

ESTACIONES REPETIDORAS (x LU1EA Elidio Alvarez Sanchez)

INTRODUCCIÓN

Uno de los modos de comunicación que más popularidad han adquirido en los últimos años es el que se efectúa en las bandas de VHF y UHF empleando estaciones relevadoras automáticas, popularmente conocidas como Repetidoras.

Este modo de efectuar comunicaciones presenta la ventaja del tamaño compacto de los equipos transceptores de baja potencia, cuyo alcance o rango es ampliado por un equipo transmisor – receptor automático instalado en un edificio alto o en una montaña.

El equipo automático recibe de la señal de un transmisor pequeño y la retransmite automáticamente logrando así ampliar el rango de comunicación confiable del equipo que empleamos para transmitir. La efectividad de la repetidora depende del lugar donde está instalada y su altura sobre el nivel promedio del terreno.

Para dar una idea de las relaciones de cobertura, podemos considerar que un equipo portátil de uso manual con un Watt de potencia tiene un radio de 2 a 5 Km, y si operamos a través de una repetidora el alcance será de 30 a 100 Km.

Una estación repetidora opera en lo que se denomina "operación dúplex", es decir recibe en una frecuencia y transmite en otra; dentro de la misma banda de aficionados.

La separación entre las frecuencias de recepción y transmisión de la estación repetidora se denomina "offset"; pudiendo ser negativo o positivo, ya sea que la frecuencia de recepción sea menor o mayor que la frecuencia de transmisión de la repetidora.

El modo de emisión más común empleado para la operación a través de repetidoras es la frecuencia modulada de banda angosta, donde la desviación de la frecuencia de la portadora en función de la señal de audio es de ± 5 kHz, es decir, en clase de emisión 16K00F3E.

La mas simple e ideal Repetidora de Radioaficionados, es un receptor con su salida de audio conectada a la entrada de audio de un transmisor en otra frecuencia distinta. De esta forma, toda señal recibida en el receptor, es retransmitida en el transmisor. Lamentablemente, en el mundo real, las cosas no son tan simples y se necesitan otros circuitos adicionales, como por ejemplo un circuito que active el Transmisor (a), un contador de tiempo (b), un tiempo de cola (c) y un control remoto (d).

El circuito que activa el Transmisor (a) también llamado "COR" en ingles, es un dispositivo conectado al squelch del receptor, que permite encender el transmisor, cuando una señal es lo suficientemente intensa.

El circuito (b) también llamado "antiponcho", es un simple circuito de contador de tiempo que apaga el transmisor cuando la señal presente en el receptor es excesivamente extensa. Este apagado del transmisor lo previene por un excesivo calentamiento de su etapa final. El tiempo normal de este "timer" suele ser de 3 ó 4 minutos. Una vez que desaparece ó apaga la señal en la entrada del receptor, este "timer" vuelve a cero y comienza de nuevo el período.

El circuito (c) llamado "tiempo de cola" es un tiempo de retardo en el apagado del transmisor, luego que desapareció la señal de entrada en el receptor. El tiempo normal suele ser de 1 segundo. Este tiempo adicional, permite conocer si se está llegando al sistema repetidor o no.

El circuito de control remoto (d), permite el apagado a distancia de la Repetidora, ante problemas técnicos urgentes ó a requerimiento de la Autoridad de Aplicación (Comisión Nacional de Comunicaciones). Este control remoto es un requisito exigido en la reglamentación vigente.

