Mundo de las ideas

Javier Solans*, EA3GCY

MONTAJES PRACTICOS PARA TODOS

Transceptor monobanda de HF para SSB-CW (y III)

Todo el equipo completo fue diseñado por Joan Morros, EA3FXF, un experto e incansable experimentador que ha desarrollado ya innumerables circuitos de radio principalmente en el campo de HF, V-UHF. En su QTH de Lleida, Joan dedica desde hace años, varias horas diarias al diseño de circuitos de radio, muchos de ellos sintetizados. El transceptor MB3FXF que se ha ido publicando en estas páginas, ya ha sido construido con éxito por varios aficionados. De este diseño, se ha producido un kit completo asequible para cualquier aficionado que disponga de cierta experiencia y desee construirse su propio monobanda de HF para SSB y CW.

MB-MODEM

Este módulo contiene un modulador-demodulador mediante un clásico anillo de diodos reversible, el oscilador de portadora, amplificador y generador de CAG, el preamplificador y amplificador de audio y el preamplificador de micrófono.

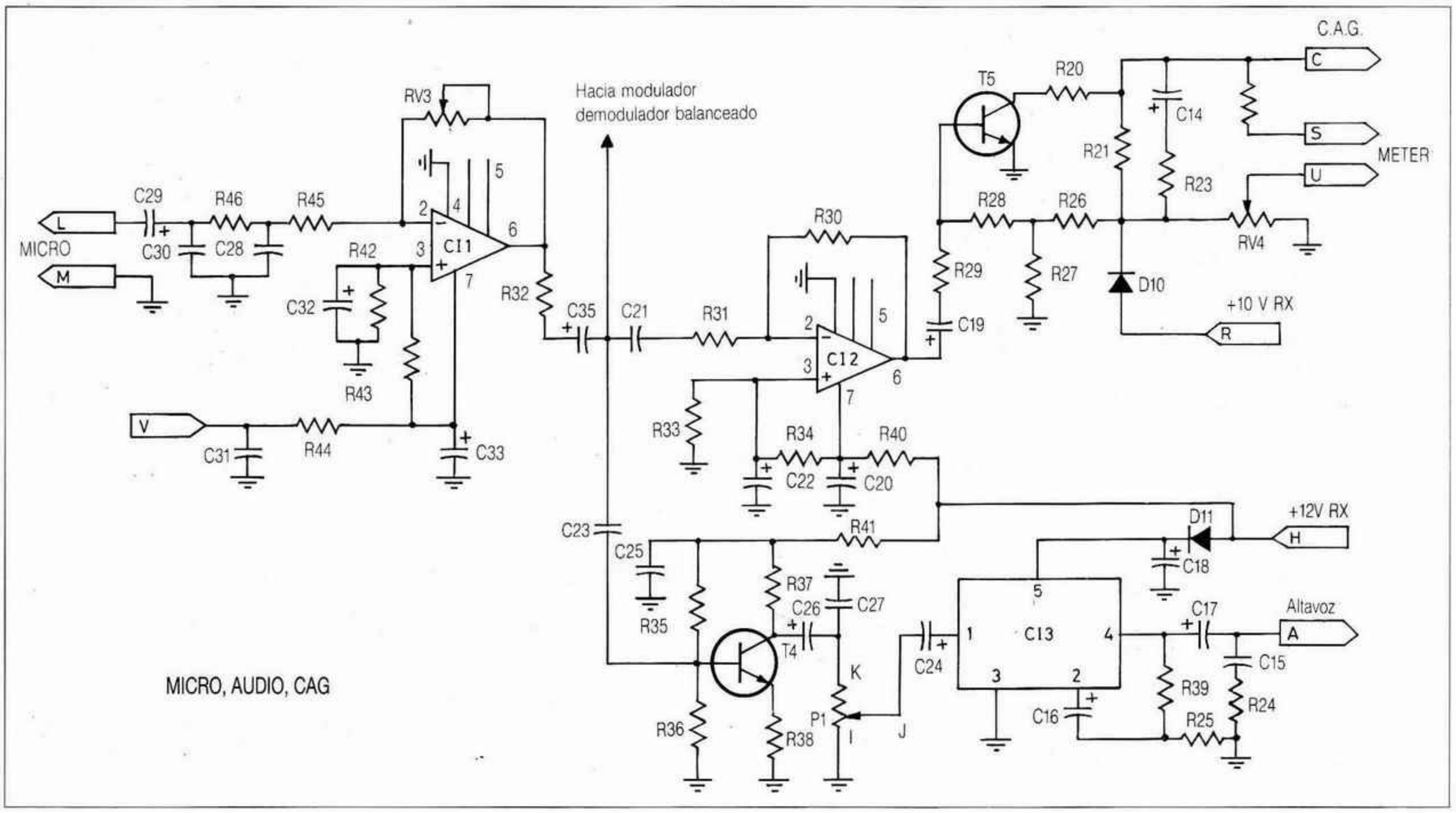
Los circuitos de esta placa son la parte más importante del transceptor, podemos decir que es el «corazón» del equipo. Se trata prácticamente de un transceptor de DBL (doble banda lateral) y CW a la frecuencia fija determinada por el oscilador de portadora a cristal de 9 MHz.

