

TEORÍA Y AJUSTE DE DUPLEXORES

*Prólogo: Estaba por escribir un artículo sobre mi experiencia sobre construcción y sintonización de duplexores. La misma fue hecha sobre los que utilizan los monocanales telefónicos. Pero encontré este **excelente** artículo de Dave Metz, WAØAUQ, con amplia explicación sobre duplexores utilizados en repetidoras de radioaficionados de 2m, y consideré que sería mucho mejor traducir el mismo. Espero que a alguien le sirva. En Internet también hay un artículo de CE3BWT que toma la misma publicación como base y un artículo de EA1CSV sobre ajuste.*

Delmer Leynaud, LU1FDQ

DUPLEXER THEORY AND TUNING

Dave Metz WAØAUQ - SEITS: South East Iowa Technical Society

A partir de la cantidad de preguntas que hemos recibido en la página web, he visto la necesidad de un artículo para demistificar el asunto de los duplexores y los filtros de cavidad. Los duplexores y sus primos los diplexores (note que no son la misma cosa) son filtros eléctricamente simples. Nos permiten transmitir y recibir con la misma antena al mismo tiempo, rechazar señales indeseadas y, en el caso del Diplexor, alimentar con dos señales diferentes la misma antena. *(NdeT: Y recibir también)*

Eléctricamente un duplexor es un dispositivo que utiliza circuitos resonantes de sintonía aguda para aislar un transmisor de un receptor. Esto permite que ambos operen con la misma antena al mismo tiempo sin que la RF del transmisor ponga a freír al receptor. Tenga en cuenta que debe haber una separación entre la frecuencia de transmisión y la de recepción. Es conocido como "split". En 2 metros el split es de 600 kHz. En 70 cm el Split tiene el valor, mucho más cómodo, de 5 MHz.

Los diplexores son muchas veces equivocadamente llamados duplexores. La aplicación más común de un diplexor es conectar una radio móvil bibanda que tiene salidas separadas para V y U a una antena bibanda. Los diplexores son dispositivos completamente diferentes y mucho más simples de construir que un duplexor para repetidora. Mientras que los duplexores usan bandas pasantes y ranuras de atenuación muy angostas para hacer su magia, un diplexor se compone de simples filtros pasabajos y pasaaltos conectados juntos.

Existen varias formas diferentes de construir un duplexor. Comercialmente se encuentran el anillo híbrido, la cavidad de ranura y el pasabanda/rechazo de banda. Cada diseño tiene sus ventajas. Raramente se ve el anillo híbrido en uso de radioaficionados. El mismo usa una combinación de cavidades y líneas de fase. El Handbook de la ARRL tiene una excelente explicación sobre su funcionamiento si es de su interés.

Por muchos años ese mismo Handbook tuvo planos para construir un duplexor de ranura de 6 cavidades. También tenía una excelente explicación de la teoría detrás de este diseño. Los he construido y funcionan. También descubrí que ese diseño es extremadamente difícil de ajustar, ruidoso y para nada estable. No lo recomiendo. Sí, sé que se han construido algunos, pero ahora se dispone de diseños mejores y más fáciles de ajustar.

Mi diseño favorito de siempre en esta materia es el WACOM tipo pasabanda/rechazo de banda de 4 cavidades de 8" (204 mm) de diámetro. El único inconveniente es su costo. (Alrededor de \$900 cuando se escribe esto) *(NdeT: este artículo debe tener un par de décadas)*. Mediante el uso de cavidades más grandes, de alto Q y un mejor diseño, Wacom fue capaz de lograr la performance del duplexor de ranura de seis cavidades usando solamente cuatro cavidades.

Examinando la Figura 1 se observa que dos de las cavidades están en serie con la salida del transmisor, y dos en serie con la entrada del receptor. La dos "mitades" se unen en un conector "T" y se conecta a la línea coaxial que va a la antena.