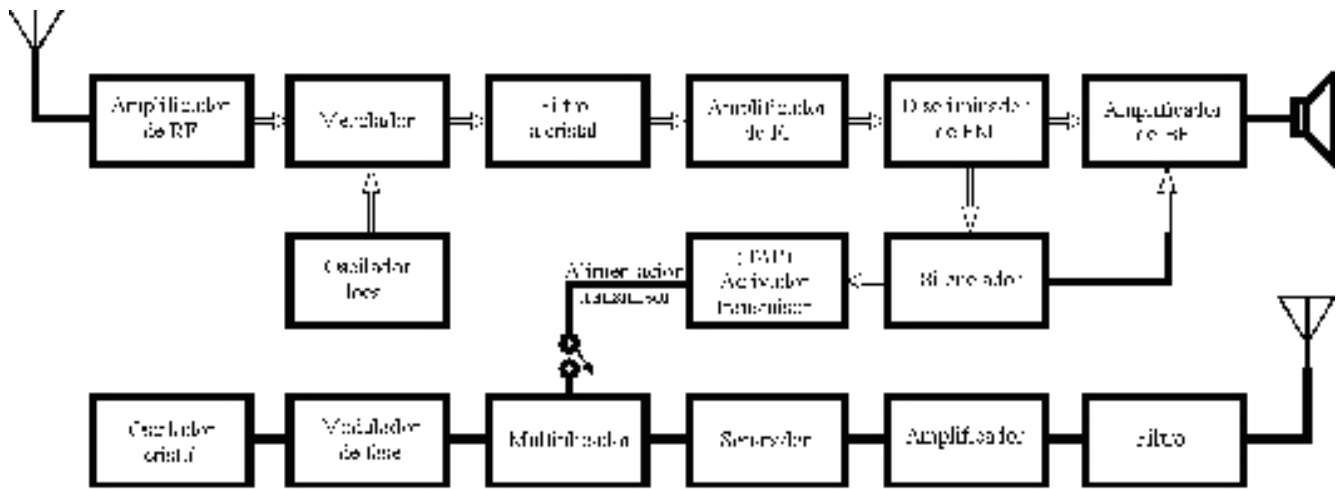


Diagrama en bloques de la Repetidora

La parte superior es la sección receptora y la inferior es la sección transmisora. En el conjunto de los bloques que constituyen el receptor, observamos que la señal recibida por la antena pasa al primer paso amplificador de RF; éste la amplifica convenientemente y la entrega al mezclador; el oscilador local genera la frecuencia para la mezcla y el resultado será una nueva frecuencia que se constituye la frecuencia intermedia FI.

La señal FI pasa por un filtro a cristal donde sufre una atenuación y por consiguiente, volveremos a aumentar su nivel con el módulo amplificador de FI; después pasa al discriminador de FM, el cual tiene una doble función: primera, convierte la mayor parte de la señal en una de baja frecuencia audible en el altavoz del receptor y segunda, como se ve en el diagrama modular, utiliza el nivel de ruido generado por el circuito en ausencia de señal, para activar el módulo silenciador, el cual, a su vez, controla al conmutador automático del transmisor TAP (transmisor activado por portadora), o "COR" (en inglés).

El conjunto del transmisor lo constituye básicamente un oscilador controlado a cristal y un modulador en fase. La señal generada por el oscilador es amplificada por un paso sintonizado. Este circuito está diseñado convenientemente para la separación entre pasos, por lo que se le denomina separador; a él le sigue la cadena de multiplicación de frecuencia para aumentar la frecuencia hasta el límite deseado. Un transmisor tiene tantos pasos separadores como cambios de frecuencia sean necesarios para alcanzar la frecuencia final de transmisión, y un paso final de potencia, seguido de una red de filtro paso bajo para la reducción de armónicas y señales no deseadas; en la práctica también esta red sirve para el acoplamiento de impedancias con la antena.

CIRCUITOS PRACTICOS

Algunos receptores, transmisores y/o transceptores comerciales, pueden ser utilizados para construir una Repetidora de Radioaficionados. Sin embargo, la gran mayoría de ellos no están preparados para servicio duplex ni para el servicio de Repetidora. El gran problema que suelen tener este tipo de equipos, es su pobre blindaje y filtrado, además de sus filtros de "banda ancha" en recepción y transmisión, lo cual es justamente lo opuesto a lo que requiere un sistema repetidor.

El mayor problema en el diseño de cualquier Repetidora es el ruido de banda ancha producido por el transmisor. El uso de cavidades de alto "Q" en cada etapa del transmisor, mas el correcto blindaje y filtrado de toda la instalación, logrará mantener el ruido de banda ancha aproximadamente 80 dB por debajo de la portadora, pero no es suficiente para prevenir la "desensibilización" del receptor.

