



Transceptor de BLU para radioaficionados “NOVICIO”

Autor: Guillermo H. NECCO; LW3DYL

Dentro de la Electrónica hay varias ramas que concitan el interés de los aficionados; el audio, la informática, el control industrial, automatismos y la que a mí me atrapó hace tiempo: las comunicaciones. Para iniciarse en este apasionante hobby es necesario un equipo fundamental, como es el transceptor, para poder hablar y escuchar a otros colegas. Si bien hay equipos comerciales, a veces por necesidad económica, otras por la satisfacción de salir al aire con “su” equipo, me consultan por un transceptor elemental para la banda de 80 Metros, que es la indicada para la categoría Novicio. Si bien no es un proyecto sencillo, tampoco es imposible de hacer para un aficionado medianamente acostumbrado al soldador, pero para llegar a buen puerto hay que conocer muy bien la teoría de funcionamiento y detalles de ajuste, temas que desarrollaremos en el presente artículo.

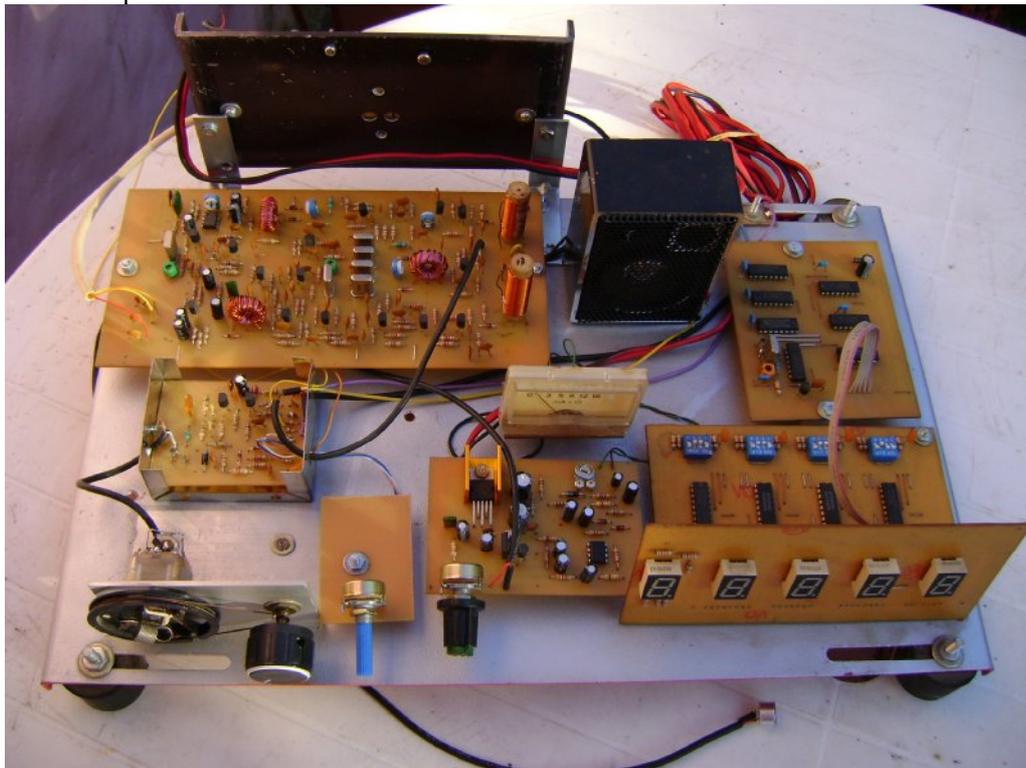
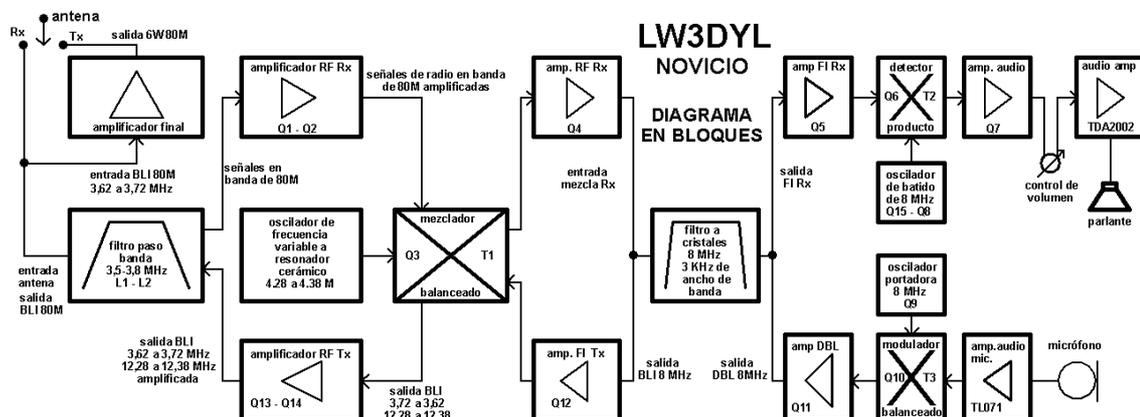