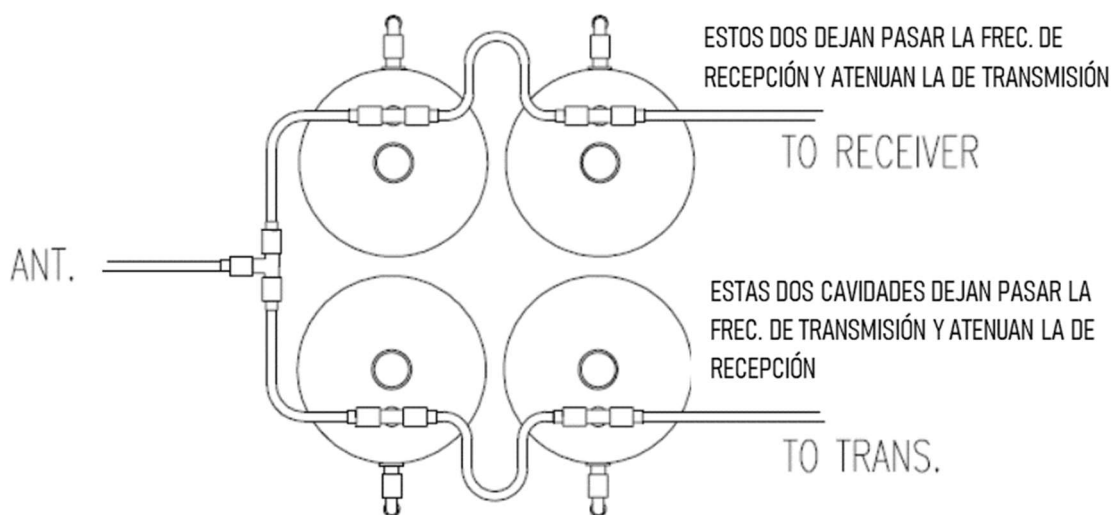


FIG. 1 CONEXIONES DE UN DUPLEXOR BP/BR DE CUATRO CAVIDADES

Cada cavidad tiene dos funciones. Primero debe pasar la señal deseada (el pasabanda). Segundo, debe detener todo lo posible la señal indeseada (el rechazo de banda o ranura). En la Figura 2 se muestra la curva de respuesta ideal de una cavidad típica para transmisor. Observe que pasa casi toda la señal en la frecuencia de transmisión de 145.370. Y tiene una profunda (30 dB+) y delgada ranura en la frecuencia de recepción 600 kHz más abajo.

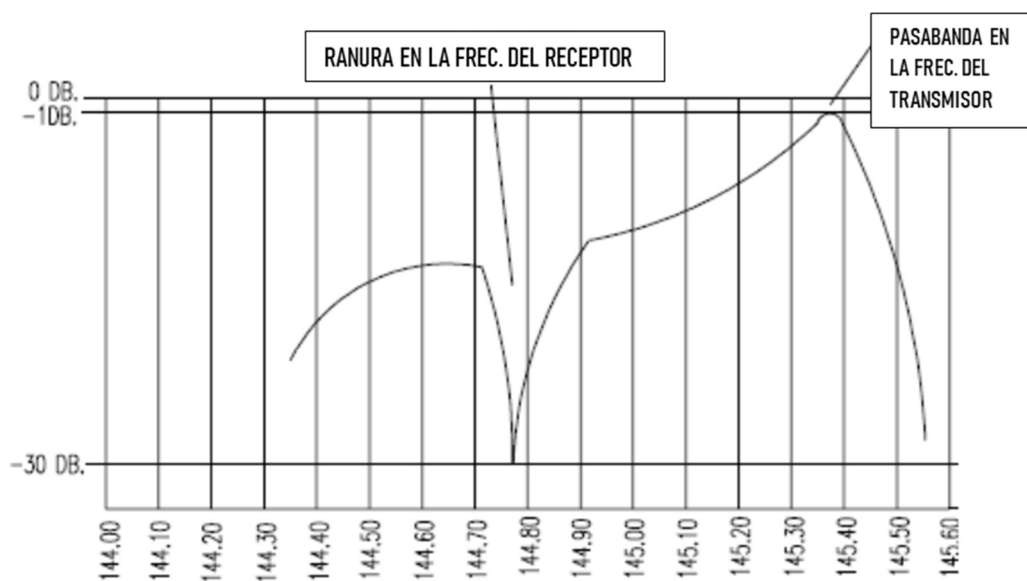


FIG. 2 CURVA DE ATENUACION DE LA CAVIDAD DEL TRANSMISOR

Las dos cavidades del receptor son exactamente iguales excepto que tienen su pasabanda sintonizada a 144.770 que es la frecuencia de recepción. Su ranura o rechazo de banda está en la frecuencia del transmisor 145.370. Así las cavidades de transmisión mantienen el ruido de RF de banda ancha generado por el transmisor fuera de la entrada del receptor, y las cavidades de recepción mantienen la energía de RF del transmisor fuera del receptor.

