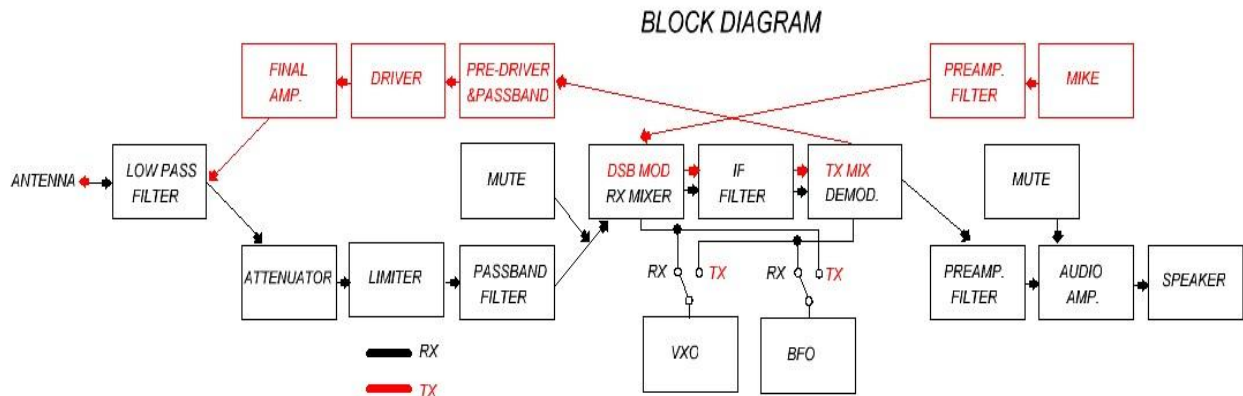


ILER-40 Transceptor QRP de SSB para la banda de 40M

CÓMO FUNCIONA

www.qsl.net/ea3gcy



El circuito

Seguiremos las señales de recepción y transmisión a través del esquema electrónico. El diagrama de bloques nos ayudará a entender el funcionamiento general del equipo; el recorrido de la señal en RX está dibujado en negro y el de la señal de TX en rojo.

Oscilador local a cristal VXO.

El O.L. (Oscilador Local) genera una señal de frecuencia variable mediante el mando de sintonía. En recepción, esta señal se dirige al mezclador RX IC2 a través del relé RL1a, donde se mezcla con la señal de la antena para conseguir la frecuencia de FI. En transmisión se envía al IC3, mezclador de transmisión y se mezcla con la señal de FI modulada en banda lateral para obtener la frecuencia de transmisión.

En el ILER-40, se utiliza un VXO (oscilador a cristal de frecuencia variable) como OL que puede llegar a generar entre 11.920 y 12.020Mhz aproximadamente con la pareja de cristales de 12.031Mhz y entre 11.985 y 12.085Mhz con unos de 12.096MHz. De esta manera en transmisión por ejemplo, mezclamos 12.015Mhz del VXO con los 4.915Mhz de la FI y escogemos la señal diferencia de la mezcla que son 7.100Mhz. En recepción, lo que hacemos es mezclar los 12.015MHz del OL con la señal de entrada de antena de 7.100Mhz y, escogiendo también la señal diferencia de la mezcla, obtenemos la FI de 4.915MHz.

El oscilador VXO está formado por los transistores Q3 y Q4. El transistor Q3 forma un oscilador tipo "Colpitts". Dos cristales en paralelo permiten obtener hasta un 20% más de excursión de frecuencia que uno solo. La inductancia L6 hace que la frecuencia del cristal pueda variarse en unas cuantas decenas de Khz mediante uno de los dos condensadores variables de sintonía CV2 o CV3. Q4 es un amplificador-separador que envía la señal a través del RL1a hacia la entrada de OSC1 (patita 6) de IC2 o IC3 según se encuentre en RX o TX.

