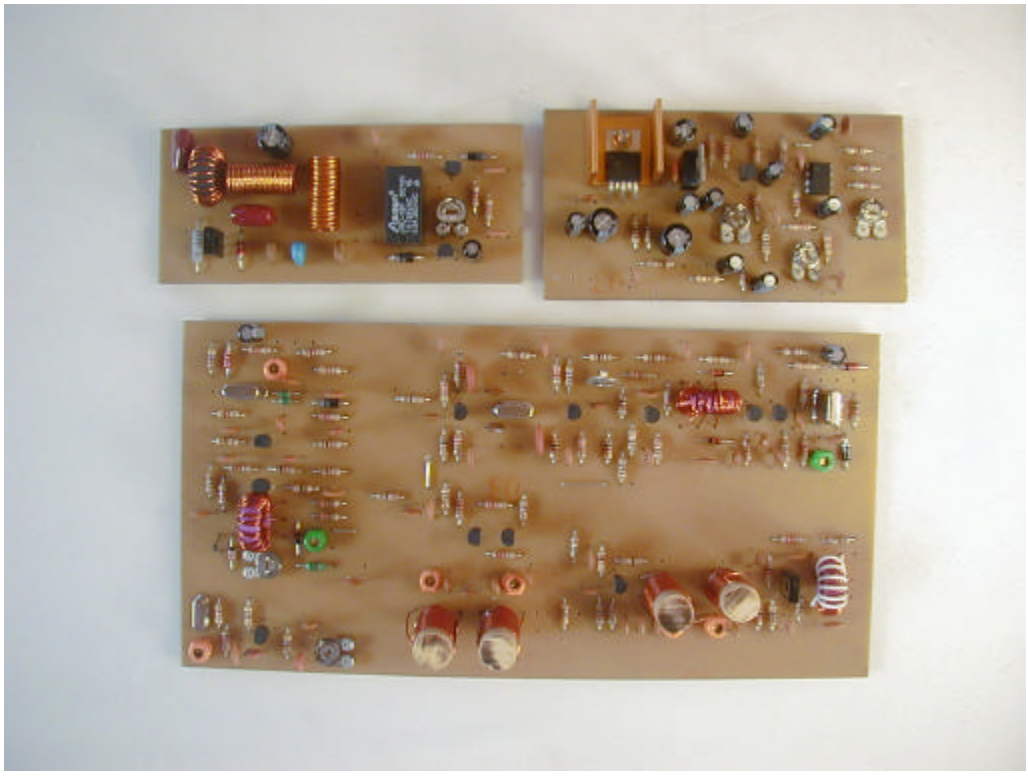
TRANSCEPTOR TELEGRAFICO PARA 40 METROS GACW 7

Autor: Guillermo H. NECCO LW 3 DYL - lw3dyl@yahoo.com.ar
http://gacw.no-ip.org -o-0-o- http://www.lu3dy.com.ar

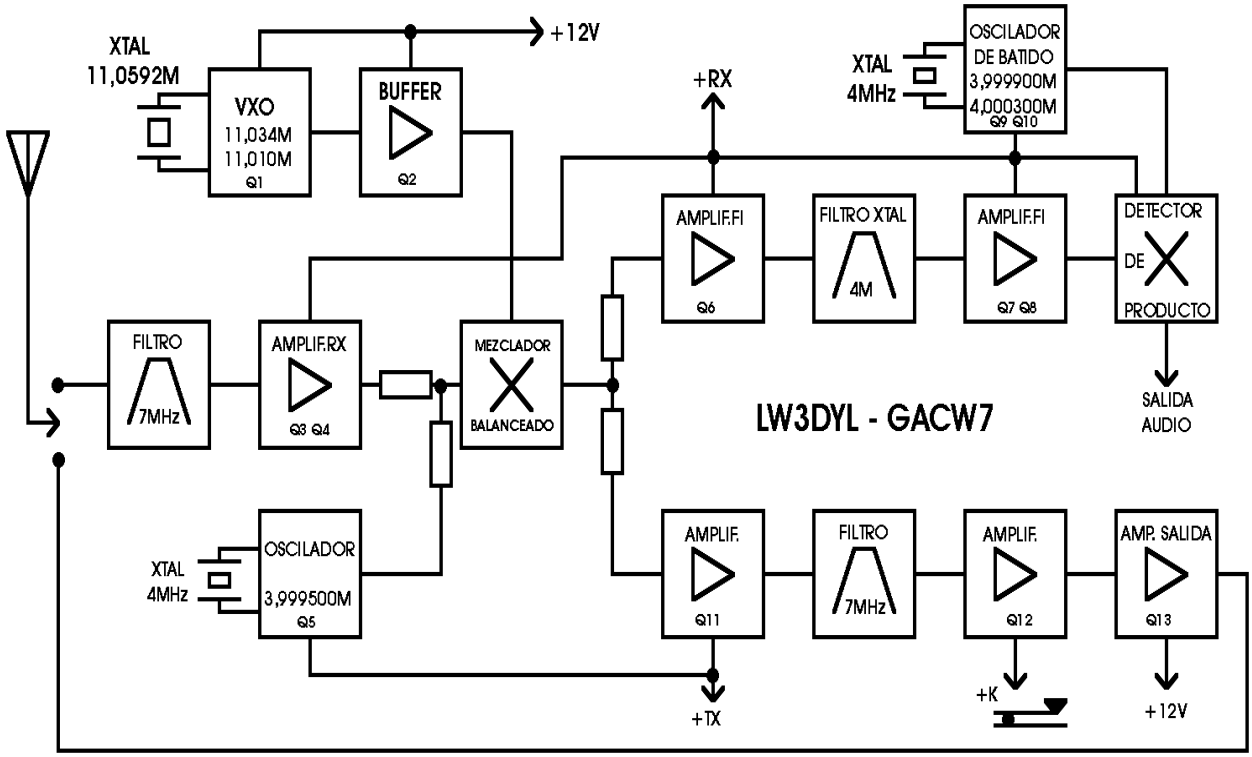


En los países desarrollados es común armar por diversión un equipito casero de baja potencia para divertirse un rato comunicando con algunos amigos, o probándolo en un “field day”, para luego retornar a los cómodos equipos comerciales, que por esas latitudes son fáciles de obtener. En nuestra querida América Latina es cada vez más difícil adquirir un equipo comercial de aficionado, siendo entonces el QRP la única alternativa posible para acceder a este apasionante hobby. Es por ello que en el Grupo Argentino de Radiotelegrafía (GACW) trabajamos sin pausa para desarrollar un equipo que sea fácil de armar y ajustar por cualquier aficionado a la electrónica y que brinde un resultado aceptable en una de las bandas de más uso por estas latitudes, como la de 7 MHz.

Habiendo cosechado mucha experiencia con anteriores equipos, he observado las dificultades más comunes en el montaje de estos aparatitos para los que recién se inician en el tema y he probado un montón de circuitos para ver cuál se desempeñaba mejor, por eso este equipo tiene algunas mejoras importantes, como ser: un VXO, para brindar estabilidad en TX y RX, así como un ajuste sencillo del mismo. Bobinas hechas con formitas de madera de 10mm, fáciles de conseguir en cualquier ferretería. Filtro único de cristal en la frecuencia intermedia de recepción, para evitar la complicación de ajustar un filtro con cristales de baja frecuencia. Lo que no pude evitar es la utilización de ferrites toroidales como choques o acoplamientos interetapa. Créanme que he probado de todo, pero lamentablemente son insustituibles. Por suerte se pueden utilizar los comunes de fuente de PC, que algunos comercios tienen o desguazar lámparas de bajo consumo o alguna fuente de PC quemada o TV. Con respecto a los toroides quiero hacer una aclaración importante: una cosa es utilizarlos para un circuito sintonizado, debiendo utilizar entonces núcleos específicos como el T50-2, de imposible adquisición en nuestro medio y otra cosa es utilizarlos para transferir energía, como en este equipo, pudiendo utilizar un ferrite común, que se desempeña muy bien, y sintonizar con bobinas de aire.

