



RX-DRM

Gracias al nuevo receptor de tecnología DDS podréis sintonizar todas las emisoras AM y apreciar la gran calidad de sonido de las DRM, para vivir en primera persona la emoción de recibir emisoras lejanas y de escuchar el sonido de lenguas exóticas.

El encanto de la radio es indiscutible, basta con pensar en aquellas búsquedas en el viejo transistor del abuelo de una lejana emisora tropical... O aquella aventura del dirigible Italia, cuando una débil señal S.O.S. captada por un radioaficionado ruso salvó a los miembros de la expedición polar.

Las miles de historias relacionadas con la radio han condicionado de forma palpable la evolución de nuestras costumbres. Más recientemente, en un mundo donde todo se digitaliza, también la radiofonía ha dado el gran salto, creando el sistema DRM, acrónimo de "Digital Radio Mundial".

Nueva Electrónica que, a lo largo de los años ha presentado receptores de todos los tipos, no podía faltar a esta cita. Tras muchas pruebas, al fin ha nacido el nuevo receptor HF LX.1778 de cobertura continua desde los 500 kHz hasta los 30 MHz para conectar a la entrada de audio del PC.

La demodulación la realiza el programa Dream instalado en el ordenador. Basta con ensamblar el kit y conectarlo para probar la emoción de la escucha, también porque, gracias al DDS, las únicas instrucciones a seguir son las del contraste del display.

LISTADO DE COMPONENTES LX1778-LX.1778B

R1 = 1.000 ohm

R2 = 27 ohm

R3 = 3.300 ohm

R4 = 10.000 ohm

R5 = 10.000 ohm

R6 = 10.000 ohm

R7 = 10.000 ohm

R8 = 100 ohm

R9 = 100 ohm

R10 = 10 ohm

R11 = 1.000 ohm

R12 = 220 ohm

R13 = 1.000 ohm

R14 = 56 ohm

R15 = 3.300 ohm

R16 = 10.000 ohm

R17 = 100 ohm

R18 = 2,2 megaohm

R19 = 470.000 ohm

R20 = 100.000 ohm

R21 = 4.700 ohm

R22 = 10.000 ohm

R23 = 2.200 ohm

R24 = 100 ohm

R25 = 1.000 ohm

R26 = 10.000 ohm

R27 = 10.000 ohm

R28 = 10.000 ohm

R29 = 10.000 ohm

R30 = 10.000 ohm trimmer

la nueva frontera

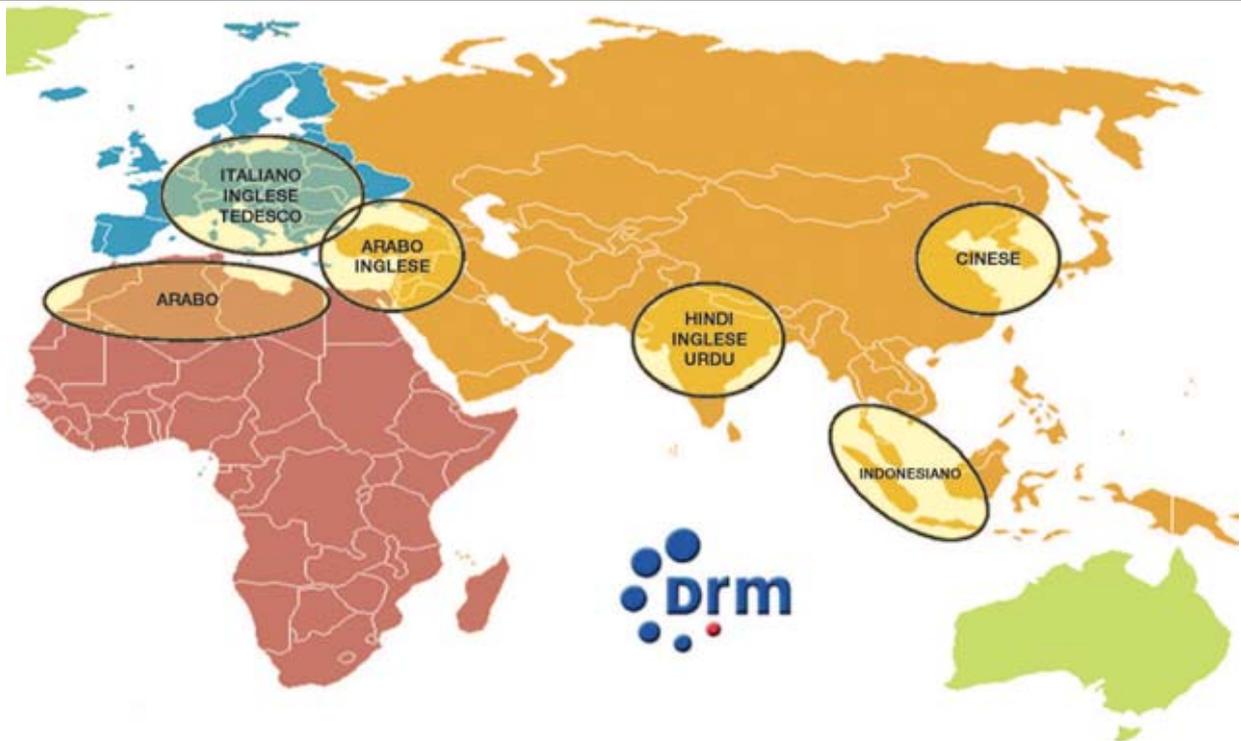


Fig.1 Aquí se puede ver esquematizada la cobertura de la radio digital en el mundo: la difusión de este estándar está en continuo aumento.

R31 = 100 ohm
*R32 = 2.200 ohm
*R33 = 100.000 ohm
*R34 = 100.000 ohm
*R35 = 47.000 ohm
*R36 = 100.000 ohm
*R37 = 100.000 ohm
*R38 = 10.000 ohm
*R39 = 3.300 ohm
*R40 = 1 megaohm
*R41 = 4.700 ohm
*R42 = 4.700 ohm
*R43 = 10.000 ohm
*R44 = 10.000 ohm
*R45 = 15.000 ohm
*R46 = 10.000 ohm trimmer
*R47 = 10.000 ohm
*R48 = 10.000 ohm
*R49 = 10.000 ohm
*R50 = 10.000 ohm
C1 = 10.000 pF cerámico
C2 = 10.000 pF cerámico
C3 = 100.000 pF cerámico
C4 = 47 microF. electrolítico
C5 = 100 microF. electrolítico
C6 = 100 microF. electrolítico
C7 = 100.000 pF poliéster
C8 = 10 microF. electrolítico
C9 = 100.000 pF cerámico
C10 = 10 microF. electrolítico
C11 = 100.000 pF cerámico
C12 = 100.000 pF cerámico
C13 = 100.000 pF cerámico
C14 = 100.000 pF cerámico
C15 = 270 pF cerámico

C16 = 150 pF cerámico
C17 = 270 pF cerámico
C18 = 33 pF cerámico
C19 = 33 pF cerámico
C20 = 10.000 pF cerámico
C21 = 100.000 pF cerámico
C22 = 100.000 pF poliéster
C23 = 10 microF. electrolítico
C24 = 100.000 pF cerámico
C25 = 10.000 pF cerámico
C26 = 10.000 pF cerámico
C27 = 10.000 pF cerámico
C28 = 100.000 pF poliéster
C29 = 10.000 pF cerámico
C30 = 10.000 pF cerámico
C31 = 47 pF cerámico
C32 = 47 pF cerámico
C33 = 47 pF cerámico
C34 = 47 pF cerámico
C35 = 10.000 pF cerámico
C36 = 100.000 pF poliéster
C37 = 10.000 pF cerámico
C38 = 22 pF cerámico
C39 = 47 pF cerámico
C40 = 10.000 pF cerámico
C41 = 100.000 pF cerámico
C42 = 10.000 pF cerámico
C43 = 2.200 pF poliéster
C44 = 100.000 pF poliéster
C45 = 1.500 pF poliéster
C46 = 68 pF cerámico
C47 = 2.200 pF poliéster
C48 = 10 microF. electrolítico
C49 = 100.000 pF poliéster
C50 = 1 microF. poliéster

C51 = 1 microF. poliéster
C52 = 10 microF. electrolítico
C53 = 1.000 pF poliéster
C54 = 1.000 pF poliéster
C55 = 100.000 pF poliéster
C56 = 2.200 pF poliéster
C57 = 10 microF. electrolítico
C58 = 100.000 pF cerámico
C59 = 10 microF. electrolítico
C60 = 1.000 pF poliéster
C61 = 1.000 pF poliéster
*C62 = 100 microF. electrolítico
*C63 = 100 microF. electrolítico
*C64 = 10 microF electrolítico
*C65 = 10 microF. electrolítico
*C66 = 100.000 pF poliéster
*C67 = 10 microF. electrolítico
*C68 = 220.000 pF poliéster
*C69 = 220.000 pF poliéster
*C70 = 15 pF cerámico
*C71 = 15 pF cerámico
*C72 = 1 microF. electrolítico
*C73 = 100.000 pF poliéster
*C74 = 100.000 pF poliéster
*C75 = 100.000 pF poliéster
*C76 = 100.000 pF poliéster
*C77 = 100.000 pF poliéster
FC1 = filtro cer. 10,7 MHz
FC2 = filtro cer. 455 KHz
FC3 = risuon. cer. 500 KHz
XTAL1 = cuarzo 10,245 MHz
*XTAL2 = cuarzo 8 MHz
*Encoder = mecc. 12 impulsos (SE8.5)
JAF1 = impedancia 330 microH
JAF2 = impedancia 8,2 microH
JAF3 = impedancia 1 microH.
JAF4 = impedancia 4,7 microH.

JAF5 = impedancia 1 microH.
JAF6 = impedancia 8,2 microH.
JAF7 = impedancia 220 microH.
JAF8 = impedancia 220 microH.
JAF9 = impedancia 27 microH.
JAF10 = impedancia 47 microH.
JAF11 = impedancia 27 microH.
JAF12 = impedancia 8,2 microH.
JAF13 = impedancia 8,2 microH.
JAF14 = impedancia 10 microH.
JAF15 = impedancia 220 microH.
JAF16 = impedancia 100 microH.
DS1 = diodo tipo 1N4150
DS2 = diodo tipo 1N4150
DS3 = diodo tipo 1N4150
*DS4 = diodo tipo 1N4150
DZ1 = zener 3,3 V ½ Watt
DV1 = varicap tipo BB509 o 35Z.W79
DV2 = varicap tipo BB509 o 35Z.W79
*DL1 = diodo led
*Display 1 = display tipo CMC.116L01
TR1 = PNP tipo BD140
TR2 = PNP tipo BC557
*TR3 = NPN tipo BC547
MFT1 = mosfet tipo BF964 o BF966
IC1 = integrado tipo NE602
IC2 = integrado tipo NE602
IC3 = integrado tipo NE602
IC4 = integrado tipo TL082
IC5 = integrado tipo NE5532
*IC6 = integrado tipo LM358
*IC7 = CPU tipo EP1778
*IC8 = HC/Mos tipo 74HC14
T1 = ver texto
RELE'1-2 = relé 12 V 1 sc.
*P1-P4 = botones

Nota: todos los componentes marcados con asterisco (*) se montan sobre el circuito impreso LX.1778.

