

INDICE:

1	Objetivos	.....	Pag. 2
2	Introducción (Conceptos de AM).....		Pag. 2
3	Emisor de AM	.....	Pag. 3
	3.1 Descripción del modulador	.....	Pag. 4
	3.2 Construcción de la bobina	.....	Pag. 5
	3.3 Montaje y puesta a punto del circuito	.....	Pag. 5
	3.4 Simulación del emisor	.....	Pag. 6
	3.5 Cálculo de osciladores	.....	Pag. 7
4	Receptor de AM	.....	Pag. 8
	4.1 Captación de la señal	.....	Pag. 9
	4.2 Selección de las emisoras	.....	Pag. 9
	4.3 Ampli. de la señal para su escucha	.....	Pag. 9
	4.4 La bobina de sintonía y el condensador variable	.....	Pag. 10
	4.5 Montaje y puesta a punto	.....	Pag. 10
5	Construcción de la antena	.....	Pag. 11
	5.1 Dipolo	.....	Pag. 11
	5.2 Helicoidal	.....	Pag. 11
6	Lista de componentes	.....	Pag. 13
	6.1 Emisor de AM	.....	Pag. 13
	6.2 Sistema de audio adicional	.....	Pag. 13
	6.3 Receptor de AM	.....	Pag. 13
7	Bibliografía	.....	Pag. 14

Emisor y receptor de AM.

1. Objetivos:

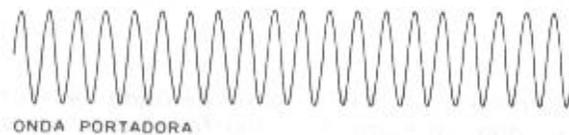
En este trabajo se ha pretendido estudiar dos circuitos, un receptor y un emisor de AM, realizando a su montaje físico. El estudio ha permitido comprobar en la práctica la transmisión y recepción de ondas en AM.

2. Introducción (conceptos de AM):

A grandes rasgos, las transmisiones son campos de energía que se disparan al medio con una serie de información. La propagación de estos campos alcanzan una velocidad de 300.000 Km. por segundo. Se puede emitir a diferentes frecuencias, y también existen varias formas de emitir: FM, y en nuestro caso AM.

AM significa Modulación en Amplitud, la transmisión en AM se compone:

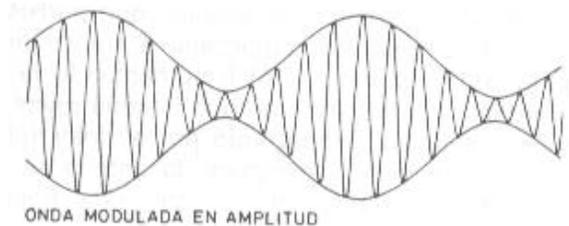
- 1) Una onda portadora de frecuencia constante, generada por un oscilador.



- 2) La onda a transmitir, Ej.: señal captada mediante un micrófono.



- 3) La combinación de las dos señales, (Modulación). Permite generar AM (en nuestro caso A.M. con portadora).



- 4) Por último esta señal es emitida por antena.

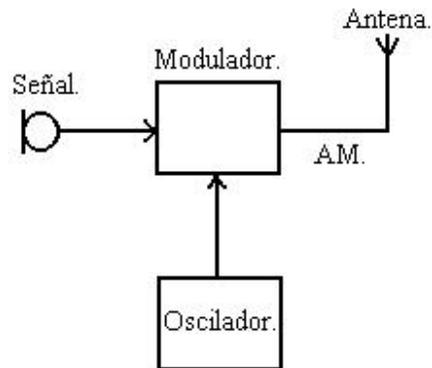


En AM la portadora mantiene la frecuencia constante, variando su amplitud. Las frecuencias comerciales están entre 500KHz – 1600KHz.