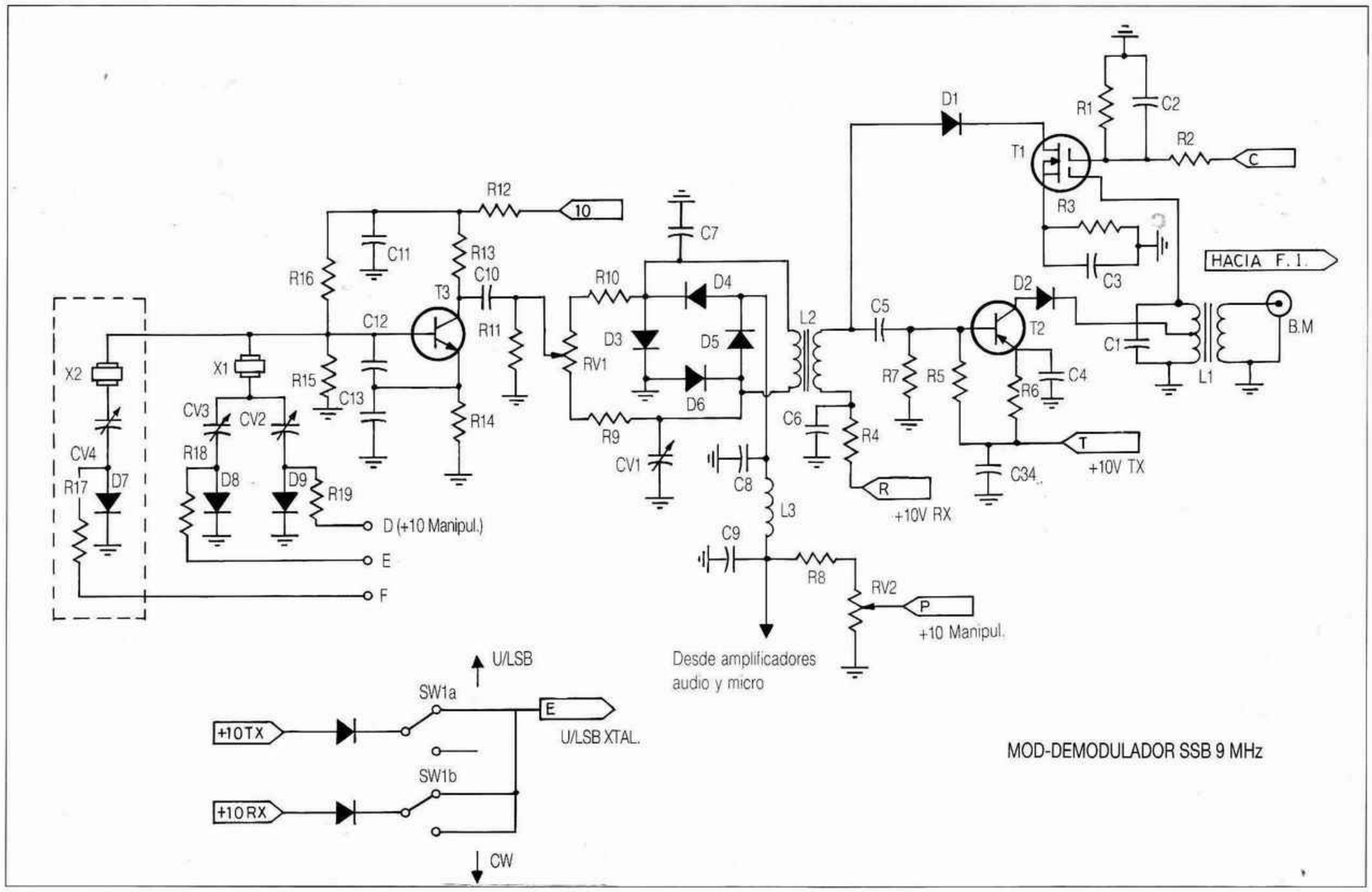
En recepción. La señal de 9 MHz procedente de la placa de FI se sintoniza por L1 y posteriormente es amplificada por el MOSFET T1. La ganancia total de este paso está controlada por la línea de CAG (terminal «C»). Después la señal entra en el detector de portadora formado por un anillo de diodos. Por el otro lado entra de forma simétrica la señal del oscilador de portadora; que está configurado en torno al transistor T3 (BC238) junto al cristal de cuarzo X1 y mediante el conmutador doble SW1/a/b se podrá seleccionar USB o CW y de forma opcional LSB instalando el cristal X2 (o viceversa). La simetría óptima del anillo de diodos se conseguirá mediante el ajuste de RV1 y el trimer de 20 pF CV1.

