



Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - Junio 2005

Conectores de RF
Construcción de equipos de radioaficionado
Dipolo para 1,850 MHz
Bose: El padre de las microondas

CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS DE RADIOAFICIONADO.

1.- INTRODUCCIÓN.

La construcción de equipos de radioaficionados es una de las distintas facetas de la radioafición. Otra muy practicada es la realización de concursos y diplomas. En los últimos tiempos han proliferado toda clase de concursos para poner a prueba la destreza y constancia en la operación de una estación de radioaficionado. Se valora la cantidad de contactos y la distancia conseguida. Otros aspectos que se tienen en cuenta es el número de países o distritos trabajados, bandas utilizadas, etc. Se puede decir que existen concursos para casi cualquier preferencia del radioaficionado.

La construcción de equipos por parte del radioaficionado medio ha sufrido una disminución debido a diversos factores. Es difícil (por no decir imposible) competir con los fabricantes de equipos comerciales. Frente a factorías con decenas o centenas de operarios, modernas máquinas automatizadas, departamentos dedicados a investigación y desarrollo, el radioaficionado solamente puede contraponer un enorme entusiasmo.

En los primeros días de la radio, los radioaficionados han sido frecuentemente pioneros en el descubrimiento, investigación, desarrollo y utilización de métodos y dispositivos de comunicación mediante ondas de radio. Desafortunadamente, la tecnología actual que inunda los equipos de radioaficionado es el fruto del trabajo colectivo de muchas personas en grandes y costosas instalaciones, lo que queda fuera de los medios del radioaficionado común. El radioaficionado medio jamás podrá construir un transceptor del estilo de los que se encuentran en los comercios del ramo. Placas de circuito impreso multicapa con circuitos integrados muchas veces fabricados especialmente, componentes de montaje superficial y otra serie de características hacen imposible su construcción con los medios comunes a nuestra disposición.

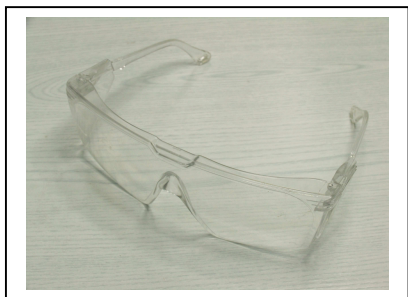
No obstante, es posible la construcción de múltiples equipos, desde sencillos receptores de galena hasta sofisticados analizadores de espectro, pasando por receptores, transmisores, generadores, medidores, etc. Únicamente es necesario estudiar bien el proyecto y dejar de lado aquellas características menos necesarias o que puedan exigir elementos especiales o poco comunes. Para muchos aficionados, la construcción es tan fascinante o más que el propio funcionamiento del equipo una vez terminado.

En las siguientes líneas se darán algunas indicaciones para que nuestro cuarto de la radio pueda contar cada día con mayor número de equipos y aparatos, para el mejor y mayor disfrute de nuestra afición. Lo único necesario es mucha constancia y determinación para alcanzar el fin propuesto. Un día le pregunté a uno de mis alumnos si sería capaz de ir andando a China. Me contestó que no. Yo le respondí que lo único que tenía que hacer era adelantar un pie, a continuación adelantar el otro para dar un paso, adelantar de nuevo el primero para dar otro paso y así sucesivamente. Al final, mediante este procedimiento, conseguiría ir a China. Obviamente, lo que yo le quería decir a este alumno era que no importa lo difícil o laboriosa que pueda ser la tarea que nos

propongamos. Con constancia y perseverancia podemos alcanzar cualquier meta, y en nuestro caso, construir el equipo que hayamos decidido.

2.- SEGURIDAD.

En cualquier trabajo manual puede existir un riesgo para nuestra integridad física. La utilización de herramientas, incluso las más comunes, puede producir daños mas o menos importantes en nuestras manos o en cualquier otra parte de nuestro cuerpo. Por eso es muy importante proveernos de los elementos de protección adecuados al trabajo que estemos realizando.



Tal vez la parte más delicada de nuestro organismo sean los ojos. Unas gafas de protección son muy baratas y siempre que estemos taladrando, cortando, soldando, etc., nuestros ojos están en peligro. Las pinturas y disolventes pueden salpicar y quemar los ojos. Por tanto, es imperativo el uso de gafas de protección siempre que se esté usando cualquier tipo de herramienta.

El ruido que producen algunas máquinas también puede ser nocivo para nuestros oídos. Algunas sierras, taladros u otras máquinas pueden generar un nivel elevado de ruido que, si estamos en un lugar cerrado, puede sobrepasar en bastantes decibelios el nivel máximo admisible. Unas protecciones acústicas serán muy útiles en estos casos.



El trabajo con herramientas puede también provocar heridas en nuestras manos. Si estamos limando, serrando, taladrando, etc., una falsa maniobra puede provocar una herida, que en el peor de los casos puede ser de consideración. Es preciso por tanto utilizar guantes de mayor o menor grueso según la operación que estemos realizando.

Mucha atención con las líneas de alimentación eléctrica. No se debe instalar nunca una antena cerca de una línea eléctrica. En caso de fuertes vientos u otras circunstancias pueden entrar en contacto la línea y la antena, pudiendo producirse descargas en nuestra estación y un alto riesgo de incendio. Mucha precaución al utilizar escaleras de mano.

Es preciso mantener la máxima atención en el trabajo que se está realizando. No se debe comer, beber, fumar o realizar cualquier otra cosa que nos distraiga de nuestra tarea. Cada uno es responsable de la propia seguridad y muchos de los pequeños o grandes accidentes que se producen, se pueden evitar si ponemos un máximo de atención en nuestro trabajo. Hay que usar el sentido común y ser conscientes de las propias habilidades y limitaciones.

3.- HERRAMIENTAS.

Se puede realizar un magnífico trabajo con chasis y paneles metálicos utilizando sólo algunas herramientas de poco precio. Sin embargo, se reducirá mucho el tiempo necesario para la construcción si se dispone de un surtido bastante completo de herramientas para trabajo de metal. Así, si bien con una serie completa de herramientas se acelerará el trabajo, también se pueden conseguir resultados con sólo un número reducido de ellas, si se dispone de tiempo y se tiene suficiente paciencia.