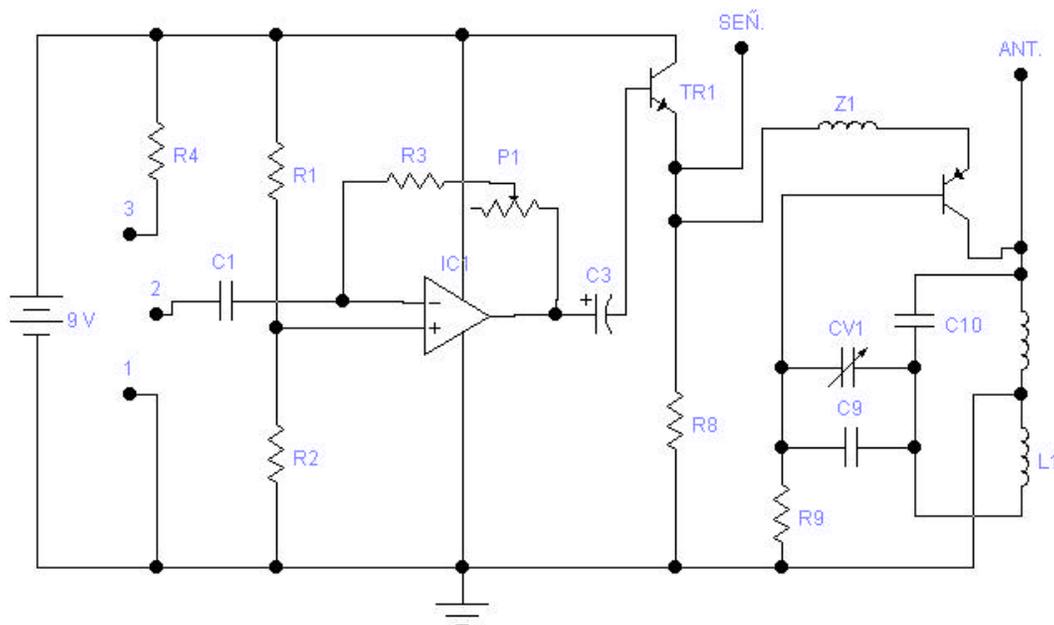
3. Emisor de AM:

En este apartado se presenta un emisor de AM económico ya que usa componentes baratos y fáciles de localizar. Tiene una alimentación de 9 – 15v, con un alcance, de 9m. Sin antena y con ella de 23m.

Podemos dividir el esquema en dos partes, un circuito modulador y un oscilador de alta frecuencia.



Esquema de bloques del transmisor de AM.



Esquema del transmisor AM.

En las siguiente secciones se describe con detalle este circuito

3.1 Descripción del modulador:

3.1.1 Amplificador de señal:

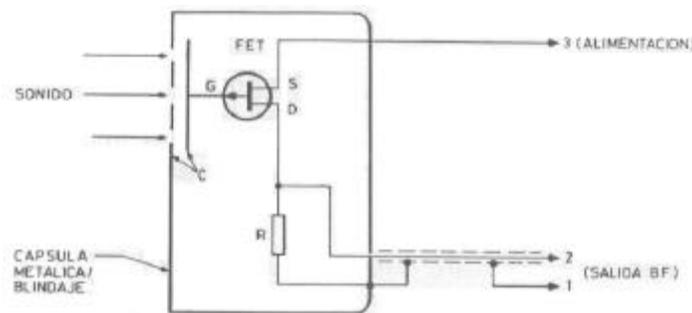
Para captar la señal de audio se utilizará un micrófono electre (ver figura). Obtenemos la señal del Pin 3 del micrófono. Éste tiene una salida para la señal individual con una R interna de 50Ω , a esta señal se le quita toda la componente continua mediante C1.

De aquí pasamos al Amp. O.P circuito IC1 que está en configuración inversora. En la entrada + del O.P se ha colocado un divisor de tensión por medio de R1, R2 colocando este terminal a la mitad de tensión de la alimentación el Amp. O.P, esto se hace para situar la zona de trabajo del O.P.

Tiene una amplificación según los cálculos (1), (2), y la señal obtenida en la salida del Pin 6 será filtrada por C2 eliminando la continua;

$$(1) Av \text{ min.} = R3 + P1 / R \text{ micro} \Rightarrow Av \text{ min.} = 1500 + 0 / 50 = 30;$$

$$(2) Av \text{ max} = R3 + P1 / R \text{ micro} \Rightarrow Av \text{ min.} = 1500 + 100000 / 50 = 2030;$$



Circuito interno del micrófono electre.

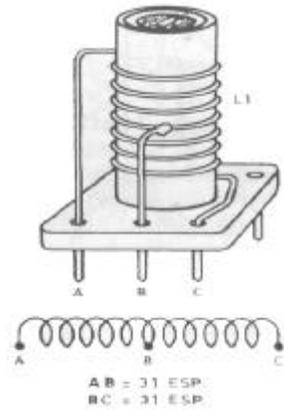
3.1.2 Descripción del oscilador:

Está formado por un circuito LC y un transistor TR2 montado en configuración Colpitts, este oscilador tiene una frecuencia de trabajo entre 500 - 1600 KHz, está formado por un condensador variable CV1 con el cual podremos variar la frecuencia de transmisión.

Como se puede observar el funcionamiento es el siguiente: el circuito LC (circuito tanque) comenzará a oscilar a una frecuencia, aplicándose estas oscilaciones a la base del transistor TR2 que se encargará de modular esta portadora con la señal procedente del modulo anterior. Con esto lo que se consigue variar la amplitud de la señal del oscilador, debido a que la tensión de alimentación en el emisor no será constante, obteniéndose en el colector la señal preparada para inyectarla a la antena.