¡En este punto note que los transmisores no entregan toda su energía sólo en la frecuencia deseada! También entregan ruido blanco de banda ancha (soplido) hasta una considerable distancia de la frecuencia central. Si su transmisor (es un problema raro) entrega excesivo ruido blanco puede ocurrir que

no consiga rechazarlo todo. Algunos transmisores irradian menos ruido blanco que otros. Unos pocos transmisores de estado sólido de la primera generación producían tanto ruido que no pudieron usarse en repetidoras. (NdeT: Etapas desajustadas cercanas a la salida pueden generar este mismo efecto)

¿Cómo logran hacer esta aparente magia de dejarle transmitir y recibir al mismo tiempo? ¡Sorprendentemente, una cavidad de duplexor consta simplemente de dos circuitos resonantes cuidadosamente sintonizados! Eléctricamente son muy simples. Un circuito sintonizado fija la frecuencia del pasabanda, el otro fija la frecuencia de la ranura o rechazo. ¡Eso es todo! Se utilizan dos cavidades en serie simplemente para proveer mayor aislación entre transmisor y receptor. Una cavidad no es suficiente para hacer la tarea.

La complejidad de los duplexores viene del diseño mecánico requerido. Para simplificar, consideremos una cavidad ya que son todas iguales. Una cavidad es un circuito sintonizado simple. Veamos la Figura 3. El cuerpo de la cavidad y la línea sintonizada en el interior conforman el circuito sintonizado paralelo que consiste en L1 y C1. El acoplamiento de la energía de RF a la cavidad se realiza por L2 y C2.

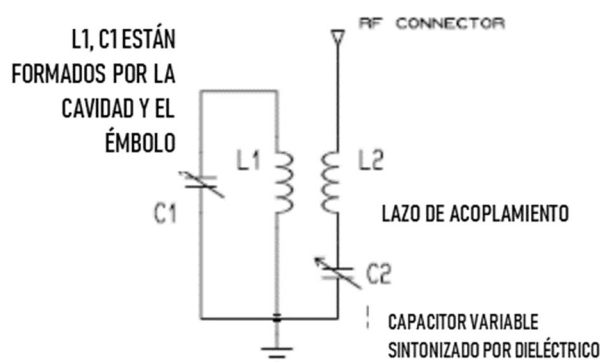


FIG 3 ESQUEMA DE LA CAVIDAD BP/BR

Ahora bien: ¿Por qué tenemos que usar una gran cavidad cuando un circuito sintonizado para 2 metros formado por una bobina y un capacitor pueden hacerse muy pequeños? La respuesta está en la calidad del circuito sintonizado, o sea, en su "Q". Nuestra pequeña bobina y capacitor tienen un Q bajo, por mucho demasiado bajo para funcionar como duplexor. Es decir, su sintonía no es suficientemente aguda. Su pico pasabanda será demasiado ancho, y su ranura demasiado ancha y poco profunda.

Sucede una cosa interesante si hacemos la bobina más grande y con menos vueltas. Cuando incrementamos el valor de C1 de manera que sintonice la misma frecuencia el Q aumenta y la sintonía se vuelve más aguda. Si continuamos esta evolución nuestra bobina llega a ser una línea sintonizada de 1/1 de longitud de onda. El capacitor es reemplazado por un gran tanque metálico (cavidad). Cuanto mayor tamaño tengan la línea sintonizada y la cavidad (en proporción), más alto será el Q. Una cavidad de 8" (204 mm) tiene mayor Q que una cavidad de 3" (76mm) y funciona mejor en el aire.

De esta forma nuestro circuito sintonizado se convirtió en una cavidad (Figura 4) de 25" (635 mm) y 8" (204mm) de diámetro. La línea sintonizada en su interior es un tubo de cobre de 1 3/8" de diámetro cuya longitud puede ser ajustada entre 18" (457 mm) y 23" (584 mm). Variando la longitud de este tubo (a veces llamado émbolo) se ajusta la frecuencia de pasabanda a la cual resuena la cavidad.

Volvamos a la Figura 3. Aún tenemos que acoplar energía de RF en nuestra cavidad resonante. L2 es un lazo de alambre o tira de cobre que entra en la cavidad desde su parte superior. El tamaño del lazo y su posición determinan la cantidad de energía acoplada a la cavidad. Un último refinamiento es el capacitor C2 que resuena con el lazo. Este conjunto fija la frecuencia de la ranura o frecuencia de rechazo de la cavidad. El conjunto L2 y C2 forman un circuito resonante serie.