En la salida del detector la señal atraviesa un filtro pasabajos de audio compuesto por L3 y C8-C9 que eliminan la componente de RF y dejan pasar la señal de audio detectada. A continuación, la señal de BF se dirige simultáneamente al circuito generador de CAG y al previo de audio T4, en la salida de este transistor está el potenciómetro de volumen P1 (terminales «I», «J» y «K») con el que dosificaremos la señal hacia la etapa de potencia de audio formada por CI3 que es un robusto TDA2003 que atacará el altavoz.

Por el camino hacia el generador de CAG encontramos al preamplificador CI2 y después al transistor T5 que se encargará de entregar la tensión a todas las etapas de Rx controladas por CAG. Esta tensión es inversamente proporcional al nivel de señal recibida, es decir, en ausencia de señal

*Apartado de correos 814.
25080 Lleida.





MOD-DEMODULADOR SSB 9 MHz

Lista de componentes de la placa MB-MODEM

Resistencias

R1	470K	R37	5K6
R2	470K	R38	1K8
R3	100	R39	6K8 (5)
R4	100	R40	220
R5	27K	R41	1K
R6	1K	R42	47K
R7	82K	R43	47K
R8	100K	R44	220
R9	180	R45	1K
R10	180	R46	1K
R11	680	RV1	220 ajust.
R12	22	RV2	100K ajust.
R13	270	RV3	500K ajust.
R14	270	RV4	20-22K ajust.
R15	10K	P1	pot. 10K log.
R16	22K		
R17	3K3	*Condensadores*	
R18	3K3	C1	47 pF
R19	3K3	C2	10n (103)
R20	47	C3	10n (103)
R21	82K	C4	10n (103)
R22	18K (1)	C5	100 pF (n10)
R23	3K9	C6	10n (103)
R24	1	C7	3p3 (3.3)
R25	6,8	C8	10n (103)
R26	47K	C9	10n (103)
R27	2K7	C10	10n (103)
R28	100K	C11	10n (103)
R29	4K7	C12	470 pF (103)
R30	1M	C13	180 pF (n18)
R31	47K	C14	22 µF/25 V
R32	10K	C15	100n (104)
R33	47K	C16	100 µF/25 V
R34	47K	C17	100 µF/25 V
R35	56K	C18	100 µF/25 V
R36	10K	C19	1 µF/25 V

C20	22 µF/25 V		
C21	100n (104)		
C22	4,7µF/25 V		
C23	1 µF/25 V		
C24	1 µF/25 V		
C25	100 µF/25 V		
C26	1 µF/25 V		
C27	22n (223) (2)		
C28	1n (102)		
C29	1 µF/25 V		
C30	1n (102)		
C31	10n (103)		
C32	10 µF/25 V		
C33	10 µF/25 V		
C34	10n (103)		
C35	1 µF/25 V		
CV1	22 pF trimer verde, 7 mm		
CV2	90 pF trimer lila, 10 mm		
CV3	65 pF trimer amarillo, 10 mm		
CV4	65 pF (4)		

Bolas-inductancias

L1	Toko 3334R
L2	4:4 ver texto y nota (3)
L3	inductancia 1 mH

Semiconductores

D1 a D11	Son todos del tipo 1N44148
T1	BF980-81 o BF960 MOSFET doble-puerta
T2	BC308 transistor PNP
T3, T4, T5	BC238 transistor NPN
CI1, CI2	LM741 amplif. operacional
CI3	TDA 2003 amplif. de audio

Varios

X1, X2. En X1 se colocará el cristal según la banda escogida: 9.001.5 para 40 metros (LSB) o bien 8.998.5 para 20 metros (USB). Para X2 ver nota 4.
21 pins-terminal de 1 mm.
Cablecillo plastificado para L2 (X cm de cada color).
1 placa circuito impreso MBMODEM (120 x 100 mm).

Notas

(1) Este valor puede variar según la sensibilidad del *S-meter* utilizado. *No* disminuir a menos de 8K2.

(2) Este condensador recorta las frecuencias más agudas de audio, para mayor o menor recorte se puede sustituir por valores superiores o inferiores como 27n, 18n, 10n, etc.

(3) L2 se bobina en un núcleo de ferrita del tipo balun. Tiene dos bobinados iguales de cuatro vueltas de cablecillo plastificado. Se retorcerán juntos dos trozos de Xcm y se bobinarán cuatro vueltas, después los dos extremos de un color irán a los taladros «a» y «b» y los del otro color a los taladros «c» y «d».

(4) El cristal X2 sólo se montará en el caso de que este módulo se utilice en un transceptor multibanda, de forma que se dispondría de una conmutación de USB y LSB. Así mismo, tampoco en necesario colocar sus componentes asociados CV4, R17, D7 y el pin-terminal «F».

(5) La resistencia R39 limita la ganancia global de la etapa de salida de audio CI3. Para aumentar o bajar el nivel de potencia de audio máxima la R39 puede ser desde 1K hasta más de 47 K; aunque valores superiores a 10 K pueden producir una ligera distorsión.

estará a más de 5 V y con señales fuertes la tensión bajará cerca del los 0 V. Estas variaciones están amortiguadas por una ligera constante de tiempo fijada por C14 y R23.