3.2 Construcción de la bobina:

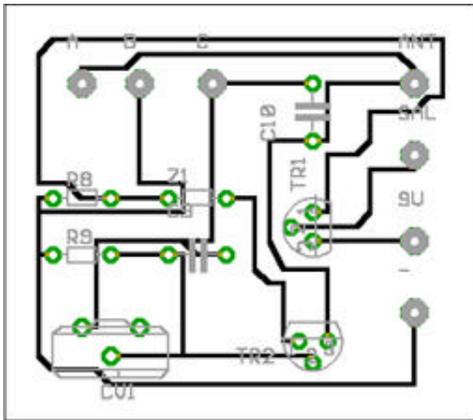
Este es el único componente que necesita una atención especial, su dificultad radica en encontrar el núcleo de ferrita de 8 mm de diámetro aprox. con un recubierto de plástico o no, una vez salvado este obstáculo hay que devanar sobre él 62 espiras con un hilo esmaltado de 0.3 mm de diámetro, para su realización: se raspará un extremo de hilo para quitar el esmalte y poder soldar terminal **A**. Seguido se arrollará 31 espiras sobre el núcleo y como la bobina tiene toma intermedia se volverá a raspar para soldarle un trozo de hilo que será el terminal **B**, y por último se arrollarán otras 31 espiras y en el extremo se vuelve a raspar para soldarla a la placa terminal **C**, quedando la bobina L1 lista.



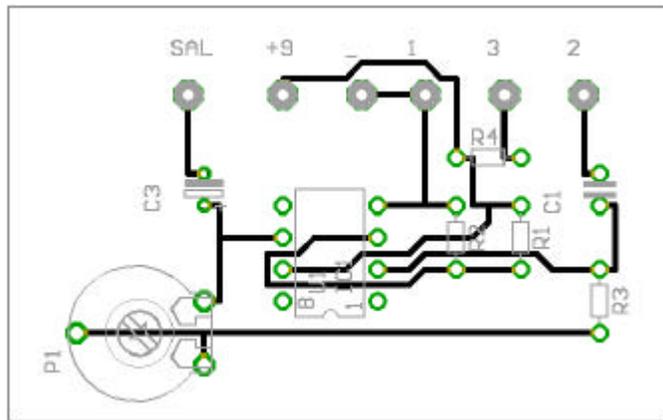
Aspecto de la bobina L1

3.3 Montaje y puesta apunto del circuito:

Una vez montado los circuito según la Fig.1, pasaremos a la puesta en marcha del circuito, pudiendo utilizar como antena un trozo de cable de 30 cm o una antena dipolo, con un cable se tiene un alcance de 9m.



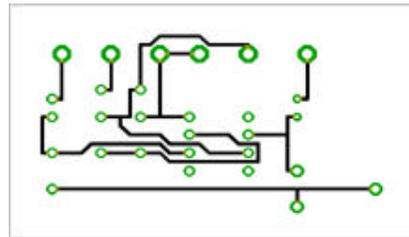
Oscilador.



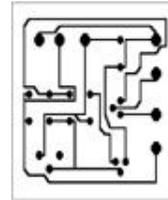
Amp. de audio.

Fig.1:Posición de los componentes sobre las placas.

Antes de colocar la alimentación pondremos P1 en el centro, y uniremos los puntos SAL de ambas placas, colocaremos un receptor cerca del emisor y colocaremos el dial en unos 1300 KHz donde no haya ninguna emisora comercial, luego aplicaremos la alimentación de 9v.



Amp. de audio



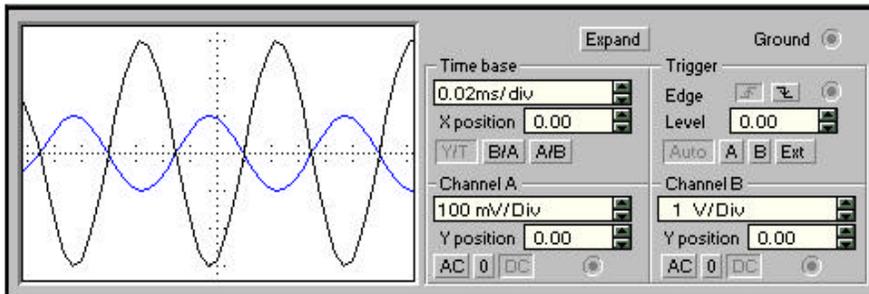
Oscilador

Placas de circuito impreso a tamaño natural, del transmisor AM.

Una vez realizado estos ajustes, se moverá la bobina L1 o el condensador CV1 hasta escuchar un pitido agudo en la radio, con lo cual ya estará sintonizado, sólo queda ajustar P1 para que la recepción sea lo más clara posible.