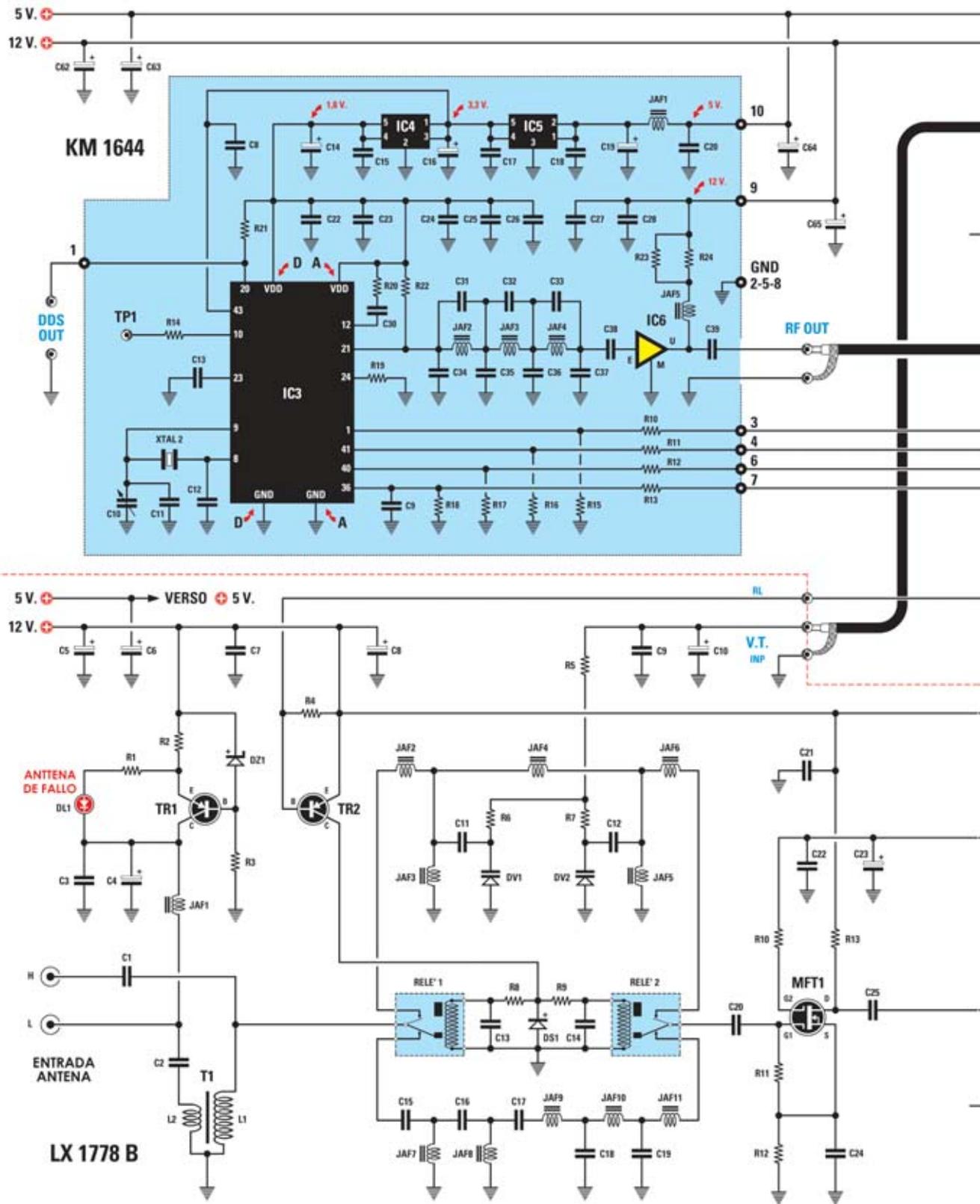
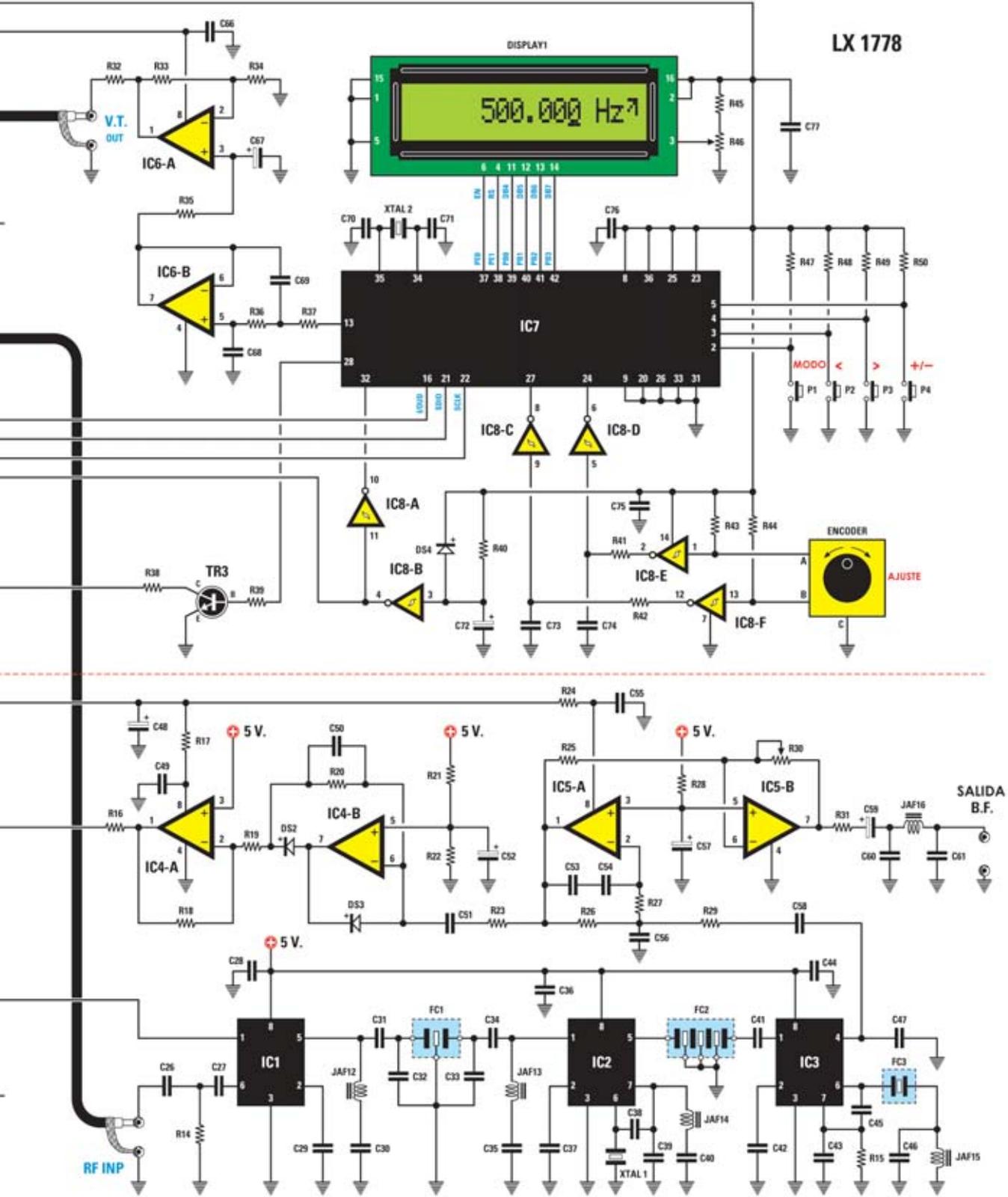


Fig.2 Esquema eléctrico del proyecto.



CÓMO FUNCIONA EL DRM

El DRM usa un tipo de modulación llamada COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex), una técnica que divide la señal digital en diferentes portadoras dentro del canal interno del canal de transmisión.

El número de portadoras varía en función de la banda destinada al canal.

En el DRM está previsto el soporte de tres sistemas de codificación (a elección del operador):

- MPEG4 AAC (Advanced Audio Coding) + SBR (Spectral Bandwidth Extension) para obtener audio de alta calidad;

- MPEG4 CELP (Advanced Audio Coding) para audio de calidad sin la presencia de señal musical;

- HVXC (Harmonic Vector Excitation) apto para la locución en bajo basseto "bit rate".

Además del audio, el DRM permite recibir también contenidos gráficos y textuales que son visualizados a través del software de recepción.

QUIÉN EMITE

Hoy en día son decenas las emisoras que usan el estándar DRM, como se puede ver en la tabla N.1, donde por razones de espacio sólo hemos mencionado algunas.

Sin olvidar las emisoras históricamente presentes en la banda de onda corta (entre ellas algunas fundadoras de consorcio DRM): Deutsche Welle, Radio France International, Radio Canada International, BBC WorldWide, Voice of Russia y Radio Vaticana.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Tras numerosas pruebas en nuestro laboratorio, hemos elegido el esquema que os presentamos

(fig.2), es de un receptor "Superheterodina" de triple conversión de frecuencia, que ha ofrecido los mejores resultados durante las pruebas de recepción.

La banda de recepción está incluida entre los 0,5 MHz y los 30 MHz de forma continua y las formas de recepción, gracias al programa DREAM, comprenden prácticamente todas las usadas para demodular demodular las señales AM, FM, CW, USB, LSB y DRM.

Como "oscilador local" (placa presente en todos los receptores superheterodina) hemos elegido un generador DDS que garantiza excelentes prestaciones y no requiere calibración.

Se trata de nuestro módulo KM1644 montado con componentes SMD (ver figg.17-18) y ya usado en otros kits de nuestra revista ("Generador BF-VHF con integrado DDS" LX.1645 y "Generador DDS de 2,3 a 2,8 GHz" LX.1700).

El dispositivo utilizado es el AD9951 fabricado por Analog Devices y, para quien no lo sepa, la sigla DDS significa Direct Digital Synthesizer y encierra la tecnología para generar de forma digital una onda sinusoidal de frecuencia que llega hasta varios cientos de MHz.

Aunque si en nuestro receptor el módulo DDS KM1644 se usa para generar una frecuencia máxima de 40,7 MHz (valor dado a la máxima frecuencia de recepción sumada al valor de la primera media frecuencia), esto puede generar una onda sinusoidal con frecuencia máxima de 120 MHz.

También hemos dotado al receptor de una sintonización de "dial giratorio" mucho más cómodo y profesional que el teclado numérico.

Antes hemos hablado de la triple conversión: el primer valor de conversión es de 10,7 MHz, el segundo de 455 kHz y el tercero y último es de 12 kHz, valor que puede ser considerado como una señal de baja

frecuencia ya que se tiene que conectar a la entrada de audio del pc (que puede aceptar, normalmente, señales de una frecuencia máxima de 18/20 kHz).

El ordenador se ocupará así de la “demodulación” de las señales. Por tanto, la señal de salida de nuestro receptor no puede aplicarse a un amplificador corriente de baja frecuencia para enviarla a un altavoz porque, en tal caso, no se oiría ninguna emisora de radio, faltando la oportuna “demodulación”, es decir, la operación que sirve para extraer la información transmitida a través del aire.

La señal captada por la antena, que puede ser nuestra antena activa o cualquiera apta para la gama recibida, tiene una tensión muy débil al principio, de unos pocos microvoltios, y tendrá que ser amplificada, por tanto, antes de llegar a las siguientes fases del receptor.

Nuestro receptor dispone de dos entradas “BNC” de antena, una apta para el cable de bajada de las antenas que tienen una baja impedancia de salida (como los típicos 50 ohm) y la otra para la conexión de antenas de alta impedancia como, por ejemplo, las “filares”, antenas compuestas sólo por un conductor estirado y largo.

A través del transformador de banda ancha T1 envuelto en un núcleo toroidal, se obtiene la transformación necesaria de impedancia, gracias a la relación de vueltas que tenemos.

El primario (el de baja impedancia) está compuesto por sólo 5 vueltas y al él se aplica la señal de baja impedancia, mientras el secundario dispone de 22 vueltas y se le aplica la señal que proviene de la antena de alta impedancia.

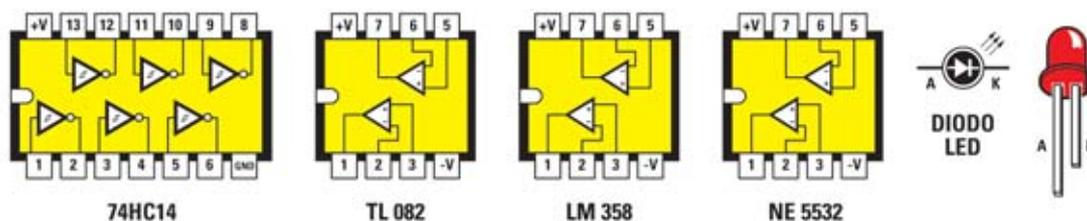


Fig.3 Conexiones de los circuitos integrados 74HC14, TL082, LM358, NE5532 vistas desde arriba con la marca de referencia situada a la izquierda y, a la derecha, las conexiones del diodo led.

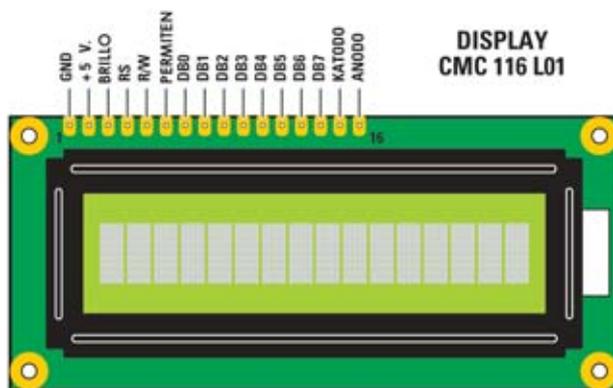


Fig.4 En la figura se puede ver el patillaje del display LCD marcado como CMC116L01 empleado en la realización del proyecto.

El cuadrado de la relación de vueltas es igual a la relación de las impedancias, estableciendo que la entrada a baja impedancia tiene un valor de 50 ohm, que se convertirán en la entrada de alta impedancia:

$$\text{Relación impedancias} = (\text{relación vueltas})^2$$

Relación impedancias = $(22 : 5)^2 = 19,36$ que podemos redondear a 20.

Por tanto, los 50 ohm se convertirán:

entrada alta impedancia = $20 \times 50 = 1.000$ ohm

Con dos entradas podemos “recoger” el máximo de señal en función de la antena usada sin grandes pérdidas.

La entrada de baja impedancia prevé la alimentación de la antena activa a través del mismo cables coaxial usado para la bajada de la señal, tensión que se

aplicará por medio del transistor TR1 utilizado como regulador de corriente.

Este último intervendrá limitando la corriente a un valor de seguridad, en caso de que hubiera un cortocircuito accidental en el cable coaxial.

Si esto ocurriese, el diodo led DL1 (Antena Fault) se encendería: de lo contrario, lo normal es que esté apagado.

La antena activa tiene que aplicarse únicamente a esta entrada (baja impedancia), puesto que está preparada para este uso.

La inductancia JAF1 tiene la misión de dejar pasar sólo la tensión continua a unos 12 Voltios hacia la antena activa y bloquear la señal RF recibida, de modo que no pueda ser “cortocircuitado” por la presencia de condensadores C3 y C4 y se pueda continuar hacia el siguiente estado sin verse atenuada.

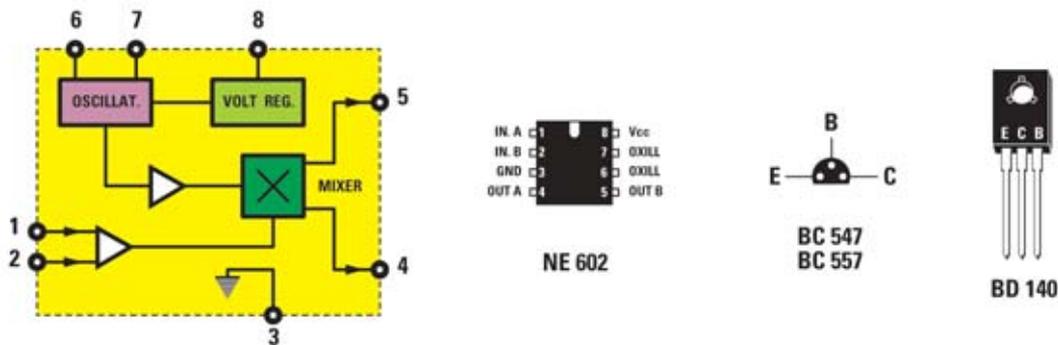


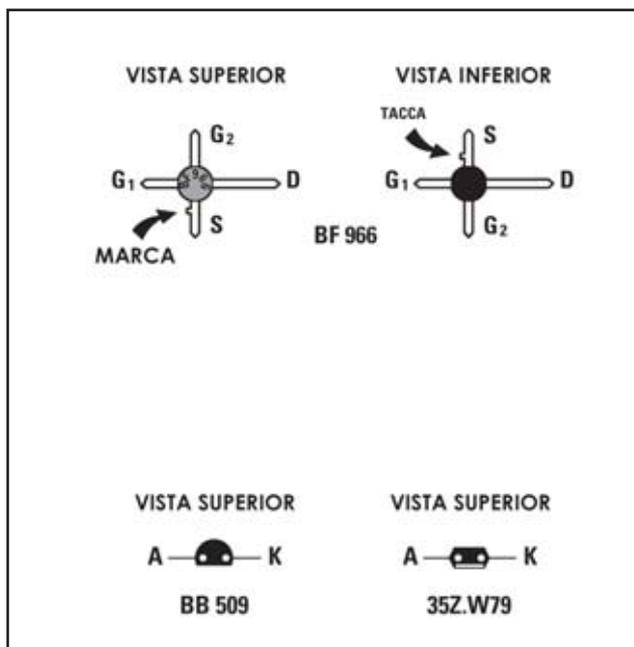
Fig.5 A la izquierda se reproducen los esquemas de bloques y las conexiones del circuito integrado NE602, las conexiones del transistor BC547-BC557 y las del BD140.