El que la inversión en herramientas esté o no justificada depende de varios factores. Si al aficionado le gusta hacer pequeños trabajos o reparaciones caseras, probablemente estará ya en posesión de herramientas tales como destornilladores, martillos, sierras, escuadra, tornillo de banco, etc., que también son muy útiles para la construcción de equipos de radio. Esto significa que el dinero de su presupuesto de radio, destinado a herramientas, se puede aplicar a la compra de herramientas más especializadas.

El trabajo a realizar es lo que determina si es o no económico comprar un gran surtido de herramientas, así como si debe comprar el tipo menos caro ofrecido a precios muy bajos por los centros de bricolage o si se debe emplear más dinero y adquirir herramientas de primera calidad. Estas últimas cuestan mucho más y sólo trabajan algo mejor siendo nuevas, pero en cambio, duran mucho más que las herramientas baratas. Por lo tanto, son una buena inversión para el experimentador que realiza muchos trabajos de construcción (si puede permitirse el desembolso inicial). El aficionado que construye accidentalmente alguna pieza, no necesita preocuparse por la duración de las herramientas, pues incluso las más baratas le durarán varios años si tiene cuidado con ellas.

Es muy útil tener en el taller del radioaficionado las herramientas y los materiales incluidos en las listas que siguen. Los materiales que no están enumerados, pero que se emplean ordinariamente, tales como pintura, se pueden adquirir a medida que se necesiten para cada construcción en particular.

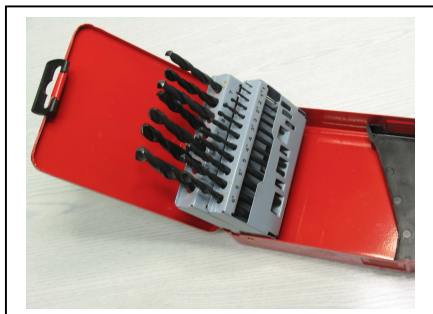
Alicates de puntas largas, de 10 y 15 cm.
Alicates universales
Alicates de corte, pequeños y medianos
Destornillador plano, varios tamaños.
Destornillador Philips, PZ1 a PZ4
Juego de destornilladores pequeños del tipo de joyero.
Punzón para marcar líneas en metal.
Escuadra de 50 cm.
Regla de acero de 50 cm.
Cinta métrica de acero, enrollable.
Taladro eléctrico, portabrocas 10 mm.
Soldador eléctrico tipo lápiz, de 30 W, varias puntas.
Soldador de 200 W, punta de 15 mm.
Sierra para hojas de 30 cm, con sierras.
Punzón para marcar centros de agujeros.

Escariador circular para cortar agujeros en chasis.
Martillo de cabeza redonda, de 0,5 Kg.
Cuchillo o navaja (para usos varios).
Juego de limas, planas, redondas, media caña y triangulares.
Juego de brocas acero rápido, 1 – 10 mm.
Juego de llaves tubo para tuercas.
Juego de llaves planas.
Llaves inglesas de 15 y 25 cm.
Cepillo (carda) de limas.
Juego de machos de rosca.
Tornillo de banco, boca de 10 cm o más.
Aceite de máquina de densidad media.
Tijera para cortar metales, de 25 cm.
Piedra esmeril circular, a motor.
Hilo de estaño 60/40, con núcleo de resina.
Limpiador de contactos en spray.
Pegamento rápido.
Cinta aislante de plástico vinílico.
Un extintor pequeño.

En esta tabla no están incluidas varias herramientas especiales de radio que constituyen en cierto modo un lujo, aunque sean de mucha utilidad, tales como destornilladores y llaves inglesas para puntos inaccesibles, puntas especiales de soldador, etc. Estas herramientas se pueden encontrar en comercios importantes de radio y normalmente figuran en sus catálogos.

Es una excelente idea, para todo aficionado que realice trabajo constructivo, completar su equipo de herramientas de tiempo en tiempo, a medida que lo permitan sus finanzas. Las casas vendedoras de artículos de radio, y la mayoría de las ferreterías tienen disponibles las herramientas necesarias para construir o reparar el equipo del radioaficionado. Las accionadas por motor son muy útiles y ahorran mucho tiempo, pero no son indispensables.

3.1.- BROCAS.



Las brocas se fabrican con acero rápido o acero al carbono. Este último es el más común y el que se vende normalmente, a menos que el comprador especifique expresamente lo contrario. Las brocas de acero al carbono son adecuadas para la construcción de la mayor parte de los equipos. Además, su precio es menor que las de acero rápido. Las brocas de cobalto son mucho más duras que las de acero y aunque su precio es algo más elevado, su extrema dureza permite el taladrado de los materiales más tenaces.

Se pueden adquirir brocas en gran variedad de diámetros. Generalmente resulta más adecuado adquirir varias de cada una de las medidas más comúnmente usadas, que disponer de un juego completo, ya que la mayor

parte no se emplean nunca o casi nunca. No obstante los precios de estos elementos no son muy elevados y quizás el lector decida adquirir un estuche con un juego completo de brocas y reponer las que se vayan inutilizando, tal vez con el tipo más duro de cobalto.

3.2.- CONSERVACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS.

Las brocas deben ser afiladas con frecuencia a fin de que se reduzca al mínimo su desgaste. Esto facilita mantener los ángulos superficiales más bien críticos que son necesarios para cortar con el mínimo desgaste. El afilado ocasional con la piedra, de los bordes cortantes de brocas y escariadores, prolonga los intervalos entre ajustes totales de estas herramientas. Existen en el mercado unos pequeños aparatos para el afilado de brocas que permiten conservarlas en perfecto estado de uso. Al realizar taladros, sobre todo en metales duros, es muy conveniente lubricar la broca con unas gotas de aceite. Esto hace que el corte sea mejor, se reduce el calentamiento y se aumenta la duración de la broca.

Se puede mantener en buen estado el soldador conservando la punta bien estañada y evitando que trabaje a la tensión total durante períodos prolongados, mientras no se le está usando. Se debe quitar la punta de vez en cuando y limpiarla de cualquier costra de suciedad que se hubiera acumulado. Una punta oxidada puede limpiarse mientras está caliente y frotándola luego con una carda hasta que quede limpia. Es muy útil tener una pequeña lata donde se derrite un poco de resina o colofonia y que nos servirá para limpiar la punta del soldador. Si la punta quedara picada, será preciso limarla hasta que quede suave y brillante, luego se la estaña con el hilo de soldadura.