La calidad de emisión se puede mejorar colocando dos operacionales en cascada.

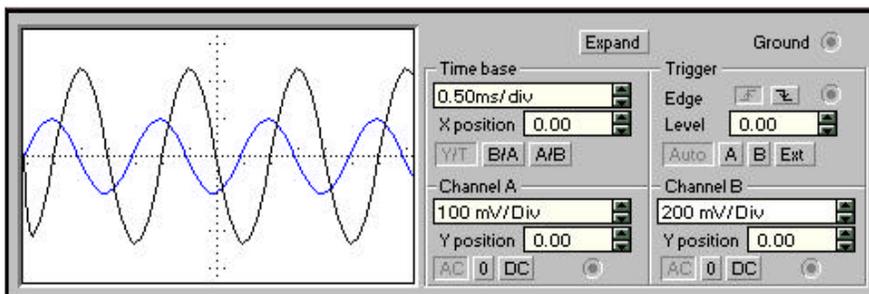
3.4 Simulación del emisor:



- Señal de entrada punto 2.
- Señal en el punto salida.

Ganancia de 30

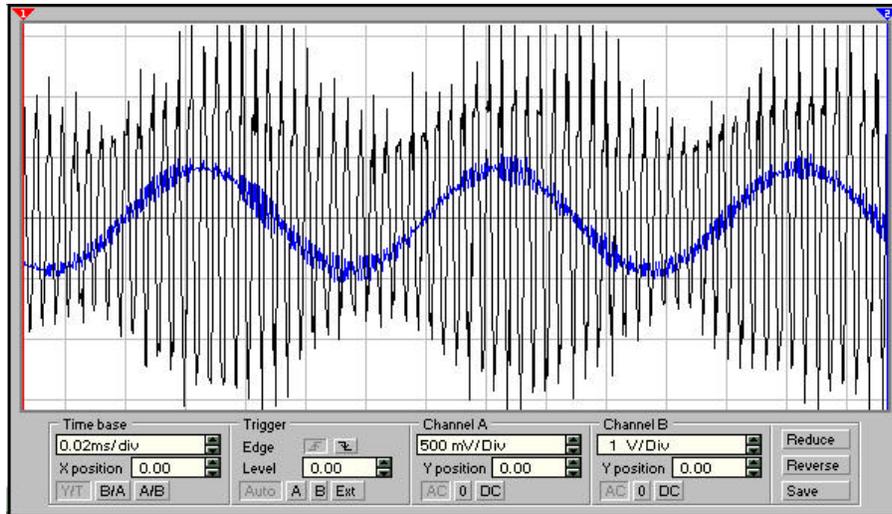
FREQ. = 10KHz



- Señal de entrada punto 2.
- Señal en el punto salida.

Ganancia de 5

FREQ. = 500 Hz



— Señal en el punto ANT.
 — Señal en el punto SEÑ.

FREQ. = 10KHz

OBSERVACIÓN:

Se puede observar en las dos gráficas primeras, como se amplifican mas las altas frecuencias.

En la ultima gráfica se ve la señal de AM que se va a transmitir.

NOTA:

El canal A del osciloscopio corresponde a la señal de color azul.

3.5 Cálculo de osciladores:

Los transmisores siempre están basados en una señal con información (voz) que para ser transmitida necesita estar soportada sobre otra señal que hace la labor de un coche para transportar. Esta señal es la generada por los circuitos osciladores que suelen ser circuitos LC (circuitos resonantes). Los circuitos resonantes tienen una fórmula (1), que nos dan la frecuencia de oscilación (f) en función de L y C [1]. Con esto ya se puede crear circuitos para que emitan a la frecuencia deseada.

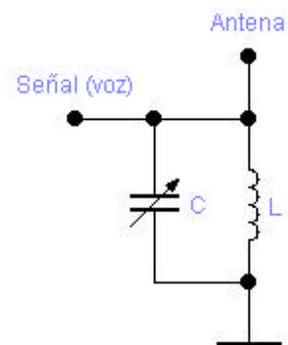
$$(1) f = 1 / (2 * \pi * \sqrt{L * C});$$

A partir de aquí es posible despejar L (2) y dejar fijo el valor del C y la f.

$$(2) L = 1 / (4 * \pi^2 * f^2 * C);$$

Pero en el circuito LC presentado en este trabajo tendremos un C variable para poder transmitir en diferentes frecuencias. Para calcular el valor se utiliza la siguiente fórmula (3).

$$(3) L = 1 / (4 * \pi^2 * f^2 \text{ max} * C_{\text{min}});$$



Colocando los valores de C_{min} (pf) y f_{max} (MHz) se obtiene L (uH), con esto obtengo el valor de L y si ahora despejo de (1) C puedo calcular el valor de C_{max} (4) y ya estaría definido el circuito LC.

