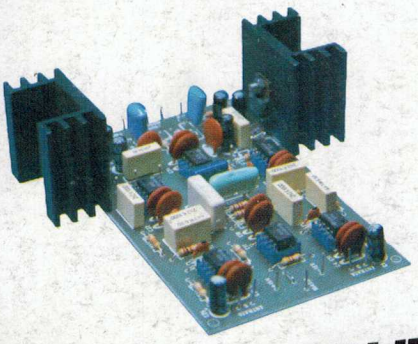
AÑO VI. N.º 53

NUEVA

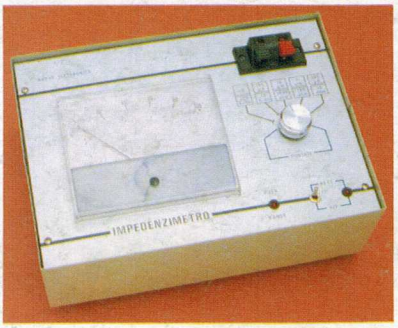
Electrónica

AÑO VI. N.º 53
300 PTAS.

Montajes de vanguardia al alcance de todos

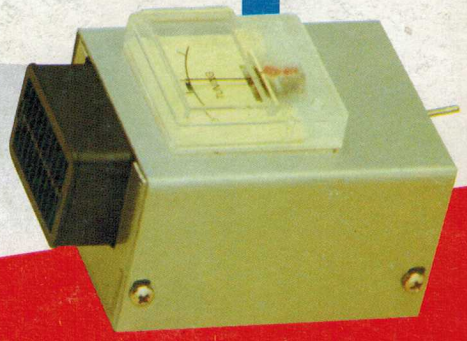


INDUCTÁMETRO DE MEDIDA DIRECTA



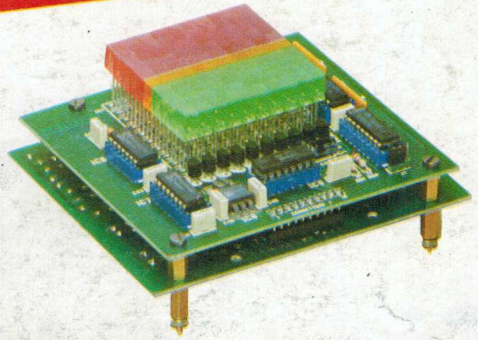
AMPLIFICADOR DE AGUDOS





Detector de rayos infrarrojos

Fonómetro gráfico a diodos LED



rte

DIRECCION EDITORIAL
REDACCION
ADMINISTRACION
PUBLICIDAD
SUSCRIPCIONES
Comercial Electrónica RTE, S.A.
C/ Manuel Luna, 4
28020 Madrid
Tel.: 279 52 00

DIRECTOR GENERAL:
Eugenio Páez García

DIRECTOR RESPONSABLE:
Eugenio Páez Martín

DIRECTOR TECNICO:
Alfonso Fernández

MAQUETA:
Soledad Fungairiño

TRADUCCION:
Ana María Marquez

FOTOGRAFIA:
Carlos Candel y Miguel Lamana

DISTRIBUCION:
Coedis, S.A.
Valencia, 245. Barcelona

FOTOCOMPOSICION:
Espacio y Punto, S.A.

FOTOMECANICA:
Ibérico, S.A.

DEPOSITO LEGAL:
M-18437-1983

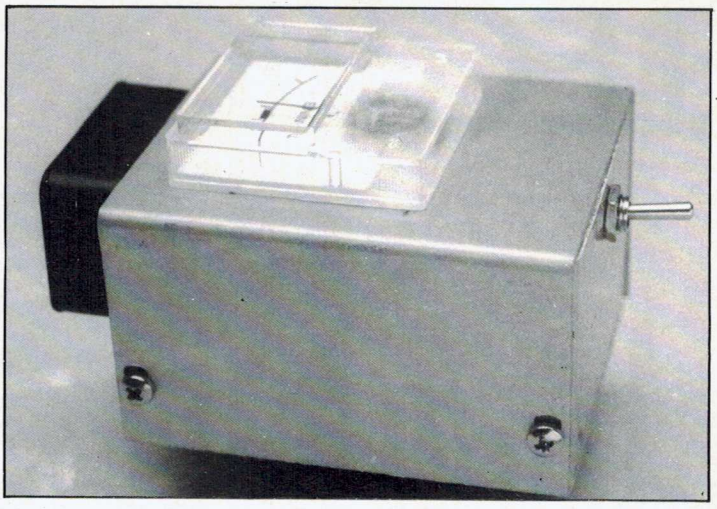
Representante para Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay, Cía. Americana de Ediciones, S.R.L. Sud América 1.532. Tel.: 221 24 64. 1209 BUENOS AIRES (Argentina)