Fig.6 A la izquierda las conexiones de la Eprom EP1778 vista desde lo alto y con la marca de referencia apuntando a la izquierda.

En este punto la señal recibida irá a un un relè que, en función de la frecuencia sintonizada, la enviará a uno de los dos filtros de entrada.

Esta conmutación ocurre de modo automático y transparente y la gestiona el microcontrolador IC7.



La frecuencia de “cambio filtro” está en 6,4 MHz, por lo tanto, hasta este valor se usará el filtro pasa banda de 0,5 MHz-6,4 MHz compuesto por los componentes C15-C16-C17-C18-C19 y por las inductancias JAF7-JAF8-JAF9-JAF10-JAF11, mientras que para frecuencias superiores se usará el filtro sintonizable en los 6,4 MHz-30MHz compuesto por los componentes JAF2-JAF3-JAF4-JAF5-JAF6 y los diodo varicap DV1 y DV2.

Los relés en realidad son dos, ya que uno se usa para la entrada (Relé 1) y conmuta la antena sobre uno de los dos filtros, mientras que el otro (Relé 2) se usa para la salida y conmuta el amplificador RF. Ambos funcionan contemporáneamente, estando las dos bobinas conectadas en paralelo a través de las dos resistencias R8 y R9.

Las bobinas de los dos relés se alimentan por el transistor interruptor TR2 que a su vez es dominado por el transistor TR3, cuya base está conectada al pin 28 del microcontrolador a través de la resistencia R39. El filtro pasa banda 0,5 MHz-6,4 MHz está compuesto en realidad por dos filtros en cascada: un pasa alto compuesto por C15, C16, C17, JAF7, JAF8 con frecuencia de corte de 0,5 MHz y un pasa bajo compuesto por JAF9, JAF10, JAF11, C18, C19 con frecuencia de corte de 6,4 MHz y la unión de ambos crea un único filtro (ver fig.2).

El filtro para la banda de 6,4 MHz a 30 MHz está formado en realidad por dos circuitos resonante en paralelo acoplados inductivamente por medio de JAF2, JAF4, JAF6.

La capacidad de sintonización se obtiene a través de dos diodos varicap DV1-DV2, que son polarizados por una tensión continua de valor proporcional a la frecuencia de sintonización, obtenida gracias a un circuito PWM de 1.000 Hz gestionado por el microcontrolador IC7.

De este modo obtenemos la perfecta sintonización del filtro preselector en función de la frecuencia visualizada en el display.

La relativa variación de tensión se obtiene gracias a la variación del duty cycle de una onda cuadrada generada dentro del microcontrolador. Por ejemplo, si la onda cuadrada tiene un duty cycle del 50% obtenemos una tensión continua para los varicap de 5 Volt, si el duty cycle tiene un valor del 75% obtenemos una tensión continua de 7,5 Volt y así.

El operacional IC6/B es un filtro pasa bajo que transforma las variaciones de duty cycle en variaciones de tensiones continuas y tiene una frecuencia de corte muy inferior a la frecuencia de trabajo del PWM, que es de 1.000 Hz.

El amplificador operacional siguiente denominado IC6/A, es un simple amplificador x2, ya que siendo el microcontrolador alimentado sólo por 5 Volt, no puede producir tensiones superiores a este valor.

Los dos filtros de entrada al receptor tienen la misión de atenuar las interferencias no deseadas y fuera de gama, que podrían comprometer el buen funcionamiento del receptor. A través del condensador C20 la señal captada por la antena se aplica al terminal G1 del siguiente estado, que es un preamplificador RF construido con un mosfet de dual gate BF966 (ver MFT1).

Gracias a la presencia del terminal G2 se puede variar la ganancia en esta fase, obteniendo una dinámica mayor del receptor.

La dinámica explota la capacidad del receptor de gestionar simultáneamente señales de antena tanto fuertes como débiles, sin que haya problemas de "intermodulación" o escasa sensibilidad, respectivamente.

Variando la tensión continua en el terminal G2 se puede modificar la ganancia en 30 dB, adaptándolo en función de la señal recibida: reducir a ganancia si la señal recibida es fuerte y aumentarla si es débil. De este modo hemos logrado el AGC Automatic Gain Control (control automático de ganancia).

Esta tensión continua de control se obtiene gracias a la rectificación de la señal de salida a través del operacional IC4/B y posterior amplificación a través del segundo operacional IC4/A del tipo TL082.

Una red de filtración R16/C23 introduce un retraso en la acción del AGC, útil para evitar una posible inestabilidad.

La señal de la antena amplificada la recibe el terminal Drain del MFT1, a través del condensador C25, en la

entrada del primer conversor de frecuencia IC1, un NE602, mezclador basado en una Gilbert Cell capaz de trabajar hasta los 500 MHz.

Este estado dispone de dos entradas simétricas, pero en nuestro caso usaremos sólo una, la que empieza en el pin1, mientras que la otra entrada del pin2 irá a tierra a través del condensador C29.

Para llevar a cabo la función de Mezclador RF, el integrado IC1 necesita una señal RF, el denominado "oscilador local" que, gracias al fenómeno "barrido de frecuencia", servirá para llevar en frecuencia la señal recibida por la antena al valor fijo de 10,7 MHz a la par del valor de la primera media frecuencia.

En nuestro receptor la frecuencia del oscilador local es superior con respecto a la frecuencia recibida, por ejemplo, si el receptor está sintonizado en la frecuencia de 5 MHz, el oscilador local tiene una frecuencia de:

$$5 \text{ MHz} + 10,7 \text{ MHz} = 15,7 \text{ MHz}$$

En la salida pin5 del mezclador habrá varios "productos" consecuencia de la suma y de la diferencia entre las dos frecuencias:

$$5 \text{ MHz} + 15,7 \text{ MHz} = 20,7 \text{ MHz}$$

o bien:

$$15,7 \text{ MHz} - 5 \text{ MHz} = 10,7 \text{ MHz}$$

Siempre tomando como ejemplo una señal de entrada a 5 MHz.

Entre estas dos, la única señal que podrá continuar hacia las siguientes fases es la que sea igual a la diferencia entre ambas, es decir, 10,7 MHz.

Como ya hemos dicho, el oscilador local está

compuesto por el módulo KM1644 (ver fig.2), del que explicamos el funcionamiento.

El integrado IC3 es el DDS denominado AD9951, cuyas dimensiones físicas son realmente reducidas: 9 mm. de lado y 48 pins de conexión. Por esto hemos realizado todo el módulo con tecnología SMD.

Para su funcionamiento es necesaria la presencia de una señal de Clock de referencia estable en frecuencia, que se obtiene por medio de cuarzo XTAL2 de 13.421.773 MHz conectado entre el pin 8 y el 9 del IC3 y por un multiplicador de frecuencia x20 presente dentro del integrado; por tanto, la frecuencia final obtenida será igual a:

$$13.421.773 \text{ MHz} \times 20 = 268.435.460 \text{ MHz}$$

y será éste el valor de la frecuencia de referencia con la que trabajará el DDS para generar de forma digital la señal sinusoidal de salida.

El integrado DDS lo gestiona el microcontrolador IC7 que tiene la tarea de "dialogar" con él a través de un intercambio de datos, transferidos de forma serial gracias a las conexiones entre los pins 16-21-22 y los pins 3-4-6 del módulo KM1644.

El pin 7 del módulo es la entrada de Reset que en el encendido se pone en el nivel lógico más bajo por un breve periodo para luego llevarlo al nivel lógico 1.

De este modo el integrado DDS estará predispuesto para su correcto funcionamiento y en grado de aceptar la información enviada por el microcontrolador.

Los dos reguladores de tensión IC4 y IC5 proporcionan los valores correctos de alimentación al integrado DDS, de 1,8 Voltios y 3,3 Voltios respectivamente, el filtro pasa/bajo compuesto por los condensadores C31-C32-C33-C34-C35-C36-C37

y por las inductancias JAF2-JAF3-JAF4 elimina señales espurias con frecuencia superior a los 120 MHz y el amplificador IC6, un MAV11, lleva el nivel de salida a unos +10 dBm, nivel óptimo para manejar el Mezclador IC1.

El módulo requiere dos tensiones de alimentación, una a 5 Voltios para conectar al pin 10 y otra a 12 Voltios utilizada exclusivamente por el amplificador IC6 para conectar al pin 9.

También hay otra salida, llamada DDS OUT (ver fig.2), que corresponde al pin 1 del módulo DDS KM1644. Esta salida puede usarse en caso de querer utilizar el generador para frecuencias inferiores a los 100 KHz.

Esta salida "directa" del DDS permite obtener una señal sinusoidal con frecuencias comprendidas entre 1 Hz y 120 MHz máximo y un amplitud de 0,5 Vpp (en vacío).

En el mezclador IC1 (ver fig.2) los componentes JAF12 y C31-C32 forman una red adaptadora de impedancia con el fin de acoplar de la mejor forma el filtro cerámico FC1, que presenta una impedancia de 300 ohm, a los casi 1.500 ohm de impedancia de salida del mezclador.

En este punto la señal llegará a un mezclador IC2 semejante, otro NE602, por la misma red adaptadora de impedancia, pero compuesta por C33-C34 y JAF13, para después transformarse en otro valor inferior de conversión.

Esta vez la señal de entrada a 10,7 MHz se convertirá a 455 KHz.

El cuarzo XTAL1 conectado entre el pin 6 y la tierra del integrado IC2 genera la frecuencia de barrido fija y estable a 10,245 MHz que "chocando" con la frecuencia de entrada de 10,7 MHz producirá de

salida en el pin 5 una tercera señal igual a la diferencia entre las dos anteriores:

$$10,7 \text{ MHz} - 10,245 \text{ MHz} = 0,455 \text{ MHz}$$

El filtro cerámico FC2 de banda estrecha limpiará esta señal.

En este caso, no hay ninguna red adaptadora de impedancia, ya que el filtro a 0,455 MHz ya tiene un valor de impedancia de 1.500 ohm que se adapta perfectamente tanto a la impedancia de salida del mezclador IC2, como a la impedancia de entrada del mezclador IC3, sin producir ninguna pérdida.

Llegados a este punto hemos logrado la conversión a un valor de frecuencia inferior y hemos filtrado la señal captada por la antena, pero no podemos aplicarlo todavía a la entrada de audio de la tarjeta de audio del pc ya que el valor de frecuencia todavía es demasiado alto.

Un tercer mezclador NE602 denominado IC3, igual a los anteriores,

Efectúa esta última conversión por medio del resonador cerámico FC3 de 0,500 MHz que gracias a los componentes C46 y JAF15, reducirá su frecuencia de oscilación a un valor de casi 0,467 MHz.

Este valor “chocando” con los 0,455 MHz producidos por la anterior conversión producirán los 12 kHz requeridos para entrar, como una señal de baja frecuencia, en la tarjeta de audio del PC, señal que estará presente en el pin 4 de IC3.

El trimmer R30, servirá para medir el justo nivel de amplitud para la tarjeta de audio del PC, un simple filtro en π (pi griega) compuesto por los condensadores C60-C61 y por la inductancia JAF16, que elimina

eventuales señales de ruido en alta frecuencia que pueden estar en la toma de entrada de audio del PC.

El microcontrolador IC7, un ST72C334J4, fabricado por STM, gestiona todas las funciones del receptor, el display LCD y el módulo KM1644, enviándoles los datos necesarios para generar la correcta frecuencia del oscilador local, el Codificador rotatorio, el incremento/decremento de la sintonización, el estado PWM que genera, para frecuencias superiores a los 6,4 MHz, la tensión de sintonización para los varicap del filtro de entrada según la frecuencia sintonizada, los botones para las funciones y la salida que habilita los relés para el cambio del filtro de entrada.

Obviamente para hacer todo esto, hemos desarrollado un programa que reside en la memoria flash del microcontrolador, que se ejecutará cada vez que alimentemos el receptor.

La señales procedentes del codificador rotatorio, antes de ser aplicadas a los pins 24 y 27 de entrada del microcontrolador IC7, son “limpiadas”.

Los otros dos puertos se usan para generar las señales de Reset útiles para el microcontrolador y el generador DDS.

El cuarzo XTAL2 proporciona al microcontrolador la señal de clock que determina los tiempos de ejecución del programa interno.

ALIMENTADOR LX.1779

El receptor requiere dos tensiones continuas y estables para su funcionamiento, una de 5 Voltios y la otra de 12 Voltios, proporcionadas por el alimentador LX.1779 (ver fig.9).