Todos los circuitos de CAG y audio se alimentan únicamente en Rx (+10RX) a través de los terminales marcados «R» (+10Rx) y «H» (+12Rx).

En transmisión. El micrófono se conecta a la entrada del preamplificador IC1 a través del filtro pasabajos R46-C30-C32 que recorta las frecuencias superiores de la gama de audio no útiles para la modulación en SSB, no obstante estos valores son susceptibles de variación según el tipo de micrófono y la voz del operador. La ganancia del preamplificador de micro CI1 se ajusta mediante la RV3. El preamplificador sólo estará alimentado cuando se transmita en SSB por la tensión +10VTXSSB a través del terminal «V».

Después del preamplificador de micrófono, la señal dispone de un nivel suficiente para atacar al modulador balanceado. Por el mismo camino que antes venía la señal de audio de Rx, ahora enviaremos la señal de micro hacia el modulador.

En la salida del modulador balanceado obtendremos una señal de DBL producto de la señal moduladora de audio de micro y del oscilador de portadora a 9 MHz. En ausencia de señal de audio, la DBL debe contener la mínima señal posible del oscilador de portadora. Esta «supresión de portadora» se realiza ajustando alternativamente la RV1 y el condensador trimer CV1 hasta conseguir la mínima portadora residual en ausencia de modulación. La supresión de portadora de este circuito es muy buena llegando a superar los -50 dB.

La señal de DBL sigue su camino hacia el paso amplificador «buffer» T2 (transistor PNP BC308) y después sintonizada por L1 saldrá por los terminales «B» y «M» para ser enviada a la placa de FI (MB-FI).

Transmisión en CW. Durante la transmisión en CW el oscilador de portadora recibe una tensión manipulada en el terminal «D» (10 V manipulados) que nos desplazará la frecuencia en transmisión con respecto a la de recepción mediante el trimer CV2. Al mismo tiempo esta tensión se inyecta al terminal «P» y a través de R8 y L3 desbalancea el modulador generándose la portadora para Tx en CW. Con RV2 ajustaremos el nivel y por tanto la potencia de transmisión en CW.

Construcción y ajustes. Aunque esta placa contiene una cantidad de componentes relativamente importante, su montaje completo no resulta nada complicado y el único trabajo algo especial es el bobinado de L2. El resto de componentes incluido la L1 sólo necesitan ser colocados en su lugar correcto y soldarlos al circuito impreso. Como siempre, una vez terminada la construcción completa de la placa y antes de efectuar ninguna conexión, se deberá comprobar uno por uno que todos los componentes están colocados en su lugar y con su disposición correcta. También será una buena idea dar un atento repaso a todas las soldaduras.

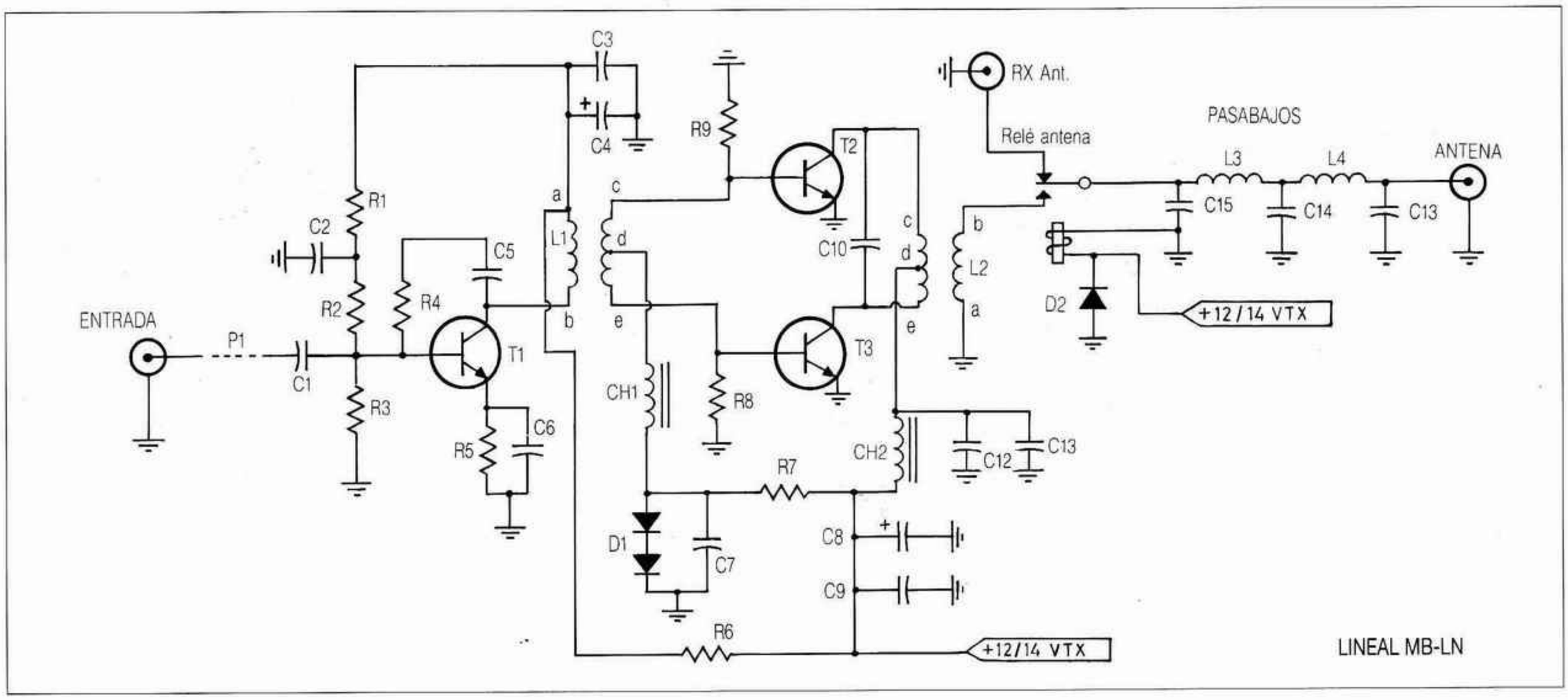
Una vez efectuada la instalación y cableado junto a los otros circuitos del transceptor se podrán realizar los ajustes de este módulo dando los siguientes pasos:

a) Ajustar la frecuencia del oscilador de portadora mediante CV3 a 9.001.5 para 40 metros u 8.998.5 para 20 metros. La sonda del frecuencímetro se podrá conectar en uno de los extremos de RV1. Para CW se deberá alimentar el terminal «D» y desconectar el «E», entonces ajustaremos el CV2 a unos 700 Hz desplazado de la recepción, es decir, 9.000.8 en 40 metros o en 8.009.2 para 20 metros.

Como se observa en el esquema, en la práctica en CW se recibirá en la misma frecuencia que en SSB y se transmitirá con unos 700 Hz de desplazamiento acercándonos a la frecuencia central del filtro de FI (9.000.0). Este proceso se realiza de forma automática mediante las tensiones +10TX y +10RX según se trate de la transmisión o de la recepción a través del conmutador SW1a, b, con sus dos posiciones CW y SSB que dirigirá las tensiones hacia el terminal «E» durante Rx y Tx en SSB o sólo en Rx en CW. En el modo de CW, y en transmisión, el terminal «D» recibirá una tensión manipulada desde el circuito de control «MB-CO».

b) Con el transceptor sintonizado en una señal fija, se ajustará la L1 hasta obtener el máximo nivel. Este es el único ajuste de recepción que debe realizarse en esta placa.

c) Para el ajuste de supresión de portadora conectaremos un osciloscopio o en su lugar un receptor sintonizado en 9.000 MHz en los terminales «B» y «M» de la placa y se ajustará el control de ganancia de micro (RV3) al mínimo y conmutaremos el transceptor a Tx. Se ajustarán alternativamente RV1 y CV1 hasta obtener la mínima portadora residual de 9 MHz. Este ajuste es bastante crítico y puede llevar algún tiempo. Es indis-



pensable utilizar una herramienta de plástico para el CV1 y con un poco de paciencia se logrará una supresión de portadora excelente que llega a superar los -50 dB.

