazo se orienta a abarcar el máximo de flujo magnético. Si se aleja el lazo, se disminuye el acoplamiento. En cambio, se utilizan sondas capacitivas para acoplar energía hacia y afuera del campo

electrostatico, que se halla concentrado en el extremo superior abierto, punto de alta impedancia del recinto. A medida que la sonda capacitiva se ubica mas cerca del conductor interior central, aumenta el acoplamiento.

## ADAPTACION DE IMPEDANCIAS

El uso de lazos inductivos de acoplamiento permite disminuir la importancia del problema de adaptacion de impedancias y posibilita la experimentacion, por parte del radioaficionado, a fin de obtener los mejores resultados independientemente del tamaño, forma y posicion de los lazos. Empero, para lograr calculos y diseños mas precisos, es necesario emplear conexiones directas al conductor interior central. No obstante, se deber tomar una posicion de compromiso, cuando en una instalacion particular se desea obtener las características deseadas de selectividad, perdida por insercion y adaptacion de impedancias.

## AJUSTE Y PRUEBA

Se puede realizar un ajuste preliminar, para determinar el margen de frecuencias que cubre la cavidad asi construida, aproximando la bobina de acoplamiento de una espira del MACG (1) correspondiente a VHF, al fleje de cobre que une el estator del capacitor variable con el conductor interior central. Una caída pronunciada de la aguja del instrumento indicar resonancia, que deber producirse con el capacitor variable aproximadamente a mitad de su recorrido y con el dial del MACG ubicado en las proximidades de los 146 MHz. Debera haber capacitancia de sobra a ambos lados del punto de resonancia, como para poder cubrir toda la banda de 2 metros y aun mas alla. Finalizada esta verificacion, se puede insertar la cavidad resonante reentrante en serie con la linea de transmision: antena -> cavidad -> roimetro -> equipo. Sintonicese una señal debil en la banda de 2 metros y ajustese el capacitor variable hasta obtener una respuesta maxima; la sintonia sera aguda y critica. he aqui la razon por la que se debe contar con una perilla comoda adosada al eje del rotor del capacitor variable. Coloquese el transceptor en posicion de baja potencia y reajustese el capacitor variable ligeramente para lograr el minimo valor de la ROE. Sin tocar para nada la sintonia de la cavidad, cambiese la frecuencia de transmision 1 MHz. arriba y luego, pasando por la frecuencia de ajuste, disminuyase dicha frecuencia de 1 MHz abajo, observando el cambio en la ROE. Esto proporcionar una buena idea de la selectividad de la cavidad. Si se emplea una carga artificial de 50 ohms y un watimetro adecuado para VHF, en lugar de la antena, cuando se realiza esta prueba, entonces se puede relacionar el cambio de la ROE con la variacion en la potencia de salida.

## MAS EXPERIENCIAS

Tratase de doblar los lazos con unas pinzas de puntas largas, de tal manera que disminuya la separacion al conductor interior central. Entonces, las pruebas mostraran que el ancho de banda aumenta, revelado por un cambio menor en la ROE y en la potencia de salida, comparativamente con la primera prueba. Despues, realicese otra experiencia con los lazos de acoplamiento inductivo ubicados mas lejos del conductor central interior. Entonces, se debera observar que el ancho de banda disminuye.

## ANTENA PARA OPERACION MOVIL DE 5/8 DE ONDA

Seguramente, el radioaficionado deseoso de experimentar, hallar mas pruebas para realizar. "Por que no alimentar por ejemplo, la salida de la cavidad resonante reentrante con una antena de 5/8 de onda directamente, como lo describe Tucker (2). Entonces, la cavidad se desempeñara como un resonador para la antena de 5/8 de onda. Los lazos de acoplamiento inductivo deberan ajustarse a minima ROE en la frecuencia de resonancia. Sin duda, los resultados del uso de una antena de este tipo en conjuncion con una cavidad resonante reentrante y un transceptor de VHF carente de filtros helicoidales resonantes, ser extraordinario, si se esta operando en un lugar plagado por interferencias producidas por radio-llamados o radio-mensajes.

