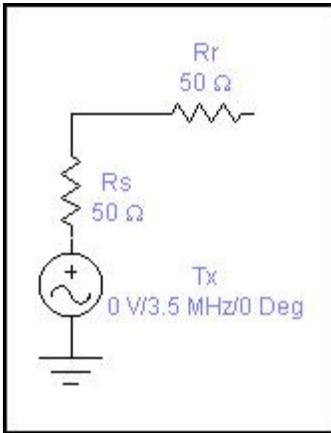


## Antenas Verticales de Varilla

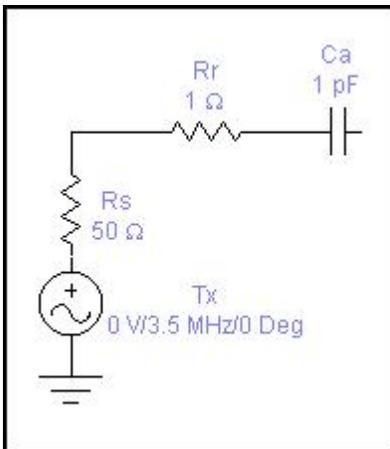
Para el trabajo en móvil o espacios reducidos en las bandas de 160 metros a 10 metros se usa la antena vertical de varilla. Dado que las varillas muy largas presentan dificultades mecánicas, el largo se limita casi siempre al que se necesita para hacer resonar la varilla como antena de un cuarto de onda en 10 metros, no es conveniente que este sea superior a 0,6 de un largo de onda. El largo de la varilla es, aproximadamente de 2,10 m a 2,45 m que usualmente es usada con la base de resorte para las instalaciones móviles del servicio compartido (Banda Ciudadana, 27 MHz).

Con la varilla ajustada para resonar en la banda de 10 metros, la impedancia en el punto de alimentación, aparecerá como una resistencia pura a la frecuencia de resonancia.



Esta resistencia estará compuesta casi enteramente por la resistencia de radiación y el rendimiento será alto. En cambio, para frecuencias menores que la de resonancia, la antena ofrecerá una reactancia capacitiva creciente y una resistencia de radiación decreciente al disminuir la frecuencia.

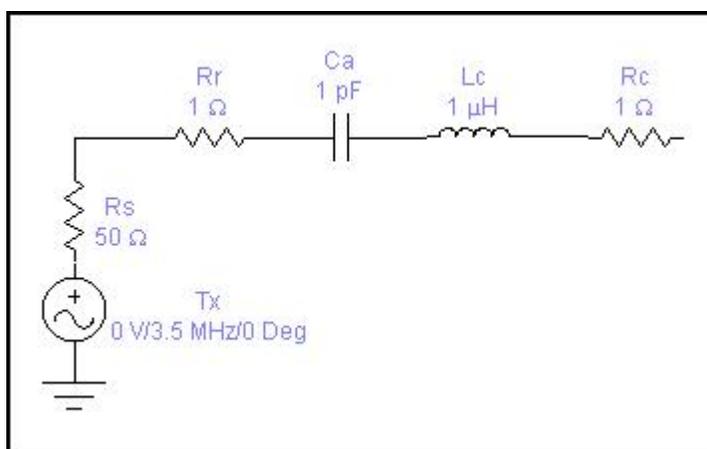
El circuito equivalente en las frecuencias inferiores a la de resonancia, la antena de varilla ofrece una reactancia capacitiva ( $C_a$ ) junto con cierta resistencia en serie ( $R_r$ ) la resistencia de radiación.



Para la varilla de 2,10 m a 2,45 m, la reactancia del capacitor  $C_a$  puede variar desde unos 150 Ohm a 21 MHz hasta unos 8000 Ohm a 1,8 MHz, mientras que  $R_r$  varía desde unos 15 Ohm hasta 0,1 Ohm respectivamente. Puesto que la resistencia es baja, para que se disipe una potencia considerable como radiación, debe fluir por el circuito una corriente considerable. Si la reactancia serie del circuito es elevada, no será fácil hacer circular la corriente necesaria.