Diagrama en Bloques:

En la Figura 1 tenemos el diagrama en bloques del transceptor y en la Figura 2 el diagrama esquemático de la Placa Madre. Si comenzamos con el receptor vemos que la antena se conecta por medio de un relay que está en la plaqueta de salida a un filtro paso de banda fabricado con dos bobinas y sus capacitores asociados. Este conjunto deja pasar solamente una porción de frecuencias comprendidas más o menos entre los 3,5 y 3,8 Megahertz, en el medio de la cual se encuentran la mayoría de las transmisiones de BLU, mayoritariamente entre 3,62 y 3,72 MHz. El resto de las frecuencias es totalmente atenuado.





Este estrecho margen de frecuencias que nos interesan es amplificado por los transistores Q1 y Q2, para elevar el nivel de la señal y adaptar su impedancia a la entrada del Mezclador Balanceado, formado alrededor de Q3 y T1. Este Mezclador es bidireccional, y sirve tanto para el transmisor como para el receptor, simplificando el circuito sin perder calidad.

El mezclador balanceado toma la señal del Oscilador de Frecuencia Variable y por medio de Q3 la amplifica y la lleva a T1, que es un transformador trifilar, que entrega dos salidas desfasadas 180° entre sí. Estas salidas van, por medio de dos diodos, a un preset, que al estar en un punto de equilibrio, anula la señal del OFV en la salida, o sea, sobre la inductancia de 1mHy. Con esto se logra la idea del mezclador balanceado, que es que la señal del OFV no se haga presente a la salida. Si por el punto medio ingresa una señal, por ejemplo, de 3,65 MHz, se produce un *batido* o *heterodinado* entre las dos frecuencias, logrando a la salida la suma y la resta de ambas, pero la señal del OFV no aparece.

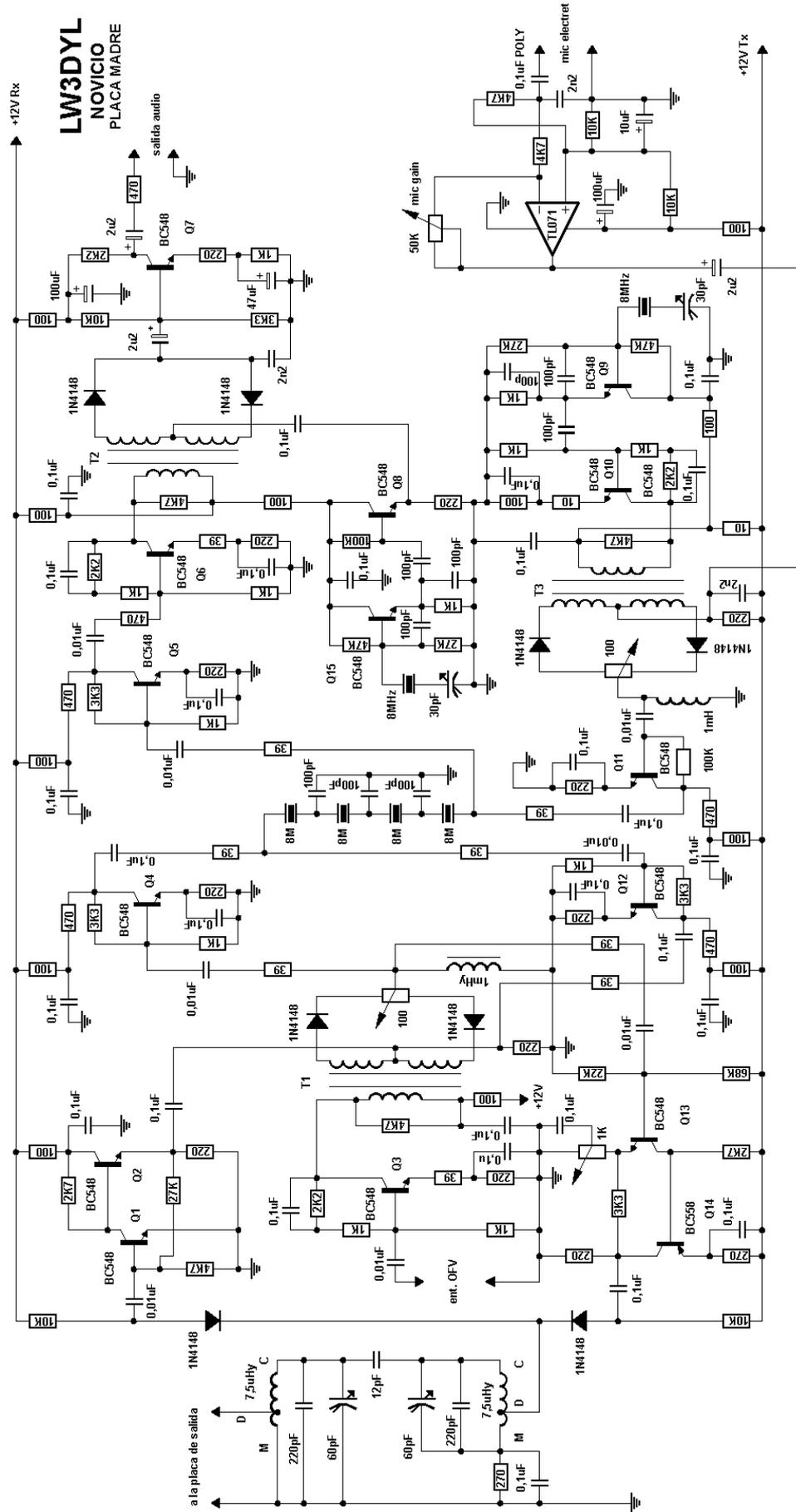
La suma del OFV y la señal de entrada amplificadas por Q4 dan una Frecuencia Intermedia de 8 MHz, que es seleccionada por un filtro a cristal tipo escalera, realizado en base a 4 cristales económicos y fáciles de adquirir. Este es un filtro muy estrecho, que deja pasar solamente la señal que nos interesa, atenuando todas las demás. Es gracias a este filtro que podemos hacer un receptor selectivo con elementos tan sencillos.