La "desensibilización" del receptor es la reducción en la sensibilidad del receptor, causada por el ruido o sobrecarga de radiofrecuencia (RF) en las proximidades del transmisor. Este problema se agudiza

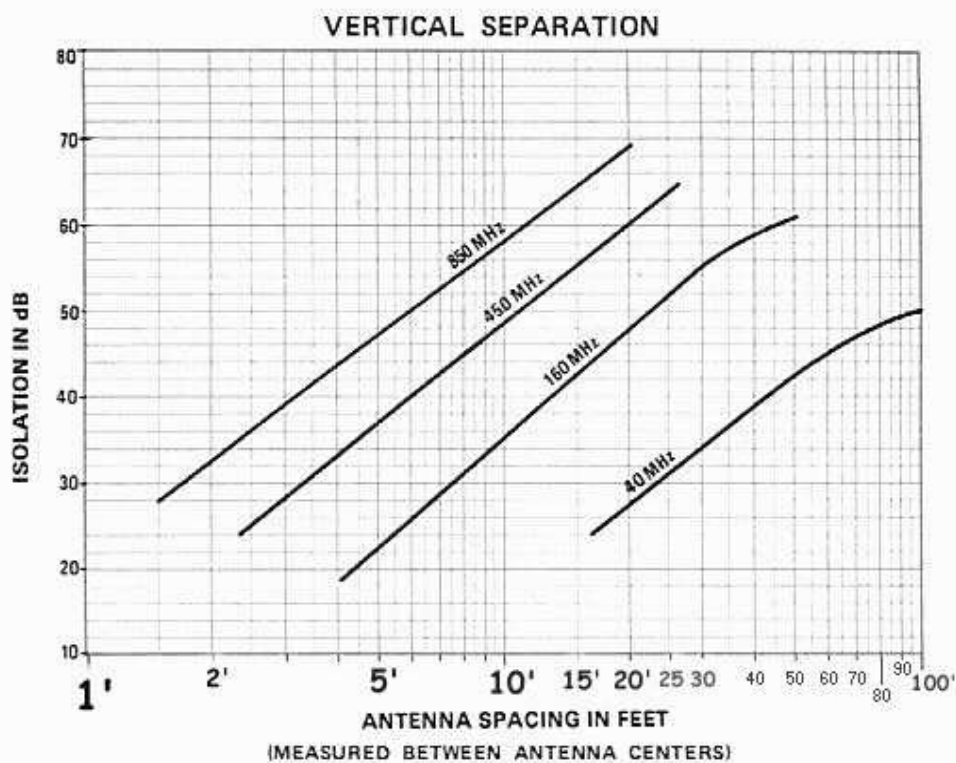
cuando ambas antenas (receptora y transmisora) están cerca una de otra.

La "desensibilización" se puede comprobar fácilmente, midiendo la corriente del limitador del receptor, mientras se enciende y apaga el transmisor. Si esa corriente sube cuando se enciende el transmisor, es señal de "desensibilización". Otra forma de comprobarlo, es cuando la Repetidora es activada por estaciones que llegan con señal debil. Al momento de encender el transmisor, se "desensibiliza" y se apaga el receptor, luego se vuelve a encender y así sucesivamente. En nuestro país, este fenómeno se lo conoce como "zapateo" de una Repetidora.