MB-LN. Amplificador lineal

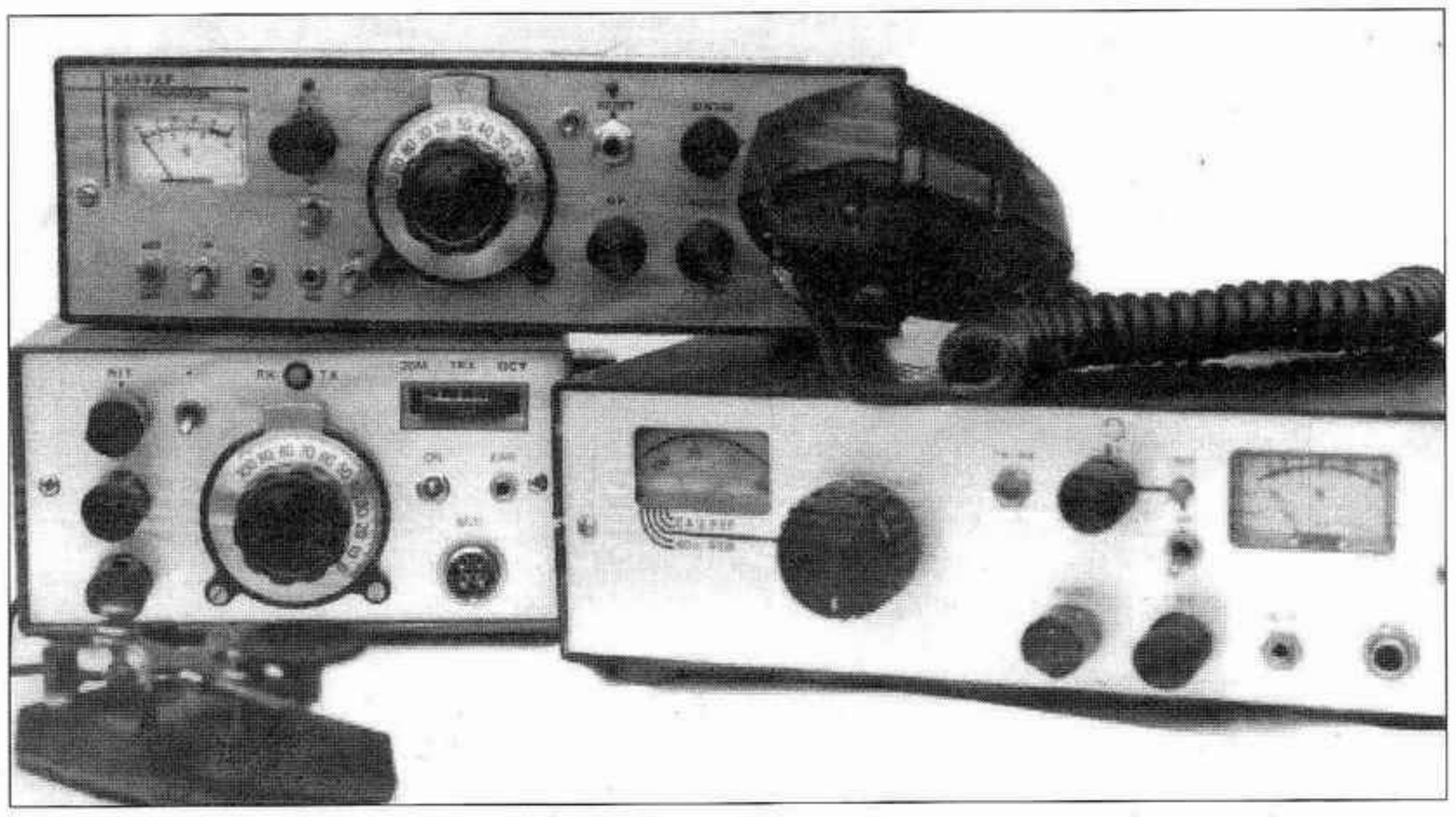
Para completar el transceptor monobanda de HF sólo queda presentar el amplificador lineal MB-LN que fue diseñado para tal fin. El nivel de salida del «buffer» de Tx de la placa MB-RF [*CQ Radio Amateur*, núm. 124, Abr.-1994, pág. 46] es el adecuado para obtener un buen rendimiento de este lineal, el cual podrá ser utilizado también para otros montajes particulares de aficionado, ya que ofrece una ganancia en potencia de cerca de 30 dB, es decir, que por ejemplo con una entrada de poco más de 10 mW se pueden conseguir 10 W de radiofrecuencia en antena con los que llegaremos a cualquier parte del mundo...

Un circuito sencillo y efectivo. El lineal está compuesto por dos etapas amplificadoras de alta ganancia, la primera es el transistor TR1 de pequeña potencia que excita a la segunda etapa formada por una pareja de transistores de potencia en contrafase (push-pull).

El T1 está polarizado en clase A y dispone de una realimentación negativa desde el colector a la base mediante la red serie C5-R4, esta realimentación disminuye la ganancia en las bandas bajas y mejora la linealidad de respuesta y especialmente la estabilidad de este paso. El colector se alimenta a través del primario de L1 (conexiones a-b), desde su secundario (conexiones c-d-e) se distribuye la señal en contrafase entre la base de T2 y la de T3; ambos transistores trabajan en clase AB y su polarización entra por la toma intermedia del secundario de L1. Los colectores de T2 y T3 se unen en el bobinado «c-d» de L2 y se alimentan por la toma intermedia «d». La salida final de potencia se obtiene del secundario «a-b», en él tenemos una impedancia adecuada para la antena, pero antes la señal pasará por un filtro pasabajos diseñado para la banda que se haya previsto el lineal.

La alimentación del circuito entra por el terminal de la placa marcado +12/14VTX, de este punto la tensión se bifurca hacia tres caminos, por un lado se dirige a través de R6 hacia el colector de T1 y a la polarización de su base. El otro camino va por la R7 y el choque CH1 para la polarización de las bases de T2 y T3. Los diodos D1-2 actúan como Zener para bajar la tensión y la R7 limita la corriente. Y por último, la tensión se dirige al choque de RF CH2 y entra por la toma intermedia de L2 hacia los colectores de T2 y T3.

La misma placa incorpora, además del filtro pasabajos, un relé que activado por la línea de tensión +12/14VTX conmuta la antena hacia el lineal durante Tx o hacia el receptor (terminales «RX ant») cuando el relé está en reposo.



Construcción y puesta en marcha. La construcción del lineal no reviste ninguna dificultad extraordinaria y además con la ventaja añadida de que no necesita ningún tipo de ajuste. Sólo deberéis prestar una atención especial al bobinado de L1 y L2. Estos dos transformadores son iguales, disponen de un bobinado de cuatro vueltas y otro de dos vueltas con toma intermedia (1+1), véase las notas al final de este apartado. Su colocación sólo permite una posición en la placa, por lo que no hay posibilidad de error. L3 y L4 son los toroides del filtro pasabajos de salida que se escogerán según la banda de operación, tal como se expone en la notas.