Luego del filtro, la señal de FI es amplificada por Q5 e ingresada a Q6, que excita el transformador trifilar del detector de producto. Este detector funciona mezclando las señales que salen del filtro de FI con un Oscilador de Batido de 8 MHz formado por Q15 y Q8. El principio del mismo es simple: recuerden que en BLU no hay portadora, por lo que si escuchamos la señal en un receptor común sonará más o menos como un pato. El oscilador de batido reinyecta la portadora para recuperar el audio original. Por eso debe sintonizarse en el punto de "batido cero". Si lo pasamos para un lado suena una voz muy aguda y si lo pasamos para el otro lado sale cada vez más grave y se hace ininteligible.

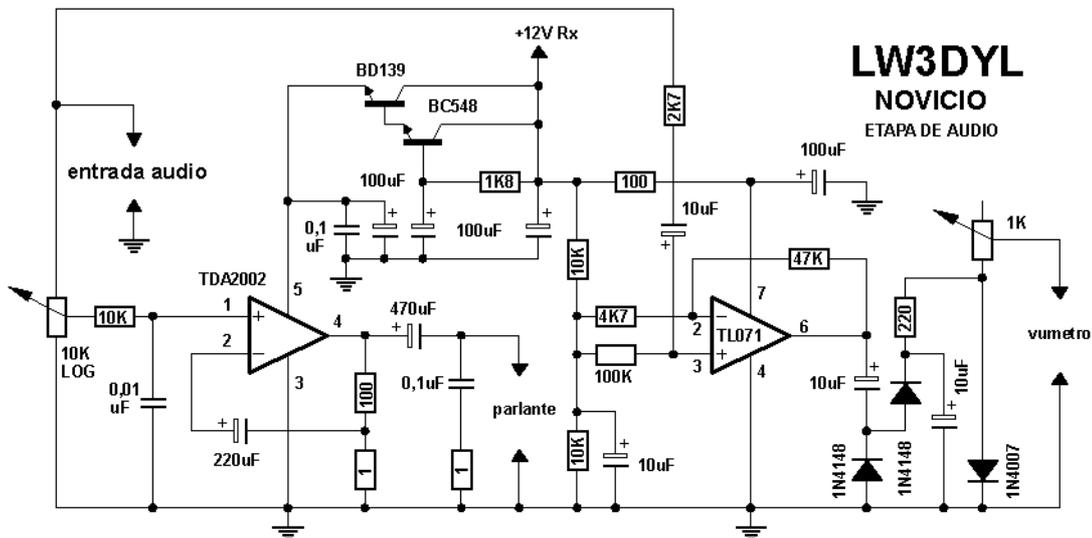
El transistor Q7 se encarga de amplificar las débiles señales de audio recuperadas anteriormente en el detector de producto. La salida de éste transistor se conecta por un cable blindado a otra placa, denominada Etapa de Audio, que vemos en la Figura 3, en la cual tenemos el potenciómetro de volumen que va a un amplificador de audio TDA2002. La alimentación de éste se hace por medio de un estabilizador de tensión hecho con un BC548 y un BD139, para asegurarnos un alto volumen sin distorsiones o auto oscilaciones molestas. La salida del TDA2002 va a un pequeño parlante.