Oscilador de batido BFO

El BFO (oscilador de batido) genera la señal de batido tanto para generar la FI modulada en DSB (doble banda lateral) en transmisión, como para demodular la FI de recepción de SSB (banda lateral única) y convertirla en audio.

Al igual que el VXO, el BFO es un clásico oscilador tipo "Colpitts" formado por el cristal X5 y el transistor Q2. La señal se conmuta a través del RL1b a las entradas de OSC1 (patita 6) de IC2 durante TX o IC3 en el caso de RX.

Recepción

La señal de antena pasa por un filtro pasa-bajos de 5 polos, común para transmisión y recepción, formado por L11, L12, C74, C75 y C76 que atenúa las señales por encima de la banda de 40 metros. La señal pasa a través de C1 que bloquea la tensión continua que proviene del atenuador (R1, L1, R2). Cuando enviamos tensión al terminal "+12V RX ATT" hacemos que conduzca el diodo D1 y parte de la señal de recepción se deriva a masa a través de R1. El nivel de señal derivada a masa es inversamente proporcional al valor de R1, por tanto, a la cantidad de atenuación. La R2 limita la corriente que circula por el diodo D1, L1 actúa como choque para bloquear la RF hacia R2, además, C3 desacopla la posible RF a masa. Retrocedemos a C1 y vemos como la señal de recepción pasa a través de C2 hacia el bobinado de baja impedancia de T1, el cual, consideramos adaptado con los 50 ohmios de la antena, también están conectados dos diodos en contraposición a masa que limitan la señal a 0,6V. El acoplamiento de alta impedancia de T1 forma un circuito resonante paralelo junto a C4 a la frecuencia de trabajo.

Nota: de forma muy elemental, podemos decir que un circuito resonante LC paralelo deja pasar todas las señales menos la de resonancia, en este caso, deriva todas las señales a masa menos la de resonancia.

A continuación, la señal encuentra otro circuito resonante paralelo formado por el bobinado de alta impedancia de T2 y C6; el condensador de paso C5 de baja capacidad separa ambos circuitos resonantes e impide, que se degrade su "Q" (factor de calidad).

El transistor "RF RX MUTE" deriva a masa la señal de RX durante la transmisión, esto evita que parte de la señal de TX pueda reintroducirse en el modulador.

En este punto, tenemos una impedancia adecuada para la entrada del mezclador de recepción IC2. La señal llega a la entrada "INa" (patita 1), y la otra entrada del IC2 (patita 2) la consideraremos, a efectos de RF y de BF, conectada a masa a través del C13.

Como que estamos en recepción, la señal de OL del VXO estará conectada, a través de RL1a y de C21 a la patita 6 "OSC1" del IC2. En la salida "OUTb" (patita 5) encontramos todas las frecuencias resultado de la mezcla, de las cuales solo se escoge y se filtra la FI de 4.915Mhz mediante el filtro en escalera a cristal formado por C5, X1, C16, X2, C17, X3, C18, X4 y C19. El ancho de banda nominal del filtro es de 2,2Khz, adecuado para el paso de señales de SSB. La salida del filtro va hacia la entrada "INa" patita 1 del demodulador de SSB IC3, la señal de batido desde el oscilador BFO la recibe en la patita 6 a través de C22 desde el relé RL1b que estará en posición de RX.

En la salida OUTb (patita 5) del IC3 disponemos de la señal de audio, resultante de la mezcla/batido de la FI de 4.915Mhz y la del BFO de 4.913.5Mhz.

Nota: para entender mejor el apasionante proceso de demodulación y modulación de SSB le recomiendo revise bibliografía específica sobre el tema.

La señal de audio se dirige a través de R13, C27 y R14 a la entrada negativa "IN-" (patita 2) del operacional preamplificador y filtro IC4. El IC4 está alimentado durante la recepción por la línea "+12V RX" en su patita 7 a través de R18 y D5. Al mismo tiempo esta tensión se dirige a la entrada IN+ (patita 3) del operacional dividida por dos mediante el divisor resistivo R15-R16; C29 y C3 filtran la tensión continua enviando a masa la señal de audio circulante. El diodo D5 impide que durante la conmutación de RX a TX, la tensión

acumulada, especialmente en C30, retorne y se descargue hacia otros circuitos de recepción.