En la figura 1 tenemos el diagrama en bloques del transceptor. Vemos que consta de un Oscilador Variable controlado a Cristal (VXO) que trabaja entre 11,034 MHz y 11,010 MHz, para

sintonizar, con una FI de 4 MHz entre 7,010 y 7,034 MHz. Este oscilador ataca, por medio de un buffer, al mezclador balanceado. Este mezclador es utilizado tanto en transmisión como en recepción. En recepción vemos que la antena ingresa a un filtro paso banda de 7 MHz, luego es amplificada para ingresar al mezclador balanceado. La salida de éste entra al amplificador de frecuencia intermedia de 4 MHz para luego mezclarse con la señal del oscilador de batido, el cual tiene una pequeña variación en su frecuencia, para poder clarificar las señales que nos llegan corridas, esta mezcla es la señal de audio, que es amplificada y llevada al parlante.



Cuando transmitimos se genera una señal coincidente con la del filtro de FI que es ingresada al mezclador balanceado, para mezclarse y lograr los 7 MHz de salida, que son amplificados y filtrados, para pasar a un buffer que está controlado por el manipulador: al bajarlo le damos tensión, transfiriendo la señal a la etapa de potencia, que en este caso tiene un BD139 trabajando en clase C, obteniendo 1,5 Watt a la salida.

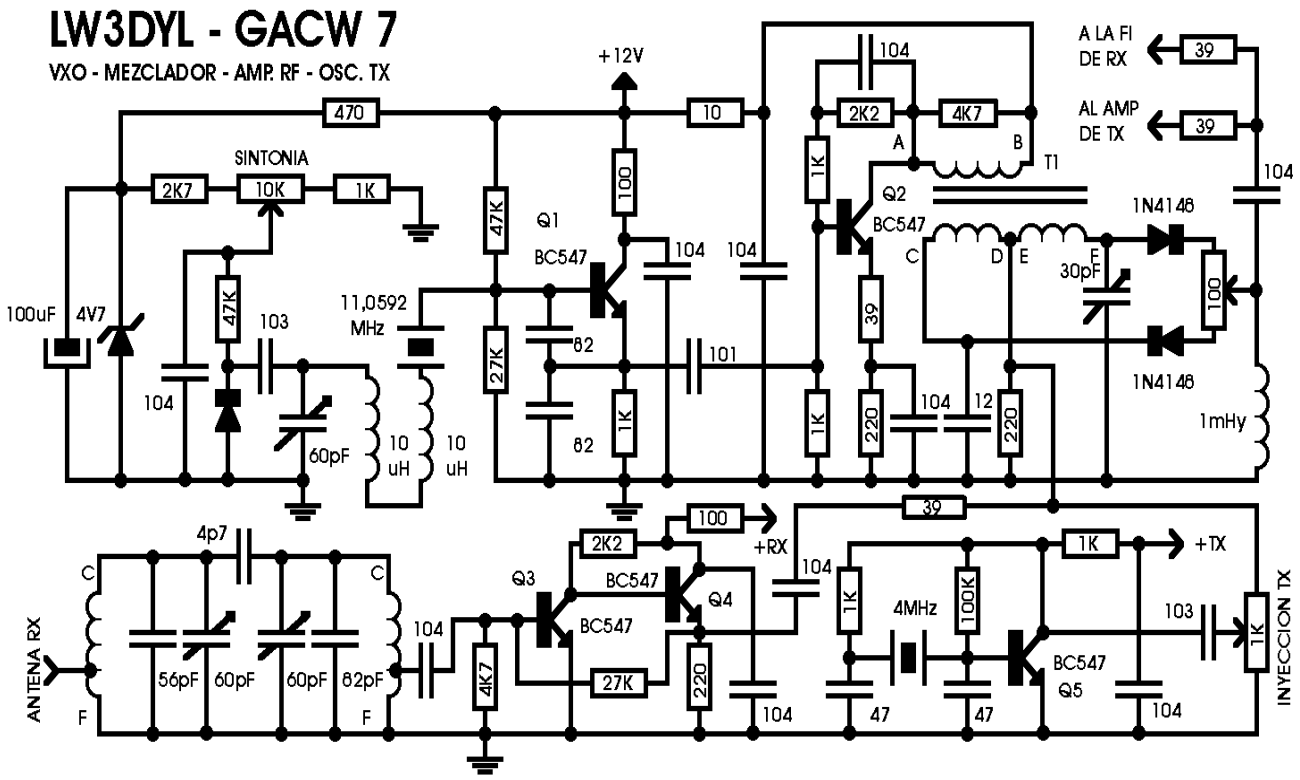
Acompañan a este sistema un monitor de manipulación y un delay, que cambia de recepción a transmisión al bajar el manipulador y luego de un tiempo que podemos programar a gusto regresa a recepción.

Paso ahora a detallar los circuitos en forma individual:

VXO:

Una de las cosas que más me preocupaba era el oscilador. Los libres de bobina y capacitor son inestables y difíciles de ajustar y es necesario estabilizarlos, lo que lleva a una enorme complicación. Guille (LW4DZC) tiene un transceptor maravilloso hecho con un resonador cerámico de 4 MHz y una FI de 11 MHz. Consultando con proveedores veo que estos cristales son difíciles de obtener y no está asegurada su provisión en el tiempo. Intento entonces con un resonador de 11,059 MHz pero es un fracaso; no sólo oscilaba en cualquier lado sino que además se corría de frecuencia. ¿Qué hacer? Los cristales más próximos son los de 11,0592 MHz, de los que hay en cantidad y económicos, dado que los usan los microprocesadores de Atmel, pero... ¿cómo desplazar casi 50 KHz un cristal?

La solución llega desde Suiza, donde Norbert Litz (HB9BWY) obtiene grandes desplazamientos montando dos choques axiales uno al lado del otro. Mientras más cerca están entre sí más desplazamiento obtenemos. Hice una prueba y resultó más satisfactoria de lo que imaginaba: ¡casi 60 KHz de desplazamiento de la frecuencia fundamental! Y lo mejor de todo: donde uno lo dejaba se quedaba quieto sin moverse. Para lograr esto tuve que acercar los dos choques con una pinza, si los separaba se iba el efecto y no se movía más de 10 KHz, como un VXO común y corriente.



En la figura 2 podemos ver el diagrama esquemático del VXO, que está armado en torno a Q1 como un simple oscilador, pero con capacidades de realimentación pequeñas para que resulte más “blando” y se pueda desplazar de frecuencia con facilidad. Para modificar la frecuencia tenemos un trimmer de 60pF que funciona como enclavador, asociado a un humilde 1N4007 que funciona como varicap. Este diodo es alimentado por un circuito que linealiza su variación de capacidad y que consta de un zener de 4V7 y un par de resistencias. Si no estuviera este sistema la sintonía variaría mucho en el primer cuarto de vuelta del potenciómetro y casi nada en los tres cuartos restantes.