Para tener una idea de la intensidad de las señales recibidas hay también en la placa de audio un circuito auxiliar desarrollado a partir de un operacional TL071 que las amplifica y las lleva a un rectificador, para transformarlas en tensión continua. Con esto tenemos una idea de cuán fuerte nos llega nuestro correspondiente, mientras más señal pone en antena más tensión tengo a la salida del rectificador. La salida de éste va a un diodo 1N4007 por medio de una resistencia de 220 ohm, transformando el conjunto en un Amplificador Logarítmico (recordemos que las señales de radio se miden en Unidades S, y la relación entre ellas es logarítmica). Del diodo sale un preset para poder ajustar el vúmetro utilizado como "S - meter" a fondo de escala.

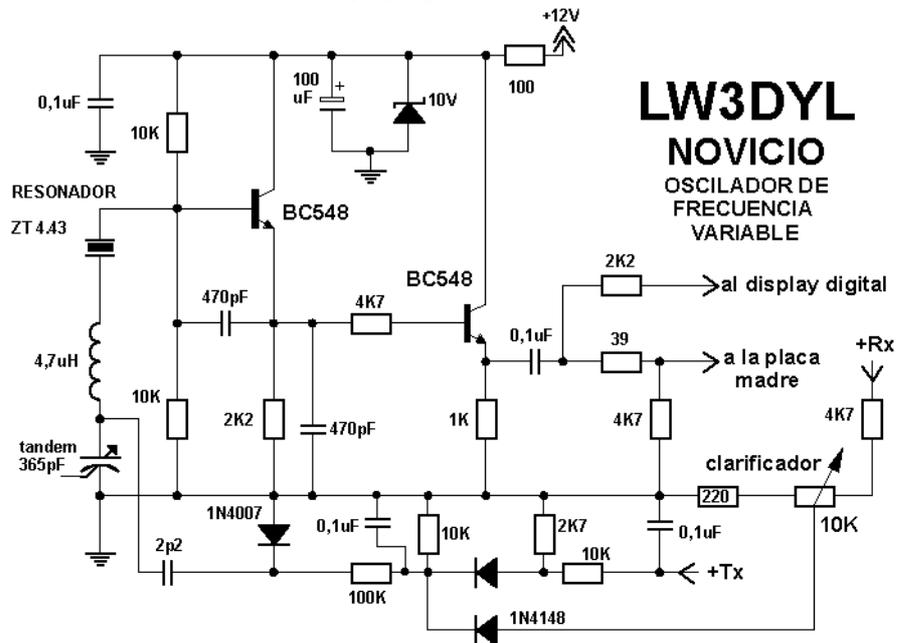
En la Figura 4 tenemos el circuito del Oscilador de Frecuencia Variable. Uno de los problemas básicos a los que se enfrenta el aficionado a los equipos caseros es la estabilidad del OFV. Los equipos comerciales tienen sistemas llamados PLL (Phase Locked Loop) o lazo de enganche de fase que mantienen la frecuencia del oscilador con tolerancias de apenas Hercios, si nosotros pretendemos hacer lo mismo se nos complicaría enormemente el diseño. Por otra parte, si hacemos un oscilador a bobina y capacitor la deriva de frecuencia (drift) sería intolerable y si lo hacemos a cristal no



nos podemos mover de la frecuencia. Aquí ofrezco un paso intermedio: el resonador cerámico, que tiene la ventaja de una buena estabilidad y se puede desplazar de frecuencia fácilmente.



Pueden utilizarse resonadores de 4,43 MHz (portadora de color europea) o filtros de 4,5 MHz (FI de sonido de TV, aumentando la inductancia a 10 uHy). El oscilador es simple y la sintonía se logra por medio de un capacitor variable de radio portátil. Está estabilizado por un zéner de unos 10V (9V6 también funciona) y tiene un buffer de salida para alimentar tanto al transmisor como al display digital.