El resto de las herramientas también deben conservarse en buen estado. Los destornilladores planos deben afilarse de vez en cuando para que ejerzan la fuerza adecuada. Las limas se limpian con una carda de hilos de acero. Las llaves, alicates, etc., deben limpiarse y si es necesario engrasar para mantenerlas perfectamente operativas. Todos estos cuidados de las herramientas harán que nuestro trabajo sea más fácil y cómodo.

3.3.- MATERIALES ÚTILES.

Es necesario disponer de pequeñas existencias de diversos materiales para la construcción de equipos de radio. La mayor parte se vende en ferreterías, bricolaje y negocios especializados en radio. La lista siguiente indica algunos de los materiales que es conveniente disponer en el cuarto de la radio.

Chapa de aluminio, 1, 2 y 3 mm.
Chapa de aluminio, perforada para blindajes.
Ángulos de aluminio de 10 x 10 mm.
Varilla de latón o aluminio de 6 mm de diámetro.
Tornillos con tuerca, cabeza redonda y plana, 2 – 5 mm.
Terminales para conexión.
Fragmentos de metacrilato, fibra y otros materiales aislantes.
Gomas pasa-chasis.

Tubo retráctil de diferentes diámetros.
Cable para conexiones común y blindado.
Cable estañado sin recubrimiento.

4.-EQUIPO DE MEDIDA.

Un apartado muy importante es el equipo de medida disponible en el cuarto de radio. Para la puesta en funcionamiento de los montajes más elementales solamente será necesario un multímetro, analógico (de aguja) o digital, pero para el ajuste y calibración de equipos más sofisticados será imprescindible disponer de otros aparatos, frecuencímetro, osciloscopio, generadores, etc.

4.1.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

Prácticamente la mayoría de los equipos comerciales funcionan con una tensión nominal de 13,8 voltios, que es la tensión en bornes de la batería de un automóvil cuando el motor está en funcionamiento. Los montajes que realiza el radioaficionado suelen también funcionar con una tensión de 12 voltios, por lo que una fuente de alimentación de esta tensión es imprescindible en el cuarto de la radio. Para la alimentación de los equipos se puede utilizar una fuente de tensión fija y capaz de entregar una corriente de 10 – 15 amperios, según el/los equipos disponibles. Si hay que alimentar varios equipos, parece más conveniente disponer de dos o más fuentes individuales, en lugar de tener una misma fuente para todos los equipos.



Para la alimentación de los montajes experimentales es preferible una fuente cuya tensión de salida sea ajustable hasta un máximo de unos 30 voltios y con una intensidad máxima de 2 – 3 amperios. La protección de la fuente (y de los equipos) se puede hacer de dos maneras. Una es desconectando la fuente frente a cortocircuitos en la salida y otra forma es limitar la intensidad de la corriente a un valor

prefijado. El primer método es preferible para fuentes de tensión fija, mientras que el segundo método se utiliza preferiblemente en las fuentes ajustables de laboratorio.

4.2.- MULTÍMETRO.

Hay dos tipos de multímetros, analógico y digital, cada uno con sus características propias. Lo ideal es disponer uno de cada tipo. Los multímetros miden tensiones continuas y alternas, corrientes continuas y alternas y resistencias. El tipo analógico (de aguja) es más útil cuando es necesario ver el movimiento de la aguja, por ejemplo, cuando se está ajustando un circuito. El multímetro debe tener una sensibilidad no menor de 20.000 ohms/volt, para tener una buena sensibilidad y una alta impedancia y así no cargar los circuitos

bajo prueba. Algunos tester analógicos pueden comprobar transistores y también pueden medir frecuencias en el margen de B.F.



Para otras medidas es preferible el tester digital por su mayor precisión. El modelo más común suele tener “3 y ½” dígitos, lo que significa que los tres dígitos de la derecha pueden mostrar cifras de 0 a 9 y el dígito más a la izquierda solo muestra el 0 y el 1. Por tanto, la máxima lectura será 1999, (ignorando el punto decimal). Este tipo de tester tiene una impedancia de entrada muy alta, del orden de 10M, lo que elimina la carga sobre el circuito bajo prueba.



Una característica de algunos modelos, es el “autorango”, que hace que el tester se ajuste automáticamente a la tensión de medida, eligiendo el margen adecuado. Esta característica permite tener las manos libres

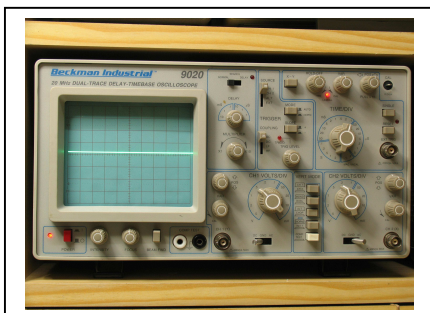
para poder hacer las medidas con más comodidad. También los tester digitales son más inmunes a los campos de R.F., muy útil si se trata de medir tensiones en un transmisor que esté funcionando.

Algunos modelos de tester digital tienen otras características muy útiles, ya que pueden medir capacidades, frecuencias, transistores, etc., permitiendo realizar toda una serie de medidas con un sólo aparato.

4.3.- VOLTÍMETRO A VÁLVULA.



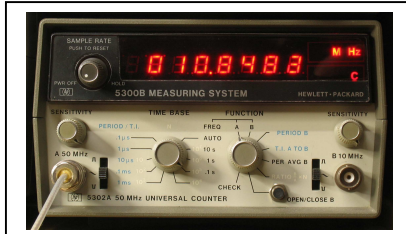
Este instrumento, tiene una impedancia de entrada muy elevada, como los tester digitales, por lo que se minimizan los efectos sobre el circuito bajo prueba. Por otra parte, si se dispone de una buena sonda de R.F. es posible medir tensiones de radiofrecuencia de hasta varios cientos de MHz, lo que nos permite comprobar osciladores, separadores, etc. Si el lector encuentra un voltímetro a válvula a buen precio en algún mercadillo, es una buena idea su adquisición y así completar el instrumental del cuarto de la radio.



4.4.- OSCILOSCOPIO.