$$(4) C_{max} = 1 / (4 * \pi^2 * f^2_{min} * L);$$

También existe una relación entre el inductancia de una bobina L y el N^o de vueltas, según la fórmula (5) que sirve para arrollamientos sobre cilindros [2].

$$(5) L = (\mu_0 * n^2 * A) / l;$$

Siendo n el N^o de vueltas, A el área del cilindro (m^2), l la longitud del cilindro (m), y μ_0 es la permeabilidad del aire $\mu_0 = 4 * \pi * 10^{-7}$; si en vez del núcleo ser de aire es de ferrita μ_0 se sustituye por $\mu = 6.908 * 10^{-3}$, y dará el valor de L en (uH).

4. Receptor de AM:

El receptor aquí descrito, tiene dos características importantes: es lo portátil, al ser pequeño. Utiliza como antena un núcleo de ferrita, de hay que sea portátil, pero cabe la posibilidad de incluirle una antena (dipolo). Además de sus ventajas ya mencionadas tiene un coste muy bajo debido a su escaso N^o de componentes, y la alimentación de 9v.

Los únicos componentes que han tenido una selección más precisa son los tres transistores utilizados (TR1, TR2, TR3) que se han seleccionado para que tenga la mayor ganancia posible.

Teniendo una frecuencia de trabajo desde los 900 a los 1300 KHz. A continuación se describe el funcionamiento del circuito de la Fig.4, pudiendo separar el circuito en 3 partes: captación de la señal por la antena, selección de las emisoras, amplificación de la señal para la escucha.

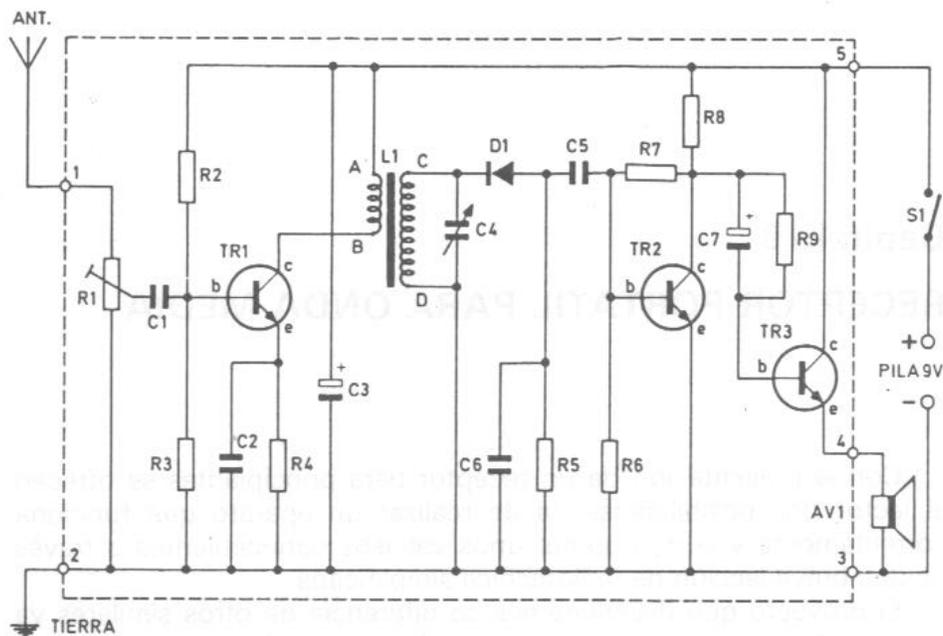


Fig.4: Esquema del receptor de AM.

4.1 Captación de la señal:

Las señales radiofónicas están constantemente por el aire, y para captarlas sólo se necesita un trozo de cable que sirve como antena.

Luego la intensidad de la señal es regulada por R1 que también nos sirve para el acoplamiento correcto de la señal de radio con la base del transistor TR1, C1 deja pasar sólo la señal quitando la componente continua, obteniéndose en el colector de TR1 las señales amplificadas, C3 filtra la tensión de alimentación, y tanto R2, R3, R4 sirven para la polarización del TR1.

4.2 Selección de las emisoras:

La señal amplificada que se ha obtenido del colector de TR1 es aplicada al devanado primario de la bobina L1 terminal B donde las señales de alta frecuencia amplificadas se transfieren por inducción al secundario de L1 (C, D), y mediante C4 se seleccionan las emisoras.