Traducción en Lengua española de la revista «Nouva Elettronica», Italia.
DIRECTOR GENERAL:
Montuschi Giuseppe

N.º 53 - ENERO, 1988
300 ptas.
Canarias, Ceuta y Melilla
285 ptas.

En este número

DETECTOR DE RAYOS INFRARROJOS



Circuito para montar un detector muy sensible de las radiaciones infrarrojas que, aparte de la aplicación en experimentos, servirá de base para futuros diseños como: sistemas de alarma para edificios y automóviles, automatismos de apertura o contadores de paso.

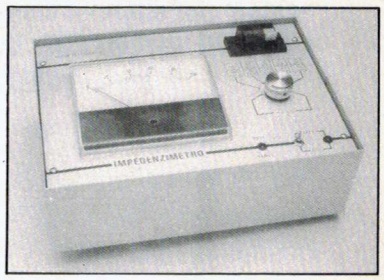
AMPLIFICADOR DE AGUDOS



Muy interesante para quienes no se conforman con la calidad de sonido que les ofrece su instalación de Alta Fidelidad, que podrán gustar de un sonido diferente.

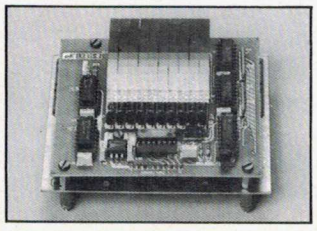
INDUCTÁMETRO DE LECTURA DIRECTA

Los aficionados a la emisión o recepción encuentran en los circuitos sintonizados ciertas dificultades al no poder medir las características de las bobinas. Este inductámetro les resolverá tales problemas.



FONÓMETRO GRÁFICO CON DIODOS LED

Utilizado como visualizador gráfico os permitirá contar con un efecto sorprendente. Como instrumento aplicado a la baja frecuencia facilita el control de la respuesta de los equipos o de los locales en que se utilizan.



SUMARIO

- Editorial, pág. 5.
- Un detector muy sensible de radiaciones infrarrojas, pág. 6.
- Amplificador para super-agudos en instalaciones HI-FI, pág. 16.
- Medida directa de la inductancia de las bobinas, pág. 28.
- Divisores y derivadores en instalaciones colectivas, pág. 42.
- Fonómetro gráfico a led como visualizador para B.F., pág. 52.

DETECTOR DE RAY

Este sencillo detector de rayos infrarrojos, de gran sensibilidad, os permitirá realizar muchos experimentos interesantes e instructivos sobre dichas radiaciones. Gracias a un indicador microamperímetro podréis visualizar todas las variaciones repentinas de temperatura provocadas por el paso de animales, seres humanos, vehículos, etc.

ALCANCE ENTRE LOS 7 Y 8 METROS

SENSIBLE TANTO AL AUMENTO COMO A LA DISMINUCIÓN DE LAS RADIACIONES

ALIMENTADO A 9 V.

Es, sin duda, imposible determinar las fronteras de la electrónica y nos lo confirma el hecho de que cada día somos testigos de nuevos avances, de forma que aquello que considerábamos «ciencia-ficción» hace algunas decenas de años es, hoy día, una realidad.

Hace relativamente pocos años, si nos hubieran dicho que, por medio de un satélite, podríamos «ver» si en una zona geográfica determinada había cultivos de trigo o de algodón, si una determinada zona del mar estaba contaminada o limpia, y si desde alguna localidad se había lanzado un misil o un cohete, seguramente no lo habríamos creído posible o, por lo menos, nos habríamos mostrado algo escépticos y perplejos.