Aparte de la amplificación de audio que obtenemos del amplificador operacional IC4, el efecto de filtraje se produce mediante la "realimentación negativa" desde la salida (patita 6) hacia la entrada (patita 2); la red R17 y C31 en paralelo dejan pasar una cierta gama de audio hacia la entrada. Al tratarse de la entrada negativa del operacional, esta gama de señal procedente de la salida se encuentra en fase contraria con la entrada y se anula.

La salida de audio del preamplificador IC4 se dirige a la entrada del amplificador de salida de altavoz IC5 (patita 3) a través de C32 y del potenciómetro de volumen P3. En este mismo punto, se encuentra un transistor de enmudecimiento (Q1) que deriva a masa toda la señal de audio cuando la línea de "+12V TX" polariza su base a través de R20. Con C34 se obtiene un pequeño retardo.

La ganancia total del IC5 viene determinada por "Rgain" de 1K y C33 conectados entre sus patitas 1 y 8. El condensador C37 con R22 en serie entre la salida y la patita 8, forman un sencillo filtro que anula las frecuencias más agudas de audio. La salida hacia el altavoz es la patita 5 a través del C36. La red R21 y C35 protege al IC ante posibles oscilaciones espurias o parasitas.

Transmisión

De forma análoga a como lo hacía el amplificador operacional IC4 actuando como preamplificador y filtro de audio de recepción, la señal de micro es preamplificada por IC1, su salida (patita 6) se inyecta a la entrada INa (patita 1) del IC2 que ahora actúa como modulador balanceado, ya que la señal del BFO le llega a través de RL1b y C21 a su patita 6 "OSC1". El conjunto P2, R8 y R9 simetrizan, a efectos de tensión continua, las entradas balanceadas INa e INb (patitas 1 y 2), de forma que en ausencia de entrada de señal de modulación, la señal de salida residual del modulador sea la mínima posible. Este ajuste se conoce como "ajuste de supresión de portadora". La señal de salida del modulador balanceado de 4.915MHz es de DBL (doble banda lateral). A continuación, la DBL pasa por el filtro de cuarzo de FI que elimina una de las bandas laterales (en nuestro caso la superior) y entra a IC3 que ahora actúa como mezclador de transmisión puesto que le llega la señal del VXO a través del RL1a y C22 a la patita 6 "OSC1". La mezcla de las señales de FI de LSB de 4.915MHz y la del Oscilador Local VXO de 12.000MHz se dirigen a través de C52 al transistor "pre-driver" Q5 que amplifica únicamente la gama de señales de 7MHz ya que su colector está sintonizado a dicha banda mediante el conjunto pasa-banda LC formado por T3 y C56. La base de Q5 está polarizada por R34 y R35. A continuación, la señal atraviesa C57 y vuelve a ser filtrada por otro circuito resonante formado por T4 y C58. Del secundario de T4, la señal pasa a través de C61 al transistor "driver" amplificador de banda ancha Q6. De la polarización de base se encargan R39, R40 y R42 mediante la tensión regulada por IC8. En su colector, el transformador de banda ancha T5 adapta la impedancia a la base del transistor amplificador final de salida Q7. Este transistor también está configurado en banda ancha mediante el transformador T6 que adapta la impedancia de colector a la salida de antena de 50ohms a través de RL2b y del filtro pasabajos.

La polarización de base de Q7 se ajusta mediante P4, la tensión proviene del IC9 y es limitada por R45 y por D6 a 0.6-0.7V. El ajuste de P4 varía la corriente de reposo del Q7, esta corriente se ajusta para que el transistor trabaje en una zona de su curva de trabajo suficientemente lineal para la amplificación de señales de Banda Lateral Única o SSB (Single Side Band). Este tipo de amplificación se denomina "tipo AB".