El transformador T1 reduce a 15 Voltios alternos

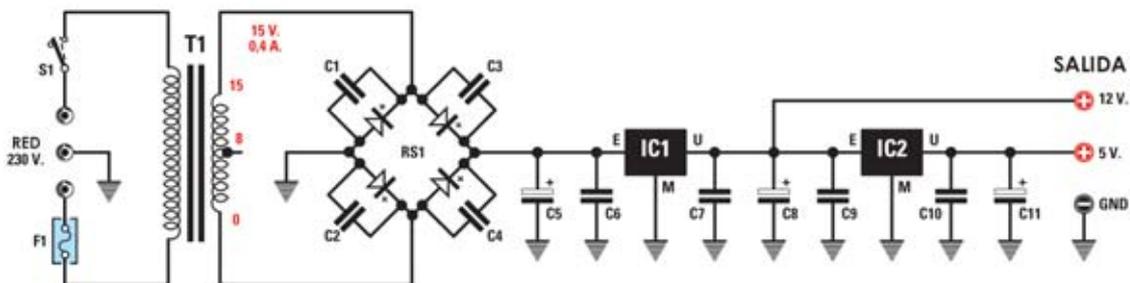
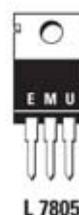
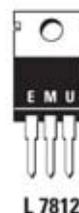


Fig.9 Esquema eléctrico de la alimentación que provee la tensión estabilizada de 12 y 5 Voltios. A la derecha, las conexiones de dos reguladores integrados vistos frontalmente.



LISTADO DE COMPONENTES LX.1779

C1 = 10.000 pF cerámico	C10 = 100.000 pF poliéster
C2 = 10.000 pF cerámico	C11 = 100 microF. electrolítico
C3 = 10.000 pF cerámico	IC1 = integrado tipo L7812
C4 = 10.000 pF cerámico	IC2 = integrado tipo L7805
C5 = 1.000 microF. electrolítico	RS1 = puente rectificador 100 V 1 A
C6 = 100.000 pF poliéster	T1 = trasform. 6 Watt (T006.02)
C7 = 100.000 pF poliéster	sec. 8-15 V 0,4 A
C8 = 100 microF. electrolítico	F1 = fusible 1 A
C9 = 100.000 pF poliéster	S1 = interruptor

la tensión de red 230 Voltios, mientras que el puente rectificador RS1 tiene como tarea, junto al condensador de nivel C5, transformar la tensión alterna del secundario del transformador en tensión continua.

La necesaria estabilización de las tensiones útiles al receptor está producida por dos reguladores IC1 e IC2, un 7812 y un 7805 respectivamente, ofreciendo el primero la tensión de 12 Voltios y el segundo la de 5 Voltios.

Los demás condensadores montados en el circuito tienen como finalidad filtrar posteriormente las tensiones de salida gracias a una alimentación sin ruidos.

EJECUCIÓN PRÁCTICA

La ejecución de este proyecto implica el montaje de la placa base LX.1778B (ver fig.11), el montaje de

la CPU, botonera y display LX.1778 (ver fig.14) y la alimentación LX.1779 (ver fig.10).

Empezamos nuestra descripción de la placa base sugiriendo comenzar con el montaje de las resistencias, todas de ¼ vatios.

Introducir después el trimmer R30 y proceder con los condensadores, soldando en los huecos reservados para ellos todas las cerámicas del cuerpo con forma de disco, todos los poliéster del cuerpo con forma de paralelepípedo y los electrolíticos del cuerpo con forma cilíndrica.

A continuación se puede montar el cuarzo de 10.245 MHz (ver XTAL1 en fig.11), teniendo cuidado de doblar en L los terminales de modo que el cuerpo se encuentre en posición horizontal con respecto al circuito impreso: entonces, soldar terminales y cuerpo a sus respectivos emplazamientos.

Luego soldar los diodos varicap DV1 y DV2. Sobre su cuerpo hay una línea de referencia blanca que corresponde con el lado sobre el que está impresa la sigla del componente. Como se puede ver en la fig.11 esta línea irá orientada hacia la derecha y hacia la izquierda, respectivamente, quedando de este modo el terminal K (Cátodo) posicionado hacia arriba en el caso de DV1 y hacia abajo en el caso de DV2.

Si no se introducen del modo correcto estos componentes, la sintonización del circuito no podrá funcionar.

Soldar después en las posiciones asignadas por el serigrafiado las impedancias desde JAF1 a JAF16 (ver fig.11) y seguir con los diodos de silicio (DS1-DS2-DS3), a propósito de los cuales recomendamos posicionarlos de modo que la franja de referencia negra quede orientada como se representa en la fig.11.

Sacar del blister los dos pequeños transistores TR1 y TR2. Soldar TR1 arriba a la izquierda próximo al condensador electrolítico C4 y soldar TR2 más abajo, junto al condensador electrolítico C8, orientando hacia la izquierda el lado plano de su cuerpo.

A continuación se pueden montar los tres filtros FC1 -de forma ovalada y con un punto rojo de referencia sobre el cuerpo y con 3 terminales-, FC2 -de cuerpo en forma de paralelepípedo y 5 terminales- y FC3 - muy similar a las impedancias, pero reconocible por tener diferente color (ver fig.11).

Introducir en la posición asignada el relé 1 y el relé 2 y ceñirse a montar el pequeño transformador T1 como se ilustra en la fig.13.

Con este objetivo en el blister viene un pequeño núcleo en ferrita y un trozo de cable esmaltado.

Cogiendo un extremo del cable empezar a envolver dando 22 vueltas, espaciadas entre sí de modo que cubran toda la circunferencia del núcleo, tras lo cual, haciendo el mismo recorrido a la inversa, dar

5 vueltas.

Soldar entonces sobre los bornes de cobre los tres extremos de cable obtenidos así.

Se puede concluir esta fase del montaje introduciendo en los respectivos zócalos todos los integrados desde IC1 a IC5, poniendo la marca de referencia tal y como se indica en la fig.11.

Acabada esta parte, dar la vuelta al circuito impreso y poner el mosfet MFT1 sobre su lado de cobre, de forma que el lado de su cuerpo sobre el que aparece impresa la sigla se sitúe en correspondencia con su respectivo hueco y que la sigla, situada arriba, pueda así ser visible desde el lado de los componentes del mismo; ahora soldar los 4 terminales (ver fig.11).

Se puede completar el montaje de esta fase soldando arriba los con conectores BNC para la entrada de la antena y la toma de salida BF, abajo la clema de tres polos para la conexión al circuito del alimentador LX.1779 y, a la izquierda, los terminales de cable necesarios para realizar el cableado con los otros circuitos de montaje en el mueble.

A continuación, puede procederse al montaje de la CPU, botonera y display LX.1778 (ver fig.14-21).

Los componentes de esta fase se señalan con un asterisco en el listado.

Aconsejamos montar unos zócalos en los integrados IC6-IC7 y IC8 y soldar con cuidado todas las resistencias. Al soldar los condensadores recomendamos respetar su polaridad, recordando que el terminal más largo corresponde al ánodo (positivo).

Introducir abajo a la derecha el pequeño transistor TR3, orientando hacia arriba su lado plano y soldar los 3 terminales.

Sacar del blister el cuarzo de 8 MHz denominado XTAL2, plegar en forma de L los dos terminales de modo que su cuerpo quede en horizontal con respecto al circuito impreso y soldar cuerpo y terminales como se muestra en la fig.14.

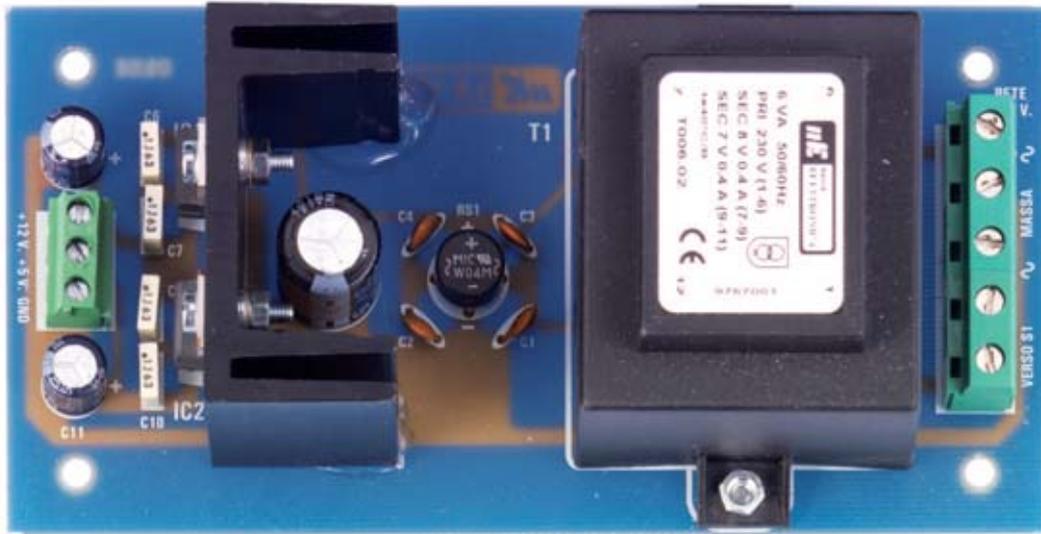
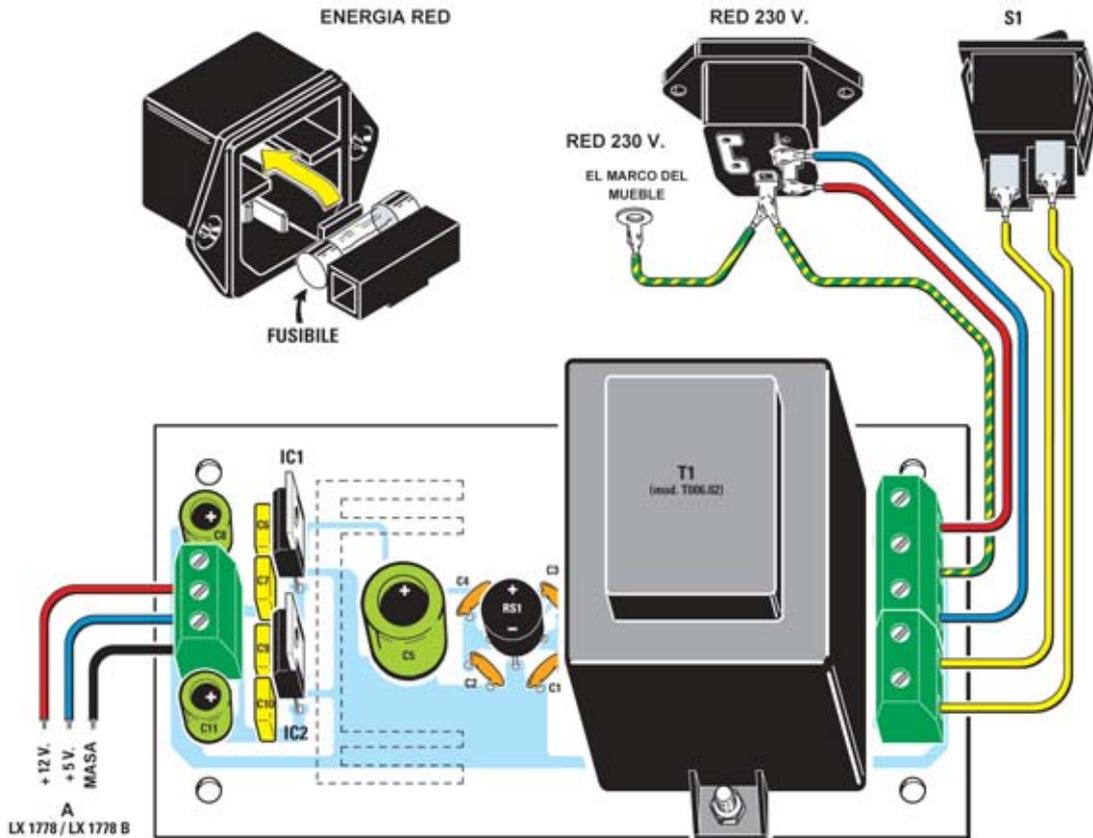


Fig.10 Arriba, la foto del sistema de alimentación una vez terminado el montaje. Abajo, el dibujo del alimentador.

Se ve también el cableado al interruptor S1 y se ven los cables al interruptor S1 y a la caja de red y la alimentación para los dos circuitos LX.1778 y LX.1778B.



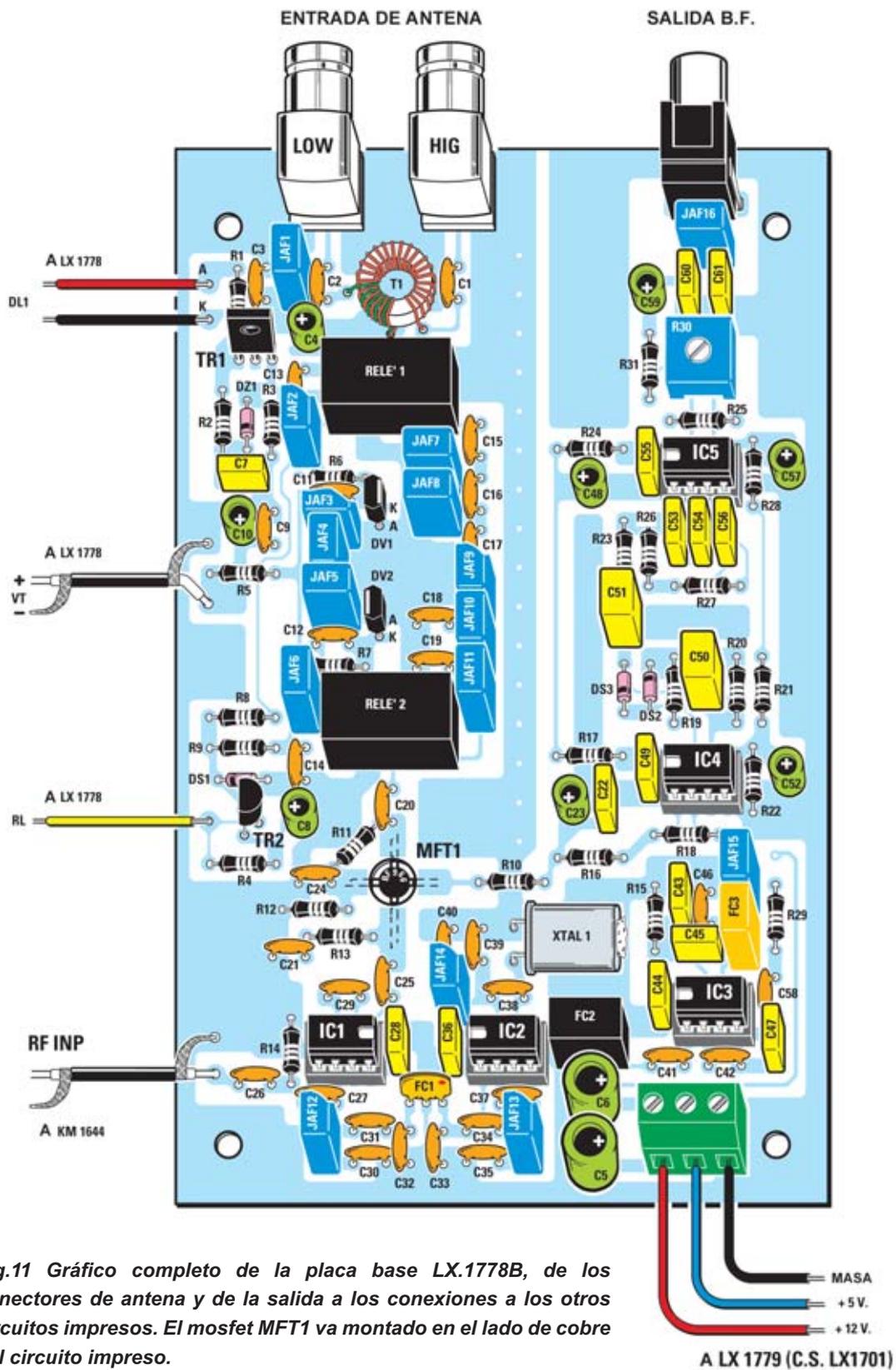


Fig.11 Gráfico completo de la placa base LX.1778B, de los conectores de antena y de la salida a los conexiones a los otros circuitos impresos. El mosfet MFT1 va montado en el lado de cobre del circuito impreso.