### Eliminando la reactancia capacitiva

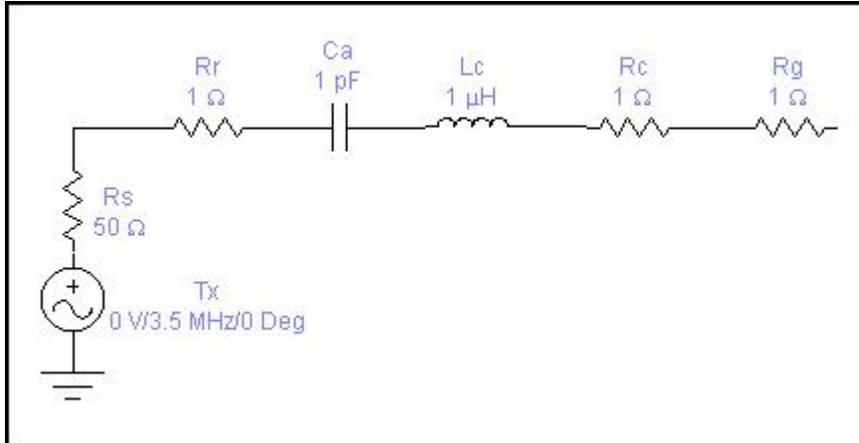
La reactancia capacitiva se cancela conectando una reactancia inductiva equivalente ( $L_c$ ) en serie con la antena y esta capacidad de manera que el circuito entre en resonancia. Todas las bobinas tienen resistencia ( $R_c$ ), estará inserta en serie en el circuito equivalente.



Aunque una bobina grande puede radiar cierta energía, aumentando así la  $R_r$ , ésta resistencia de radiación que se agrega por efecto de la bobina, es en general despreciable comparada con la pérdida que introduce la resistencia de la bobina, pero que no podemos dejar prescindir pues es la que hace posible transferir energía a la antena.

### Pérdida en la conexión de tierra

Otro elemento del circuito capaz de disipar potencia es la resistencia de pérdida por tierra ( $R_g$ ).



Fundamentalmente, ésta está relacionada con la naturaleza del terreno en el área en que se halla la antena. Es poca la información que se dispone acerca de los valores que toma  $R_g$  en la práctica, algunas mediciones que puedan hacerse pueden alcanzar valores de hasta 10 Ohm ó 12 Ohm en la banda de 80 metros. En frecuencias aún más bajas, ésta resistencia puede llegar a constituir la mayor parte de la resistencia total del circuito.

Suponiendo que  $C_a$  es un capacitor sin pérdidas la potencia de salida del transmisor se distribuye entre  $R_c$ ,  $R_g$  y  $R_r$ . Sólo la potencia disipada en  $R_r$  es radiada mientras que la potencia desarrollada en  $R_c$  y  $R_g$  se disipa como calor.

### Bobina de carga

Los valores de capacidad de la varilla que es usada como antena permite determinar el valor de inductancia necesaria para que ésta entre en resonancia, los datos que presentamos en la tabla correspondiente son aproximados, pero que servirán como punto de partida para el trabajo experimental que debe realizarse.

Para disminuir al mínimo las pérdidas de la bobina de carga, ésta debe tener un alto  $Q$  (relación reactancia resistencia). Una bobina de carga para la banda de 80 metros hecha con alambre fino y sobre una forma sólida de poco diámetro, poca calidad y encerrada en un protector metálico, puede tener un  $Q$  no mayor de 50, con una  $R_c$  mayor a 50 Ohm. Para conseguir bobinas de alto  $Q$ , del orden de 300 con una  $R_c$  de 12 Ohm, es necesario construirla con alambre grueso, al aire, vueltas espaciadas, un diámetro no inferior a la mitad de su largo y un mínimo de metal en su campo. Este aumento significativo del  $Q$  de la bobina que puede conseguirse se ve reflejado en un aumento de la energía irradiada del orden de 5 dB equivalente a aumentar 3 o más veces la potencia del transmisor.