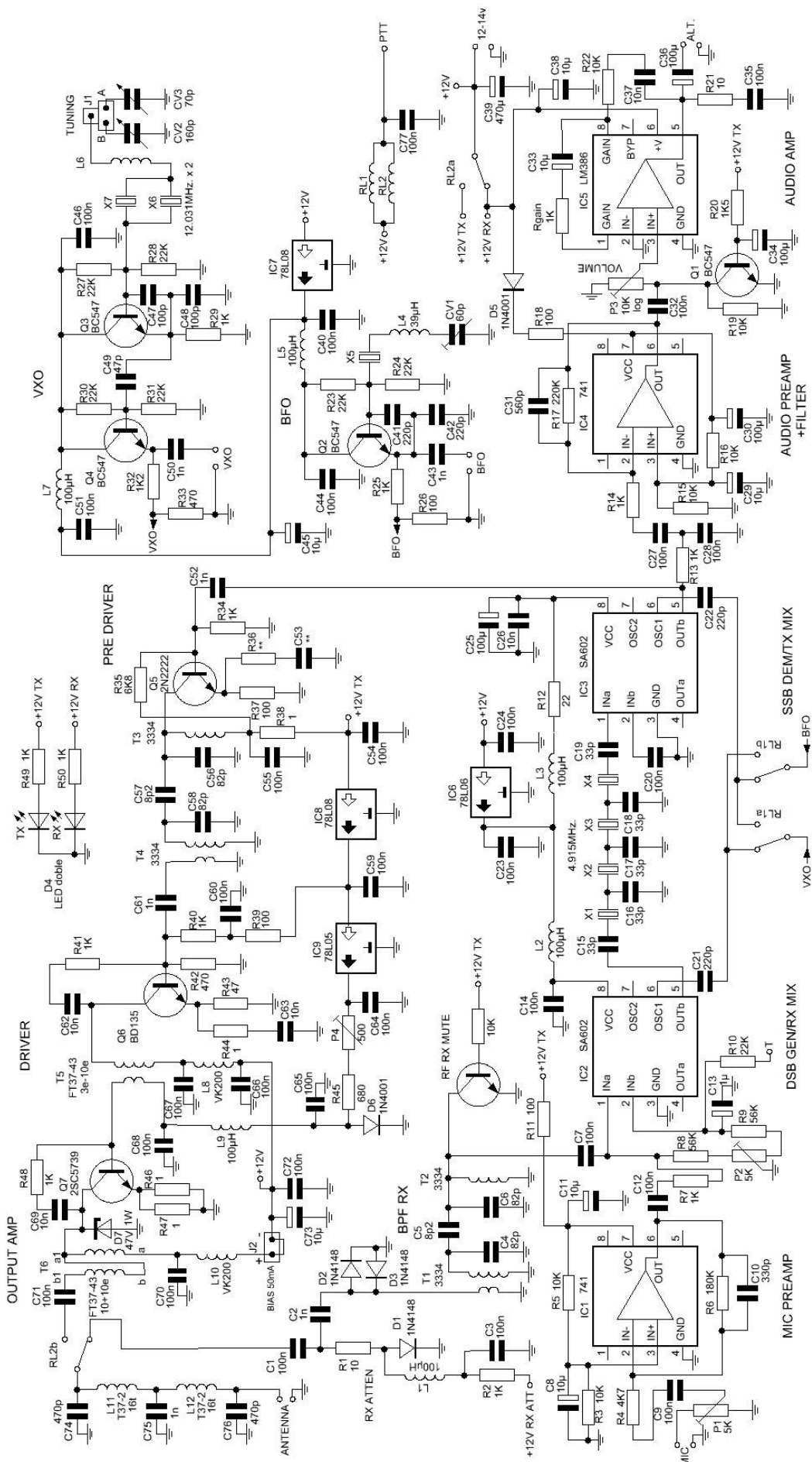
La corriente de reposo (sin señal) de Q7 se mide directamente en serie en la alimentación del colector, en la placa está previsto el puente J2 para hacerlo. Con el transistor que se utiliza (2SC5739) la corriente debe ajustarse en torno a los 50mA.