Debido a que el secundario junto con C4 forma un circuito tanque ya descrito en el apartado 2.5, al variar C4 la frecuencia a la que el circuito LC oscila, varía y sólo deja pasar la frecuencia a la que esté oscilando el circuito LC, con lo cual ya hemos podido seleccionar la banda frecuencia de la señal que se desee demodular. Para realizar la demodulación se procede a pasar la señal de alta frecuencia por un diodo D1, llamado detector de pico, con lo que conseguimos quedarnos sólo con el semiperíodo positivo de la señal, pero todavía la señal no es de baja frecuencia, todavía existe componente AF (alta frecuencia) y para quitársela hacemos pasar la señal por un filtro compuesto por R5, C6; para que se escuche con la mayor claridad posible, y con la ayuda de C5 ya obtenemos la señal que debemos amplificar para poder escucharla.

4.3 Amplificación de la señal para su escucha:

Con la señal obtenida del condensador C5, la aplicamos a la base del transistor de TR2, entonces la señal sale ya amplificada en el colector, pero todavía no es lo suficientemente fuerte como para atacar a un altavoz. Es necesario una segunda amplificación por medio de TR3, consiguiendo en el emisor de TR3 la señal deseada.

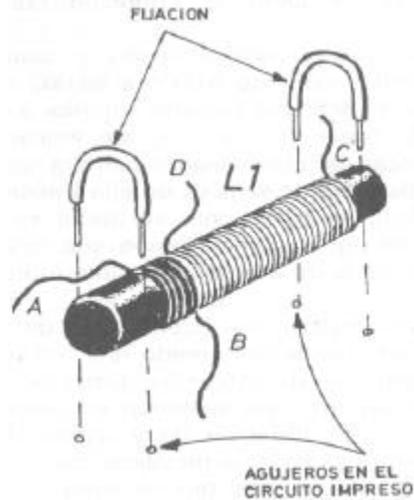
Normalmente el acoplamiento entre la salida de una etapa transistorizada y a la entrada de la siguiente se da en el colector, pero implicaría el empleo de un transformador de salida para el acoplamiento correcto de la última etapa con el altavoz. Para evitar esto, se desacopla el altavoz con el terminal de emisor, haciendo funcionar la etapa como amplificar con salida de emisor.

4.4 La bobina de sintonía y el condensador variable:

Esta bobina es de tipo comercial, aunque también se pueden encontrar en radios antiguos; debe tener un primario y secundario separado. La bobina L1 será de forma cilíndrica con un núcleo de ferrita. Para la identificación de los diferentes devanados se realiza por medio de un polímetro para medir continuidad y comprobar en que hilos existe continuidad.

El condensador variable puede ser de aire o de mica, con valores máximos comprendidos entre 250 y 500 pF. También es posible obtenerlos en radios antiguos.

Para saber que patitas son las correspondientes al condensador se utiliza un polímetro que pueda medir capacidades e ir comprobando en las diferentes patitas, el condensador es cuadrado y en una de sus caras existe una lamina fina de metal lo normal es que esa sea una de las patitas,



Aspecto de la bobina L1.

4.5 Montaje y puesta a punto:

La construcción del receptor se llevará a cabo según la Fig.6 y después de haber realizado el circuito impreso de la Fig.7.

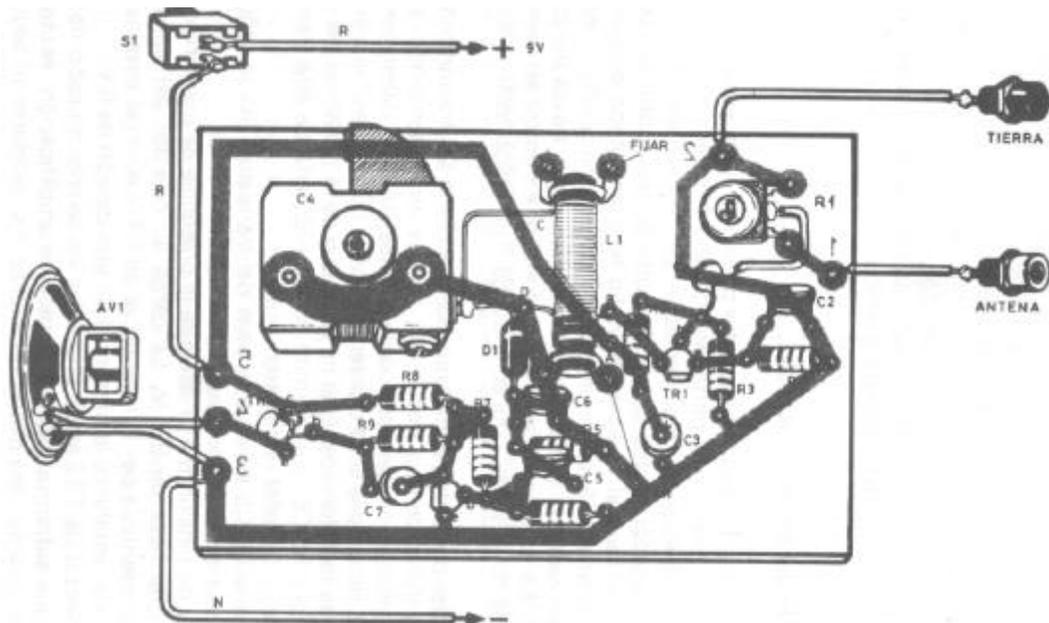


Fig.6: Elementos sobre el circuito impreso.