### Carga en el centro

La resistencia de radiación de una varilla puede llegar a casi duplicarse desplazando la bobina de carga de la base al centro de la varilla (la posición óptima dependerá de  $R_g$ ). Si bien la inductancia necesaria es aproximadamente el doble para su ubicación en el centro que en la base y  $R_c$  aumenta, no lo hace en el mismo grado que la inductancia al aumentar la cantidad de espiras.

### Carga capacitiva en el tope

$R_c$  varía en forma directa con la inductancia, por lo que es conveniente disminuirla reduciendo el número de espiras, para mantener la resonancia de la antena, a pesar de la reducción de la inductancia se puede agregar capacidad en la sección de la varilla por encima de la bobina de carga. Esta capacidad adicional se obtiene agregando una superficie metálica a la varilla de antena tan alta como sea mecánicamente posible.

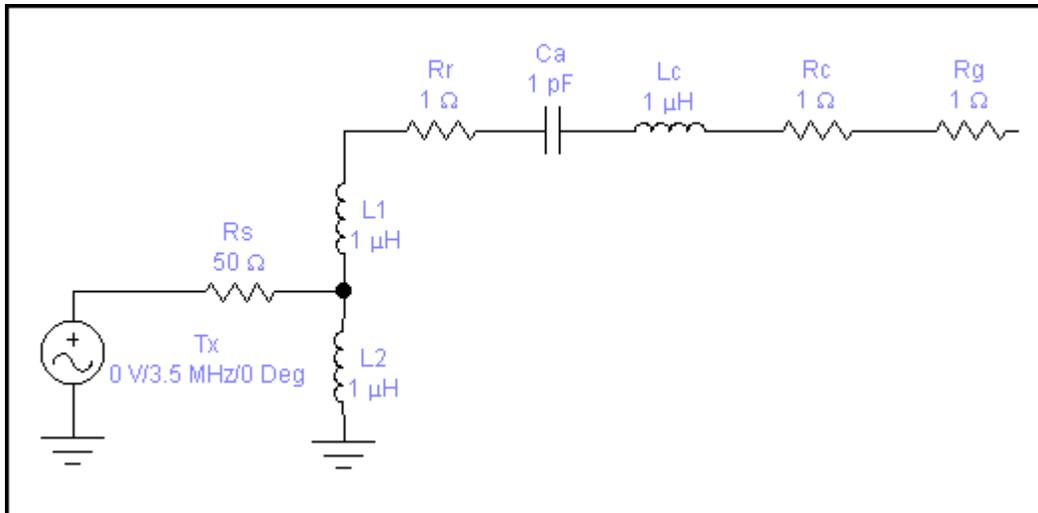
Cuando se usa bobina de carga al centro, la capacidad que debe agregarse para utilizar la misma inductancia de carga en la base, no es grande, por lo que merece ser considerada, ya que la ganancia que se logra es muy pronunciada.

### Alimentación de la antena

Resulta de la mayor conveniencia alimentar la antena de varilla con una línea de transmisión coaxil. A menos que se empleen bobinas de carga de muy bajo  $Q$ , la impedancia del punto de alimentación será probablemente menor que los 52 Ohm de la impedancia característica de los cables coaxil de uso común, RG-58U, RG-8U, RG-213, etc. Si el largo de esta línea de transmisión no es mayor a 3 metros, las pérdidas inherentes son despreciables, aun en las frecuencias más

altas y con una r.o.e. considerable, razón por la cual puede alimentarse directamente la antena si no se encuentra dificultades para obtener el acoplamiento suficiente con la etapa de salida del transmisor.

De presentarse dificultades en el acoplamiento del generador a la carga se puede lograr una adaptación conveniente insertando en la base de la antena una bobina adaptadora de inductancia  $L_a$  ( $L_1 + L_2$ ) reduciendo correspondientemente la bobina de carga para mantener la antena en resonancia.