Mezclador Balanceado:

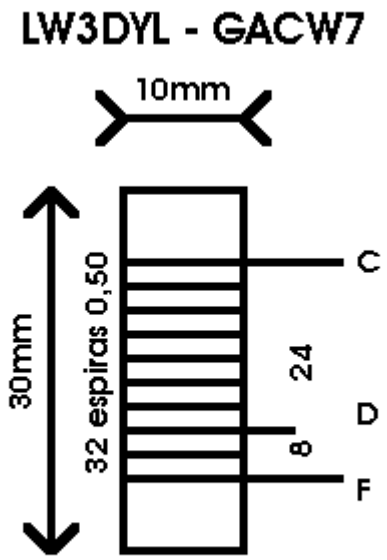
Este es un circuito que popularizó Doug de Maw , W1FB (SK) y es tan simple como efectivo. Trabaja con un transistor buffer (Q2) que genera en la salida de T1 (transformador trifilar, ver figura 3) dos ondas iguales pero de fase invertida. En condiciones de equilibrio, que se logra ajustando el preset de 100 ohm y el trimmer de 30 pF del divisor capacitivo, no tengo señal alguna a la salida. Al ingresar por el punto medio de T1 otra frecuencia, se produce la mezcla y obtengo FVXO + F2 y FVXO – F2.

En este caso F2 puede ser 1) en recepción: la señal de 7 MHz de la estación que estamos sintonizando y que viene del amplificador de recepción montado sobre Q3 y Q4. Ingresa al mezclador y sale como Frecuencia Intermedia en 4 MHz. 2) en transmisión la señal del generador de

portadora, generada por Q5, que entra al mezclador y sale como señal de transmisión en 7 MHz, siendo amplificada hasta la salida de 1,5 Watt.

Entrada recepción:

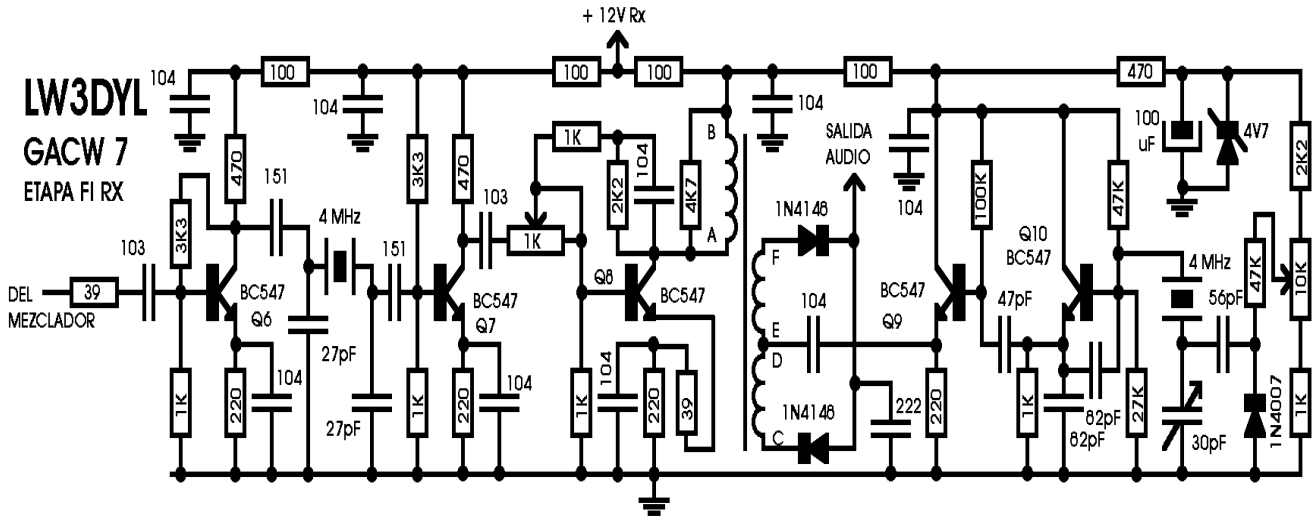
Aquí tenemos que las señales de radiofrecuencia que ingresan a la antena son filtradas por un juego de bobinas y capacitores que dejan pasar solamente las más cercanas a los 7 MHz, eliminando o atenuando el resto. Las bobinas están fabricadas (ver figura 4) con varillas redondas de madera de 10mm de diámetro, en las que se bobinan 32 espiras de alambre de transformador de 0,50mm y se le practica una derivación en la espira Nº8 a partir de masa. Notarán que las bobinas están marcadas con las letras “C, D y F” que significan “lado caliente”: el que va al capacitor de paso de 4,7pF. “lado frío”, que es el que va a masa o a un capacitor de 0,1uF cerámico que va a masa y “derivación”. Si confundimos estas conexiones no funcionará bien. En la figura 5 vemos la curva de respuesta de este filtro, tomada con un generador de RF y una sonda, como explicaré más adelante.



Luego del filtro, las señales seleccionadas son ingresadas a un amplificador comprendido por los transistores Q3 y Q4. La salida de baja impedancia de este amplificador de radiofrecuencia ingresa al mezclador balanceado, para batirse con la señal del VXO y convertirse en la frecuencia intermedia de 4MHz.

Frecuencia Intermedia:

Del mezclador salen dos señales: f(in) + VXO y f(in) – VXO. El transistor Q6 (figura 6) amplifica ambas y son ingresadas a un filtro de cristal, que tiene una curva de respuesta muy estrecha, como la de la figura 7. Normalmente se utilizaría un filtro escalera de 4 cristales, pero en los de 4 MHz hay que ajustar muy bien las impedancias de entrada y salida, porque tienden a tener un “ripple” (rizado) muy pronunciado, siendo difícil su ajuste para un recién iniciado en la radiofrecuencia. Como este equipo tiene la intención de ser sencillo, probé con un solo cristal y la verdad, anda muy bien, logrando buen rechazo de señales adyacentes y lo que es más importante, se escucha una sola nota de batido. Me explico: en los receptores de conversión directa escuchamos 2 señales de batido, esto es, la misma estación dos veces, una por encima y otra por debajo de la portadora, que sería el batido cero. Como vemos en la figura 7, la frecuencia imagen cae en una zona donde el filtro la atenúa casi totalmente, por lo tanto escuchamos una sola vez, y en su lugar a la estación que nos interesa.



Del filtro de cristal pasamos a un amplificador de radiofrecuencia: Q7, que está conectado a Q8 por medio de un preset. Este sistema se utiliza para ajustar la máxima ganancia del sistema. Si lo ponemos al máximo (mínima resistencia) probablemente el equipo aúlle o se escuche con autooscilaciones. Como la máxima ganancia es muy variable, dependiendo de los transistores utilizados y del armado del equipo, coloqué un preset para hacerlo más sencillo: le damos hasta lo máximo que dé.

Detector de producto:

Q8 maneja el detector de producto, que es un mezclador, donde por un lado tenemos una señal del oscilador de batido (Q9 y Q10) y por el otro la señal de frecuencia intermedia. La diferencia entre ellas es el tono de audio. Como vemos en la figura 7, la señal que deja pasar el filtro está en 3,999500 MHz. Si la mezclamos con una señal de 4,000300 MHz del oscilador de batido tendremos a la salida un tono de audio de 800 Hz, que es la señal telegráfica que escuchamos en el parlante. Esta señal la podemos desplazar unos pocos hercios por encima y por debajo para variar el tono de la nota de batido, esto se hace con un varicap (en realidad un diodo 1N4007) en el circuito de sintonía del oscilador, gobernado por un potenciómetro identificado como “Clarificador”.

Amplificador de audio:

Vemos su circuito en la figura 8. Está compuesto por un transistor amplificador de audio (Q16) y un confiable y económico TDA2002. Notamos que el 2002 está alimentado por medio de un estabilizador de tensión Q17, esto es porque me ha pasado que en algunos equipos oscilaba aún con volumen bajo. Investigando el tema vi este sistema y lo adopté, eliminando de raíz el problema.

Monitor de manipulación:

Cando transmitimos debemos tener un “retorno” de la señal telegráfica que estamos emitiendo. Esto lo logramos inyectando un tono de audio (de 800 Hz más o menos) en el amplificador de audio, para que salga por el parlante. Está armado en torno al integrado IC2, un LM555 que vemos en la figura 9, conectado como multivibrador astable, que genera una nota de audio que podemos controlar a nuestro gusto (más aguda o más grave) con un preset. También podemos controlar el volumen del monitor en el parlante.