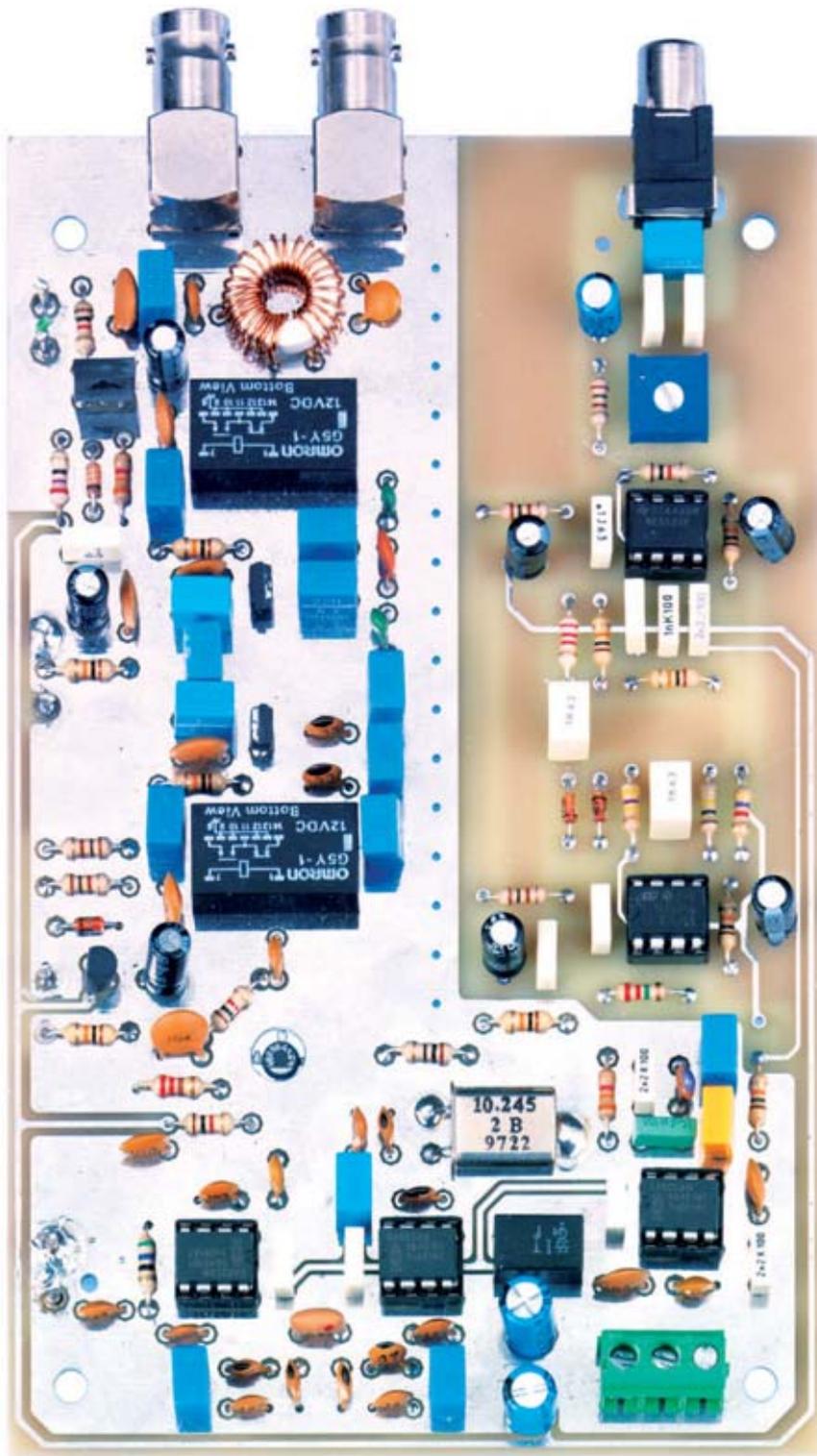


Fig.12 Arriba, la foto de la placa base terminada con todos sus componentes.

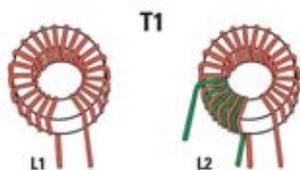


Fig.13 Para realizar el transformador T1 hay que fabricar la bobina L1 envolviendo con 22 vueltas de hilo esmaltado que se distribuyan a lo largo de todo el núcleo de ferrita y la bobina L2 envolviendo con otras 5 vueltas.

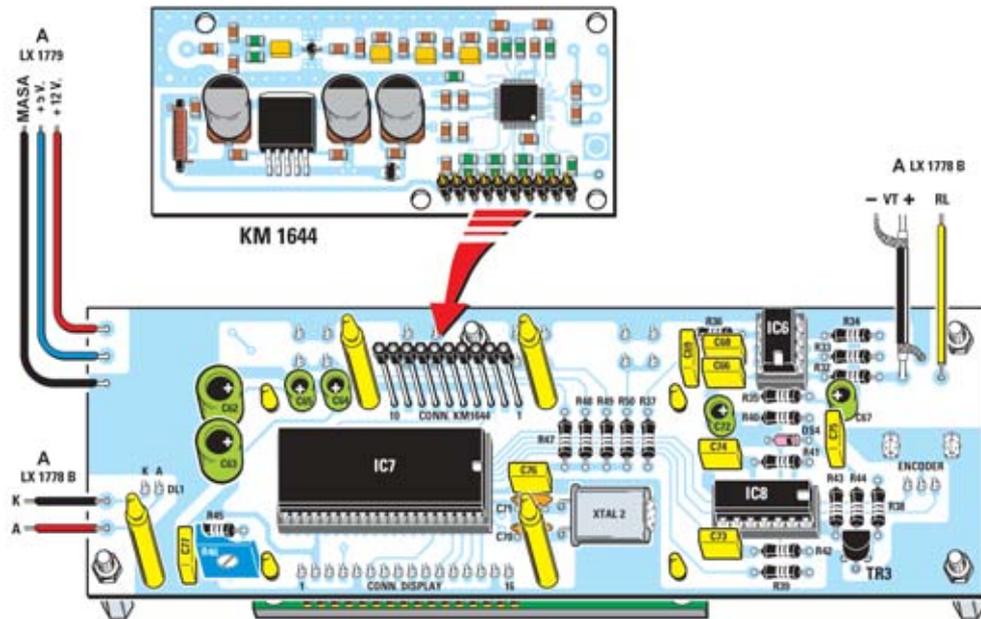


Fig.14 Gráfico de montaje de la placa de la CPU, botonera y display LX.1778. La flecha indica el sentido de inserción en el circuito impreso de la tarjeta SMD marcada como KM1644.

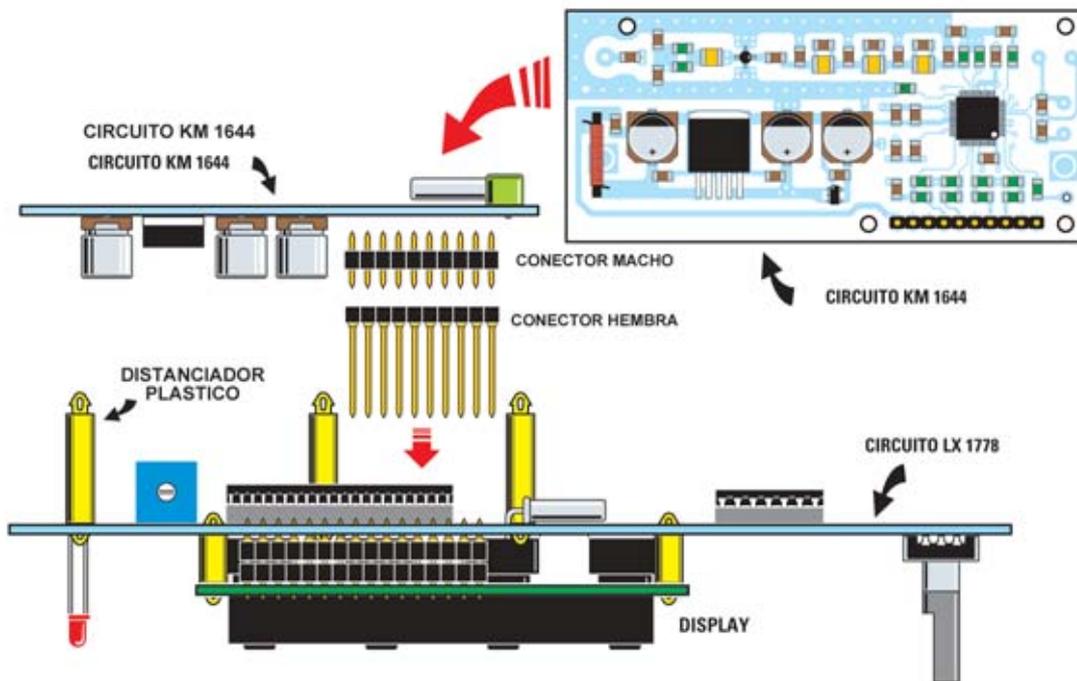


Fig.15 Para facilitar la fase de montaje en el diseño hemos reproducido la secuencia de inserción de la tarjeta KM1644 en el circuito impreso LX.1778.

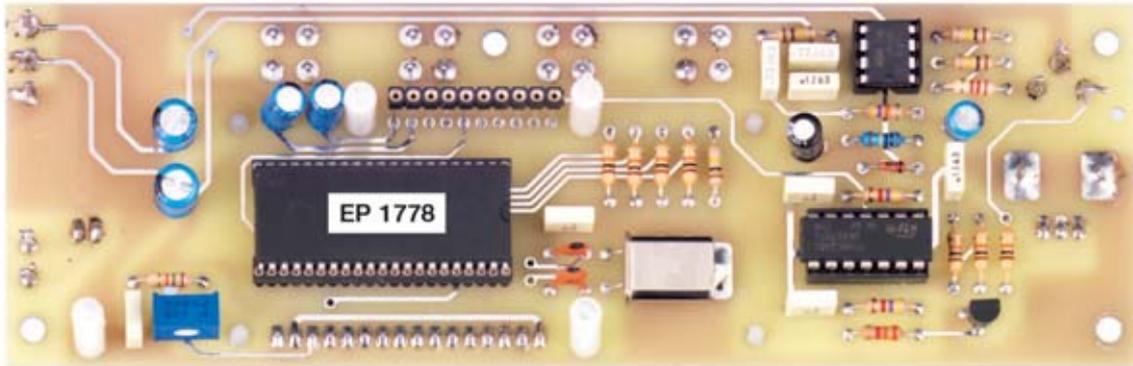


Fig.16 Foto de la placa de la CPU marcada como LX.1778 vista desde el lado de los componentes desde el cual será introducida la tarjeta SMD marcada como KM1644 (ved fig.17-18). En el lado opuesto irán montados el display LCD, los cuatro botones , el dial y el diodo led como se muestra en la fig.21.

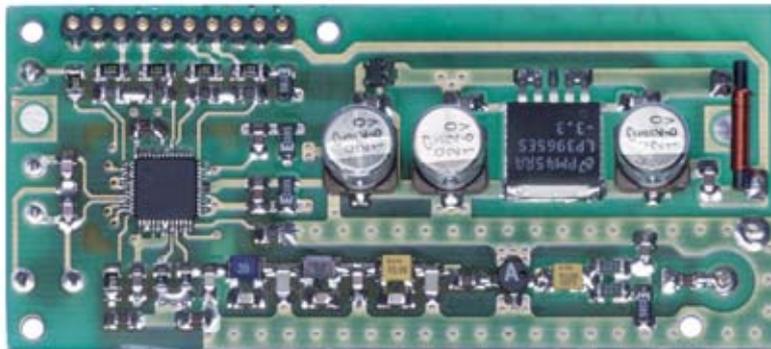


Fig.17 El circuito en SMD KM1644 que proveemos ya montado y probado en nuestro laboratorio, visto en esta foto desde el lado de los componentes.

