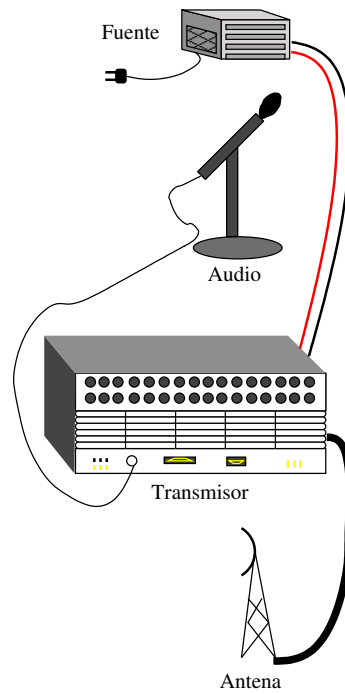


## ■ Partes del equipo de transmisión



### □ Fuente de poder

Convierte el voltaje de la toma de pared de 127 volts (V) de corriente alterna (AC) a voltaje de corriente directa (DC) que es el que generalmente se utiliza en los dispositivos electrónicos. Esta fuente puede tener, por ejemplo 13.8 V, 28 V o 50 V, como voltaje de salida.

### □ Fuente audio

El transmisor recibe como entrada una señal de audio, que puede provenir de un micrófono, un reproductor de discos compactos o una mezcladora, etc.

### □ Transmisor

Recibe la señal de audio, y genera una señal de radio frecuencia (RF), es decir, una señal eléctrica oscilante que puede ser emitida a través de una antena.

### □ Antena

Transforma la señal eléctrica que produce el transmisor en una onda electromagnética que puede ser captada por un receptor de radio.

## ■ Selección de frecuencia

Para seleccionar la frecuencia se debe hacer un estudio de las demás emisoras que se encuentran en el espectro de 88.1 MHz al 107.9 MHz y escoger la que esté más libre o separada de las demás para evitar posibles interferencias.



Conceptos básicos

Nunca debemos prender un transmisor sin antena o sin una carga fantasma, que es algo parecido a un simulador de una antena, es simplemente una resistencia de 50 Ohms ( $\Omega$ ) que aguanta la potencia que genere el transmisor. Si se enciende un transmisor sin carga o antena, podemos dañar los transistores de los amplificadores porque se refleja toda la energía en lugar de disiparse en la carga o la antena.

Para verificar que un transmisor está conectado a una carga adecuada es necesario medir la potencia que emite, la potencia reflejada por la carga y la relación entre estas dos potencias (SWR). Hay que asegurarnos que la potencia reflejada sea muy pequeña en relación con la potencia de salida, esto lo podemos ver en un medidor de potencia en la escala llamada SWR; cuando el SWR vale 1 quiere decir que la potencia que sale del transmisor se aprovecha completamente en la carga que tiene conectada. Entre más grande sea la potencia reflejada respecto a la potencia de salida, más grande será la relación SWR; el valor máximo tolerable del SWR es 2, esto es, 10% de potencia reflejada.

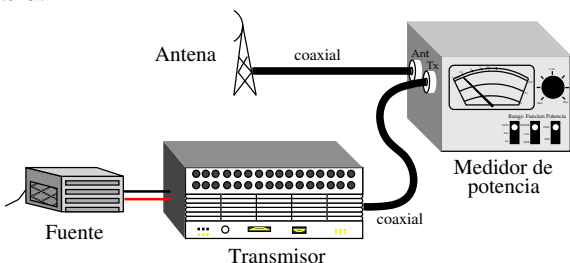
Un transmisor conectado a una carga fantasma de 50  $\Omega$  y con cables también de 50  $\Omega$  no debería reflejar nada de potencia.

Con un transmisor de 30 W conectado a una antena podríamos obtener las siguientes mediciones, según lo bien sintonizada que esté la antena:

Potencia (W)	Potencia reflejada (W)	SWR
30	1.5	1.6
30	3.0	2.0
29	5.0	2.4
28	7.0	3.0

La potencia reflejada de la antena debe ser la menor posible, eso quiere decir que el SWR debe estar lo más cerca que se pueda de 1.0.

En el siguiente diagrama se muestra como se conecta el medidor de potencia.



Conexión y ajustes



## ■ Antenas

La señal eléctrica que genera el transmisor es transformada en la antena en ondas electromagnéticas que viajan a través del espacio y pueden ser captadas por un receptor de radio; se llama longitud de onda ( $\lambda$ ) a la relación entre la velocidad de la luz ( $c = 300,000 \text{ km/s}$ ) y la frecuencia de la señal oscilante ( $f$ ).