El encendido de este oscilador está conectado a un circuito en torno a Q14, que genera una tensión **+K** (Keyed) cuando se baja el manipulador. Al suceder esto se conmuta el relay de

Rx-Tx por medio de Q15, y se restablece a recepción luego de un tiempo (delay) ajustable por el preset de 50K. El relay conmuta la antena y la tensión de recepción (+Rx) y la de transmisión (+Tx).

Generador de portadora:

La señal de entrada, o sea, la estación que estamos escuchando, se mezcla con el VXO y se transforma en una señal de 3,999500 MHz, que es la que deja pasar el filtro de frecuencia intermedia. Si nosotros transmitimos y pretendemos que nos escuche, debemos hacerlo en la misma frecuencia, para eso utilizamos, en transmisión, un oscilador que nos genere 3,999500 MHz, para mezclarlos con el VXO y transmitir en la misma frecuencia en que recibimos a nuestro corresponsal. Utilizamos para esto un oscilador tipo paralelo (Q5 en la figura 2) que nos permite bajar la frecuencia del cristal. Normalmente con los valores dados de capacidad (47pF) no hay problema, pero si se desea un ajuste fino se puede reemplazar uno de ellos por un trimmer de 120pF. Esta frecuencia se ingresa al mezclador balanceado.

Amplificador de salida:

En la figura 10 podemos ver el circuito del mismo. La mezcla de las señales del VXO y del oscilador de portadora ingresan a un transistor (Q11) en cuyo colector hay un filtro de 7 MHz idéntico al de recepción, cuya salida está conectada a un amplificador en clase A (Q12) que por medio de un transformador adaptador (T3) lleva su energía al transistor de salida (Q13), un BD139 trabajando en clase C que luego de un filtro que adapta las impedancias y elimina las armónicas indeseadas nos entrega 1,5 Watts a la antena. El transistor Q12 tiene el colector conectado a la salida +K (keyed) por lo que la señal de 7 MHz que tenemos en su base pasa a la salida solamente cuando el manipulador está bajo, teniendo de este modo una señal telegráfica limpia, sin corrimientos o chirridos. El transformador está hecho con 24 espiras de alambre de 0,50mm para el bobinado del colector (A-B) y 6 espiras de cablecito aislado de instalación telefónica para el bobinado de la base (C-D) sobre un toroide de fuente de PC de media pulgada.

El transistor de salida está siempre conectado a la tensión, para evitar chirridos de conmutación si lo alimentamos a través del relay, dado que si no tiene excitación permanece al corte, como si no existiera, encendiéndose cada vez que le llega señal al ritmo del manipulador por medio de Q12 y T3.

El choque de colector se realiza con 20 espiras de alambre de 0,50mm bobinadas sobre un ferrite toroidal de más o menos media pulgada de diámetro.

Debemos ajustar muy cuidadosamente el filtro de 7 MHz de transmisión, porque el amplificador puede “engancharse” con la armónica del generador de portadora, de 7,999 MHz, viendo en el medidor de salida que hay potencia, pero no nos contesta nadie, al estar recibiendo en 7 MHz y contestando en 8 MHz.

Esta es una falla muy común en equipos QRP sencillos, les conectamos el medidor de potencia y marca muy bien, pero llamamos y no nos contestan o nos dicen que nos escuchan bajo. Esto es porque el medidor de potencia no discrimina la frecuencia que está saliendo, pudiendo marcar por ejemplo, 2 Watts, y sólo 100 mW pueden estar en la frecuencia que nos interesa, siendo el resto oscilaciones o restos indeseados de mezclas anteriores mal filtradas. Por eso, este equipo es sencillo, pero no tanto como para que funcione mal, es preferible perder un poco de tiempo bobinando un filtrito que desechar el equipo ya armado porque no funciona.

La salida está acoplada a la antena por dos bobinitas de 1 microhenry, que se hacen con 20 espiras de alambre de 0,70mm bobinadas sobre una mecha de 9 mm.

Ajuste de los filtros

Para ajustar los filtros pasabanda propongo armar una sonda como la de la figura 11, que consiste en un oscilador a cristal. Uno de 7 MHz sería perfecto, sino uno de 7,16 de TV color puede servir para un ajuste inicial y luego lo retocamos un poco. La salida del oscilador la conectamos a la entrada del filtro (derivación) y la sonda a la salida del filtro (derivación de la segunda bobina). Con un tester analógico en la escala de 0,5V ajustamos los trimmer hasta obtener la máxima salida. Es necesario este método porque corremos el riesgo al ajustarlo en transmisión, que se enganche en la armónica del oscilador de portadora.

Ajuste en recepción:

Dejamos el clarificador a la mitad de su recorrido y sintonizamos una estación. Ajustamos el trimmer del oscilador de batido (Q10) para lograr una recepción nítida. Movemos el clarificador a izquierda y derecha para comprobar que el tono de audio sube y baja de frecuencia.

Ajuste del mezclador balanceado:

Alimentamos solamente el VXO y colocamos la sonda de diodos de la figura 11 en los bornes de la inductancia de 1 mHy de la salida del mezclador. Con el tester analógico a su máxima sensibilidad (0,1VDC) desplazamos el preset de 100 ohm hacia un lado y el otro para verificar que la aguja del tester marque algo. Luego, la ubicamos en el punto donde marque menos y ajustamos el trimmer de 30 pF hasta que no marque nada.

Las figuras 12 y subsiguientes nos muestran las plaquetas y la distribución de componentes. Espero se entusiasmen con este proyecto y lo lleven a cabo, dado que estoy seguro que les dará muchas satisfacciones.

LISTA DE MATERIALES:

1	Cristal de 11,0592 MHz	3	Cristales de 4 MHz
1	relay doble inversor	12	transistores BC547
1	transistor TIP 31 C	2	transistores BD 139
1	transistor BC327	1	transistor BC337
1	integrado TDA 2002	1	integrado LM 555
2	choques axiales 10 uHy	1	choque axial 1 mHy
1	potenciómetro 10 K log	2	potenciómetros 10 K lin
4	ferrites toroidales +/- 1/2 pulgada	4	diodos 1 N 4007
2	diodos zener 4V7 1W	1	diodo zener 36 V 1 W
5	diodos 1 N 4148	1	preset 100 ohm horizontal
1	preset 250 ohm horizontal	1	preset 1 Kilohm horizontal
1	preset 1 Kilohm vertical	2	preset 10 Kilohm horizontal
1	preset 50 Kilohm horizontal	1	trimmer 30 pF
6	trimmer 60 pF		

Resistencias ¼ watt:

2	1 ohm	3	10 ohm	6	39 ohm
15	100 ohm	8	220 ohm	4	470 ohm
15	1 K ohm	7	2,2 K ohm	1	2,7 K ohm
2	3,3 K ohm	9	4,7 K ohm	2	10 K ohm
3	27 K ohm	5	47 K ohm	2	100 K ohm

Capacitores electrolíticos:

4	470 uF x 16 V	6	100 uF x 16 V
1	47 uF x 16 V	5	10 uF x 16 V

Capacitores cerámicos:

33	0,1uF (104)	6	0,01uF (103)	1	0,0022uF (222)
2	0,001uF (102)	2	470 pF (471)	2	150 pF (151)
1	100 pF (101)	6	82 pF	3	56 pF
3	47 pF	2	27 pF	1	12 pF
2	4,7 pF				

Varios:

Plaquetas, perillas, gabinete, fichas, parlante, etc.