Se puede decir que el laboratorio del radioaficionado no está completo si no cuenta con un osciloscopio. Este útil y versátil instrumento permite medir tensiones, frecuencias, tiempos, niveles de modulación en transmisores, etc. Ciertamente es un aparato de un precio elevado, por lo que, si

se decide su compra, no es recomendable decidirse por los modelos más baratos. Los tipos para audiofrecuencia no son recomendables por sus limitaciones. Un ancho de banda mínimo de 30 MHz, doble canal, barrido retardado y otras características son recomendables. Si se decide la compra de una unidad usada, es conveniente que sea de estado sólido y se debe comprobar su funcionamiento antes de la compra. Es muy interesante disponer de la correspondiente documentación técnica para poder efectuar posibles reparaciones o ajustes.



4.5.- FRECUENCÍMETRO.

Otro instrumento esencial y afortunadamente más asequible, es el frecuencímetro, que nos permite la medida de frecuencias en osciladores, transmisores, etc. Las características a considerar son la máxima frecuencia de medida, precisión y sensibilidad. Hay bastantes modelos en el mercado, incluso portátiles, con excelentes características. También se puede adquirir en kit, e incluso diseñarlo y montarlo uno mismo, ya que hay muchos circuitos publicados en libros y revistas. También se puede adquirir un modelo antiguo y extender el margen de medida con el correspondiente "prescaler".



4.6.- GENERADOR DE R.F.

Es el instrumento indispensable para la prueba de receptores y otros equipos. Debe tener un margen de frecuencias adecuado a las bandas que se trabajen y su señal de salida debe poder atenuarse lo suficiente para poder efectuar medidas de sensibilidad. Otro factor a tener en cuenta es la estabilidad de frecuencia después del correspondiente tiempo de estabilización. El mercado de segunda mano puede proporcionarnos unidades adecuadas a buen precio. Si el margen de frecuencias es escaso, siempre se puede extender con un conversor de frecuencia externo. También se puede utilizar un atenuador externo bien calibrado.



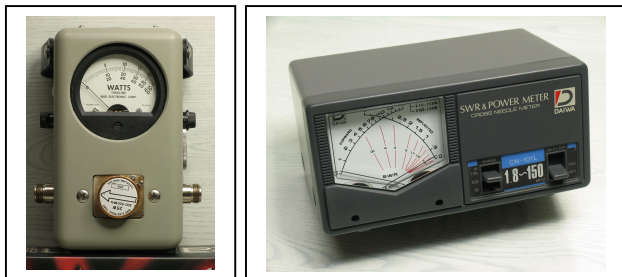
4.7.- GENERADOR DE B.F.

Para la prueba de preamplificadores, amplificadores, ecualizadores, compresores, etc., es necesario un generador de B.F. La onda de salida debe ser sinusoidal y si además contamos con onda triangular y cuadrada, sus aplicaciones pueden ser mayores. Otras características



pueden ser barrido de frecuencias, ancho de onda variable, etc. Para el trabajo en SSB es muy conveniente un generador de doble tono para el correcto ajuste de estos equipos.

4.8.- WATÍMETRO.



Un watímetro que incluya medidor de ROE es un instrumento indispensable para conocer el correcto funcionamiento de transmisores y antenas. Hay modelos de elevado precio cómo los clásicos BIRD o bien modelos

más económicos que se pueden encontrar en los comercios del ramo. Como en otras ocasiones, no se recomiendan los modelos más baratos por su imprecisión y limitaciones de potencia. Un complemento muy útil es una carga artificial con una disipación de potencia adecuada. Se puede adquirir en los comercios o bien construirla, para lo que se puede encontrar información en libros, revistas y otras publicaciones.

4.9.- COMPROBADOR DE TRANSISTORES.

Muchas veces tenemos transistores en el cajón de los componentes que no estamos seguros de su funcionamiento por haber sido utilizados en algún montaje experimental, por lo que es conveniente su comprobación. A este respecto conviene repasar los diversos sistemas de denominación o marcado de los transistores, que son los siguientes.

Sistema europeo.

Este código de designación de tipo se refiere a todos los elementos semi-conductores con o sin uniones y a los dispositivos múltiples(*). La designación de tipo consta de:

Dos letras, [letra], número de serie, [sufijo].

La **primera letra** distingue entre dispositivos con uniones y sin uniones e indica el material semiconductor utilizado.

A	Dispositivos con una o más uniones, que utilizan materiales con un margen de banda de 0,6 a 1,0 eV, tales como germanio.
B	Dispositivos con una o más uniones, que utilizan materiales con un margen de banda de 1,0 a 1,3 eV, tales como silicio.
C	Dispositivos con una o más uniones, que utilizan materiales con un margen de banda de 1,3 eV en adelante, tales como arseniuro de galio.
D	Dispositivos con una o más uniones, que utilizan materiales con un margen de banda de menos de 0,6 eV, tales como antimoniuro de indio.
R	Dispositivos sin uniones, que utilizan materiales como los empleados en generadores Hall y células fotoconductoras.

(*)Un dispositivo múltiple se define como una combinación de dispositivos activos similares o no, contenida en una cápsula común que no puede desmontarse y que todos los electrodos de los dispositivos individuales son accesibles desde el exterior.

Múltiples de dispositivos similares así como múltiples consistentes en un dispositivo principal y otro auxiliar se designan de acuerdo con el código para dispositivos discretos que se describe más arriba. Los múltiples de dispositivos no similares de distinta naturaleza se designan con la segunda letra G.

La **segunda letra** indica esencialmente la aplicación principal o aplicación principal y construcción en el caso que se requiera una mayor diferenciación.

A	Diodo detector, diodo de alta velocidad, diodo mezclador.
B	Diodo de capacidad variable.
C	Transistor para aplicaciones de A.F.
D	Transistor de potencia para aplicaciones de A.F.
E	Diodo túnel.
F	Transistor para aplicaciones de R.F.
G	Múltiple de dispositivos no similares.
H	Sonda de campo.
K	Generador Hall en un circuito magnético abierto, por ejemplo, sonda de magnetograma o de señal.
L	Transistor de potencia para aplicaciones de R.F.
M	Generador Hall en un circuito magnético cerrado excitado eléctricamente, por ejemplo, multiplicador o modulador Hall.
N	Fotoacoplador.
P	Elemento sensible a radiaciones.
Q	Elemento generador de radiaciones.
R	Dispositivo de control y conmutación disparado eléctricamente.
S	Transistor de potencia para aplicaciones de conmutación.
T	Dispositivo de potencia para control y conmutación disparado eléctricamente.
U	Transistor de potencia para aplicaciones de conmutación.
W	Dispositivo de ondas acústicas de superficie.
X	Diodo multiplicador, p.e. varactor, de recuperación por pasos.
Y	Diodo rectificador, diodo recuperador, diodo de eficiencia.
Z	Diodo de referencia de tensión o regulador de tensión.