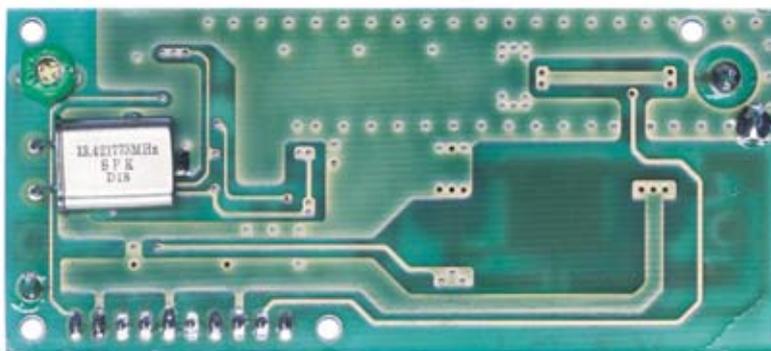


Fig.18 El KM1644 en esta foto se ve desde el lado en el que se fija el cristal de cuarzo de 13.421.773 Hz.

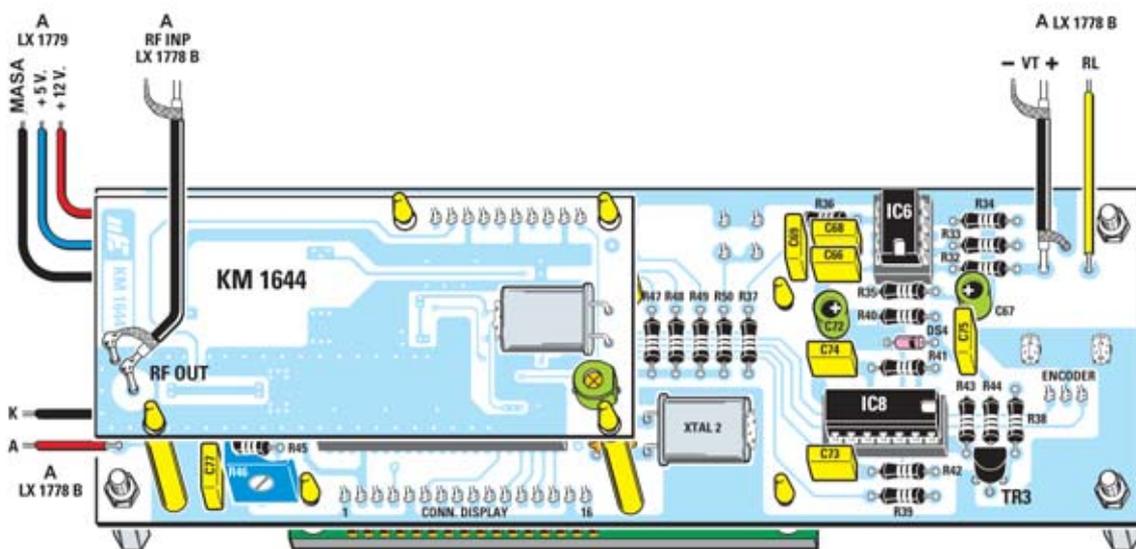


Fig.19 En este dibujo se ve la placa CPU, botones, display LX.1778, vistos desde el lado sobre el que se monta el circuito en SMD KM1644.

La salida de este último está marcada con RF OUT y va conectada con un trozo de cable apantallado a la placa base LX.1778B que corresponde con la sigla RF INP.

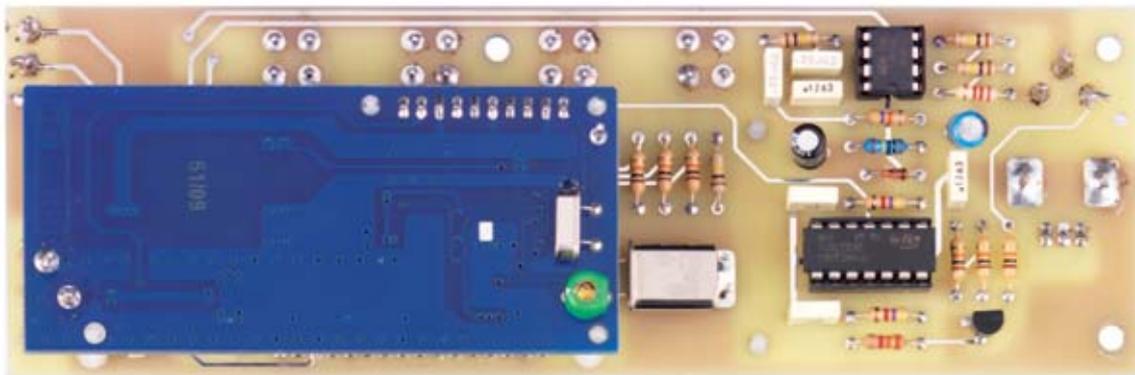


Fig.20 Foto de la placa LX.1778 una vez terminado el montaje. Si se siguen escrupulosamente las indicaciones dadas observando con atención las fotos y dibujos explicativos, no se encontrará mayor dificultad en terminar el proyecto.

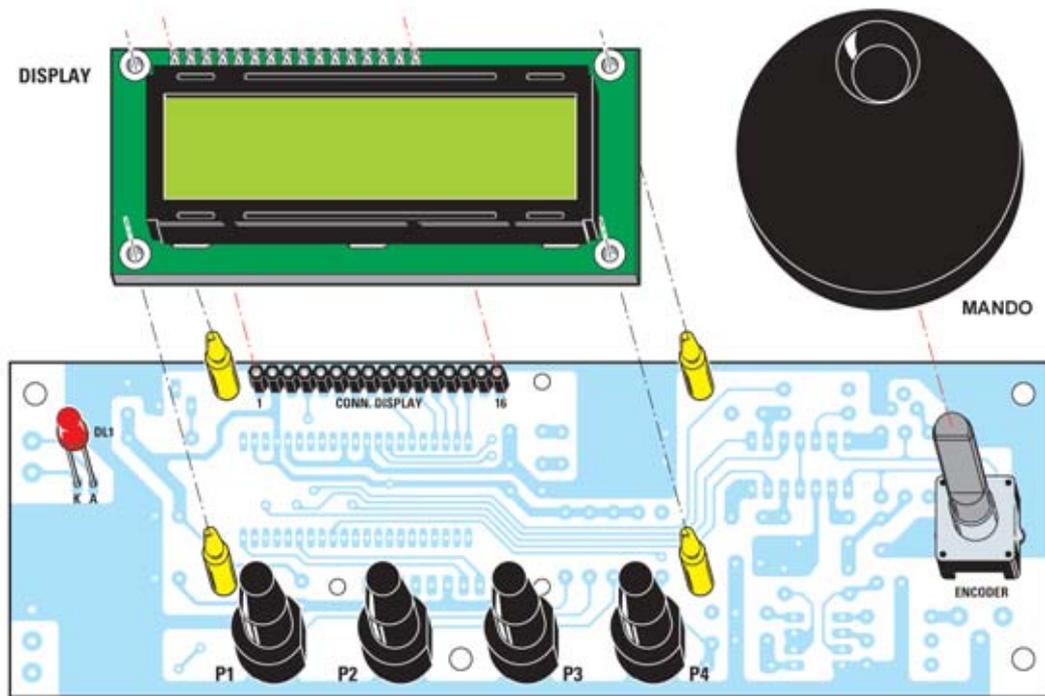


Fig.21 La tarjeta LX.1778 se ve aquí desde el lado sobre el que van montados el display LCD, los botones, el dial y el diodo led.



Fig.22 Así se ve el circuito impreso LX.1778 tras haber fijado el display LCD y el resto de componentes que van sobre este lado.

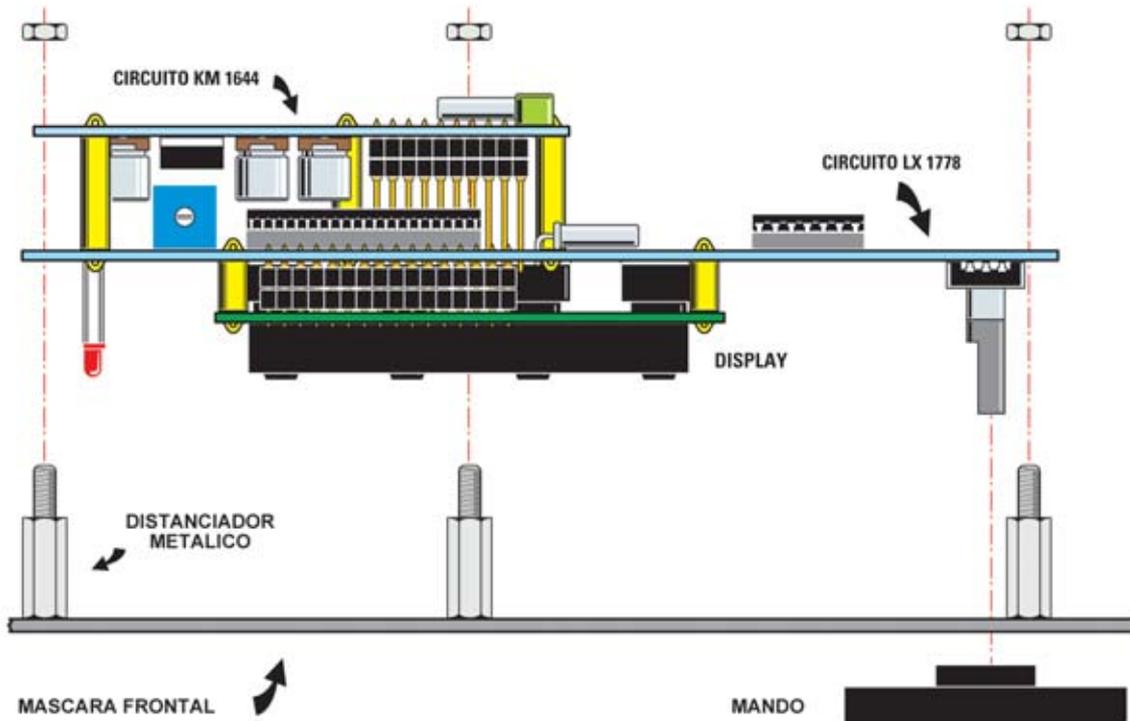


Fig.23 En este dibujo y en el siguiente ilustramos la secuencia del “bloque” constituido por el KM1644 y por la tarjeta LX.1778 sobre el panel frontal del mueble destinado a contener nuestro receptor.

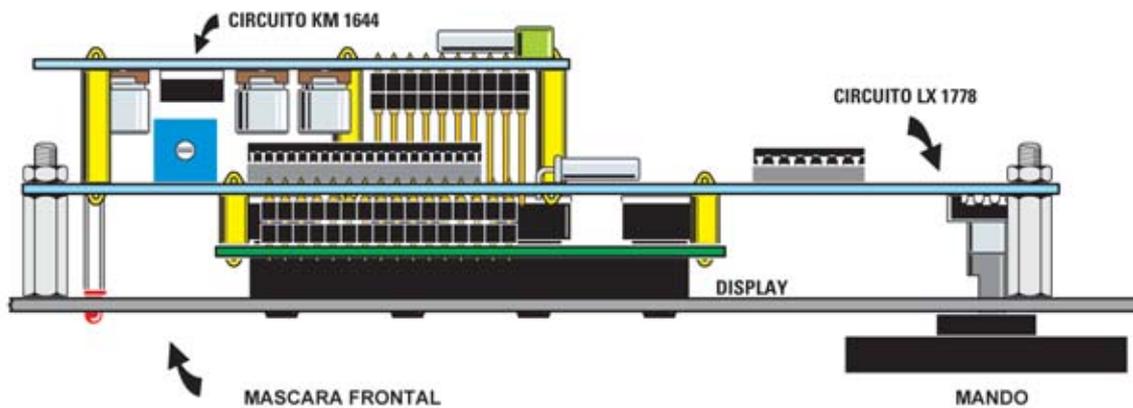


Fig.24 En este dibujo se ve desde arriba el resultado de la operación de montaje del KM1644 con el LX.1778 y el panel frontal del mueble.

Introducir en sus respectivos zócalos los 3 integrados IC6-IC7-IC8, orientando la marca de referencia de su cuerpo tal y como se indica en la fig.14.

Se puede concluir esta fase del proceso introduciendo en el circuito impreso la tarjeta premontada en SMD y denominada KM1644.

Antes de hacerlo, aconsejamos introducir el conector macho de 16 terminales de la tarjeta KM1644 en el conector hembra; entonces, se puede meter la tarjeta SMD en los separadores plásticos predispuestos en la tarjeta LX.1778 de forma que se determine la longitud adecuada de los terminales, verificando que el conector macho se encuentre frente a frente con el conector hembra.

Después de puede proceder a soldar los terminales del conector hembra, que quedará bloqueado sobre la tarjeta cuando se desenchufen los dos circuitos para ejecutar la soldadura por este lado del conector del display.

Siguiendo las indicaciones de las fig.14-15 se podrá soldar sobre el circuito impreso todas las cabezas de cable, que servirán posteriormente para hacer las conexiones del circuito impreso base y del KM1644 con los otros circuitos que constituyen el proyecto.

Girar, por tanto, el circuito impreso para realizar el montaje de los componentes del lado de cobre (ver fig.21).

Empezar soldando a la izquierda el diodo led DL1, de modo que su terminal cátodo (K) quede posicionado a la izquierda y a la derecha el codificador sobre el que se introducirá luego el dial.

Montar los cuatro botones P1-P2-P3-P4 formados por una base y un capuchón. Recomendamos orientar las bases de los botones tal y como indica la fig.21.

Después sacar del blister el display LCD y soldar en la posición reservada al conector macho.

Acercar el display al circuito impreso de modo que los separadores entren en los 4 agujeros correspondientes e introducir el conector macho de 16 terminales en el conector hembra, introduciendo después los terminales de este último en el impreso. Para poder soldar estos terminales por el lado opuesto del circuito impreso, habrá que sacar la tarjeta KM1644 del LX.1778.

Una vez hecho esto, se pueden sujetar finalmente y de modo definitivo estas dos tarjetas entre sí.

El conjunto obtenido, formado por el LX.1778 completo de display y por el KM.1644, se ensamblará en el panel frontal de aluminio del mueble. Toda la secuencia se ilustra en las fig.23-24.