Los tres transistores de este montaje deben disponer de radiadores adecuados para refrigerar correctamente el calor generado durante su funcionamiento. Para T1 será suficiente un radiador del tipo «corona» y para T2 y T3 puede utilizarse la misma tapa trasera de la caja de forma que el módulo quedará vertical en la parte posterior de la caja.

En caso de que se prevea que el trabajo del lineal va a ser a máxima potencia, resultará necesario acoplar un radiador a la parte trasera, el cual podrá ser sujetado por los mismos tornillos de los transistores, empleando un poco de pasta de silicona térmica para mejorar la transferencia del calor entre los semiconductores y las partes refrigerantes.

La instalación del lineal en la caja del transceptor deberá quedar apantallada del resto de circuitos, lo mejor será utilizar una pequeña «subcaja» adosada por ejemplo a la pared posterior.

Atención: no poner en marcha el lineal sin los radiadores adecuados para los transistores de potencia. También es aconsejable hacer las pruebas con la placa instalada ya en una cajita metálica.

Lista de componentes de la placa MB-LN

Resistencias (todas 1/4W)

R1	10	R6	4,7
R2	22K	R7	150 1/2 W
R3	1K	R8	18
R4	no utilizada	R9	18
R5	27		

Condensadores

C1, C2, C3, C12	10n (103)
C4	10 mF/25 V
C5	no utilizada
C6	10n para 20 m. 22n para 40 m.
C7	10n (103)
C8	47 µF/25 V
C9, C11	100n (104)
C10	470p (n47)
C13	220p para 20 m. 470p para 40 m.
C14	470p para 20 m. 820p para 40 m.
C15	220p para 20 m. 470p para 40 m.

Semiconductores

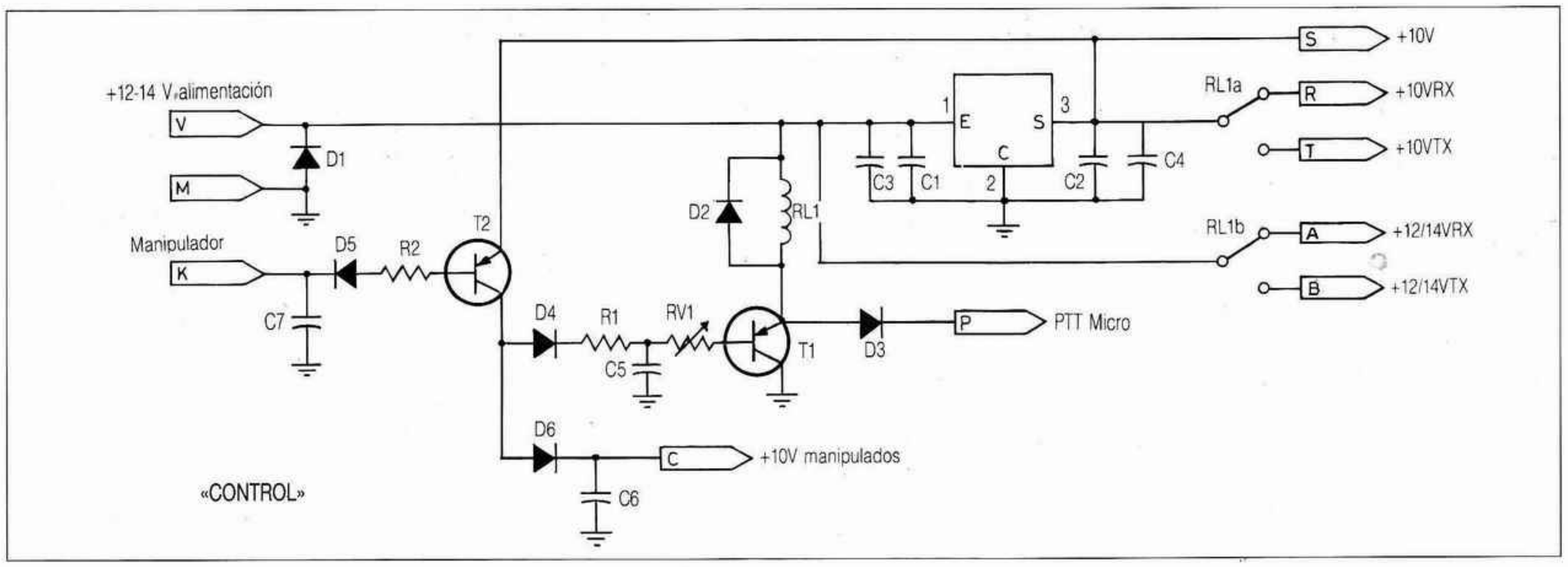
D1	2x1N4001/4007 en serie
D2	1N4148
T1	2N4427
T2, 3	2SC1945

Transf. RF, bobinas

L1	Transformador 4:1+1 (ver texto)
L2	Transformador 1+1:4 (ver texto)
L3, L4, T50-6 (20 m) T50-2 (40 m)	(ver texto)
CH1, CH2 VK200	choque bobinados

Varios

1 Radiador tipo corona para T1
P1 puente de cablecillo
1 Relé Ralux 12 V
8 pins-terminal
Placa de circuito impreso 120 x 50 mm.