El **número de serie** está formado por:

Tres cifras para los dispositivos semiconductores diseñados para uso principalmente en aparatos domésticos.

Una letra y dos cifras para los dispositivos semiconductores diseñados para uso principalmente en equipo profesional o industrial. Esta letra suele ser W, X, Y, Z.

El **sufijo**, si está presente, indica el grupo de ganancia:

A	Baja ganancia.
B	Ganancia media.
C	Alta ganancia.

Sistema americano.

Este sistema de designación de semiconductores se denomina Sistema **JEDEC** (Joint Electron Device Engineering Council) y tiene el siguiente formato:

Número, letra, número de serie, [sufijo].

El **número** indica el número de uniones P-N del dispositivo. Así, un dispositivo cuyo tipo comienza por “2” tendrá dos uniones y será un transistor.

1	Diodos.
2	Transistores bipolar y FET.
3	MOSFET de doble puerta, tiristores, etc.
4	Fotoacopladores

La **letra** es siempre “N”.

El **número de serie** está comprendido entre 100 y 9999 y no tiene un significado específico.

El **sufijo**, si está presente, indica el grupo de ganancia:

A	Baja ganancia.
B	Ganancia media.
C	Alta ganancia.

Sistema japonés.

Este sistema de designación de semiconductores se denomina Sistema **JIS** (Japanesse Industrial Standard) y tiene el siguiente formato:

Número, dos letras, número de serie, [sufijo].

El **número** indica el número de uniones P-N del dispositivo. Así, un dispositivo cuyo tipo comienza por “2” tendrá dos uniones y será un transistor.

1	Diodos.
2	Transistores bipolar y FET.
3	MOSFET de doble puerta, tiristores, etc.
4	Fotoacopladores

Las **dos letras** indican la aplicación del dispositivo.

SA	Transistor PNP para aplicaciones de R.F.
SB	Transistor PNP para aplicaciones de A.F.
SC	Transistor NPN para aplicaciones de R.F.
SD	Transistor NPN para aplicaciones de A.F.
SE	Diodo.
SF	Tiristor.
SG	Dispositivo GUNN.
SH	Unión.
SJ	FET/MOSFET canal P.
SK	FET/MOSFET canal N.
SM	Triac.
SQ	LED.
SR	Diodo rectificador.
SS	Diodo de señal.
ST	Diodo.
SV	Diodo de capacidad variable.
SZ	Diodo de referencia de tensión o regulador de tensión.

El **número de serie** está comprendido entre 10 y 9999 y no tiene un significado específico.

El **sufijo**, si está presente, indica que el tipo está aprobado para el uso por diferentes organizaciones japonesas.

Otros sistemas.

Algunos fabricantes, a menudo utilizan su propio sistema de codificación y numeración por motivos comerciales. Algunos de estos códigos específicos son:

MJ	Motorola, potencia, cápsula de metal.
MJE	Motorola, potencia, cápsula de plástico.
MPS	Motorola, baja potencia, cápsula de plástico.
MRF	Motorola, HF, VHF y UHF.
RCA	RCA
RCS	RCS
TIP	Texas Instruments, potencia, cápsula de plástico.
TIPL	Texas Instruments, planar, potencia.
TIS	Texas Instruments, baja potencia, cápsula de plástico.
ZT	Ferranti.
ZTX	Ferranti.

Como ya se ha mencionado, algunos modelos de tester pueden realizar la medida de transistores. Si no se dispone de este aparato, es posible su construcción, ya que se trata de un equipo muy sencillo y con pocos componentes. En libros y revistas de radio podemos encontrar información al respecto.

Otros aparatos de medida muy útiles son el Capacímetro, incluido en algunos tester y el medidor de inductancias ó Inductámetro, que nos permitirá la comprobación de todo tipo de bobinas y choques.



También es conveniente disponer de otros elementos como cables diversos, cables coaxiales, pinzas de cocodrilo, conectores de diversos tipos, destornilladores de plástico para ajuste, lupa, altavoz exterior, etc., etc. La práctica nos irá diciendo los elementos que necesitamos para la construcción y puesta a punto de nuestros equipos.

5.- DISEÑO.

El primer paso para la construcción de un equipo para el cuarto de la radio es decidir que montaje vamos a realizar. Si el lector no tiene mucha experiencia es conveniente comenzar por circuitos sencillos para después pasar a montajes más complejos. De esta primera operación depende el éxito final del montaje. No conviene ser demasiado ambicioso y planear la construcción de un equipo demasiado complicado con multitud de opciones y características, a menos que se tenga la suficiente experiencia.

Si se piensa realizar un montaje que tenga varias unidades, como por ejemplo un receptor multibanda o un transceptor de HF, es preciso seguir unas ciertas normas en su construcción.

Es conveniente dividir el equipo en varias unidades siguiendo el camino de las señales. Cada unidad deberá estar convenientemente blindada para evitar radiaciones indeseadas y la entrada y salida de señales se hará con conectores coaxiales y cable de 50 ohm de impedancia, por ejemplo RG-174.

Las conexiones de alimentación y circuitos de relé deberán hacerse mediante condensadores pasachasis soldados al blindaje externo. En ciertos casos, deberán duplicarse estos condensadores de desacoplo.

Las tapas de cada módulo deberán sujetarse con varios tornillos para asegurar el cierre de las mismas. En algunos casos, donde la radiación entrante o saliente constituya un problema, estas tapas deberán soldarse todo alrededor del módulo.

Salvo en módulos o unidades para las bandas de UHF y superiores, el montaje se hará normalmente sobre una placa de circuito impreso, en cuyo diseño es preciso tener también en cuenta ciertas precauciones.

Adquirir los componentes antes de diseñar el circuito impreso, sobre todo los condensadores electrolíticos, ya que las dimensiones de estos componentes pueden sufrir variaciones, dependiendo del fabricante.