¡De esta forma ahora tenemos un diseño eléctrico muy simple! Todos nuestros problemas de ahora en más son de naturaleza mecánica. Primero, tenemos que fabricar el cuerpo de la cavidad. Cobre, aluminio o bronce, todos funcionarán bien. Siempre y cuando la tapa superior esté construida de una sola pieza de material de bajas pérdidas eléctricas. Tiene que estar cerrada en el extremo inferior. Una simple placa sostenida en su lugar con remaches pop será suficiente.

El vástago de sintonía puede ser una pieza de 18" (450 mm) de caño de cobre común para agua de diámetro exterior 1 3/8" (35 mm). Dentro del mismo se desliza un trozo de 6" (152 mm) de caño de cobre de 1" (25,4 mm) de diámetro exterior movido por un trozo de 20" (508 mm) de varilla roscada de 1/4" (6,35 mm). El único verdadero problema en esta parte es la conductividad eléctrica del émbolo. La unión entre los dos caños debe ser hecha de un material de bronce flexible llamado "finger stock". (NdeT: ver fotografía adjunta mostrando un zócalo de válvula con contactos deslizantes de este tipo)



Luego todas las piezas deben ser plateadas (recubiertas con plata) ¡El recubrimiento con plata es **ultra importante**! El cobre desnudo tiene demasiadas pérdidas en 2 metros como para construir una cavidad que funcione. Además, la superficie del cobre (que es donde viaja la RF) se oxida haciendo un contacto aún más pobre entre la sección fija y la móvil del émbolo. El resultado es una cavidad que resulta casi imposible de sintonizar debido al ruido generado por el contacto al moverse.

El émbolo (ambas partes, fija y móvil), los contactos deslizantes y todas las partes sometidas a RF dentro de la cavidad deben ser recubiertas en plata. El plateado realmente hace la diferencia. Recuerde que tiene que mantener las pérdidas totales en el duplexor por debajo de los 3 dB. Pequeñas mejoras en la eficiencia son muy importantes.

El último ítem es C2. Un simple capacitor variable con dieléctrico de aire sería muy crítico para sintonizar. ¡Wacom resolvió este problema usando un capacitor inteligentemente diseñado que funciona variando la constante dieléctrica! Volviendo a la teoría básica, recuerde que hay dos cosas que determinan el valor de un capacitor. Una es el tamaño (NdeT: y separación) de las placas, la otra es la constante dieléctrica del material aislante entre ellas.

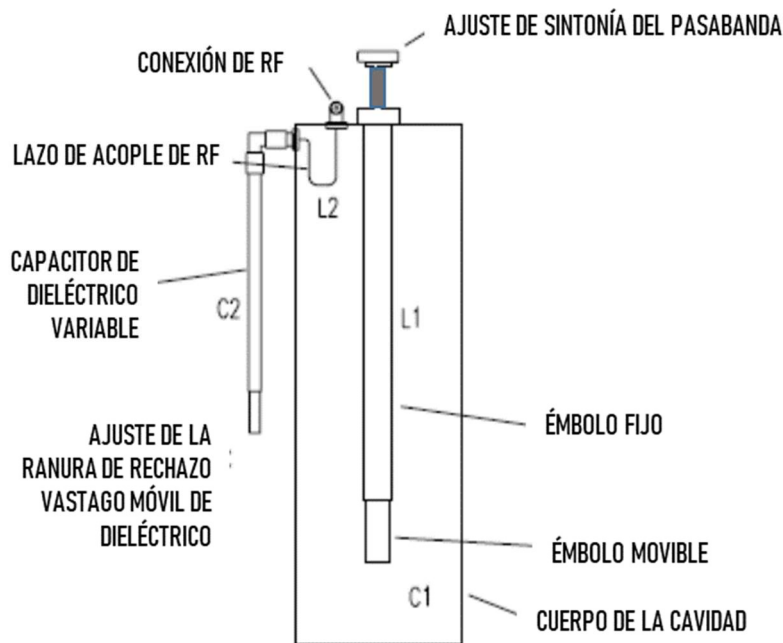


FIG. 4 CONSTRUCCIÓN DE CAVIDAD BR/BP

El capacitor Wacom consiste en una sección de 11" (280 mm) de caño de latón de $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) de diámetro interior, formando un electrodo del capacitor. El otro electrodo es una varilla de cobre de diámetro exterior $\frac{1}{8}$ " (3,2 mm). Un tubo plástico desliza dentro del tubo de latón de $\frac{1}{2}$ " y sobre la varilla interior de $\frac{1}{8}$ ". Variando su posición cambia la constante dieléctrica del capacitor y de esta manera su capacidad (usted está variando la cantidad de dieléctrico plástico que está reemplazando al dieléctrico de aire, y por supuesto el dispositivo no es hermético).