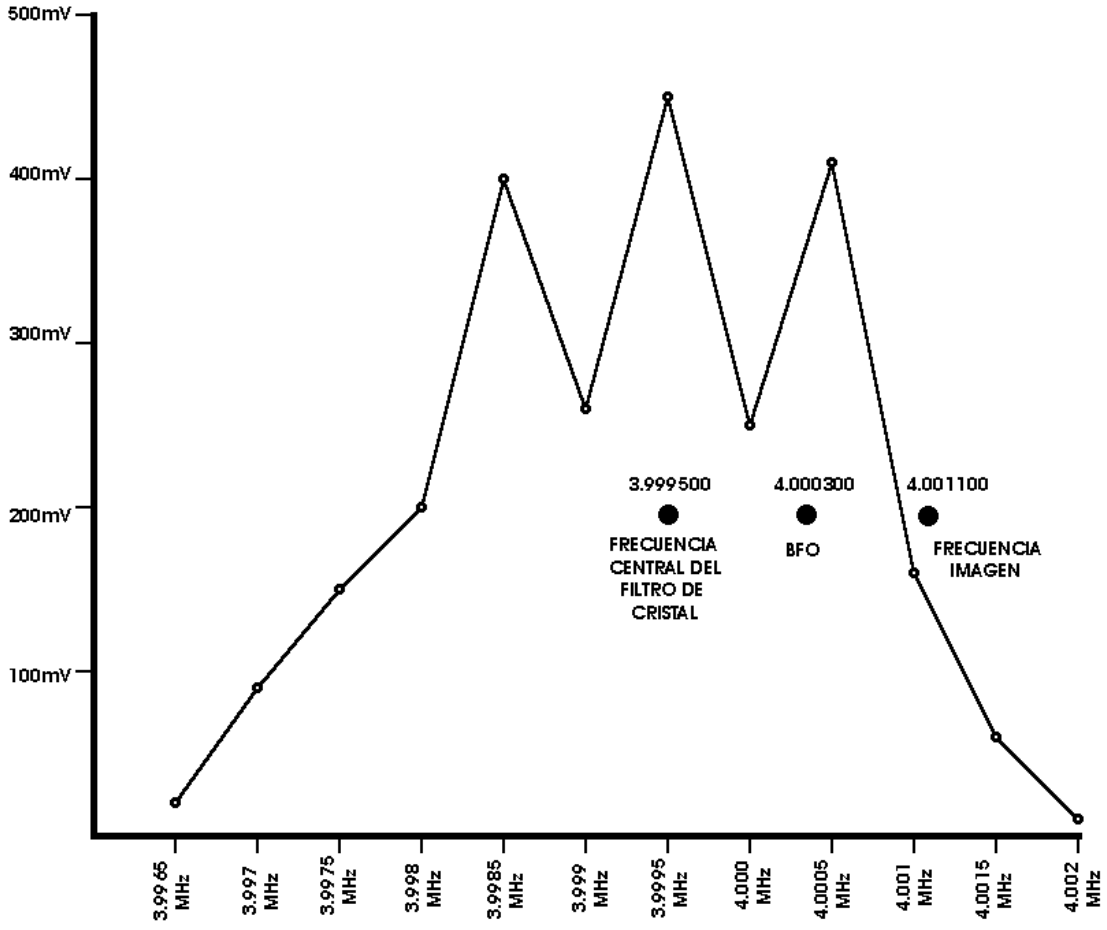


Figura 7

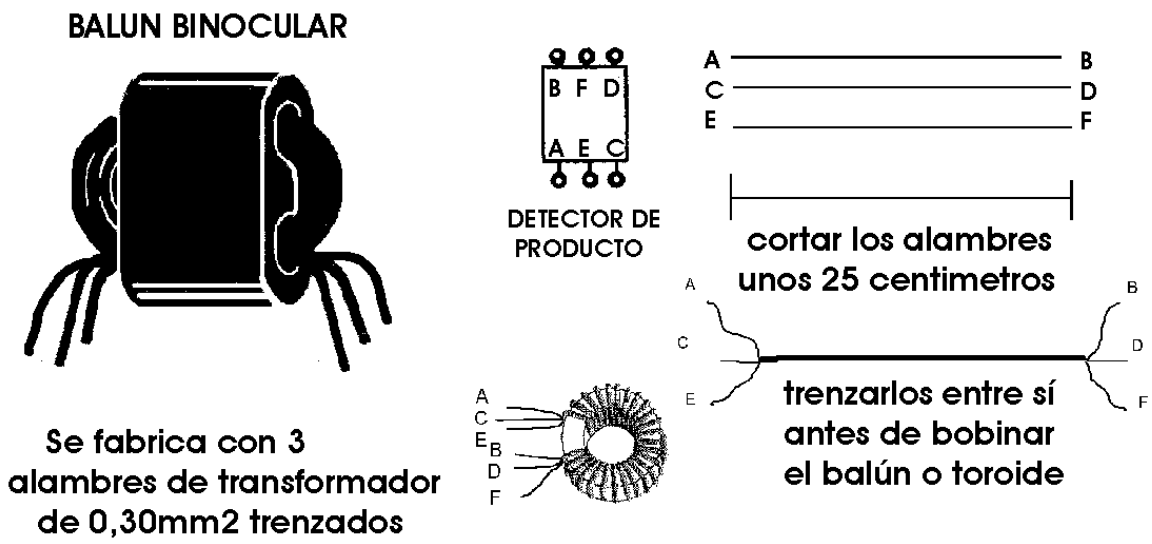


Figura 3

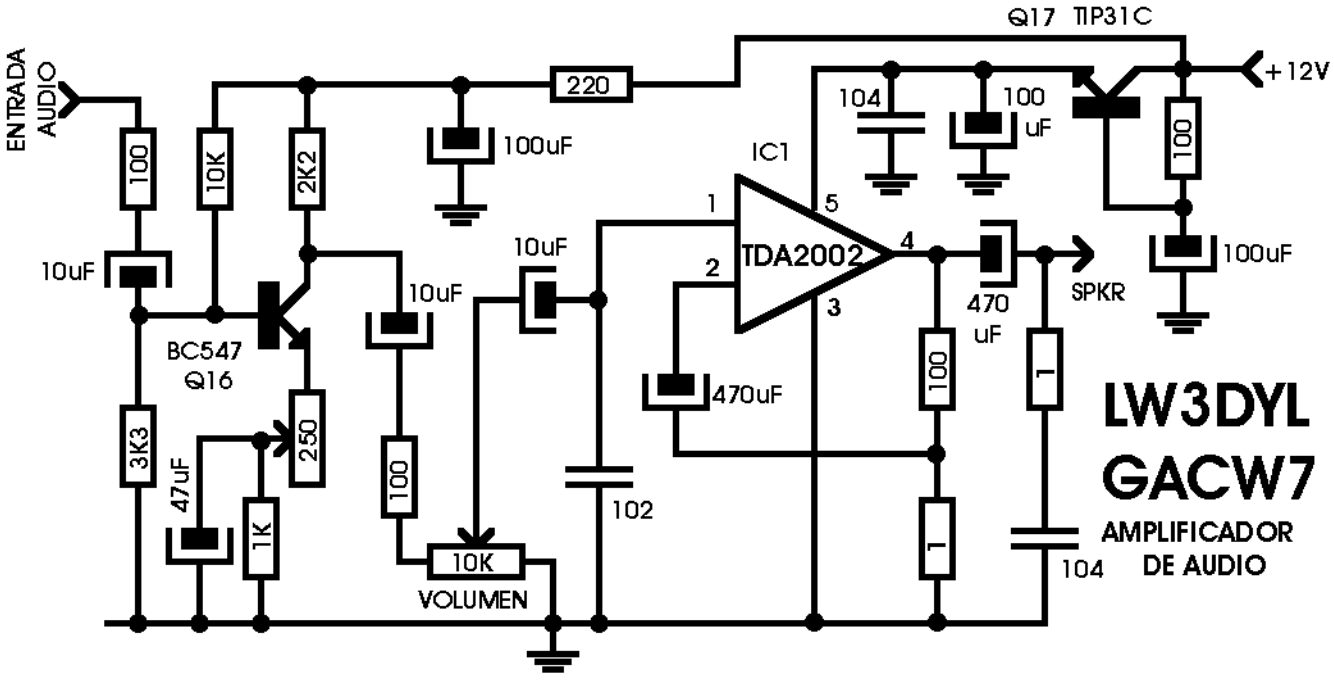


Figura 8

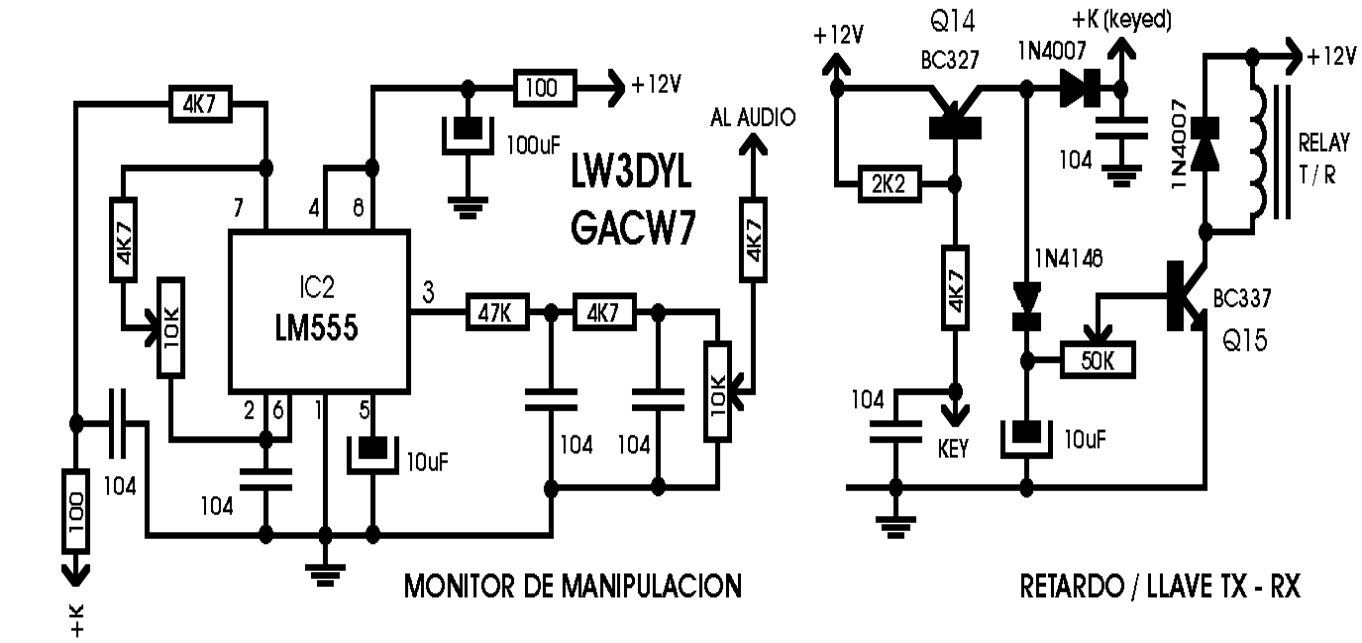