Acoplado al resonador hay un capacitor de 2p2 que junto a un 1N4007 utilizado como varicap provocan el desplazamiento de frecuencia necesario para el RIT (Receive Incremental Tuning) o Clarificador de Recepción, que se utiliza para compensar pequeños desajustes en la sintonía entre las estaciones, por si alguna se escucha “desplazada”.

En la práctica este VFO hay que dejarlo caminar unos 10 minutos, donde en los dos o tres primeros se corre bastante, luego menos, hasta que se estabiliza y se queda quieto. Por supuesto, debe armarse en una cajita cerrada aparte, a salvo de las diferencias de temperatura, que provocan el corrimiento del mismo. La inductancia de 4,7uHy en serie con el resonador lo “ablanda” para poder variar bastante su sintonía sin perder estabilidad. Puede que sea necesario cambiar el valor de la inductancia, o agregar un capacitor en paralelo para llegar al rango de sintonía necesario, que está entre 4,38 MHz (+ 3,620 MHz = 8 MHz) y 4,28 MHz (+ 3,720 MHz = 8 MHz).

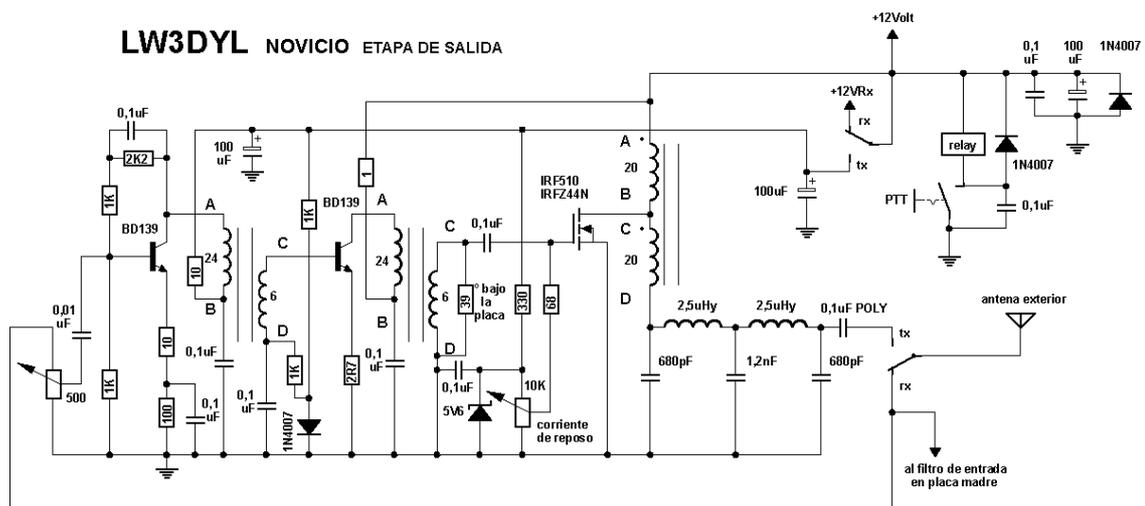
En la parte transmisora, comenzamos con el micrófono, que es uno del tipo electret de dos patas, de los comunes de radiograbador. Un operacional TL071 amplifica la señal, que es regulada por medio de un preset de 50K, cuidando de no “pasarse” de audio, para que éste salga limpio. La salida de audio amplificada ingresa a un Modulador Balanceado. Si han tenido la oportunidad de operar un transmisor de BLU habrán notado que si apretamos el pulsador y no hablamos, no hay potencia a la salida. Si hablamos suavemente sale un poco y si le silbamos al micrófono entrega toda su potencia. Esto es porque la BLU es una forma de modulación de amplitud. Sin audio no hay portadora.

Esta portadora de 8MHz la genera el transistor Q9 y la envía al transistor Q10 que alimenta el transformador trifilar T3. Con el preset a la salida de éste buscamos el punto de equilibrio, es decir, que sin audio no haya portadora a la salida. Cuando hablamos por el micrófono desequilibramos el puente, y tenemos a la salida las dos bandas laterales, la superior y la inferior (8 MHz + el audio y 8 MHz – el audio).

Esta señal de DBL (Doble Banda Lateral) es amplificada por Q11, que también adapta la impedancia para entrar al filtro de cristales. Como la portadora está *por encima* de la curva de respuesta del filtro (8.000.600 Hz típicamente), el filtro deja pasar solamente la Banda Lateral Inferior, eliminando la Superior. Esta BLI ingresa a un amplificador con el transistor Q12, que a su vez adapta la impedancia para ingresar al Mezclador Balanceado.