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Se usan antenas de muchos tamaños, como  $\lambda/2$ , o sea de media onda; de un cuarto de onda ( $\lambda/4$ ), de cinco octavos ( $5\lambda/8$ ), etc.

Calculemos la longitud en metros de una antena de 5/8 de onda para la frecuencia 102.1 MHz:

$$5\lambda/8 = \frac{5}{8} \times \frac{c}{f} = \frac{5}{8} \times \left( \frac{300,000,000 \text{ m/s}}{102,100,000 \text{ Hz}} \right) = \frac{5}{8} \times \frac{300}{102.1} = 1.836 \text{ m}$$

## ■ Como fabricar una antena de 5/8 de onda para las frecuencias de 88.1 MHz a 107.9 MHz

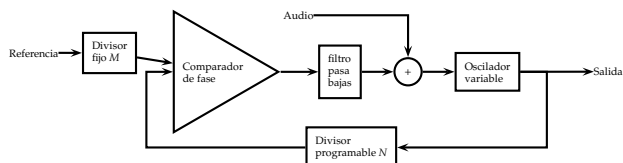
**Material:** lámina de aluminio de 10 cm por 30 cm y de calibre 16, 1 tubo de aluminio de 7/8" de diámetro y 1.5 m de largo (Núm. de catálogo: 22076 o 22069), 1 tubo de aluminio de 3/4" de diámetro y 1.5 m de largo (Núm. de catálogo: 22078, 22068 o 22067), 4 tubos de aluminio de 1/2" de diámetro y 75 cm de largo (Núm. de catálogo: 22064 o 22075), 1 abrazadera de 7/8", 25 cm de tubo de pvc hidráulico de 1.5" de diámetro, dos tapas para este tubo, pegamento para pvc, 16 tornillos del número 4 y 1" de largo, 16 tuercas y 16 rondanas de presión, 1 tornillo de 2" de largo y 1/4" de diámetro, 4 tuercas, dos rondanas y dos rondanas de presión, 1 m de alambre magneto calibre 14, un conector UHF para chasis, lámina de cobre de 2 cm por 30 cm y 1 mm de grosor. Los números, son del catálogo de Metales Diaz, disponible en: <http://www.metalesdiaz.com.mx/catalogo.zip>

La manera de ensamblar la antena está descrita en el diagrama de la siguiente página.



Antenas

Un transmisor está compuesto por varios subsistemas. El **sintetizador de frecuencias** es un circuito capaz de generar señales oscilantes de diversas frecuencias, como las disponibles en la banda de FM. A su vez el sintetizador está compuesto de un oscilador variable y un sistema de control para seleccionar la frecuencia y mantenerla estable. Muchas veces el sistema de control usado es del tipo PLL (*Phased-Locked Loop*) o lazo de seguimiento de fase; los elementos del PLL pueden observarse en la siguiente figura:



Al oscilador variable entra un voltaje que controla la frecuencia de la señal que genera; este voltaje es la suma del audio y otro voltaje que sale del filtro pasa bajas. Este último voltaje es el que mantiene estable la frecuencia media; el audio se modula alrededor de la frecuencia media. Los cambios de frecuencia que compensa el PLL son cambios más lentos que los que provoca el audio, es decir, el PLL no puede *ver* al audio. Se usa una **referencia**, que es un oscilador muy estable, casi siempre es un oscilador con un cristal de cuarzo. EL PLL compara la referencia con la señal que genera el oscilador variable, si hay diferencia el comparador genera una señal de error para corregir la frecuencia. Los divisores que se muestran sirven para usar solo una referencia, se divide la referencia siempre por  $M$ , luego se divide la señal del oscilador variable por otro número  $N$ ; el resultado de las dos divisiones debe coincidir; se selecciona la frecuencia cambiando el divisor  $N$ . Por ejemplo: la frecuencia que queremos generar es 91.7 MHz y la referencia es de 10 MHz; la referencia dividida por  $M = 100$  es 100 kHz, entonces dividimos 91.7 MHz por 917, es igual a 100 kHz. Así podemos seleccionar cualquier frecuencia múltiplo de 100 kHz.

La señal que sale del sintetizador de frecuencias puede ser amplificada tanto como queramos; se ven muchas veces **excitadores** que generan 1 watt de potencia; luego de esto la cadena de amplificación que conectemos dependerá de las necesidades que tengamos.