IC2 e IC3. Doble función (reversibles)

Lo más interesante del circuito del I-40 y lo que le proporciona una cierta "singularidad" en lo que se refiere al circuito teórico es que cada uno de los circuitos integrados NE602 realiza una función distinta según estemos en transmisión o recepción.

En RX el primer NE602 (IC2) actúa como mezclador (le enviamos el VXO) y en TX como modulador DSB (le enviamos BFO).

En RX el segundo NE602 (IC3) actúa como demodulador (le enviamos el BFO) y en TX como mezclador (le enviamos el VXO).



En el aire en QRP

Algunos aficionados que nunca han trabajado en QRP y acostumbrados a que sus equipos entreguen unos 100W a la antena, se preguntan: ¿hasta dónde se puede llegar con tan solo 4-5W en SSB?

Efectivamente, los que no han trabajado en QRP tienen muchas dudas de qué distancia puede alcanzarse con tan pocos vatios. Principalmente depende del tipo de antena, de la ubicación de la estación y de la técnica del operador. Sin embargo, todas estas premisas son más o menos importantes según las condiciones de propagación de cada momento, que en realidad son las que al final determinarán la distancia de nuestros contactos. Sólo tenemos que comparar una señal de 5W con una de 100W; si recibimos una estación que transmite con 100 W con una señal de S-9 +20dB y reduce la potencia a 5W, la recibiremos con una señal de S-9 +7dB. ¿Parece increíble? Pues ésta es exactamente la pérdida de señal. Si aún se reduce más la potencia, por ejemplo a 1W, la señal marcada por el medidor será de S-9. La conclusión final es muy simple: bajando de 100W a 1W (100 veces menos), hemos observado una disminución de 20dB en la señal recibida por nuestro correspondiente.

Los cuatro puntos siguientes nos aclararán un poco más las matemáticas de la potencia de QRP:

- 1.- Una “unidad S” en un medidor consiste en un incremento o decremento del nivel de la señal recibida en 6dB.
- 2.- La potencia de transmisión debe incrementarse en 4 veces para que la señal aumente una unidad S.
- 3.- Consecuentemente, una reducción de potencia de 4 veces representa una disminución de la señal recibida de una unidad S.
- 4.- Decibelios sobre S9: un incremento de 10dB (S9+10dB) necesita un aumento de la potencia ¡de 10 veces!

Pensemos ahora en un ejemplo real con unas condiciones de propagación normales y en el que una estación con 500W nos llega con una señal de S-8; ¿Qué podemos esperar con la misma estación si baja la potencia a QRP?

Potencia de transmisión	Nivel de señal en el medidor S
500W	S-8
125W	S-7 (ha reducido la potencia ¼)
31.25W	S-6 (ha reducido la potencia ¼)
7.8W	S-5 (ha reducido la potencia ¼)
1.9W	S-4 (ha reducido la potencia ¼)

Estos ejemplos, en definitiva, demuestran que cuando las estaciones que transmiten con altas potencias, se reciben con un buen nivel de señal, unos simples cálculos matemáticos nos dicen que las estaciones de 2 o 4W también pueden llegar con un nivel de señal más que aceptable.

No hay que olvidar tampoco que una estación QRP con una buena antena y bien ubicada, llegará más fuerte que una estación QRO que utilice una antena de poco rendimiento o en una mala localización. Recordar también la importancia del nivel de QRM del entorno especialmente en núcleos urbanos o industriales que puede degradar notablemente la recepción. Claro: ¡si llegamos con S-4 pero el QRM es de S-6, no nos escucharán!