Aquí tenemos la señal de BLI en 8 MHz, la cual es mezclada con otra de, supongamos, 4,33 MHz, proveniente del OFV. A la salida del mezclador obtendremos dos señales: una de (8 + 4,33 = 12,33 MHz) y otra de (8 – 4,33 = 3,67 MHz). Estas dos señales son amplificadas por los transistores Q13 y Q14, cuya salida es ingresada al filtro pasobanda, que deja pasar solamente la de 3,67 MHz, rechazando completamente la otra.

Esta señal de 80 M en BLI es llevada a la etapa de salida, (ver figura 5) que la llevará a una potencia entre 6 y 8 Watts a una impedancia de 50 ohm, para alimentar una antena. Ingresa a un BD139 en clase A, que la amplifica y adapta su impedancia con la entrada del próximo BD139, que trabaja en AB1, para darle linealidad a la señal. Esta adaptación se realiza con un transformador hecho sobre un toroide de más o menos media pulgada, que puede extraerse de un TV, PC o lámpara bajo consumo (estos son los mejores). Lleva 24 espiras de alambre de transformador de 0,50 del lado del Colector, y 6 espiras del lado de la Base del otro transistor.

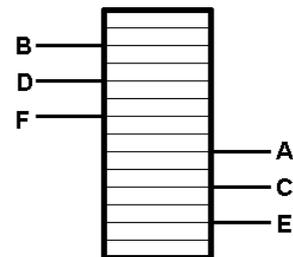
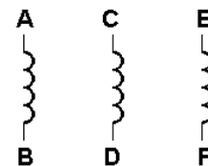
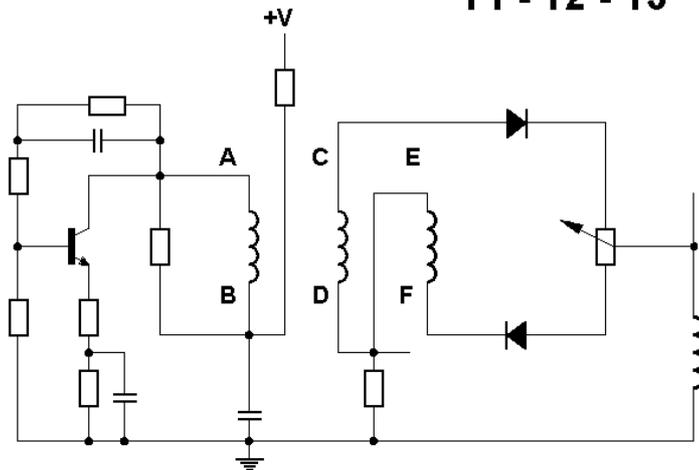


La salida del segundo BD139 excita un FET tipo IRFZ44N trabajando en su zona lineal, esto es, hay que poner un amperímetro en el +12V y excitar el relay de T/R (poniendo la pata PTT a masa). El preset de ajuste de corriente debe estar todo hacia el lado de masa. Lentamente comienza a girarse hacia el lado de 5V6 y se detiene cuando la corriente en el amperímetro haya aumentado 50mA con respecto a la que estaba con el preset a masa.

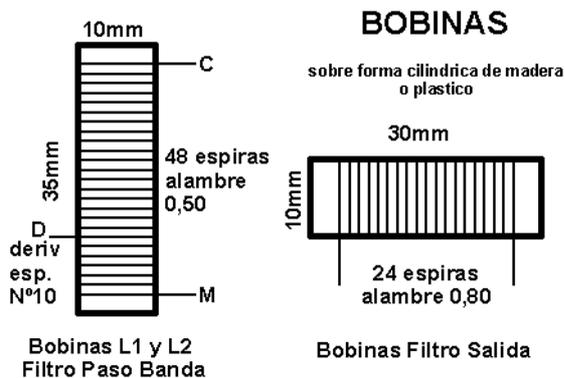
El transformador de salida en este caso es bifilar, con dos bobinados de 20 espiras cada uno de alambre 0,50 sobre un toroide también de media pulgada más o menos. La salida de este transformador va a un filtro realizado con capacitores de 500V de aislamiento como mínimo, conviene poner dos capacitores para formar el valor, porque en radiofrecuencia tienen pérdidas y tienden a calentarse. En la figura 6 vemos un detalle de construcción de los transformadores y su conexión, porque un defecto común en armadores noveles es el errarle a las conexiones del transformador, entonces el equipo probablemente funcione, pero mal, y es difícil encontrarle el defecto. En la figura 7 hay un detalle de las bobinas, tanto las de entrada como las de salida. Están bobinadas sobre una maderita cilíndrica de 10mm de diámetro, que se consigue en las ferreterías. Si no tienen madera pueden usar una formita de plástico del mismo diámetro.