Este capacitor y el lazo de acoplamiento forman un circuito resonante serie (vuelva a la Figura 3). La frecuencia de resonancia de este circuito determina la frecuencia de la ranura de rechazo (o como la llama Wacom, el "rechazo de banda"). La gran bondad del diseño de Wacom es el sencillo ajuste de la frecuencia de la ranura de rechazo por medio de este inteligente capacitor variable. En otros diseños de duplexores en que el autor ha trabajado (por ejemplo: en el diseño de 6 cavidades del Handbook) la sintonía del pasabanda y de la ranura de rechazo son muy dificultosas.

Otro problema es la estabilidad con la temperatura. Si el duplexor está en un área que no tiene temperatura controlada el metal se expandirá y contraerá siguiendo los cambios de temperatura. Esto posiblemente desintonizará ligeramente la cavidad. Wacom soluciona este problema usando un vástago de sintonía hecho de una aleación especial y muy costosa llamada INVAR que compensa los cambios de temperatura. Nosotros no tenemos una fuente proveedora de estos vástagos.

Como puede verse en la siguiente foto, SEITS hizo en forma casera un juego de duplexores para 2 metros y no, no fue fácil. Harvey NØLBG hizo la mayor parte del trabajo y me dice que jamás va a construir otro juego!

Nuestras cavidades son de caño de cobre de 10" (254 mm) de diámetro y $\frac{1}{4}$ " (6.35 mm) de espesor. No tenemos idea de dónde vino el caño, simplemente apareció un día. ¡Honestamente! Los capacitores de sintonía de ranura se montan sobre la parte superior de las cavidades para evitar los problemáticos conectores acodados. Todo excepto la parte exterior de las cavidades se recubrió con plata para reducir pérdidas.

Están instalados en la repetidora 145.470 de Iowa City, Iowa. Funcionan muy bien y son estables aun cuando están instalados en un edificio no calefaccionado. Disculpas a Wacom



Si construye un duplexor casero y se mantiene en un ambiente de temperatura controlada no es necesario que tenga autocompensación. Si sintonizamos el duplexor a 72 °F (22°C) y lo mantenemos cerca de esa temperatura, NO HABRÁ PROBLEMAS. En la práctica hemos encontrado que nuestros duplexores caseros funcionan bien en un edificio sin calefacción. O por lo menos lo suficientemente bien como para que los usuarios no se hayan quejado.

El próximo asunto con respecto al diseño de duplexores es el acoplamiento de la RF entre los varios componentes. Esto se hace con línea coaxial de $\frac{1}{4}$ de onda eléctrica. Si está trabajando con cavidades de surplus que fueron usadas en la banda alta de servicio público tendrá que reemplazar los cables de acoplamiento por otros más largos. Sintonice las cavidades y pruébelas en el aire. Si no consigue suficiente aislación, póngase en contacto con el fabricante para que le proporcione sus recomendaciones. O vaya adelante y fabrique un nuevo juego de cables usted mismo.

Una onda de RF viajando en un coaxial es más corta que una viajando en el espacio libre. La diferencia entre la longitud en el espacio libre y la longitud de onda en el coaxial se conoce como factor de velocidad.

$$\text{Factor de Velocidad} = \frac{\text{Longitud de onda en el cable}}{\text{Longitud de onda en el espacio libre}}$$

El Handbook de la ARRL tiene tablas que indican el Factor de Velocidad para varios coaxiales y explica como calcular la correcta longitud de las líneas de $\frac{1}{4}$ de onda.

He tenido líneas de conexión funcionando mal en viejos duplexores, por eso es útil saber cómo reemplazarlas. También he hallado que cuando determino la longitud de las líneas en forma experimental tienen una pequeña diferencia con los valores obtenidos con los cálculos del Handbook. ¡La lección aquí es que, si no está seguro, haga algunas pruebas!