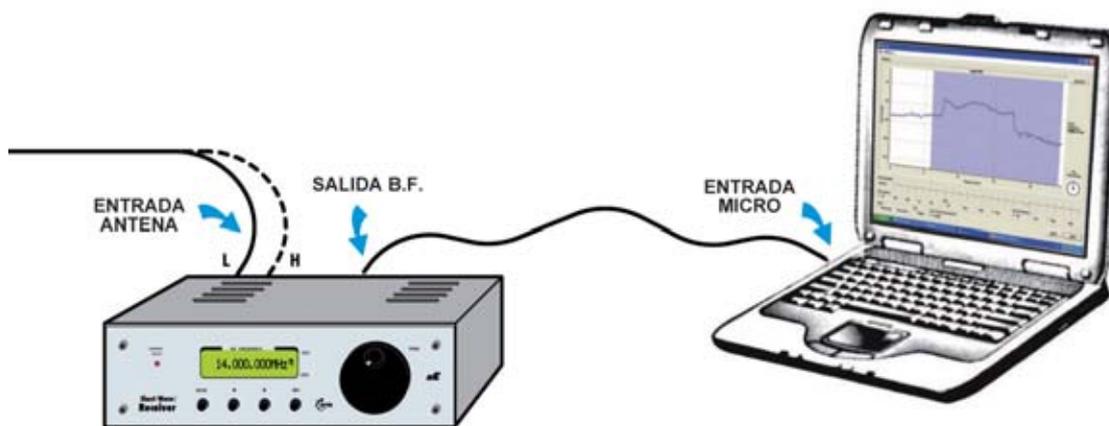


Fig.25 Una vez acabado, el receptor se conecta a la entrada Low de la antena si se usa la antena LX.1777 y la salida BF a ala entrada de micro del PC.

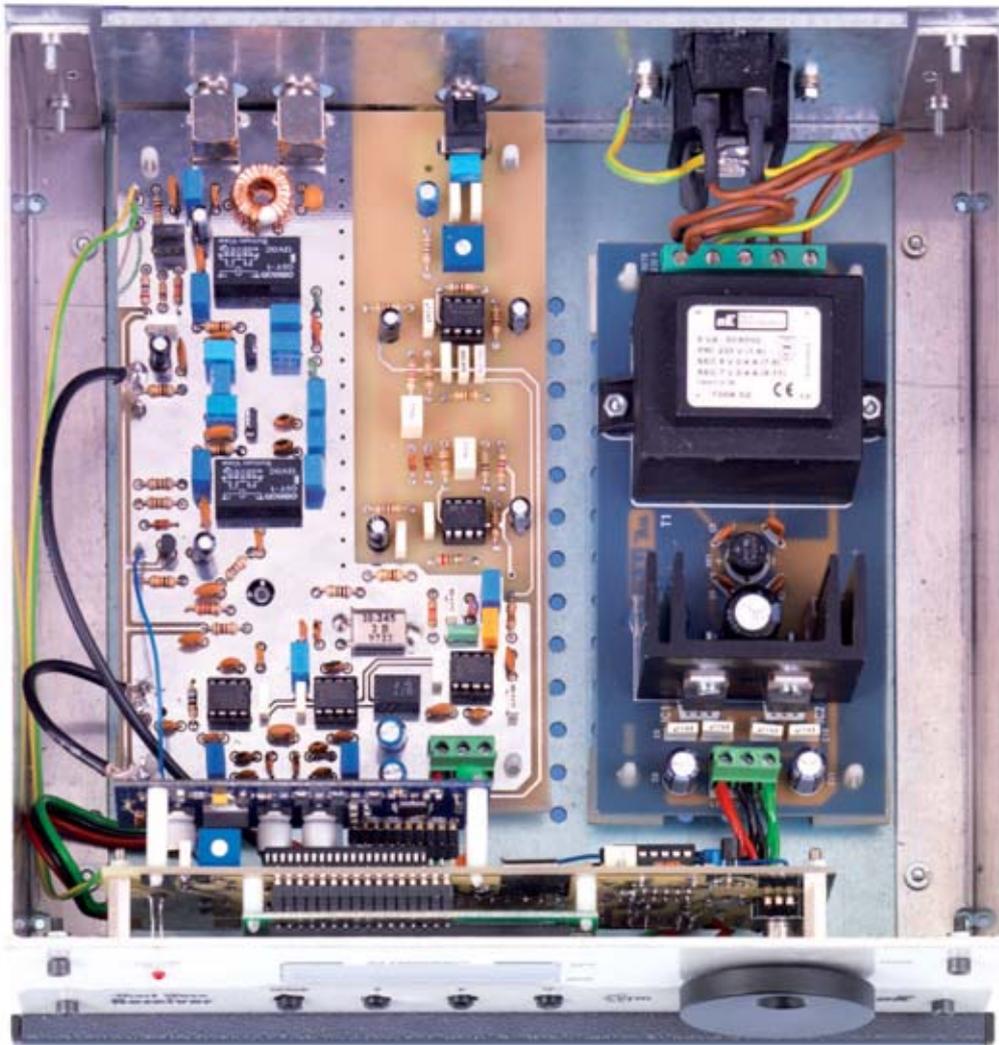


Fig.26 Foto del proyecto del receptor una vez montado e introducido en el mueble. Como se puede ver, del panel frontal del mueble sobresalen las dos tomas BNC para la entrada de antena y la toma de salida BF, conectadas a la placa base LX.1778B, además de la toma de res y el interruptor S1, conectados por su parte a la placa de alimentación LX.1779.

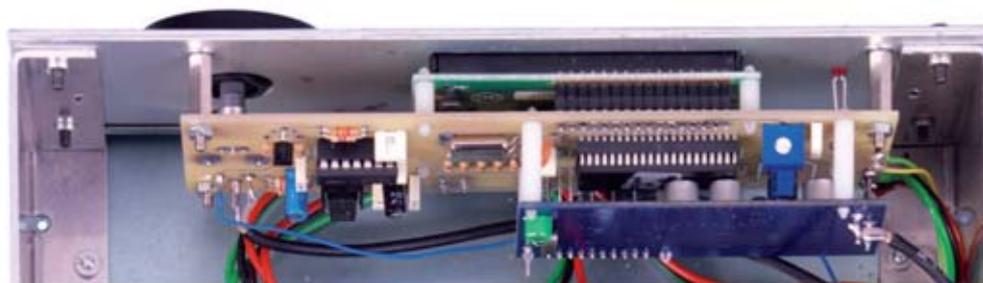


Fig.27 Detalle del panel frontal en el que se introduce el bloque formado por la tarjeta CPU, botones, display y la tarjeta SMD KM1644.

Por último queda sólo montar la alimentación LX.1779 (ver fig.10).

Sacar del blister el correspondiente circuito impreso y empezar por soldar el puente rectificador RS1 de forma cilíndrica con el terminal marcado por el símbolo + mirando hacia arriba.

Montar todos los condensadores de poliéster, cerámicos electrolíticos, poniendo especial atención a estos últimos, poniendo su terminal positivo como se ilustra en la fig.10.

Introducir en el impreso los dos integrados IC1-IC2, orientando hacia la derecha el lado metálico de su cuerpo, tal y como se ve en la fig.10 y el transformador T1.

A la izquierda se puede montar la clema para la conexión con el circuito LX.1778B y a la derecha la de conexión al interruptor S1 y el conector de red.

Como se ve en la fig.10, en el interior de este conector hay un fusible de 1 amperio.

Terminado el montaje de los 3 circuitos, falta insertarlos en el mueble y ocuparse del cableado. Ya que tanto los dibujos como las fotos son suficientemente explicativos, esta fase debería completarse sin mayores dificultades.

PRUEBA

Lo primero que hay que hacer es controlar que las fuentes de alimentación estén conectadas correctamente a las tarjetas LX.1778 y LX.1778B y con la polaridad correcta.

Encender el aparato: el display se iluminará mostrando la frecuencia de 0,5 MHz como se ve en la fig.38.

Regular el contraste del display con el trimmer R46. Hecho esto, se puede conectar el receptor a la entrada de audio del PC y ejecutar el programa Dream.

No queda más que regular el trimmer R30 que define la amplitud de la señal de entrada a la tarjeta de audio, de modo que la base del espectro se posicione en torno a los -80 dB.

USO DEL PROGRAMA DREAM

La salida de nuestro receptor viene conectada por medio de un cable BF (que no va incluido) a la entrada de la tarjeta de audio del PC (que efectúa la desmodulación) y se usa con el programa Dream (contenido en el CDR1778).

Insertar el CD en el lector y copiar la carpeta Dream en vuestro disco duro.

Abrir la carpeta y pinchar sobre el programa Dream tal y como se ve en la fig.29 y el programa arrancará. Ya que el programa no requiere instalación, se puede crear un acceso directo en el escritorio.

Una vez ejecutado el programa aparecerá una pantalla como la de la fig.30.

Pinchando en el menú Settings (ver fig.31) y a continuación sobre AMAnalog, aparecerá una pantalla como la de la fig.32.

El programa mostrará el espectro de las señales de radio convertidas (ver fig.33).

En la barra inferior de la pantalla está el menú del programa Dream, dividido en 5 submenús (ver fig.28) que describimos brevemente.

Filter Bandwidth

Este filtro regulable con el cursor sirve para eliminar interferencias.

Demodulation

- AM desmodulación de las señales en modulación de amplitud;
- LSB Lower Side Band desmodulación de la banda inferior del SSB;
- USB Upper Side Band desmodulación de la banda superior del SSB;
- CW Continuos Wave desmodulación de las transmisiones telegráficas;
- FM Frequency Modulation desmodulación de la modulación de frecuencia de banda estrecha.

AGC Automatic Gain Control

En caso de que la potencia de la señal sufra fuertes variaciones, el AGC lo nivela.

Los comandos disponibles son:

- OFF apagado
- Slow intervención lenta
- Med intervención media
- Fast intervención rápida

Noise Reduction

La reducción del ruido se realiza mediante un algoritmo matemático con niveles de intervención seleccionables.

El compromiso entre señal y ruido se logra probando los diversos niveles de intervención:

- OFF apagado;
- Low intervención baja;
- Med intervención media;
- High intervención pesada.

Audio

- Mute Audio deshabilita el audio;
- Save Audio guarda la señal recibida en archivos en formato PCM;

PLL

Engancha el soporte a la referencia de clock de la tarjeta de audio, reduciendo el margen de error de sintonización a pocos Hz.

El enganche se ve a la derecha en el instrumento PLL Phase Offset.

Auto Frequency Aquisition

Seleccionando esta opción y pinchando sobre el analizador del espectro se consigue la señal con la mayor potencia que haya en los alrededores del cursor (rojo punteado, ver en fig.32).

El uso del programa es muy simple.

Modificando la sintonización en el receptor, se ven las diferentes emisoras presentes en el espectro.

Pinchando con el botón izquierdo del ratón sobre la línea roja punteada que se ve en la fig.33 se mueve el cursores sobre la señal a demodular.

Una vez sintonizada la emisora se elige el tipo de desmodulación y se optimizan la anchura del filtro y la reducción de ruido.

Al tener localizada una señal DRM como se ve en la fig.34, pinchar sobre el botón DRM: el programa se pone en modo de búsqueda y poco después se escuchará la emisora.

Del programa Dream hemos explicado las funciones más comunes: entre las restantes destacamos la Evaluation Dialog que se encuentra en el menú Wiew como se ve en la fig.36.

En caso de que no se logre la recepción de una señal DRM, puede ser necesario actuar sobre el comando Flip (ver fig.36) para invertir la fase de la señal de entrada.

En las fig.35-37 se ven las pantallas relativas a las emisoras BBC WS y REE recibidas junto a muchas otras en nuestras pruebas.



Fig.28 Aquí se ve el menú principal del programa Dream. De izquierda a derecha se pueden ver los 5 submenús Demodulation, AGC, Noise Reduction, Audio, PLL y Auto Frequency Acquisition.

Fig.29 Así se ve la carpeta del programa tras haber sido copiada del CD al disco duro.

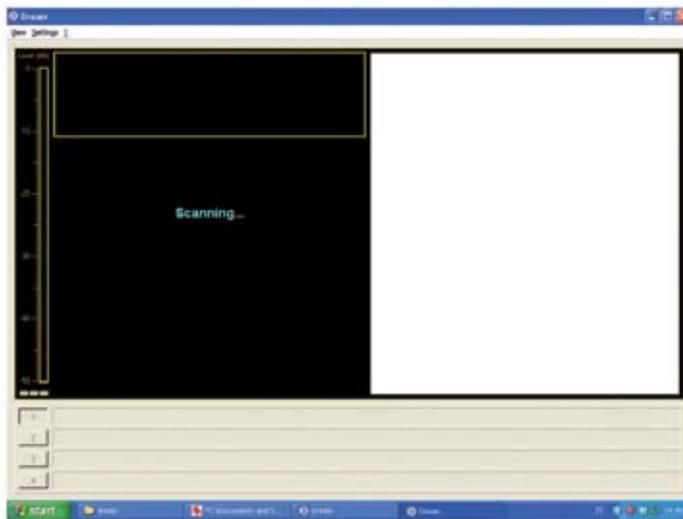
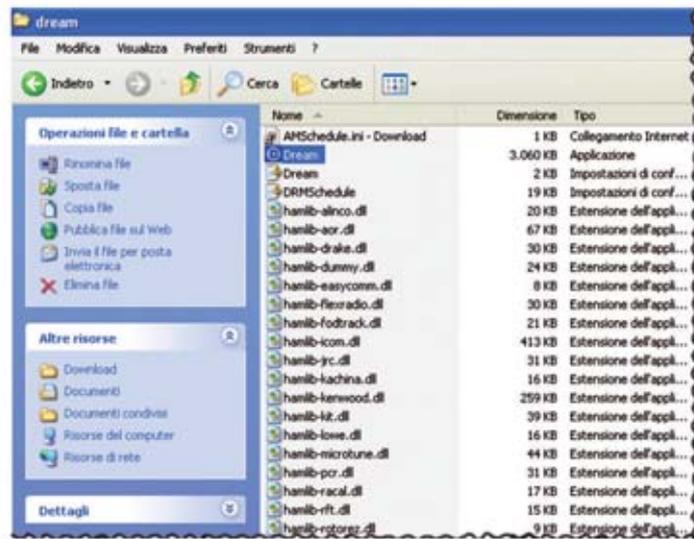
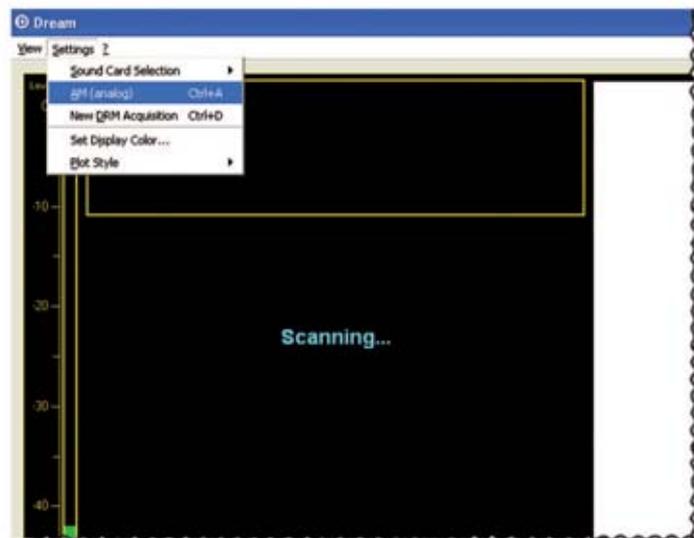


Fig.30 Al iniciar el programa aparece la primera pantalla y comienza automáticamente la búsqueda de una emisora DRM.