La línea de transmisión se conecta a una derivación de la bobina, tomando el número de espiras que resulte necesario para lograr la carga suficiente

#### Ajuste de la antena

Especialmente en las frecuencias más bajas, donde la resistencia equivalente es muy baja comparada con la reactancia de la bobina, la antena representa un circuito de muy alto Q, el que necesita ser resintonizado aún con pequeños cambios de la frecuencia. Uno de los métodos ideados para evitar este inconveniente a expensas del rendimiento de la antena es precisamente la bobina de carga de bajo Q. Un método simple y eficiente es disponer de una inductancia adaptadora  $L_a$  ( $L_1 + L_2$ ) en serie con la antena en su base conectada a tierra, en la que se conectará el cable coaxial a la derivación adecuada.

Para trabajar en las bandas de 80 metros a 10 metros la varilla debe hacerse resonar primero a la frecuencia más alta con la bobina adaptadora en el circuito, sin bobina de carga, la línea de transmisión desconectada y usando para ello un medidor de absorción acoplado a la bobina adaptadora.

Se conecta la línea de transmisión y se variará la posición de la derivación hasta conseguir la carga adecuada, usando en el extremo del transmisor un eslabón cuya reactancia sea aproximadamente de 52 Ohm a la frecuencia de trabajo y que esté estrechamente acoplado al circuito tanque de salida. Luego de haber hallado la posición correcta de la derivación, suele ser necesario reajustar ligeramente el largo de la varilla de antena para lograr nuevamente la resonancia. Esto puede verificarse mediante un medidor de intensidad de campo ubicado a algunos metros de la antena.

Para cada una de las otras bandas se seguirá el mismo procedimiento, buscando primero la resonancia con el medidor de absorción acoplado a la bobina adaptadora y modificando la bobina de carga ahora inserta en la antena.

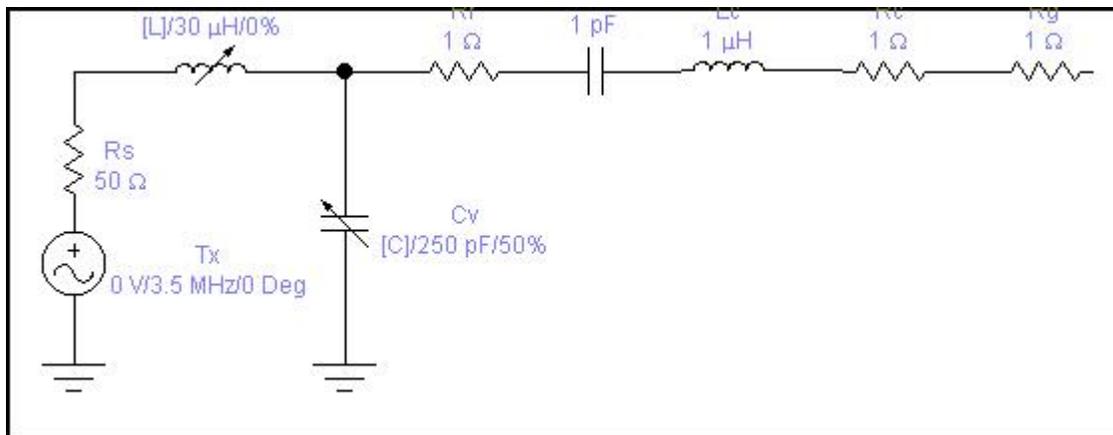
Una vez determinada la posición de la derivación, la bobina adaptadora puede reducirse, si se desea, a sólo la posición comprendida entre la derivación y masa. De procederse así, será necesario volver a ajustar a resonancia mediante el ajuste de la bobina de carga.

Si se desea una línea completamente plana, deberá usarse un indicador de r.o.e. durante el ajuste de la bobina de carga.

#### Experiencia directa

La falta de espacio, la inquietud experimentadora y la presión de incursionar por la banda de 80 metros nos lleva a la implementación práctica.

## Disposición propuesta



Nota: Los componentes que figuran con un valor de unidad no han sido determinados

El primer paso fue reunir los elementos con que se disponía en el cajón de pandora amateur:

- 1) Una base de resorte de antena móvil
- 2) Un mástil para antena móvil
- 3) Una varilla de fibra de vidrio de 2,10 m
- 4) Dos bobinas de carga de alto Q, una de ellas de 3.6 MHz y la otra marcada como de 3.4 MHz compradas en alguna oportunidad en un desarme de autos
- 5) Un sintonizador de antena Walmar con el instrumento de agujas cruzadas con el espiral roto y la llave de selección de antena con una vía.