La elección del cable de conexiones es importante. El coaxial debe ser del tipo de doble blindaje con 100% de cubrimiento. No tiene que ser del tipo heliax sólido (los de blindaje tipo fuelle) porque es bastante difícil trabajar con ellos. Si lo puede conseguir, el mejor es el coaxial con dieléctrico de teflón, doble malla de blindaje, especificaciones militares. El coaxial de TIMES MICROWAVE con un blindaje de mylar metalizado funciona muy bien. No es necesario que el coaxial sea de gran diámetro si va a trabajar por debajo de 200 W. Los tramos son de longitudes tan cortas que las pérdidas no son de consideración.

Preste mucha atención a los conectores de los duplexores. La mayoría de los misteriosos problemas de ruido en las repetidoras de que he tenido noticias han sido encontrados en los conectores coaxiales. Mis favoritos Wacom usan conectores UHF. He tenido pequeños problemas con ruido que fueron fácilmente solucionados limpiando y ajustando los conectores UHF.

Si pudiera elegir, usaría conectores N o BNC en los duplexores nuevos. Los conectores de la serie N son los mejores y bien valen el dinero extra. Tienen menores pérdidas y jamás tuve un problema de ruido con ninguno. ¡Asegúrese que los conectores que utilice sean hechos en Estados Unidos y recubiertos con plata! Hace diferencia en la calidad del conector. Sea súper cuidadoso con los conectores UHF tipo codo. Hemos tenido muy serios problemas con conectores codo importados. La mayoría de ellos funcionan más como chokes de RF (inductores) que como conectores. Evite su uso si puede evitarlo. Algunos que hemos probado introdujeron severas pérdidas en el sistema.

Sintonizar un duplexor de tipo pasabanda/rechazo de banda es fácil comparado con un duplexor de ranura de rechazo convencional. El émbolo de la cavidad ajusta la frecuencia de pasabanda. Aquí se necesita que pase tanta RF como sea posible por el duplexor. El capacitor C2 ajusta la frecuencia de la ranura de rechazo. Anote claramente en cada cavidad las frecuencias de paso y de rechazo (ranura). ¡Recuerde que son opuestas para transmisión y recepción!

EJEMPLO:	CAVIDADES DE RECEPCIÓN	PASO 144.770 MHz	RECHAZO 145.370 MHz
	CAVIDADES DE TRANSMISIÓN	PASO 145.370 MHz	RECHAZO 144.770 MHz

La forma más fácil de sintonizar cavidades es con un monitor de servicio para FM equipado con un generador de barrido y un analizador de espectro. Si esto es posible, póngase en contacto con alguien con este tipo de equipo para que haga el trabajo por usted. Si esto no es posible, no desespere. Métodos más simples, de aficionados, son posibles y funcionarán igualmente bien. Sólo tiene que tener más cuidado.

Va a necesitar una fuente de señal estable y un método para medir amplitud de RF. Un viejo generador de RF que pueda tener una salida de por lo menos 1 volt de RF es muy útil. Se lo puede usar en el comienzo para barrer la frecuencia y hacer la sintonía inicial del pasabanda. Para una fuente más potente de señal un HT (handy talkie) será adecuado.

Con el HT su indicador para el ajuste del pasabanda puede ser un watímetro de RF. Para el trabajo más delicado de sintonizar las frecuencias de rechazo (ranura) un simple voltímetro de RF será adecuado. También se podría utilizar un receptor equipado con "S" meter con un atenuador por pasos en la entrada. Sería perfecto para la sintonía fina de las ranuras. Sólo que debe ser cuidadoso de cuanta RF esté inyectando al duplexor mientras lo sintoniza, ¡no querrá freír la entrada de su receptor cuando alcance el pasabanda correcto!

Si va a construir su propia punta de prueba voltimétrica de RF consulte los detalles en el Handbook de la ARRL. Hágala en un conector que se pueda enchufar directamente a los cables de conexión del duplexor. Para el voltímetro de RF puede usar un antiguo instrumento analógico de aguja, como un VTVM (voltímetro a válvula) o un simple microamperímetro. Es mucho más fácil sintonizar los picos y ranuras con un instrumento analógico que con uno digital.

Comience con sólo una cavidad conectada. Ponga la salida de RF del generador al máximo y mueva la frecuencia hacia arriba y abajo en la banda hasta que vea un pico en su voltímetro de RF o S meter. Recuerde que girando para introducir más el émbolo disminuye la frecuencia de pasabanda. Retrayendo el émbolo

aumenta la frecuencia de paso. Ajuste la salida del generador para mantener el medidor en la porción lineal de la escala.