Para armar este equipo no solamente hace falta comprar algunos materiales, otros es más fácil conseguirlos de desarmes, como por ejemplo los toroides, que se sacan de una lámpara bajo consumo; el capacitor variable del OFV, que se extrae de una radio a transistor vieja y el resonador cerámico o filtro del OFV, que se desguaza de un televisor en desuso.

TRANSFORMADORES T1 - T2 - T3

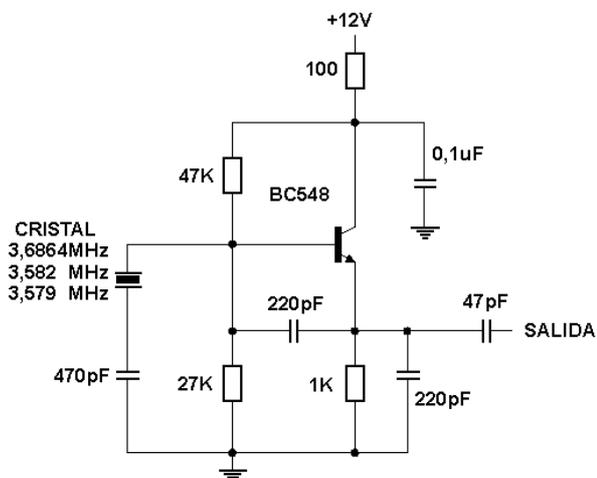


Una vez armado todo el conjunto se procede a calibrarlo. Para ello hacen falta un par de circuitos auxiliares, que vemos en la Figura 8. El primero es un oscilador, que por medio de un cristal nos da una frecuencia dentro de la banda de 80M. El segundo es una sonda de radiofrecuencia, la cual es acoplada a un tester analógico (de aguja) para poder ajustar los mezcladores balanceados y los circuitos sintonizados.



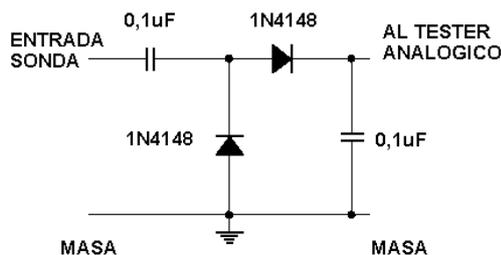
Lo primero que hay que hacer es llevar el OFV a la frecuencia de trabajo, esto se hace con un frecuencímetro o escuchando la portadora del oscilador en un receptor banda corrida (de otro radioaficionado o el del Radioclub). Recordemos que debe desplazarse entre 4,38 y 4,28 MHz.

Tomamos la sonda de RF y la conectamos al emisor de Q2. Acoplamos la salida del oscilador auxiliar con el cristal a la antena y regulamos los trimmers que están con las bobinas del filtro pasobanda hasta lograr la máxima desviación de la aguja del tester.



OSCILADOR BANDA 80M

LW3DYL NOVICIO CIRCUITOS AUXILIARES



SONDA DE RADIOFRECUENCIA

Desconectamos el oscilador y conectamos la sonda de RF al colector de Q4. Debemos ahora mover el preset que está con el transformador T1 hasta lograr la *mínima* lectura en el tester, mientras más cercana a cero, mucho mejor. Si ahora conectamos el oscilador a la antena, veremos un desplazamiento de la aguja del tester. Ahora hay que conectar la antena y sintonizar alguna estación de radioaficionado. Debemos mover el trimmer del cristal que está con Q15 hasta lograr una recepción agradable al oído, ni muy grave ni excesivamente aguda.

Ajustamos ahora la parte del transmisor, poniendo la toma PTT a masa para activar el relay Tx/Rx a la posición Tx. Ponemos la sonda en el colector de Q11 y retocamos el preset que está con T3 para lograr una mínima lectura en el tester. Hablamos por el micrófono y tenemos que ver cómo se desplaza la aguja del tester de acuerdo a lo que hablamos. Sólo resta escuchar la transmisión en un receptor y ajustar los preset del TL071 para el volumen de micrófono y el de Emisor de Q13 para ajustar la señal de salida. Si lo ponemos a fondo tendremos mucha ganancia de RF pero también se hará presente alguna oscilación indebida, hay que encontrarle el punto justo. El último ajuste que nos queda es el trimmer del cristal que está con Q9. Hay que ubicarlo tentativamente en 8.000.600 Hz y de allí proceder al ajuste fino escuchando la modulación con un receptor.