Lista de componentes de la placa MB-CO

Resistencias
R1 10K; R2 10K; RV1 10K

Condensadores

C1	100n (104)	C5	22 µF/25 V
C2	10n (103)	C6	10n (103)
C3	470 µF/25 V	C7	10n (103)
C4	100 µF/25 V		

Semiconductores

D1	1N4004-7
D2 a D6	1N4148
T1	BC238 NPN
T2	BC308 PNP
CI1	7810 regulador 10 V

Varios
1 Relé Finder de doble circuito
10 pins-terminal de 1 mm
1 placa circuito impreso MBCO (70 x 40 mm)

La puesta en marcha y comprobación de esta placa es muy sencilla, bastará con conectar un medidor de potencia adecuado con una carga ficticia de 50 Ω a los terminales de antena «A» y «M», la alimentación de +12/14V a los dos terminales «T» e inyectar en los terminales de entrada «E» y «M» la señal de excitación procedente del preamplificador de Tx de la placa «MB-RF».

El negativo de alimentación se tomará del mismo chasis del aparato a través de los tornillos de sujección de la placa.

Primero daremos alimentación al circuito sin entrada de señal, y comprobaremos que el consumo del módulo está entre 70 y 75 mA, si esto es así podremos seguir conectando la señal en la entrada y pasando a transmisión el transceptor. Deberemos obtener una lectura en el medidor de potencia entre 10-15 W si es en la banda de 20 metros o bien unos 15-20 W si es para 40 metros. Estos valores se conseguirán suponiendo que el transceptor está ajustado a máxima potencia, es decir, que el preamplificador-excitador está trabajando a máxima ganancia.

El nivel de rendimiento y potencia obtenido de cada transceptor puede variar ligeramente de un montaje a otro dependiendo de la calidad de los componentes utilizados, del esmero en la construcción y por supuesto de la tensión de alimentación, que nominalmente consideraremos que es de 13,8 V.

Notas

- Los transistores de potencia T2 y T3 van colocados por debajo de la placa. Se cortarán sus terminales a la medida necesaria y se soldarán directamente a las pistas. La carcasa de estos transistores va conectada a masa, gracias a ello se pueden sujetar directamente al radiador sin ningún tipo de aislamiento. Es recomendable aplicar un poco de silicona térmica entre el transistor y el radiador para mejorar la transferencia del calor entre ellos.
- En el lugar del diodo D1 se colocarán dos diodos 1N4001/7 en serie.
- L1 y L2 son transformadores de RF y son iguales para las versiones de 20 y 40 metros. Se bobinan en los *baluns* de ferrita con el cablecillo plastificado de 0,2 o del menor diámetro que se disponga. Aunque los dos son iguales, hay que observar que se colocan invertidos uno de otro.
- L1: Primario: cuatro vueltas «a» y «b» (se necesitará 180 mm de cablecillo. Secundario: dos vueltas con toma intermedia (1+1) «c», «d» y «e» (se necesitará 30 + 30 mm de cablecillo).
- L3 y L4 son iguales y se bobinan sobre los núcleos toroidales, se utilizará hilo esmaltado de 0,5 mm y rascando y estañando sus extremos antes de colocarlos.

Para la versión de 20 metros: 12 vueltas sobre toroide T50-6 (amarillo) separadas uniformemente (se necesitan unos 200 mm de hilo). Para la versión de 40 metros: 17 vueltas sobre toroide T50-2 (rojo) separadas uniformemente (se necesitan unos 300 mm de hilo).

- La placa del lineal debe estar completamente blindada del resto de módulos del transceptor, es aconsejable instalarlo en una cajita de aluminio independiente.

MB-CO. Módulo de control para el transceptor

Este sencillo circuito se encarga de conmutar las tensiones en transmisión y recepción. Mediante un relé de doble circuito se conmutan por un lado las tensiones de +12TX (terminal B) y +12RX (A) y por otro lado las de +10TX (T) y +10RX (R). La tensión de 10 V (S) se obtiene del regulador IC1 7810. El relé puede ser activado directamente por el PTT (P) del micro en el caso de SSB o bien por el manipulador conectado al terminal K en telegrafía. Cuando se manipula en CW, el terminal «K» se conecta a masa y se conmuta el relé a Tx, la vuelta a Rx dispone un retardo ajustable a voluntad mediante RV1 con el que se puede operar en «semi-breacking» o «full-breacking». Al mismo tiempo en el terminal «C» disponemos de una tensión que alimentará los pasos del transmisor manipulados en CW de la placa «mbmodem».

73, Xavier, EA3GCY

Está disponible un kit para el montaje del transceptor completo con instrucciones de montaje y plano de cableado general. Los interesados pueden dirigirse a: *GCY Comunicaciones*, apartado de correos 814, 25080 Lleida. Tel/Fax (973) 26 76 84.