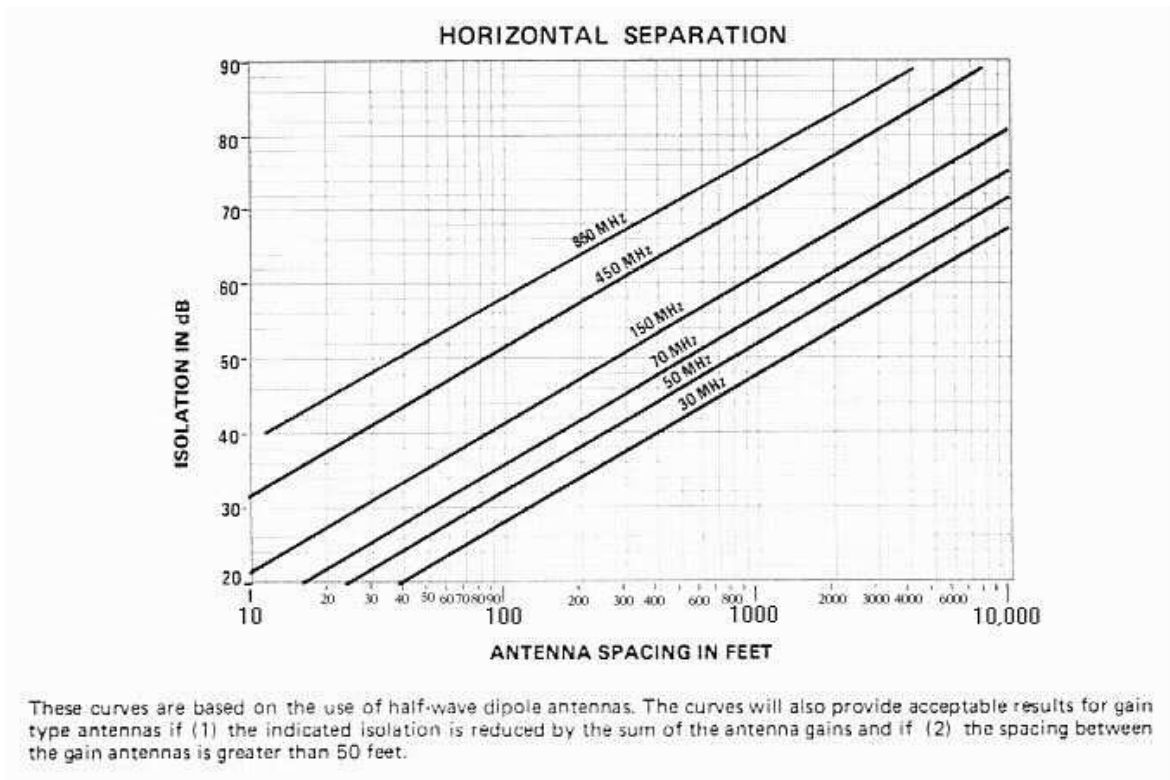
CONSIDERACIONES SOBRE ANTENAS

¿ Cual es la mejor solución para evitar la "desensibilización" de la Repetidora ?. Dependiendo de la banda de frecuencia de trabajo, una solución podría ser instalar ambas antenas (recepción y transmisión) separadas entre sí. La separación entre antenas, depende de la banda de frecuencia de trabajo y si la separación entre ellas es vertical u horizontal. En los siguientes gráficos puede observarse que es mucho mas efectiva la separación vertical que la horizontal.

ISOLATION VS. ANTENNA SEPARATION



Above curves are based on the use of half-wave dipole antennas. The curves will also provide acceptable results for gain type antennas if (1) the spacing is measured between the physical centers of the antennas and if (2) one antenna is mounted directly above the other (collinear), with no horizontal offset. No correction factor is required for the antenna gains. Note: The values indicated by the curves are approximate values because of coupling which exists between the antenna and tower. Increasing the antenna spacing beyond that shown by these curves may not always provide additional isolation because of antenna-tower coupling.



DUPLEXORES Y CAVIDADES RESONANTES

Son cosas distintas. Las cavidades resonantes son filtros de alto "Q" conectados en serie con la antena, lo cual permite el paso de la frecuencia deseada y atenúa las otras frecuencias. Los duplexores son tambien cavidades resonantes ajustadas a la frecuencia deseada, pero poseen un elemento adicional ajustable a la frecuencia de rechazo, lo cual provee una atenuación adicional.