Cuando se coloquen componentes es conveniente ajustarse al paso de la rejilla utilizada. El paso normal es de 1/10 de pulgada, es decir, 2,54 milímetros. También se puede utilizar un paso mitad, es decir, 1,25 milímetros, cuando la densidad de componentes lo requiera.

Colocar primero los componentes que requieran una situación concreta y específica, conectores, conmutadores, diodos LED, taladros de montaje de componentes, radiadores, etc., y después proceder al trazado de las pistas.

Colocar los componentes de tal manera que las conexiones sean lo más cortas posibles, sobre todo las correspondientes a las distintas señales. Las conexiones de alimentación pueden tener una mayor longitud si se proveen los correspondientes desacoplos.

No hacer demasiado densos los circuitos. Es conveniente que quede espacio para futuras correcciones o adiciones.

Un ancho de pista de 2 mm será conveniente en la mayoría de los casos, salvo en circuitos digitales, donde el número de pistas es mayor. Anchos de 1 mm ó menores serán necesarios para la interconexión de los circuitos integrados.

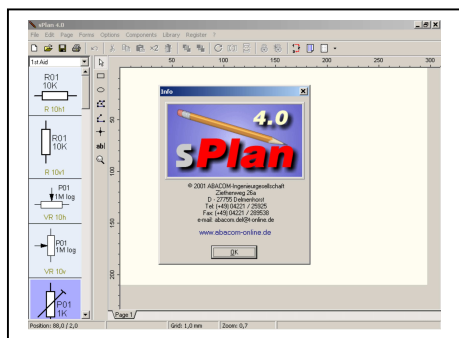
Las pistas que deban soportar intensidades de corriente elevadas, deberán tener el ancho correspondiente. Podemos tomar como referencia un ancho de pista de 1 mm por amperio de intensidad.

5.1.- ESQUEMA.

Una vez decidido el circuito que vamos a montar y hemos recopilado la información necesaria, hay que dibujar el esquema teórico para, antes de comenzar la construcción, proceder a un examen del mismo desde el punto de vista teórico. Determinaremos el valor de los diversos componentes, y comprobaremos que (teóricamente) el circuito “funciona”.

Para el dibujo del esquema utilizaremos preferentemente un programa de ordenador que nos permitirá realizar las modificaciones o adiciones que vayamos detectando durante el proceso de construcción. Hay muchos programas en el mercado que nos permitirán esta operación, pero, sobre todo

para el constructor menos experimentado, no conviene un programa muy complicado y con muchas prestaciones, pues posiblemente tardaremos más tiempo en aprender el manejo del programa que la propia construcción del montaje.

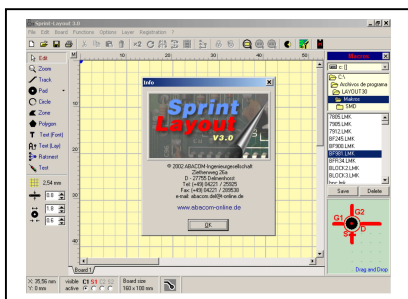


Sin querer hacer publicidad, el autor viene utilizando desde hace tiempo el programa SPLAN con resultados satisfactorios. Se puede descargar una demo de este programa desde la página de COELMA, que es el distribuidor en España. En la figura número diecisiete se puede ver la pantalla de trabajo de este programa.

5.2.- CIRCUITO IMPRESO.

El siguiente paso es el diseño y construcción del circuito impreso, para lo que tendremos en cuenta las indicaciones dadas anteriormente. Es preciso una correcta colocación de los componentes para evitar oscilaciones y realimentaciones indeseadas. Las conexiones correspondientes a las señales deben ser lo más cortas posible y si ello no es posible, uniremos los puntos del circuito impreso con un cable coaxial.

El tamaño de los “pad” o puntos de soldadura deberá ser el adecuado al terminal del componente. Un valor de 1/10 de pulgada será el adecuado en la mayoría de los casos, salvo en los componentes de fuentes de alimentación que deberán tener mayor diámetro.



Como en el caso del esquema, utilizaremos un programa de ordenador para el diseño de la placa, lo que nos permitirá realizar correcciones fácilmente. Sin querer hacer publicidad, el autor viene utilizando desde hace tiempo el programa SPRINT LAYOUT con resultados satisfactorios. Se puede descargar una demo de este programa desde la página de COELMA, que es el distribuidor en España. En la figura número dieciocho se puede ver la pantalla de trabajo de este programa.

Una vez dibujada la placa de circuito impreso, obtendremos un fotolito para la realización de la placa. El fotolito se puede imprimir en una impresora de chorro de tinta utilizando la máxima resolución disponible. Una vez impreso el fotolito comprobaremos la densidad de las zonas negras mirando una lámpara a su través. No debe haber zonas sin cubrir y el filamento de la lámpara debe verse tenuemente. Si es necesario, realizaremos los retoques en el fotolito mediante un rotulador de punta fina. Son preferibles los rotuladores que pueden escribir sobre cristal.



La placa de circuito impreso se puede adquirir ya sensibilizada o bien sensibilizar placa virgen mediante los aerosoles que se expenden en los comercios del ramo. Un producto que da excelentes resultados es la emulsión KF código 1156 que se puede ver en la figura número diecinueve.



Si vamos a sensibilizar la placa virgen es preciso proceder a una limpieza cuidadosa de la misma antes de aplicar la emulsión. Si la placa está muy sucia será preciso pulirla previamente con un estropajo verde de cocina, a continuación la sumergiremos en un producto antical que se expende en droguerías. Este producto, cuya composición

desconozco, tiene un efecto limpiador muy enérgico sobre el cobre, dejando la placa completamente limpia a los pocos minutos.

Una vez limpia la placa, aplicaremos la emulsión, para lo que colocaremos la placa un poco inclinada, colocando detrás unos cartones o cualquier otro material para no ensuciar el suelo o las paredes. (Atención a la XYL!). Aplicaremos el aerosol a una distancia de unos 25 cm procurando que la capa de emulsión quede lo más uniforme posible. La experiencia nos dirá el grueso de emulsión más adecuado.

Dejaremos secar la placa en un lugar oscuro durante el tiempo necesario para que la emulsión quede completamente seca. Este tiempo será mayor en invierno debido a la menor temperatura. Personalmente dejo secar la placa toda una noche.