Antes de empezar a montar tenemos que saber los terminales que corresponden al condensador variable C4 y a los diferentes devanados de la bobina L1.

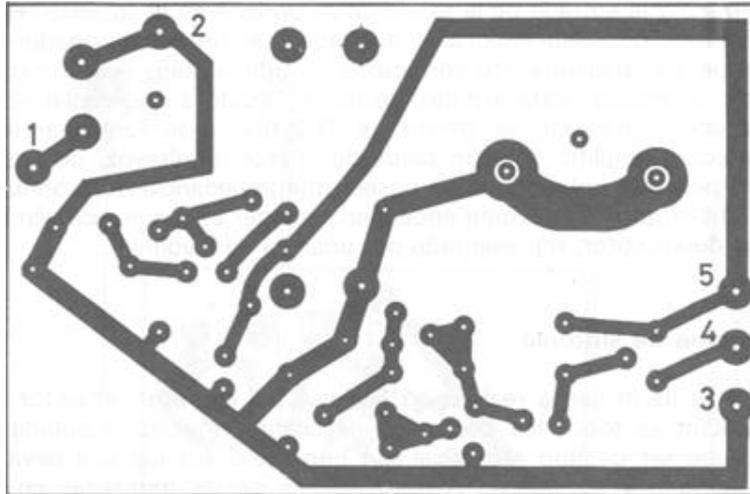


Fig.7: Dibujo del circuito impreso a tamaño natural.

Hay que tener cuidado al colocar los condensadores electrolíticos C3 y C6. Además, el circuito debe estar conectado a tierra en zona de mala recepción, haciéndose una conexión desde un grifo al circuito y conectándole una antena, con la cual hemos obtenido unos buenos resultados.

5. Construcción de la antena:

En el caso de que utilicemos el emisor o receptor como una emisora fija, para aumentar el alcance es conveniente usar una antena (dipolo ó helicoidal).

5.1 Dipolo:

Como se ve en la Fig.8 la construcción de una antena de este tipo no es nada complicada, donde sólo es necesario unos trozos de aisladores y unos hilos de cobre. Para saber la longitud que debe tener nuestra antena, usaremos la fórmula (1).

$$(1) L(m) = 300 / (2 * Ft);$$

donde Ft es la frecuencia expresada en MHz y L(m) es la longitud del hilo de cobre en metros.

5.2 Helicoidal:

Son perfectas para equipos portátiles, y se diferencia del dipolo en que lleva enrollado el hilo como en una bobina sobre un soporte aislante.

Su construcción es sencilla, sólo se necesita un trozo de cable RG8 de unos 30 – 40 cm. Se le quita la funda de plástico y la malla de blindaje, para dejar el cobre interno recubierto por un aislante. Después se soldará en un

extremo del conductor interno del cable a la placa y en el otro extremo el hilo de cobre de 0.2 mm que será enrollado sobre él.

En el arrollamiento hay que diferenciar para receptor y transmisor:

- Transmisión:

Se arrollará el hilo de cobre esmaltado a lo largo de casi todo el soporte dejando 2 cm antes del final, debiendo estar separadas las espiras unos 3 mm entre sí.

- Receptor:

En este caso bastará arrollar el hilo en la primera mitad del soporte, pudiendo estar las espiras juntas.

Una vez realizado el arrollamiento del hilo sólo queda cubrir la antena con un tubo de plástico, sin olvidar la goma del extremo que protege la soldadura debiendo quedar como el de la Fig.9.

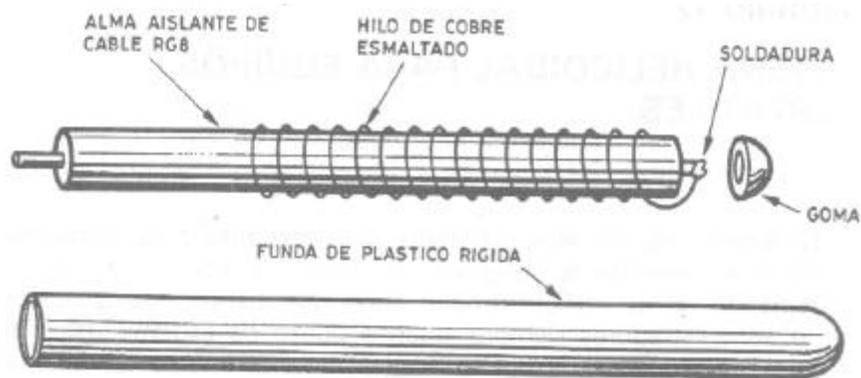


Fig.9: Antena helicoidal.