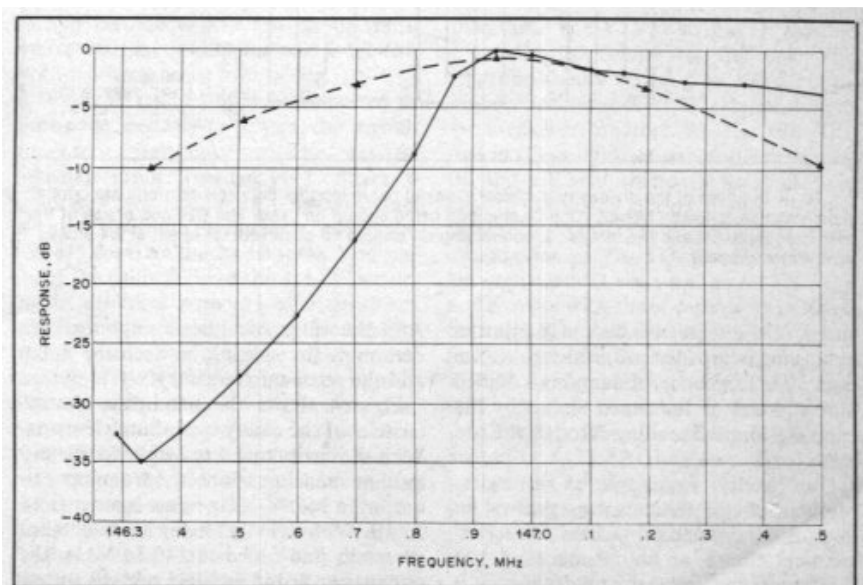


Fig. 14 — Typical frequency response of a single cavity of the type used for the duplexer. The dotted line represents one cavity alone, while the solid line is for a cavity with a shunt capacitor connected between input and output. An inductance connected in the same manner will cause the rejection notch to be above the frequency that the cavity is tuned.

El duplexor permite la utilización de una sola antena para transmisión y recepción y provee cerca de 120 dB de atenuación entre el transmisor y el receptor. El alto "Q" del duplexor permite evitar que el ruido de banda ancha llegue a las terminales del receptor, incluso utilizando una única antena. Los duplexores comerciales son caros y los construidos artesanalmente requieren equipos de tornería y de medición.

¿ Por que entonces no utilizar entonces dos antenas separadas ? . Dado que el transmisor transmite tan lejos como recibe, separar las antenas horizontalmente 1000 metros o mas, requiere un radioenlace y el tema se complica. Por otro lado, al tener las antenas separadas una gran distancia, los lóbulos de recepción y transmisión varían, pudiéndose dar el caso que la repetidora reciba muy bien a una estación, pero que le transmita con poca señal ó viceversa.

CALCULO DEL DUPLEXOR

Supongamos tener una Repetidora en VHF con las frecuencias de 146,940 MHz. (Tx) y 146,340 MHz. (Rx), con 60 Watts de potencia.

Para una buena recepción, los ruidos de banda ancha y señales espúreas deben ser menores a -130 dBm (0 dBm = 1 miliwatt sobre 50 ohms).

El ruido típico de un transmisor a 600 kHz. de la frecuencia de portadora, es 80 dB debajo de la potencia de dicha portadora.

Para este ejemplo, con 60 Watts (+ 48 dBm) de potencia de RF, el ruido será de -32 dBm.

Entonces el duplexor deberá hacer la diferencia entre los -32 dBm y los -130 dBm, o sea -98 dBm.

Si consideramos que cada cavidad del duplexor nos puede brindar una atenuación de 30-35 dB, entonces para los datos indicados necesitaremos tres cavidades en recepción y otras tres en transmisión. El grafico de atenuación de un duplexor de seis cavidades es el de la figura:

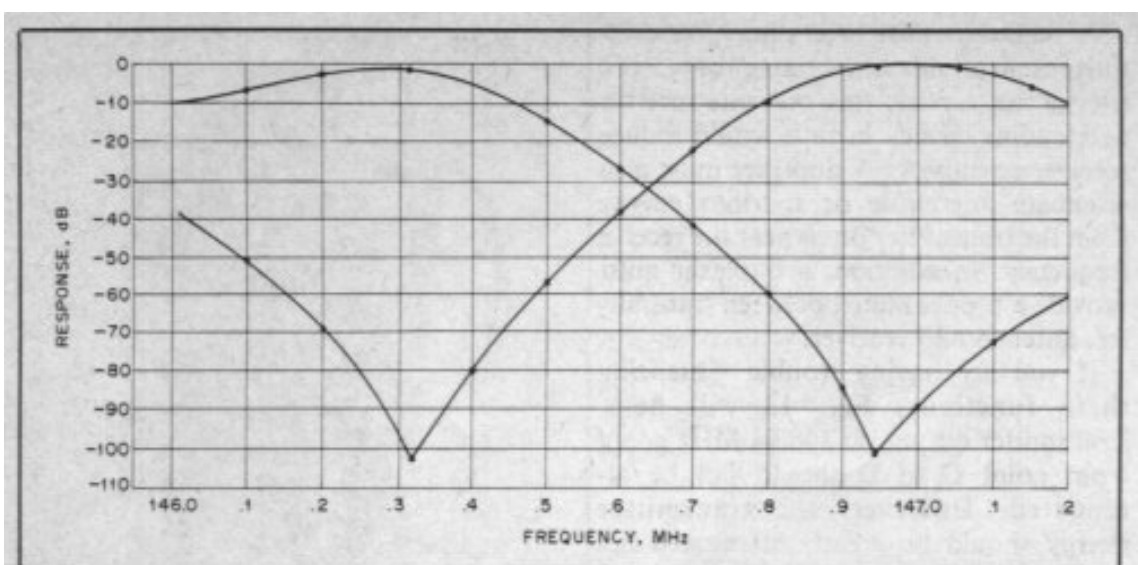


Fig. 15 — Frequency response of a six-cavity duplexer tuned for 146.34-MHz reception and 146.94-MHz transmission.

ANTENAS PARA REPETIDORAS

Ahora veremos un punto muy importante de una Repetidora: sus antenas. La Repetidora no solo debe tener un gran área de cobertura en transmisión, sino también suficiente sensibilidad y ganancia de antenas para hacer posible su utilización. Una Repetidora que se la pueda recibir a 100 km pero se la pueda activar solo a 20 km no sirve de nada. Lo mismo ocurre si se la puede activar desde 100 km pero se la escucha sólo a 30 km. Lo ideal es el correcto balance entre potencia de Tx, sensibilidad de Rx y un correcto sistema irradiante.

Comencemos por el principio. Por simplicidad tomaremos al dipolo de $\frac{1}{2}$ longitud de onda como referencia. Si utilizáramos un simple dipolo de $\frac{1}{2}$ longitud de onda colocado verticalmente, como antena, la repetidora estaría "sorda" por falta de ganancia de antena. A fin de lograr que la antena posea ganancia, esta deberá tener múltiples "elementos" y ganancia.

La ganancia de antena se mide en decibel (dB), y la misma puede ser respecto al radiador isotrópico (dBi) ó al dipolo de $\frac{1}{2}$ longitud de onda (dBd). La diferencia del dBd respecto del dBi es de 2,15 dB. Por ejemplo: la muy conocida antena "Ringo-Ranger" posee una ganancia de 5 dBi (o sea realmente: $5 - 2,15 = 2,85$ dBd). La mayoría de los fabricantes de antenas omite especificar la ganancia de su antena "respecto a que lo mide". Simplemente especifican 5 dB sin decir si es respecto al isotrópico o respecto al dipolo.

Cada 3 dB de ganancia, representa el doble de señal en el horizonte. El punto donde la señal emitida posee la mitad de su intensidad, se llama "punto de potencia media".

La figura 1 representa el lóbulo de radiación de una antena de 3 dB de ganancia (aproximadamente 30° sobre el horizonte) comparado con otra antena de 6 dB de ganancia (aproximadamente 17° sobre el horizonte). Al ser más "bajo" el lóbulo de radiación, se obtiene mayor distancia en el radioenlace.