Todo lo que estamos haciendo es un primer ajuste grueso, así que no trate de lograr la perfección. Conecte la siguiente cavidad en la cadena y repita el proceso para colocarla en la frecuencia de pasabanda. Luego haga lo mismo con el segundo juego de cavidades en su frecuencia de pasabanda. Aquí es donde resulta fácil confundirse y por qué es importante tener las frecuencias claramente escritas en cada cavidad. Hacer eso le ahorrará muchos problemas.

Con ambos juegos de cavidades, transmisión y recepción, ajustadas aproximadamente a su frecuencia de pasabanda, conecte todos los cables del conjunto duplexor. Conecte un vatímetro y una carga fantasma en el lado que irá a la antena, como se indica en la Figura 5. Ajuste su HT en simplex a la frecuencia de pasabanda del juego de cavidades de transmisión. En mi ejemplo es 145.370 MHz. Pulse el HT y sintonice las cavidades para lograr máxima potencia de salida.

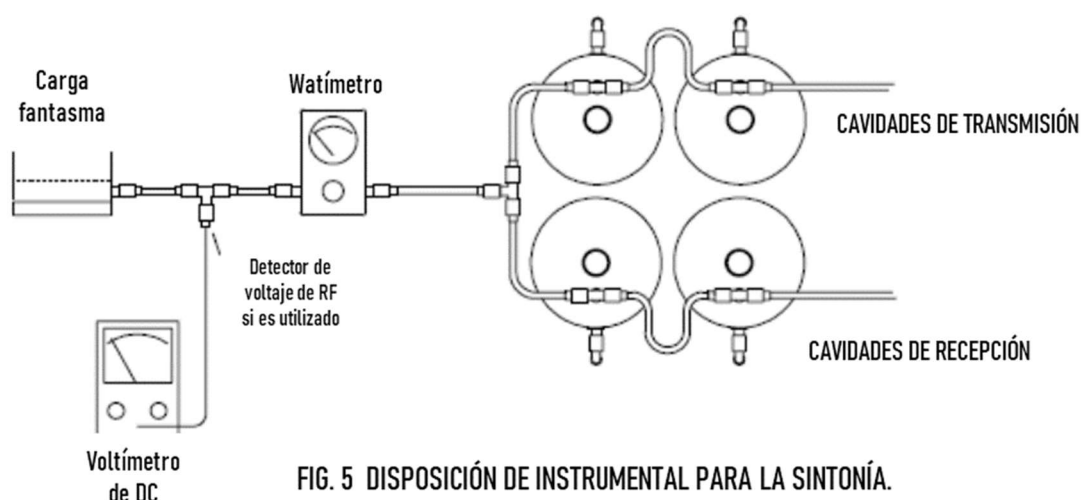


FIG. 5 DISPOSICIÓN DE INSTRUMENTAL PARA LA SINTONÍA.

Conecte el HT a las cavidades de recepción y ajuste la frecuencia a 144.770 MHz simplex (-600 respecto de la frecuencia de transmisión en este ejemplo). Repita el procedimiento de ajustar los émbolos de sintonía de pasabanda a máxima RF en el vatímetro. Tenga en cuenta que si por casualidad la frecuencia de rechazo está muy cerca del pasabanda es posible que no consiga ajustar una cavidad en forma adecuada. Si sospecha que esto esté sucediendo, mueva un poco el vástago móvil de dieléctrico que ajusta la frecuencia de rechazo e intente ajustar el pasabanda nuevamente.

El ajuste de las ranuras de rechazo es un poquito más difícil. Necesita un detector mucho más sensible que el vatímetro usado hasta ahora. Si su generador de señales puede entregar suficiente RF a las cavidades un simple voltímetro con punta de RF servirá. Retire el vatímetro y reemplácelo por un conector T. Conecte la punta de RF al puerto libre de la T. Sus cavidades estarán ahora con la correcta terminación de 50 ohms y usted podrá medir el voltaje de RF en la carga.

Resulta crítico que su fuente de RF esté bien en frecuencia y sea estable. Un viejo generador sintonizable no servirá. Si su HT tiene una posición de baja potencia puede empezar con eso. ¡ATENCIÓN! El HT no estará viendo una carga de 50 ohms cuando su señal esté siendo rechazada. Si no está seguro que el HT puede soportar alta ROE, no lo use.