Figura 9

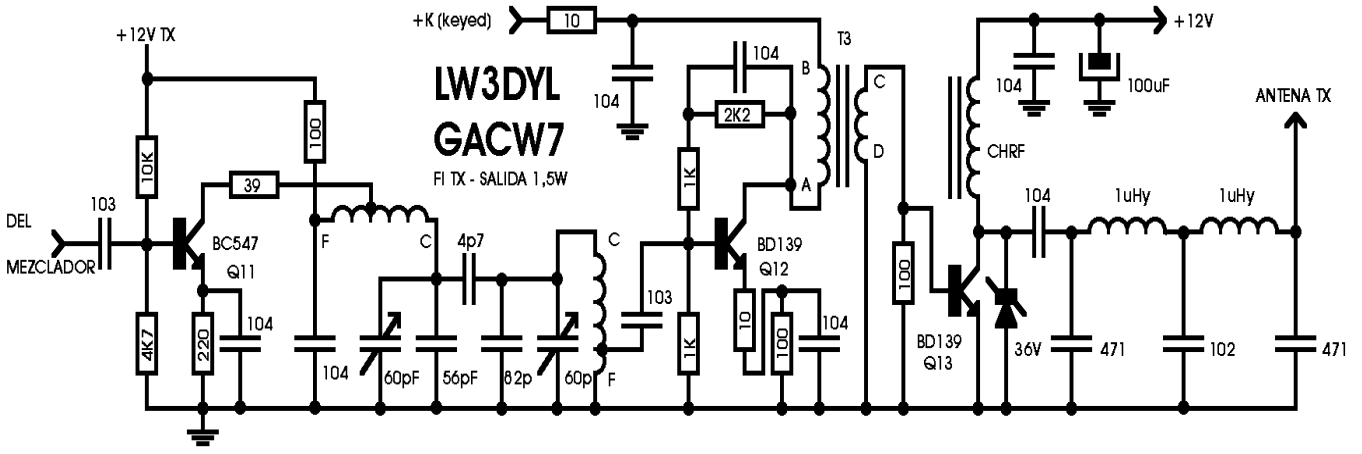


Figura 10

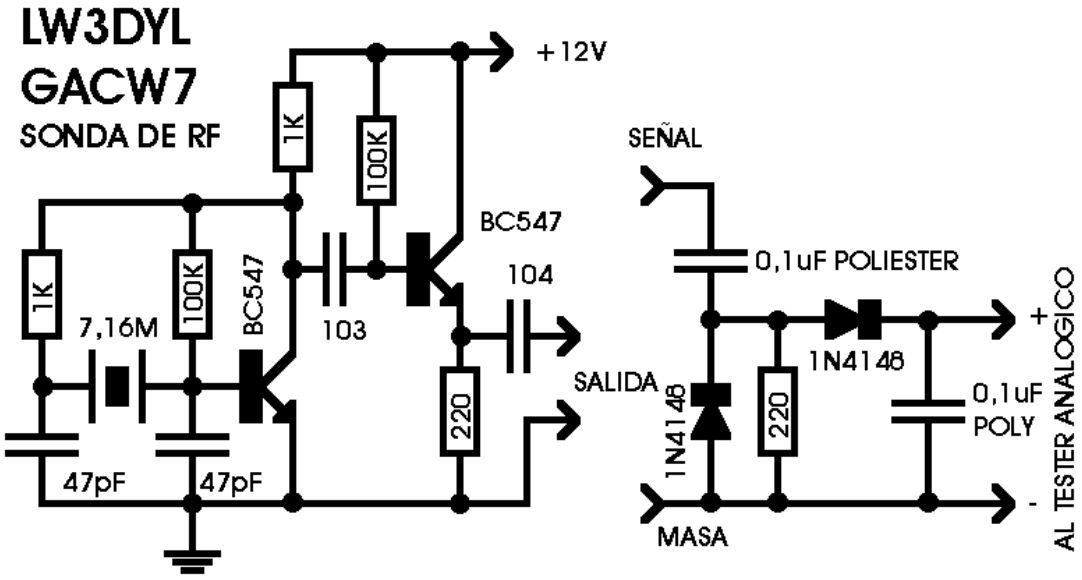


Figura 11

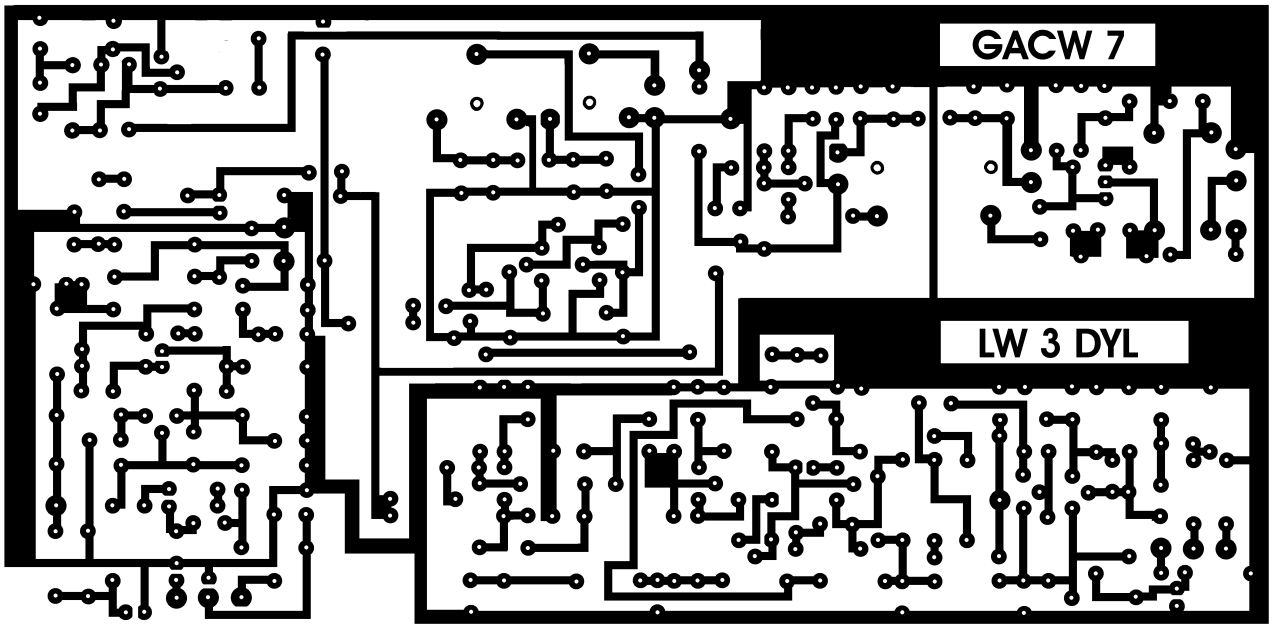