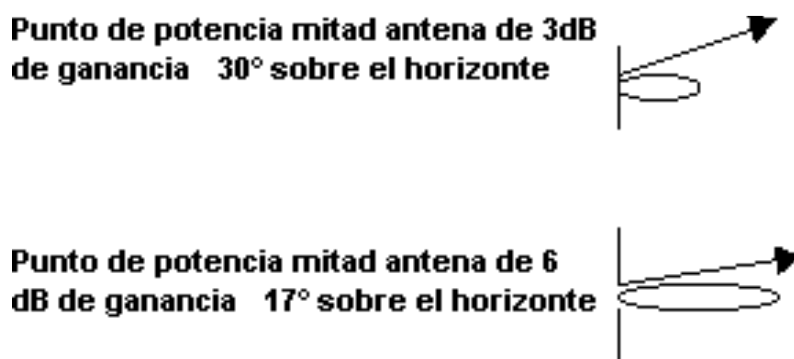


FIGURA 1

Sin embargo debe tenerse cuidado de NO utilizar antenas de muy alta ganancia y muy bajo ángulo de radiación a gran altura (por ejemplo una Yagi de 10 dB con un lóbulo de 6° instalada a gran altura), porque el lóbulo de radiación pasará sobre su cabeza y no logrará comunicar con casi nadie.

Las antenas de muy alta ganancia y muy bajo ángulo de radiación funcionarán muy bien a baja altura. Si su estación de Repetidora ó de radioaficionado está a gran altura, deberá utilizar antenas de poca ganancia (por ejemplo 6 dB).

Hay dos categorías de arrays de antenas: los de tipo elementos colineales enfasados (figura 2) y los de tipo dipolos enfasados (figura 3).



Los de tipo elementos colineales enfasados (figura 2) poseen elementos de longitud resonante, separados por bobinas también resonantes.

Los dipolos enfasados (figura 3) poseen dipolos separados una longitud de onda entre centros y unidos con líneas de transmisión (coaxiales) hasta un único punto de alimentación. A mayor cantidad de dipolos colocados verticalmente, mayor será su ganancia.

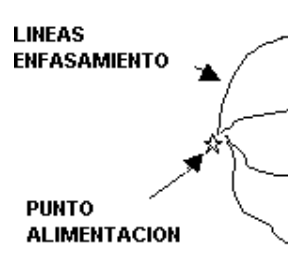
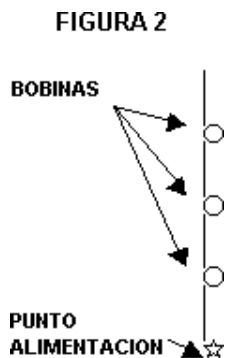


FIGURA 3

¿ Cual de los dos tipos de antenas es mejor para Repetidoras ?

Los dipolos enfasados (figura 3), en transmisión, actúan como varias antenas todas conectadas en fase, que emiten la ganancia total de la antena sobre el horizonte. En recepción, cada una de las antenas capta una parte de la señal y la suma a las otras en el punto de alimentación.

Los de tipo elementos colineales enfasados (figura 2), en transmisión, tienen suficiente corriente de RF sobre sus elementos resonantes y bobinas resonantes, lo que lo hace actuar totalmente distinto al de dipolos enfasados. En recepción, esta antena se parece a una antena de "hilo largo" con varios elementos colineales agregando señal al punto de alimentación. Los elementos más cercanos al punto de alimentación pierden muchas más energía de RF que los mas alejados.

En síntesis, para Repetidoras los dipolos enfasados (figura 3) funcionarán mejor. A mayor cantidad de dipolos y a mayor altura, mayor será la ganancia.

FRECUENCIAS DE CANALES DE REPETIDORAS

BANDA DE 144 a 148 MHz. (OFFSET: 600 kHz.)

GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C	
TRANSMISIÓN	RECEPCIÓN	TRANSMISIÓN	RECEPCIÓN	TRANSMISIÓN	RECEPCIÓN
145,210	144,610	146,610	146,010	147,000	147,600
145,225	144,625	146,625	146,025	147,015	147,615
145,240	144,640	146,640	146,040	147,030	147,630
145,255	144,655	146,655	146,055	147,045	147,645
145,270	144,670	146,670	146,070	147,060	147,660
145,285	144,685	146,685	146,085	147,075	147,675
145,300	144,700	146,700	146,100	147,090	147,690
145,315	144,715	146,715	146,115	147,105	147,705
145,330	144,730	146,730	146,130	147,120	147,720
145,345	144,745	146,745	146,145	147,135	147,735
145,360	144,760	146,760	146,160	147,150	147,750
145,375	144,775	146,775	146,175	146,165	147,765
145,390	144,790	146,790	146,190	147,180	147,780
145,405	144,805	146,805	146,205	147,195	147,795
145,420	144,820	146,820	146,220	147,210	147,810
145,435	144,835	146,835	146,235	147,225	147,825
145,450	144,850	146,850	146,250	147,240	147,840
145,465	144,865	146,865	146,265	147,255	147,855
145,480	144,880	146,880	146,280	147,270	147,870
145,495	144,895	146,895	146,295	147,285	147,885
		146,910	146,310	147,300	147,900
		146,925	146,325	147,315	147,915
		146,940	146,340	147,330	147,930
		146,955	146,355	147,345	147,945
		146,970	146,370	147,360	147,960
		146,985	146,385	147,375	147,975
				147,390	147,990

BANDA DE 430 a 440 MHz. (OFFSET: 5 MHz.)

GRUPO A		GRUPO B	
TRANSMISIÓN	RECEPCIÓN	TRANSMISIÓN	RECEPCIÓN
433,050	438,050	434,050	439,050
433,100	438,100	434,100	439,100
433,150	438,150	434,150	439,150
433,200	438,200	434,200	439,200
433,250	438,250	434,250	439,250
433,300	438,300	434,300	439,300
433,350	438,350	434,350	439,350
433,400	438,400	434,400	439,400
433,450	438,450	434,450	439,450
433,500	438,500	434,500	439,500
433,550	438,550	434,550	439,550
433,600	438,600	434,600	439,600
433,650	438,650	434,650	439,650
433,700	438,700	434,700	439,700
433,750	438,750	434,750	439,750
433,800	438,800	434,800	439,800
433,850	438,850	434,850	439,850
433,900	438,900	434,900	439,900
433,950	438,950	434,950	439,950
434,000	439,000		

CONSEJOS PARA LA OPERACIÓN A TRAVÉS DE REPETIDORAS

- ♦ **Nunca se debe llamar CQ a través de una repetidora, simplemente hay que dar la señal distintiva de llamada, saludar, y decir que se queda a la escucha. Siempre utilizando el código fonético internacional.**
- ♦ **Cuando operemos a través de repetidoras, nuestras intervenciones deberán ser concisas y breves, evitando monólogos o discursos que aburran a nuestros interlocutores ó evitando que otros aficionados participen. La mayoría de los repetidores tienen un relevador de tiempo que corta la retransmisión de la señal después de 90 ó 120 segundos; por lo tanto nuestra conversación deberá ser expresada en ese lapso y dejar de transmitir para que se restablezca el relevador.**
- ♦ **Es recomendable que antes de hablar se deje un espacio de tiempo, para permitir así la entrada al repetidor de otras estaciones.**
- ♦ **Es recomendable utilizar la mínima potencia necesaria para tener un acceso correcto a la estación repetidora.**

- ♦ **Los equipos móviles tiene prioridad de uso de las repetidoras, estando destinadas a la comunicaciones que no se pueden realizar en simplex. Al establecer un contacto a través del repetidor, se puede verificar si realmente es posible la comunicación en simplex con el ó los corresponsales y de esta manera dejar liberada la estación repetidora para otras estaciones móviles.**
- ♦ **En el display de los equipos debe aparecer la opción de desplazamiento, en algunos es automático, ya que de fábrica se establecen las porciones para desplazamiento. En otros se debe establecer manualmente con un botón ó función de "DUP", "SHIFT", "RPT" ó " +/- ".**
- ♦ **En todos los casos al recepcionar la repetidora, el equipo mostrará la frecuencia de salida de la misma, por ejemplo 146,850 MHz. y al transmitir será desplazada hacia 146,250 MHz.**