El excitador podemos conectarlo a la antena y así transmitir, pero la potencia es muy baja, esto, difícilmente llevaría muy lejos nuestra señal, con 1 watt de potencia seguramente no podría ser escuchada más allá de 2 km; los **amplificadores de RF** incrementan la potencia de la señal de radiofrecuencia que sale del excitador. Por ejemplo: del excitador sale una señal con potencia de 1 W, que es la que requiere un amplificador para elevar la potencia a 15 W, además conectamos un amplificador capaz de elevar esos 15 W a 300 W.



Transmisor

## ■ Referencias y bibliografía

- [www.irational.org/sic/radio/tech.html](http://www.irational.org/sic/radio/tech.html)
- Free Radio Berkeley [www.freeradio.org](http://www.freeradio.org)

## ■ Dónde se pueden conseguir piezas

- AG electrónica <http://www.agelectronica.com>
- Digi-key <http://www.digikey.com>
- Mouser Electronics <http://www.mouser.com>
- RF Parts <http://www.rfparts.com>

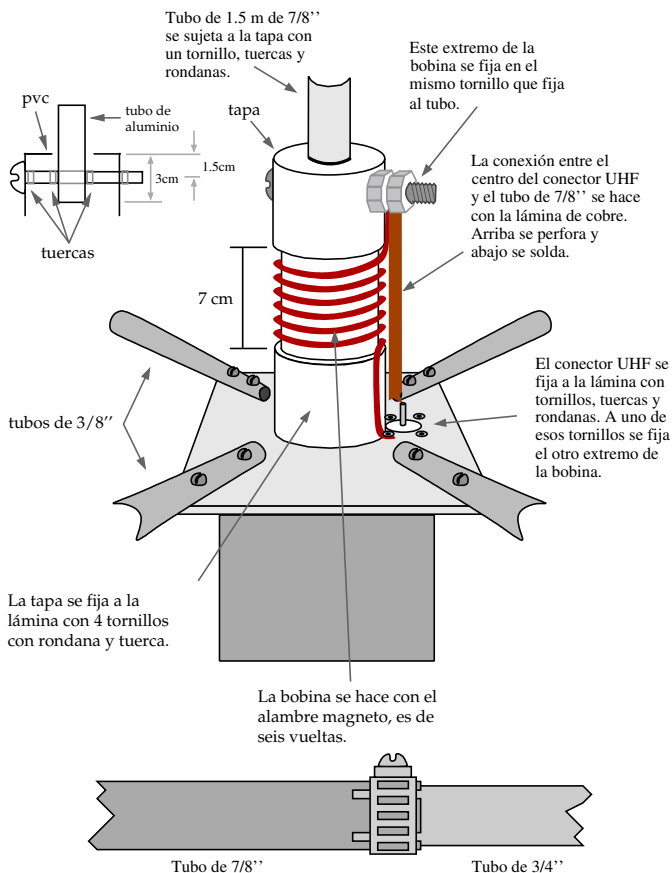


Marzo, 2010.

Publicado por la kehuelga radio, bajo la licencia Creative Commons (Atribución - No comercial - Licenciamiento Recíproco 2.5). Disponible en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/mx>

<http://kehuelga.org/diario>

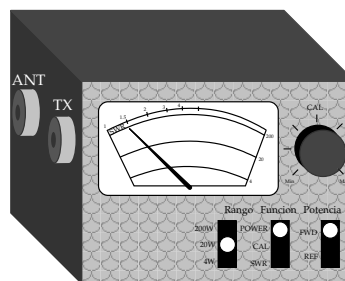
<http://kehuelga.org/diario/spip.php?rubrique15>



Antenas

## ■ Aparatos de medición

### □ Medidor de potencia



Este aparato mide la potencia con la que emite un transmisor. También puede medir la cantidad de potencia que se refleja de la antena. Conociendo estas dos potencias podemos determinar si la antena está bien acoplada al transmisor.

Muchos de estos aparatos calculan la relación entre la potencia que se emite y la que es reflejada en la escala marcada con las siglas SWR (Standing wave ratio).

Generalmente estos medidores tienen tres palancas de selección, la primera es para seleccionar la escala, en el caso del que mostramos aquí se pueden medir potencias de hasta 4, 20 y 200 watts. La palanca que sigue es la que sirve para seleccionar entre medir potencia y SWR, y con la última podemos seleccionar que tipo de potencia medimos, la que se emite (FWD) o la que se refleja (REF).

### □ Contador de frecuencia

Sirve para verificar que la señal esté realmente en la frecuencia que se quiera usar, hay de dos tipos, los que se conectan en serie entre el transmisor y la antena y los que no requieren conectarse, sino que reciben la señal con una antena.