Después de emulsionar la placa o si utilizamos placa sensibilizada, procederemos a la exposición, que se hará preferiblemente con tubos fluorescentes, ya que si se expone con luz solar es más difícil controlar el tiempo correcto de exposición.

En el comercio se pueden encontrar insoladoras a precios asequibles o se puede construir una fácilmente. En esencia se trata de una maleta del tamaño adecuado para cuatro tubos fluorescentes de 20 vatios en cuya parte superior tiene un cristal sobre el que se coloca la placa y el fotolito. La tapa debe tener una capa de gomaespuma para que ejerza la presión adecuada. En ferreterías se pueden encontrar bisagras y cierres para completar el montaje. También se puede incluir un temporizador para controlar el tiempo de exposición, que depende de la intensidad de la luz y del grueso del cristal. Un tiempo de tres minutos puede servir como punto de partida.

Una vez expuesta la placa procederemos al revelado, para lo que la introduciremos en una cubeta que contenga una solución de 7 gramos de sosa cáustica por litro de agua. Conviene agitar ligeramente la placa mientras está dentro del revelador para controlar visualmente el proceso de revelado, el cual queda terminado cuando el revelador haya disuelto la emulsión en los lugares correspondientes.

Sacamos la placa del revelador y la enjuagamos con agua corriente. Realizaremos una inspección visual para detectar posibles defectos, los cuales se pueden corregir con un rotulador negro del tipo que escribe sobre cristal, como ya se ha indicado. A continuación procederemos al ataque de la placa para eliminar el cobre en las zonas no cubiertas por la emulsión. Este ataque se puede efectuar con dos tipos de solución.

Podemos utilizar una mezcla de agua oxigenada y ácido clorhídrico comercial (aguafuerte, sulfumán) a partes iguales. Esta mezcla funciona muy rápidamente, por lo que si la emulsión tiene algún pequeño defecto, será muy difícil corregirlo. Tiene la ventaja de que no mancha las cubetas pero el inconveniente de que sólo se puede usar una vez. La operación quedará finalizada en cinco minutos aproximadamente.

Otra posibilidad es usar una solución de cloruro férrico en la proporción de 500 gramos por litro de agua. El cloruro férrico se presenta en forma de bolas amarillas y mancha fuertemente los tejidos donde cae, por lo que conviene utilizar ropa usada por si se produce alguna salpicadura.

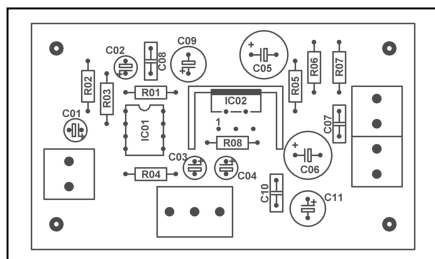
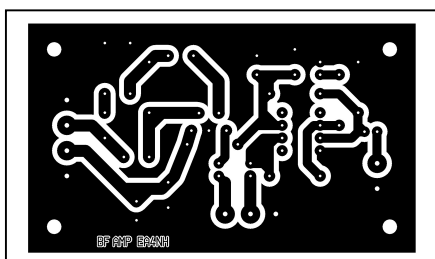
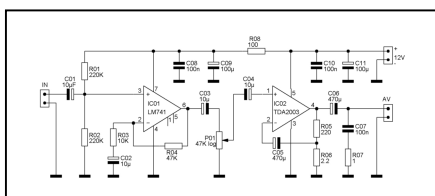
Es conveniente, sobre todo en invierno, calentar la solución de cloruro férrico a unos cuarenta grados aproximadamente, para que la operación no tarde demasiado. En invierno, con temperaturas bajas, el ataque se produce muy lentamente y puede llevar varias horas.

Una vez atacada la placa procederemos a su taladrado utilizando un pequeño taladro de los que se pueden encontrar diversos modelos en ferreterías, bricolaje y comercios de radio.

Para otros detalles remito al lector a los artículos ya publicados en octubre de 1997, febrero de 1998 y junio de 1998, aunque los programas allí descritos ya están fuera de uso.

6.- AMPLIFICADOR.

Como práctica de todo lo anterior se propone la construcción de un pequeño amplificador de audio que, una vez construido, podemos utilizar en el cuarto de la radio para monitorizar señales de audio.



El amplificador está basado en el circuito integrado TDA2003, un modelo muy común, al que se le ha antepuesto un preamplificador equipado con el amplificador operacional LM741. La información sobre el circuito se ha recogido de las hojas de características publicadas por el fabricante. El esquema del amplificador se puede ver en la figura número veintiuno y se ha realizado con el programa anteriormente citado. La sensibilidad se puede ajustar cambiando el valor de la resistencia R04.

A continuación procederemos al diseño de la placa de circuito impreso, para lo que seguiremos las indicaciones ya dadas. El diseño final se puede ver en la figura número veintidós y en la figura número veintitrés tenemos la disposición de los componentes.

Procederemos a sensibilizar un trozo de placa de circuito impreso, que deberá ser un poco más grande de lo necesario, aproximadamente un centímetro por cada lado. Aplicaremos el aerosol en una o dos pasadas hasta obtener el grueso correcto de emulsión. Dejaremos secar la placa durante el tiempo necesario, que con

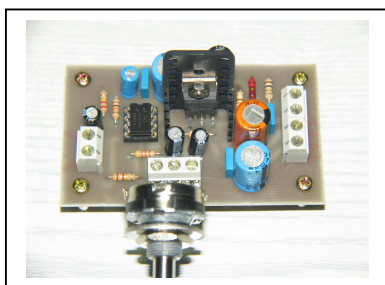
temperaturas bajas, puede ser de varias horas. Este secado debe hacerse en la oscuridad.

Expondremos la placa en la insoladora con el fotolito. El tiempo dependerá de la intensidad luminosa de los tubos empleados pero podemos tomar como referencia un tiempo de tres minutos. El revelado posterior en la solución indicada, dejará al descubierto las zonas de cobre que deben ser atacadas, lo cual haremos por uno de los procedimientos indicados, agua-fuerte y agua oxigenada o cloruro férrico.

Una vez atacada la placa la enjuagamos en agua corriente y procedemos a su taladrado. En el comercio de electrónica y bricolaje podemos encontrar pequeñas taladradoras aptas para este trabajo. Efectuados los taladros podemos proceder al montaje y soldadura de los componentes. Para nuestro montaje de prueba, los componentes necesarios son los siguientes.