Para transmisores que utilicen frecuencias elevadas es necesario reducir el N° de arrollamientos, con este tipo de antenas se pueden transmitir hasta frecuencias de 500 MHz.

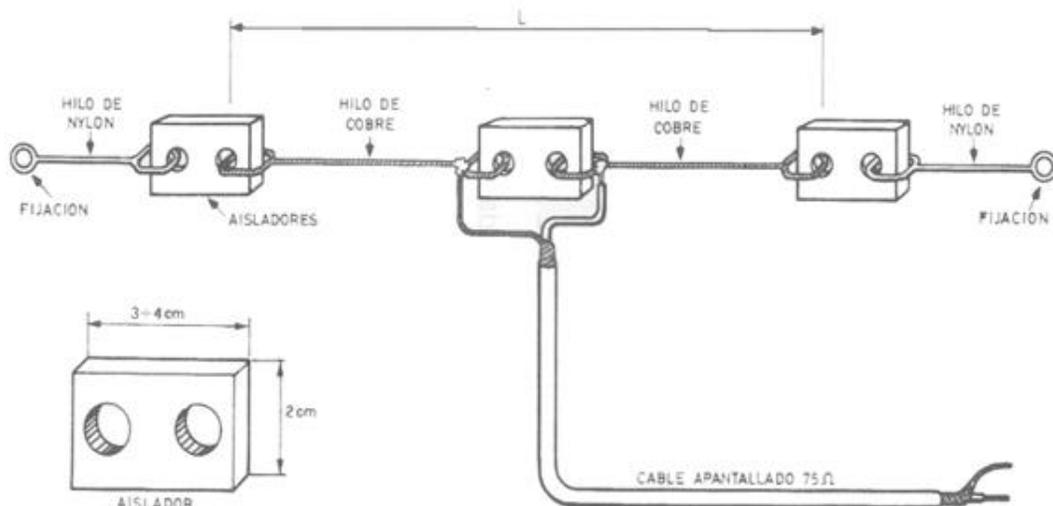


Fig.8:Esquema de una antena dipolo.

6. Lista de componentes:

6.1 Emisor de AM:

R1=2.7K Ω
R 2=100 Ω
R3, R9=56K Ω
R4, R7=100K Ω
R5, R6, R8=4.7K Ω
Todas las resistencias de 1/4w, 5%
P1, P2=50K Ω
C1=100 μ F / 16 v electrolítico
C2, C3, C6, C7=100nF, poliéster
C4, C5, C8=470pF, cerámico
C9=4.7pF, cerámico
C10=220pF, cerámico
CV1= trimmer cerámico de 4 / 30pF
TR1=BC337
TR2=BC307, BC557
IC1=LM358N
MIC=micrófono de electret de dos terminales
Z1=22 μ H
L1= ver texto
Zócalo para IC DIL de 8 patillas

6.2 Sistema de audio adicional:

R1, R2=10K Ω
R3=1.5K Ω
R7=2.7K Ω
Todas las resistencias de 1/4w, 5 %
P1=100K Ω , potenciómetro
C1=0.47 μ F, poliester metalizado
C2=1 μ F / 40v electrolítico
IC1= μ A741 ó CA3140E
MIC=micrófono de electret de tres terminales
Zócalo para IC DIL de 8 patillas

6.3 Receptor de AM:

R1=5K Ω , potenciómetro
R2=5.6K Ω
R3, R8=1K Ω
R4=82 Ω
R5, R7=150K Ω
R6, R9=39K Ω
Todas las resistencias de 1/4W,5%
C1=330pF, cerámico

C2, C5=100KpF, poliester

C3, C7=25 μ F / 25v electrolítico

C4=Condensador variable de 410pF (ver texto)

C6=10KpF, poliéster

TR1, TR2=NPN BC548

TR3=2N1711, MC140

D1=Diodo de ger. OA95, OA85

L1=bobina de onda media con primario y secundario independiente con ferrita de 10mm.

Altavoz de poca potencia 8 Ω .

7. Bibliografía:

- Los Secretos de la Comunicación a distancia (Rede).
- Física 3^a edición Volumen II Paul Tipler (Reverté S.A.). [2]
- Tecnología Electrónica (Paraninfo). [1]
- Comunicaciones Electrónicas, P.Gueulle 1991 (paraninfo)