Figura 12

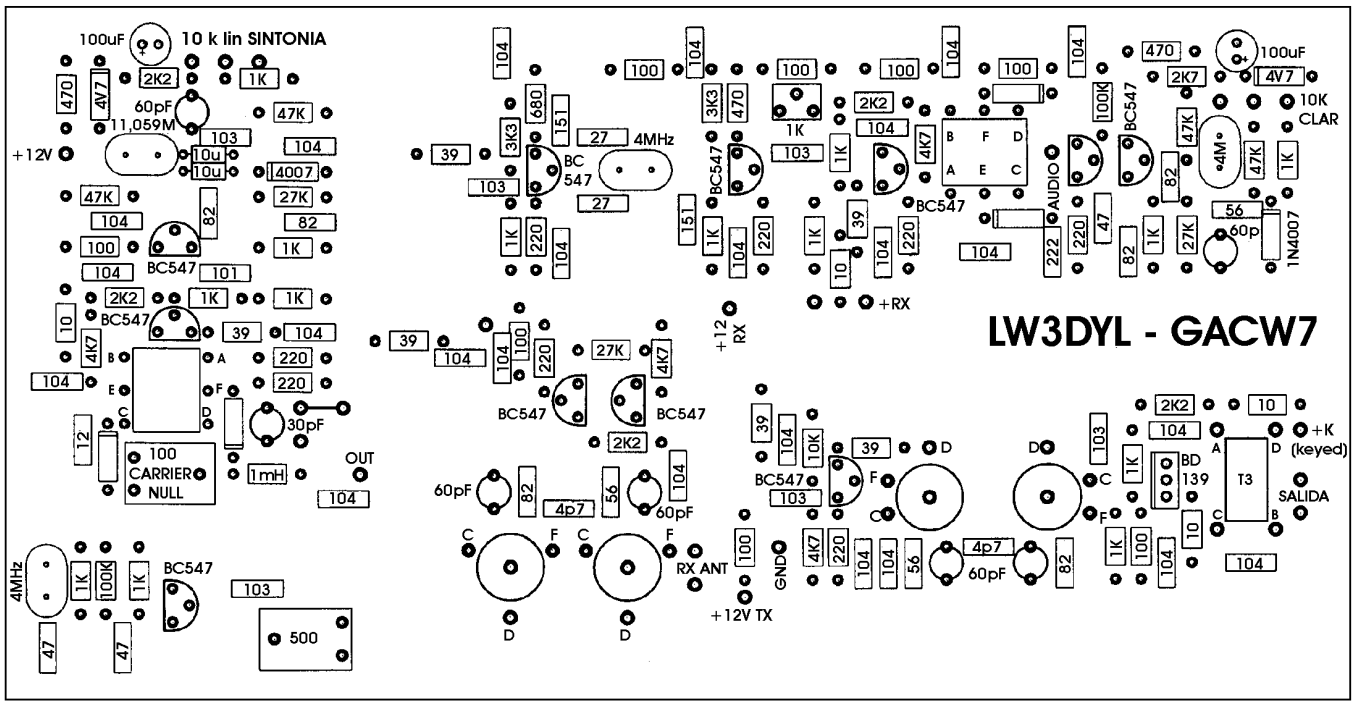


Figura 13

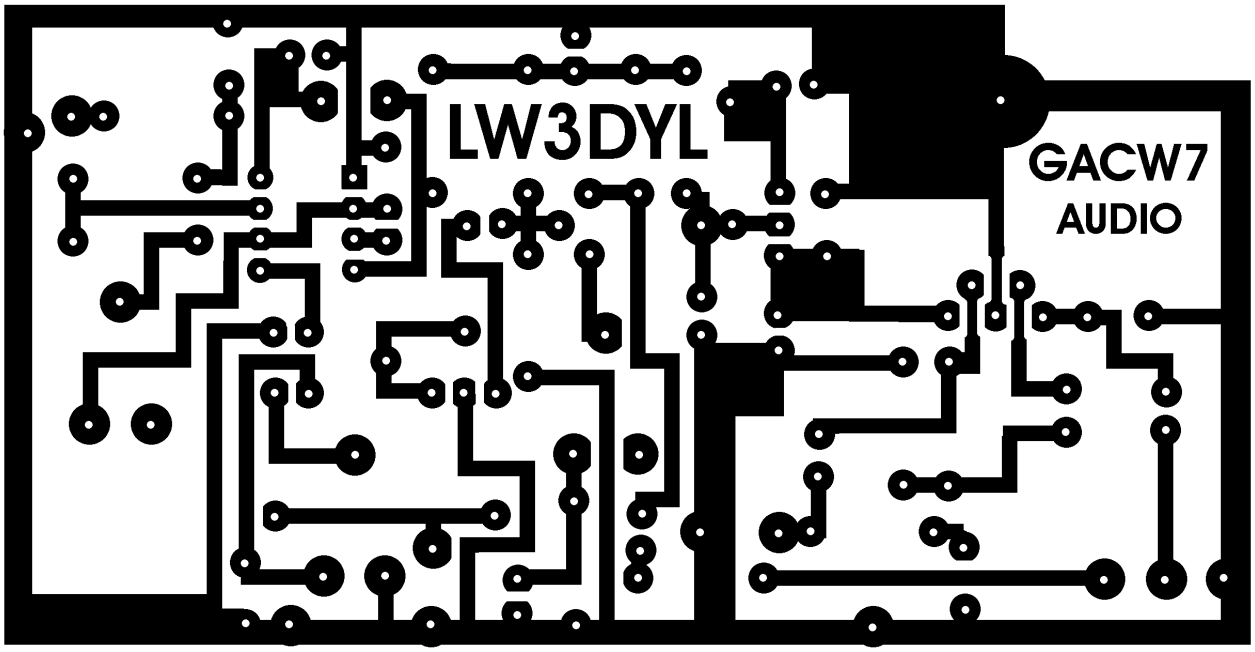


Figura 14

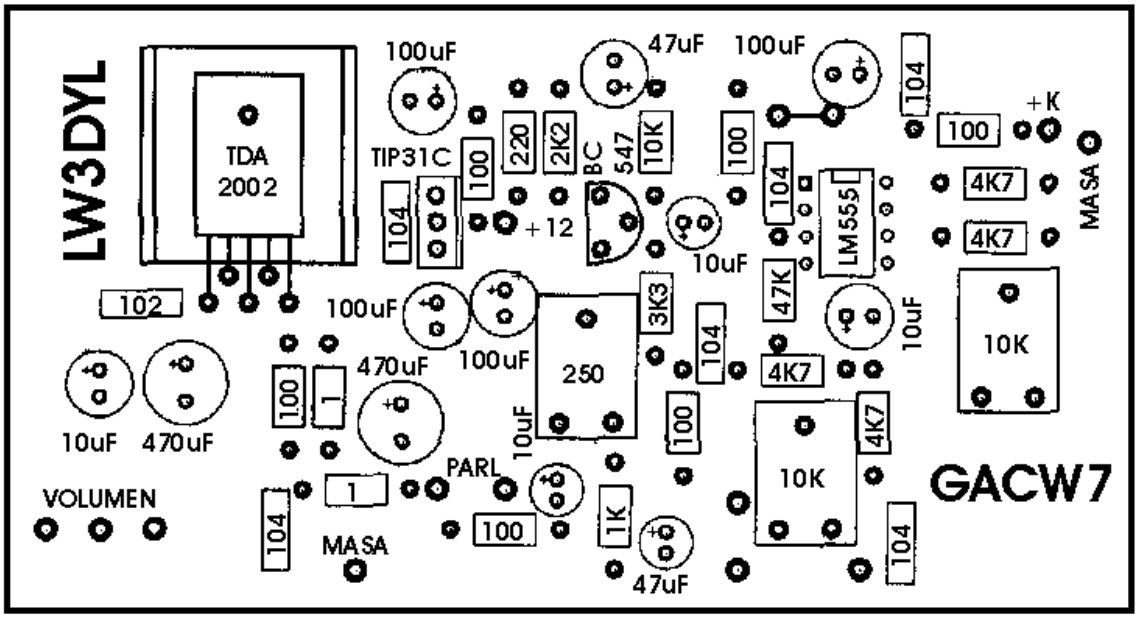


Figura 15