Fig.31 En el menú Settings hay que seleccionar AManalog y el programa Dream mostrará el espectro de las emisoras recibidas (ver fig.32).



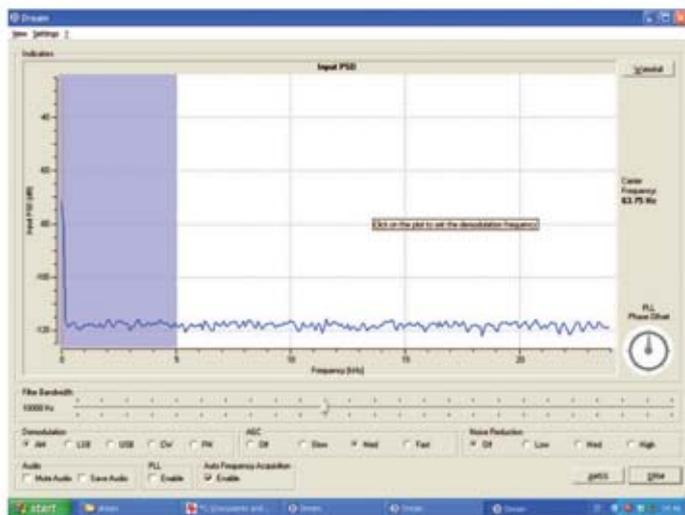


Fig.32 Obviamente, no habiendo ninguna señal a la entrada de la tarjeta de audio, el espectro aparecerá vacío. En el centro de la pantalla se ve el puntero del ratón que sirve para cambiar de sintonización (línea roja punteada).

Fig.33 Se ve el programa sintonizado en una emisora AM. En azul se ve la amplitud del filtro optimizada para recibir correctamente la emisora.

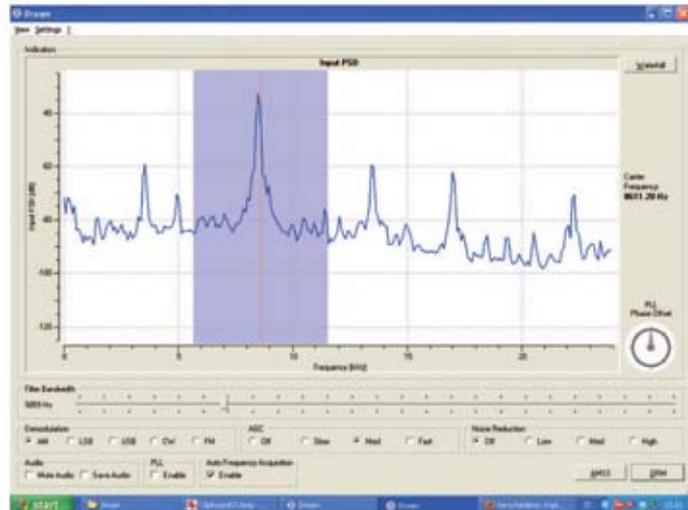


Fig.34 Así se ve una señal DRM reconocible por su típica forma. Nótese la amplitud de banda con respecto a la señal AM.



Fig.35 Ésta es una de las muchas emisoras recibidas. Nótese la información acerca de la recepción de la BBC-WS en DRM.

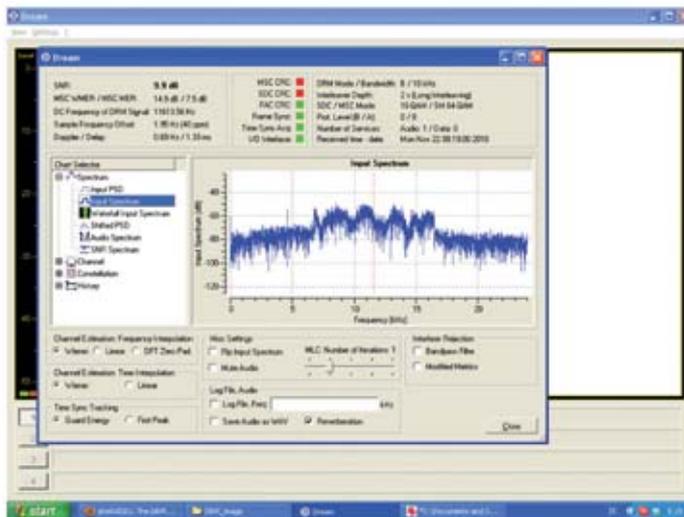
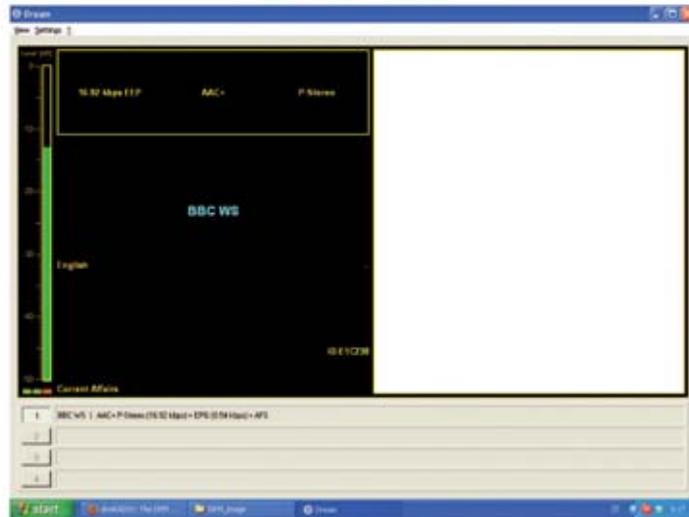
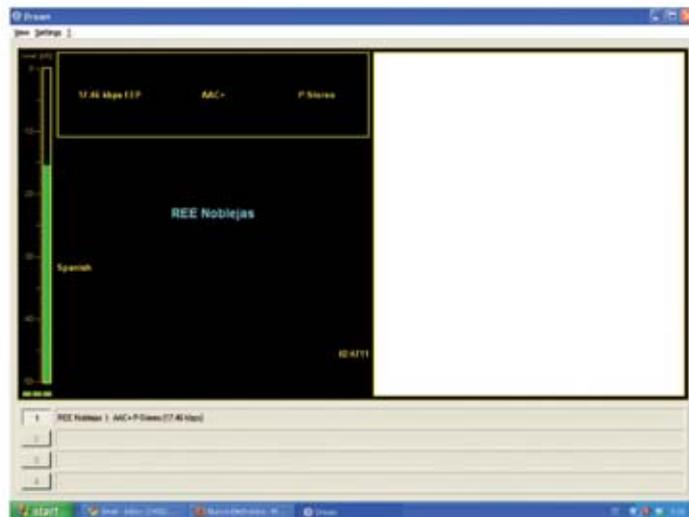


Fig.36 La función del programa Evaluation Wiew muestra el espectro de la emisora recibida y en el menú de la izquierda se pueden ver una serie de funciones útiles. Está el comando Flip que puede usarse en caso de que la tarjeta de audio invirtiese la fase.

Fig.37 Una de las emisoras recibidas durante las pruebas REE. Si trata de una emisora portorriqueña que cubre con su señal toda América Latina.



USO del RECEPTOR

El frontal del receptor se presenta bastante “limpio”, con pocos mandos dispuestos de izquierda a derecha en el siguiente orden:

- led rojo “Antena Fault” se enciende cuando hay un cortocircuito en la entrada de la antena retroalimentada;

- LCD indica las frecuencias de sintonización y los modos de funcionamiento;

- Mode selecciona el funcionamiento;

< desplazamiento a la izquierda

> desplazamiento a la derecha

+/- configuración de la media frecuencia negativa en la modalidad DDS;

- Tune incrementa la frecuencia en el sentido horario y la disminuye en sentido contrario con el codificador.

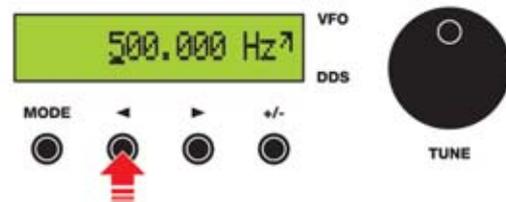


Fig.39



Fig.40

Pulsando el botón Mode aparece el valor de frecuencia media, que tendría que estar memorizado ya en los 10,700 MHz como se ve en la fig.41:

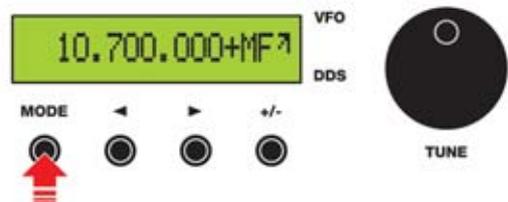


Fig.41

CONFIGURACIÓN DEL RECEPTOR

La primera vez que se enciende el receptor se posiciona en la frecuencia de 500 kHz (principio de la banda de recepción) como se ve en la fig.38:



Fig.38

Para cambiar la frecuencia hay que pulsar los botones < y > escogiendo la cifra que se verá subrayada y se cambia el número con el encoger, como se ve en las fig.39-40:

Atención: hay que tener en cuenta que si se modifica la MF el programa no verificará que su valor corresponde a 10,7 MHz; en ese caso, el receptor no funcionará correctamente.

Una vez terminada esta configuración, pulsar Mode: la MF se memoriza y reaparece la frecuencia de sintonización.

Usando las modalidades explicadas, empezamos a explorar las bandas de onda corta. Moviendo la frecuencia, se verán aparecer las emisoras presentes en el analizador del espectro del programa Dream.

CONFIGURACIÓN DEL RECEPTOR

Los circuitos LX.1778 + LX.1778B pueden usarse como generador DDS independiente de 1 Hz a 120 MHz utilizable como generador sinusoidal o VFO.

La elección de esta modalidad se realiza encendiendo el aparato manteniendo el botón apretado y soltándolo tras unos segundos. En el display aparecerá la modalidad actualmente configurada y, pulsando el botón mode aparecerán alternativamente DRM Radio o bien DDS Generator: seleccionar la que se prefiera y luego apagar el receptor. Así la modalidad elegida quedará memorizada y se podrá seleccionar la FM en la frecuencia que interese.

Las modalidades de funcionamiento serán muy similares a las del Generador BF-VHF LX.1645 que ya publicamos anteriormente, cambia sólo la modalidad de recepción de la frecuencia que ahora se realiza con el codificador (en el LX.1645 con la botonera).

El amplificador de salida del DDS puede trabajar hasta una frecuencia mínima de 100 kHz: si se necesita usar frecuencias inferiores, hay que conectarse a otra salida DDS Out (en el circuito impreso hemos previsto dos huecos para esto).

Si en esta salida conviene poner un buffer/filtro pasa bajo, fabricado, por ejemplo, con un operacional.

CONCLUSIÓN

Si con este artículo hemos logrado despertar la curiosidad del lector empujándolo a redescubrir o descubrir, según su edad, el mundo de la radioescucha, podemos declarar que hemos cumplido nuestro objetivo.

Sabemos que esta propuesta va contracorriente a

lo que se lleva hoy en día, pero creemos que recibir en OC una señal con la misma calidad que la FM estéreo y casi sin ruido es un bonito salto cualitativo con respecto al pasado.

Además las emisoras DRM aumentan cada día y para tener más información el programa Dream permite descargar la lista actualizada con frecuencias y horarios de emisión.

Por último, se pueden escuchar también las emisoras de radio "tradicionales": no queda más que elegir ¡y disfrutar de la escucha!

COSTE DE EJECUCIÓN

Componentes necesarios para la CPU, teclado, pantalla, (ver fig.14 y21), incluido el circuito impreso:

LX1778:..... 98,50 euros.

Componentes necesarios para la base del receptor DRM (ver fig.11), incluido el circuito impreso:

LX1778B:..... 140,00 euros.

Componentes necesarios para la alimentación LX.1779 (ver fig.10), incluido el circuito impreso:

LX.1701 :..... 46,00 euros.

Tarjeta que viene ya montada en SMD (ver fig.17-18):

KM1644:..... 99,00 euros.

Mueble metálico con frontal perforado y serigrafiado:

MO1778:..... 40,50 euros.

CD-Rom que contiene el programa Dream:

CDR1778:..... 20,00 euros.

Circuitos impresos :

CS1778:..... 17,00 euros.

CS1778B:..... 31,00 euros.

CS1701 :..... 8,00 euros.

Los precios no incluyen el IVA.