Reformando el sintonizador de antenas Walmar

Una vez reunido los elementos, la base de resorte se montó en el dintel de la ventana, y se procedió a modificar el circuito T del sintonizador de antena Walmar. Se retiró la llave selectora de antena, el balún y todas las conexiones.

Los dos capacitores variables se conectaron en paralelo, manteniendo su ubicación en el gabinete, la bobina se levantó de masa y se procedió a la conexión de la media sección L, la bobina en serie y el capacitor derivado a masa del lado de la antena.

Como el instrumento de potencia reflejada estaba bueno se lo mantuvo en el circuito, aunque más no sea para tener una lectura de la potencia reflejada. Se aprovecharon los conectores PL259 para ingresar con cable coaxial del equipo y los bornes para la salida unifilar que permitiría la conexión a la antena.

La bobina de este sintonizador de antena es de un largo de 50 mm, un diámetro de 70 mm, se contaron unas 22 vueltas a espiras separadas con un alambre que se presume de 1,2 mm por no disponer de un tornillo micrométrico. Por cálculo se estima una inductancia de 29,45 uHy con núcleo de aire autosoportada. Esta bobina está montada sobre una llave selectora de un piso y 12 posiciones que cortocircuita de a dos espiras.

Verificaciones preliminares

Se utilizó para las pruebas un equipo marca Kenwood modelo TS-440 en la banda de 80 metros, se armó la antena; mástil, bobina de carga al centro y varilla montándose sobre la base de resorte. Como tarea previa, se dispuso el equipo en 3600 KHz con el sintonizador automático de antena habilitado (circuito T) y se conectó directamente la salida a la antena varillera, se presionó la tecla AT TUNE y como resultado para esa y otras frecuencias que se probaron no logró reducir la r.o.e

Paso seguido se insertó el sintonizador Walmar modificado entre el equipo y la antena varillera, se deshabilitó el sintonizador automático de antena colocándolo en THRU, se colocó en el modo de CW tomando la precaución con el control de carrier que la potencia de portadora no superara los 10 W.

Resultados del ensayo

En 3600 KHz y adyacentes con la inductancia en su mayor valor, uno de los capacitores totalmente abiertos y con el restante a un valor próximo a la mitad de su capacidad se obtuvo una r.o.e de 1:1, a medida que nos alejábamos hacia la parte superior de la banda el ajuste disminuyendo la

inductancia de la bobina y retocando el capacitor, ninguna de las opciones permitió lograr la relación 1:1. Hacia la parte inferior de la banda el resultado fue semejante siendo necesario adicionar capacidad con el otro capacitor que por encima de 3600 permaneció abierto.

No obstante y habilitando el sintonizador automático del equipo, se comprobó que entraba dentro del rango de captura ajustando la r.o.e 1:1

Para toda la banda de 80 metros la media sección mostró un buen comportamiento con la antena varillera ensayada con variaciones de su capacidad entre 100 pF a 400 pF y variaciones en su inductor de hasta 6 espiras cortocircuitadas.

La siguiente tabla da una idea del comportamiento de la antena varillera con la media sección L como acoplador sin necesidad de habilitar el sintonizador automático de antena del equipo.

Frecuencia	r.o.e. medida
3510	2:1
3520	Menor a 2
3530	1,5:1
3540	Mayor a 1
3550	1:1
3560	1:1
3570	1:1
3580	1:1
3590	1:1
3600	Mayor a 1
3610	Mayor a 1,5
3620	Mayor a 1,5
3630	Mayor a 1,5
3640	Mayor a 1,5
3650	Menor a 2
3660	Menor a 2
3670	2:1

Estos mismos ensayos se realizaron con la bobina para 3,4 MHz obteniendo los mismos resultados pero esta vez centrada la frecuencia en 3450 KHz.