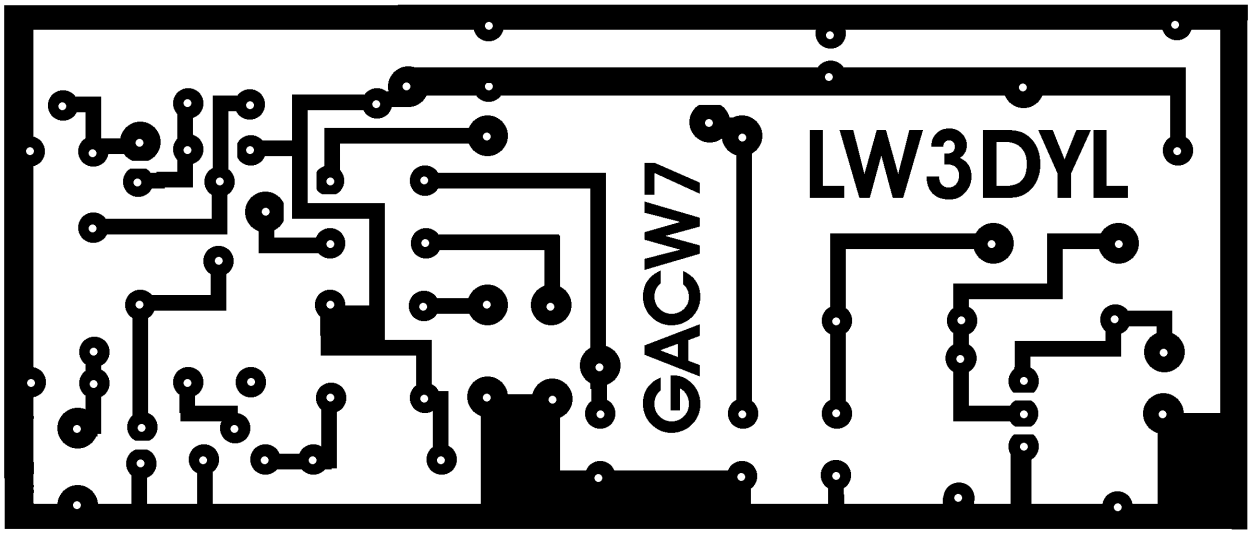


Figura 16

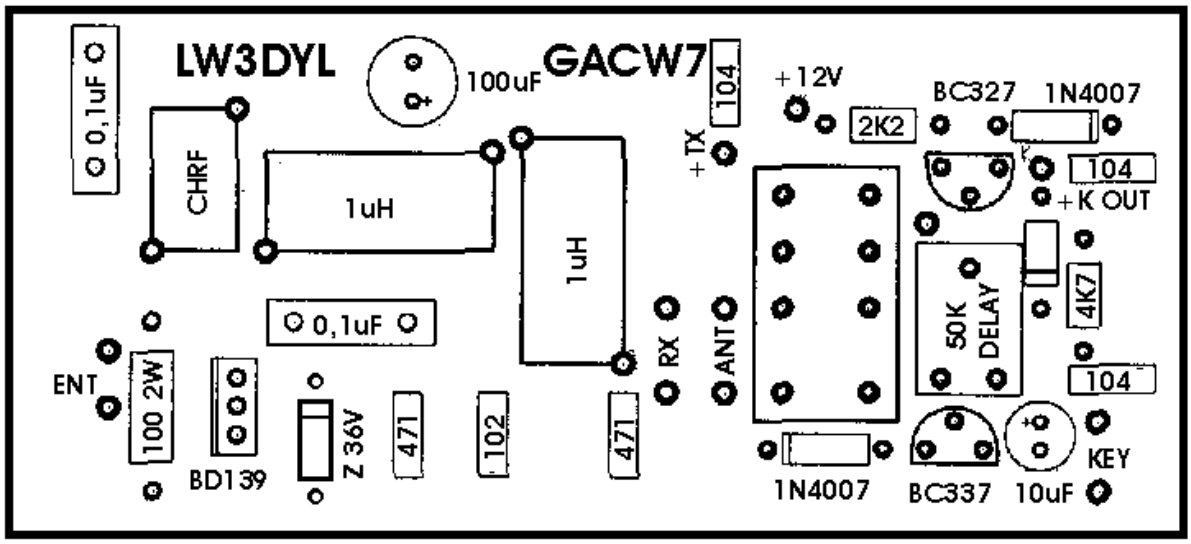
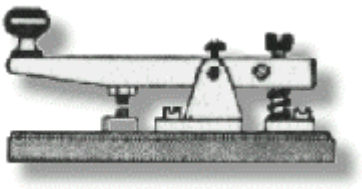


Figura 17

GACW

Grupo Argentino de CW



http://gacw.no-ip.org