C01	10 μ F
C02	10 μ F
C03	10 μ F
C04	10 μ F
C05	470 μ F
C06	470 μ F
C07	100nF
C08	100nF
C09	100 μ F
C10	100nF
C11	100 μ F
IC01	LM741
IC02	TDA2003
P01	47K log
R01	220K
R02	220K
R03	10K
R04	47K
R05	220
R06	2.2
R07	1
R08	100

Comenzaremos colocando y soldando las resistencias continuando por los



condensadores y el resto de los componentes. Para el integrado IC01 utilizaremos un zócalo de buena calidad y para disipar el calor del integrado IC02 le sujetaremos un radiador de aletas. Para el conexionado de la señal de entrada, salida de altavoz, alimentación y potenciómetro de volumen se han empleado bloques de conexión con tornillos, aunque también se pueden usar

espaldines para circuito impreso. Cuatro separadores metálicos en las esquinas

completarán el montaje. Si el lector lo considera conveniente, puede encerrar el amplificador en una caja de aluminio de los muchos modelos que hay en el mercado.

Al ser un montaje experimental, el lector puede introducir cuantas variaciones estime oportunas. En la figura número veinticuatro se puede ver el amplificador terminado y listo para las pruebas de funcionamiento.

7.- RESUMEN.

En el presente artículo se ha dado un repaso a las técnicas para la construcción de equipos de radioaficionado. Se indican las herramientas y materiales más usuales, así como las normas recomendables para la construcción de equipos y el desarrollo de circuitos impresos. Como práctica, se propone la construcción de un pequeño amplificador que puede tener utilidad en el cuarto de la radio para monitorizar diversas señales de audio.

La relación de herramientas, materiales, equipos de medida y normas constructivas dadas en este artículo no es exhaustiva y el lector las adaptará a sus preferencias o necesidades.

El montaje descrito en el presente artículo no ha sido probado en grandes series y, por tanto, no se tiene certeza de que su funcionamiento sea 100% correcto. Solamente se describe la construcción y el funcionamiento del prototipo.

El autor no se hace responsable de posibles derechos de copia. La información para la realización de este artículo procede de diversas publicaciones, libros, revistas, etc., así como de los propios conocimientos del autor.

El autor no se hace responsable de posibles daños y/o perjuicios causados por la construcción y/o uso de este dispositivo, daños personales o muerte, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, lucro cesante, pérdida total o parcial de datos informáticos o cualquier tipo de daño que se pudiera derivar del montaje y/o uso de este dispositivo.

No se aconseja el uso de este dispositivo en aplicaciones críticas, como son control de maquinaria peligrosa, control de navegación o tráfico, maquinaria de mantenimiento de vida o sistemas cuyo mal funcionamiento pueda provocar causas o efectos anteriormente mencionados. Este dispositivo no es tolerante a fallos.

El autor declina cualquier responsabilidad, ni se hace responsable de no mencionar a los dueños de las posibles patentes que aquí se pudieran reflejar.

El dispositivo descrito en el presente artículo es un montaje experimental, cuyo propósito es el estudio de los diferentes aspectos de la Electrónica, por tanto, no está destinado a su utilización industrial ni para su explotación comercial en cualquiera de sus facetas.

El autor no efectúa ninguna actividad comercial relacionada con este u otros montajes publicados en esta u otras revistas o publicaciones de cualquier tipo.

El presente artículo y todos los publicados hasta el momento en la revista "RADIOAFICIONADOS", están recopilados en un DVD a disposición de quien lo solicite. Se incluyen todos los textos, así como las fotografías, dibujos, gráficos, plantillas de circuitos impresos, etc.

Aunque se ha intentado proporcionar todos los detalles necesarios para la realización del proyecto, es posible que algún aspecto no haya quedado suficientemente desarrollado. Como es natural, con mucho gusto el autor dará cumplida información sobre cualquier detalle no especificado, o cualquier punto en particular que no haya quedado completamente explicado. Buena suerte a todos.

Luis Sánchez Pérez. EA4-NH
Apartado 421, 45080-TOLEDO
Tlf. 606-383-140
Web: www.ea4nh.com
E-mail: ea4nh@ure.es

FIGURA NÚMERO UNO.
GAFAS DE PROTECCIÓN.

FIGURA NÚMERO DOS.
GUANTES DE PROTECCIÓN.

FIGURA NÚMERO TRES.
JUEGO DE BROCAS.

FIGURA NÚMERO CUATRO.
FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

FIGURA NÚMERO CINCO.
MULTÍMETRO ANALÓGICO.

FIGURA NÚMERO SEIS.
MULTÍMETRO DIGITAL.

FIGURA NÚMERO SIETE.
VOLTÍMETRO A VÁLVULA.

FIGURA NÚMERO OCHO.
OSCILOSCOPIO.

FIGURA NÚMERO NUEVE.
FRECUENCÍMETRO.

FIGURA NÚMERO DIEZ.
FRECUENCÍMETRO PORTÁTIL.

FIGURA NÚMERO ONCE.
GENERADO DE RF.

FIGURA NÚMERO DOCE.
GENERADOR DE RF.

FIGURA NÚMERO TRECE.
GENERADOR DE BF.

FIGURA NÚMERO CATORCE.
VATÍMETRO – MEDIDOR DE ROE.

FIGURA NÚMERO QUINCE.
VATÍMETRO – MEDIDOR DE ROE.

FIGURA NÚMERO DIECISEIS.
MEDIDOR LCR.

FIGURA NÚMERO DIECISIETE.

PROGRAMA SPLAN.

FIGURA NÚMERO DIECIOCHO.
PROGRAMA SPRINT-LAYOUT.

FIGURA NÚMERO DIECINUEVE.
EMULSIÓN KF.

FIGURA NÚMERO VEINTE.
LIMPIADOR ANTICAL.

FIGURA NÚMERO VEINTIUNO.
ESQUEMA DEL AMPLIFICADOR.

FIGURA NÚMERO VEINTIDOS.
PLANTILLA CIRCUITO IMPRESO.

FIGURA NÚMERO VEINTITRES.
DISPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES.

FIGURA NÚMERO VEINTICUATRO.
AMPLIFICADOR TERMINADO.