Para los que desean seguir con la experimentacion, ser tarea sencilla agregar una varilla metalica de 5/8 de onda (1,22mts.) en la entrada de la cavidad descrita y probar. Empero, para lograr buenos resultados, se podra colocar en la parte inferior exterior de la cavidad, un plano artificial de tierra, constituido por dos flejes de aluminio de unos 1,14 mts. de largo y 10 cm. de ancho cada uno, unidos en cruz y colocados sobre la parte superior del automovil. Con un medidor de ROE se ajustar a minima ROE la cavidad, que quizas sea alta en el primer intento. Entonces se movera el lazo inductivo de acoplamiento correspondiente a la salida -antena- con relacion al conductor interior central, un poco cada vez, hasta que la ROE tenga minimo valor en resonancia. Paso seguido, se podra rehacer la forma y posicion del otro lazo de acoplamiento inductivo entrada-hasta obtener el deseado grado de selectividad versus perdida por insercion en el circuito de la cavidad. Tengase en cuenta que todos estos ajustes estan relacionados entre si.

## RESULTADOS PRACTICOS

En mi estacion, una vez ajustada a resonancia una cavidad, en una frecuencia determinada donde la interferencia era muy severa, esta desaparecio quedando unicamente la estacion deseada, la del correspondal. El resultado practico fue dramatico. Mas del 75% de las interferencias quedaron eliminadas, una bendicion! Y se noto que en recepcion, la atenuacion producida por una cavidad es minima y en muchos casos no se la puede notar. En transmision, no obstante, la perdida por insercion en el circuito transceptor-linea de transmision-antena es severa y del orden de los 8 a 10 dB, lo que equivale a dos puntos en el medidor de intensidad de portadora del correspondal. Ergo, es necesario que en transmision, la cavidad quede fuera del circuito. Esto se puede hacer mediante una llave coaxil o un relay apropiado, que no aumente las perdidas por insercion en el circuito. Otros beneficios adicionales que note, cuando con el transceptor de FM en 2 metros funcionando en recepcion, hacia andar el transceptor de HF con un amplificador lineal de 1 kW de salida en SSB en 15 metros: sin la cavidad, la estacion de VHF en FM quedaba plagada de intermodulacion producida por la gran potencia del lineal y la cercania de ambas antenas. Al colocar la cavidad desaparecio toda interferencia, es mas, podia retransmitir la señal de 2 metros en 15 metros sin dificultad alguna. Otro colega, obtuvo una reduccion de las interferencias de radio-llamada y radio-mensaje, de un 80%, lo que para el constituyo el comienzo de la solucion para terminar de una vez con esa maldicion. Al momento de escribir esta nota, tengo en mi estacion dos cavidades conectadas en serie, con una junta coaxil macho a macho no se emplea cable coaxil para unirlas. Se usan unicamente en recepcion, cuando aparecen las interferencias. Y se ajustan en forma simetrica, a maxima intensidad de la señal del correspondal, en los momentos en que no hay interferencia.

## PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL CAMBIO DE POLARIZACION

Al reemplazar mi antena "long Yagi" de 2 1/2 largos de onda en el caño de soporte, polarizada horizontalmente y que me diera la concrecion de numerosos contactos directos, punto a punto, en la banda de 144 MHz. empleando SSB, con estaciones de Puerto Rico, Venezuela, y Brasil por una formacion apilada de catorce elementos en total, polarizada verticalmente y separada 1 largo de onda, el problema de las interferencias se agudizo considerablemente, ya que los mismos, como se sabe, utilizan polarizacion vertical. Procedi a colocar una cavidad entre la salida de mi transceptor de 2 metros y la entrada al amplificador lineal, cuidando que el lazo de union en total no excediera de 1/2 onda a la frecuencia de operacion. -Santo remedio! Con alegria, tal como lo esperaba, compruebo que todas esas malditas interferencias provenientes de las bandas adyacentes ya no me molestaban. Vuelvo a recomendar al radioaficionado aquejado por estas interferencias, la construccion de una o mas cavidades resonantes reentrantes de 1/4 de onda.

- (1) Medidor por absorción de la corriente de grilla o "grid-dipper"
- (2) Tucker, W. Re-entrant Cavity Antena for the VHF Bands.

### Bibliografía

Revistas LU-REPORT (disponibles en el BBS o por pedido vja mail a: LW1DRJ@YAHOO.COM.AR)

Brown, F. Simple Pole Bandpass Filters. "Ham Radio" setiembre 1969 Pag.51.

Corr, L. Two Meter Cavity Filter. "CQ" julio-agosto 1970 p.62.

Crowell, D. Tunable Bandpass Filters for 25-2.500 MHz. "Ham Radio" setiembre 1966, pag. 46.

Franson F. Coaxil lines resonators. "Ham Radio" abril 1970 p.82.

Gibson T. The Two-Gallon Cavity. "CQ" junio 1960. Pag 23.

Horton D. The Sensuous Cavity. "73" marzo 1974. Pag. 17.

Moler D. Taking Out de Two-Meter Garbage. "QST" junio 1972. P.48.