Pulse el transmisor y ajuste la primera cavidad a la frecuencia de ranura de rechazo que le corresponda. Puede que deba incrementar la sensibilidad del voltímetro o la potencia de RF para ver claramente la ranura. Debería ser bastante aguda. Repita el procedimiento para la siguiente cavidad. Excepto que hay que cambiar la frecuencia, el proceso será el mismo para el otro juego de cavidades.

Si todo fue bien, en este punto debería estar 99% en sintonía. Vuelva atrás y retoque la sintonía del pasabanda y de las ranuras de rechazo otra vez. Calcule las pérdidas a través de las cavidades de transmisión y de recepción en las respectivas frecuencias de pasabanda. Debería estar por debajo de 2dB y no mayor a 3dB. Si la pérdida es excesiva, verifique de nuevo el ajuste. Si el ajuste no fuese el problema, controle las pérdidas en cada uno de los cables y conectores.

La principal razón por la que me gusta tanto el diseño pasabanda/rechazo de banda es su facilidad para sintonizarlo. Además, difícilmente requieren retoques cuando están conectados a la repetidora. En algunos raros casos usted puede desear retocar el ajuste de la ranura para eliminar la última traza de ruido blanco que desensibiliza el receptor. Necesitará una débil señal no modulada en el aire para hacer este ajuste, y un voltímetro de AC conectado en paralelo con el parlante monitor de la repetidora.

Yo suelo usar una antena látigo en la salida de mi monitor de servicio para suministrar la débil señal. Se ajusta la salida hasta obtener alrededor de 10 dB de silenciamiento con el squelch abierto. Pulse y libere el transmisor sucesivamente (Tendrá un interruptor para el service, ¿no es así?) y observe la diferencia en el ruido de fondo. Cualquier soplo adicional que se escuche cuando el transmisor está en el aire es ruido blanco generado por el transmisor. Si le parece que el nivel de ruido es excesivo reajuste las ranuras de rechazo.

La mayoría de las repetidoras que he escuchado tienen algo de ruido blanco audible en el receptor. La perfección es difícil de lograr en el mundo real. Preocúpese acerca del mismo solamente si el nivel de ruido es tan alto que dificulta las señales moduladas más débiles con las que se espera comunicar.

Por ejemplo, digamos que se puede oír una señal de .25 μ V en su receptor con el transmisor inactivo. Con el mismo activado el nivel de ruido aumenta 2 dB. Esto podría ser aceptable luego del ajuste final. Si la misma señal es borrada completamente cuando el transmisor es pulsado, la desensibilización es excesiva y hay problemas en el sistema.



Este es el banco utilizado para ajustar los duplexores artesanales SEITS. De izquierda a derecha: Service monitor con vatímetro y un HT sobre él. Sigue un analizador de espectro HP y un frecuencímetro. Este equipamiento fue usado para chequeo final y ajuste de sintonía. Luego continúa todo el equipo con el que NØLBG hizo todo el trabajo de desarrollo. Encima del osciloscopio está el viejo VTVM Heathkit usado con la punta de RF. El antiguo generador HP suministró la señal de RF. La mayor parte del desarrollo se hizo con equipos simples. Gracias a NØLBG y KØVM.

¿Se pueden construir sus propios duplexores? La respuesta es sí, pero no es fácil. Ni este artículo trata de dar instrucciones para la construcción. No se encontrarán los materiales en una ferretería ni una casa de artículos de plomería. Necesita ser capaz de hacer trabajos simples de tornería y otras tareas con metales. Y necesitará los instrumentos adecuados para la calibración.

Como dije antes, el recubrimiento con plata de los componentes internos es muy importante. Hago recubrimiento de plata regularmente y no es difícil. No voy a publicar instrucciones debido a la extrema toxicidad de los componentes con cianuro usados en los baños. Realmente el proceso es bastante seguro, pero no quiero que algún idiota mate su familia poniendo solución de plateado en el jugo de naranja. Si se interesa por el electro plateado, vaya a su biblioteca local e investigue sobre el tema. Los proveedores de los joyeros venden los baños de plateado y los materiales. Consulte las Páginas Amarillas.

Tampoco puedo dar detalles técnicos o procedimientos de ajuste para todos los duplexores existentes en el mercado. ¡Lo más inteligente que puede hacer es ponerse en contacto con el fabricante y comprar el manual! Es un pequeño gasto comparado con los problemas que se va a ahorrar.