En las figuras 9 y 10 tenemos la placa y los componentes de la Etapa de Audio. En las figuras 11 y 12 el circuito impreso y los componentes de VFO, en las figuras 13 y 14 la Placa Madre y en las figuras 15 y 16 la placa y vista de componentes de la etapa de salida.

Este equipo, no obstante su sencillez, me ha dado enormes satisfacciones, con excelentes reportes de señal y audio. Vale la pena animarse a construirlo.

Lista de Materiales:

| | | | |
|----|--------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | Relay doble inversor de 12V | 6 | Núcleos toroidales de media pulgada |
| 1 | Capacitor variable de radio AM | 1 | Resonador 4,43M o filtro 4,5M |
| 2 | Circuitos Integrados TL071 | 1 | Circuito Integrado TDA 2002 |
| 1 | MOSFET de potencia IRFZ44N | 3 | Transistores bipolares NPN BD139 |
| 12 | Diodos 1N4148 ó 1N914 | 5 | Diodos 1000VPI 1A 1N4007 |
| 17 | Transistores BC548 (NPN) | 1 | Transistor BC558 (PNP) |
| 1 | Diodo Zener 5,6 V 1W | 1 | Diodo Zener 10V (6 9,6V) 1W |
| 1 | Inductancia 4,7 uHy | 2 | Inductancias 1mHy (1.000 uHy) |
| 2 | Trimmer 60pF | 2 | Trimmer 30pF |

Capacitores:

| | | | | | |
|----|-----------------|---|-----------------|----|------------------|
| 1 | 470 uF x 16V | 1 | 220 uF x 16V | 9 | 100 uF x 16V |
| 1 | 47 uF x 16V | 5 | 10 uF x 16 V | 3 | 2,2 uF x 16 V |
| 42 | 0,1uF cerámicos | 2 | 0,1uF poliéster | 11 | 0,01uF cerámicos |
| 3 | 2,2 nF “ | 1 | 1,2 nF x 500V | 2 | 680 pF x 500V |
| 2 | 470 pF | 2 | 220 pF | 6 | 100 pF |
| 1 | 12 pF | 1 | 2,2 pF | | |

Atención a los cerámicos: 0,1 uF = 104
0,01 uF = 103



Radio Club Alte.G Brown

Morales 1020 Burzaco

www.lu3dy.org.ar

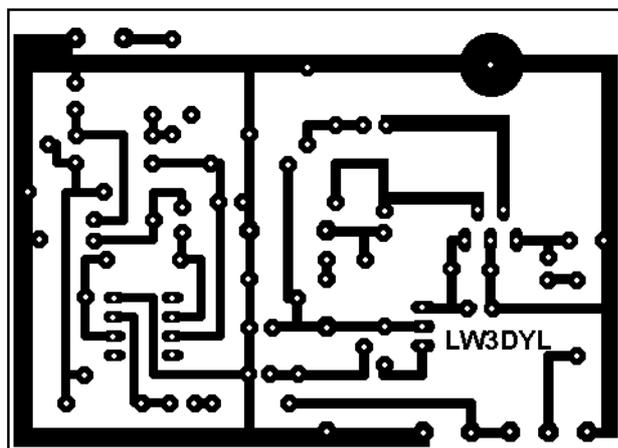
2,2 nF = 222

470pF = 471

100pF = 101

Resistencias:

| | | | | | |
|----|----------------|----|----------------|----|----------------------|
| 2 | Preset 100 ohm | 1 | Preset 500 ohm | 2 | Preset 1 K |
| 2 | Preset 10 K | 1 | Preset 50 K | 2 | Potenciómetros 10K A |
| 3 | 1 ohm | 1 | 2,7 ohm 2W | 2 | 10 ohm |
| 10 | 39 ohm | 1 | 68 ohm | 13 | 100 ohm |
| 14 | 220 ohm | 2 | 270 ohm | 1 | 330 ohm |
| 6 | 470 ohm | 14 | 1 K | 1 | 1 K 8 |
| 6 | 2 K 2 | 4 | 2 K 7 | 5 | 3 K 3 |
| 8 | 4 K 7 | 12 | 10 K | 1 | 22 K |
| 3 | 27 K | 3 | 47 K | 1 | 68 K |
| 4 | 100 K | | | | |



Placa de audio