Y sin embargo, en la actualidad, todo ello es una realidad y nos fascina aún más porque la discriminación entre una planta de trigo y una de algodón, entre agua limpia y agua contaminada, entre un misil y un cohete, se efectúa en base a los rayos infrarrojos.

Esta definición, que para muchos equivale tan sólo a «calor», indica frecuencias muy elevadas, comprendidas entre los 500 y los 380.000 Gigahertzios.

Para que podáis comprender con más facilidad el factor fundamental en base al cual se puede distinguir el «calor» de una hoja del de un cuerpo humano o de un motor, puntualizaremos de inmediato que todo objeto o cuerpo irradia una frecuencia muy concreta.

Cuando se habla de rayos infrarrojos, es raro que se especifique su valor de frecuencia, indicando en cambio su longitud de onda, expresada siempre en micron (1 milésima de milímetro), que se puede obtener aplicando esta sencilla fórmula: micron = 300.000 : Gigahertzios.

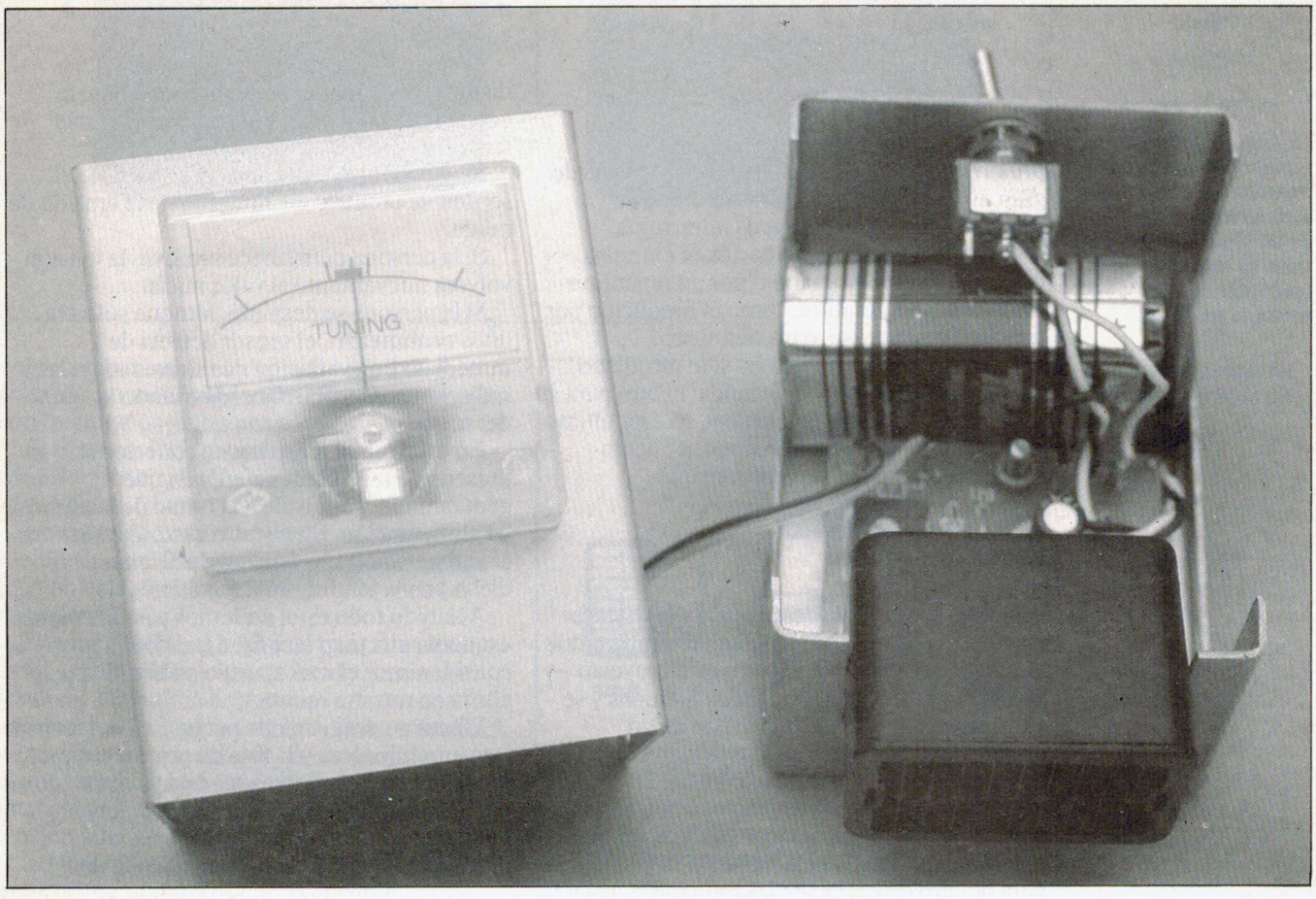
Podemos afirmar, por lo tanto, que la longitud de onda de los rayos infrarrojos cubre toda la gama comprendida entre los 0,78 y los 600 micrones; en efecto:

300.000 : 500 GHz = 600 micrones
300.000 : 380.000 GHz = 0,78 micrones

Observando la banda de la fig. 1, se puede comprobar que al subir por encima de los 380.000 GHz, es decir a longitudes de onda inferiores a 0,78 micrones, se alcanza la luz visible; descendiendo por debajo de los 500 GHz, es decir a longitudes de onda superiores a los 600 micrones, se alcanzan las gamas SHF (Super High Frequency) de las ondas de radio.

En teoría, se podría afirmar que el filamento de una bombilla eléctrica no sólo emite luz y calor, sino también radiaciones de infrarrojos en una longitud de onda de 0,78 micrones; un diodo led de infrarrojos, sólo emite radiaciones invisibles en la longitud de onda de 0,9 micrones; un motor de explosión, radiaciones en la longitud de onda de 2 micrones; un misil distintas radiaciones en una longitud de onda de 1,3 micrones; y el cuerpo humano, radiaciones

OS INFRARROJOS



con una longitud de onda de 8 micrones como media.

Al conocerse perfectamente estas longitudes de onda concretas, es fácil deducir que, si se dispone de un sensor muy selectivo, capaz de recibir, por ejemplo, sólo la longitud de onda de los 1,3 micrones, podremos saber de inmediato que el cuerpo que la irradia no es un hombre sino un misil, y, de la misma forma, podremos identificar un terreno sin cultivar, o incluso saber hasta que distancia de la playa está contaminada el agua del mar, ya que el agua limpia refleja una longitud de onda distinta a la del agua contaminada.

Estos sensores selectivos se montan únicamente en satélites militares y meteorológicos, así que no nos preguntéis donde se compran, ya que, además de no saberlo, os podemos asegurar que su precio estaría fuera de las posibilidades de cualquier particular.

Lo que si hemos logrado encontrar, a un precio módico, es un sensor de infrarrojos muy sensible, capaz de detectar toda la gama de las radiaciones de infrarrojos a una distancia que oscila entre los 7-8 metros.

Es decir, que cualquier hombre o animal que pase ante este sensor a la distancia indicada, será detectado de inmediato; lo mismo ocurrirá con cualquier cuerpo caliente, como por ejemplo el motor de un coche, de un soldador eléctrico, una llama, una bombilla eléctrica, etc.

Sería demasiado largo indicar aquí toda la serie de aplicaciones prácticas que se podrían llevar a cabo con este sensor, por lo que os aconsejamos construir el circuito que ahora os ofrecemos y, realizando sencillos experimentos, podréis descubrir muchas aplicaciones interesantes.

Los profesores de Institutos de Formación Profesional, si hacen que sus alumnos monten este circuito, podrán explicar de forma «práctica» como se detectan los rayos infrarrojos y, por consiguiente, explicar cómo un robot puede seguir automáticamente a cualquier fuente de calor.

En efecto, direccionando el sensor más a la derecha o más a la izquierda de una fuente de calor, el medidor asociado y provisto de un control central, detectará este desplazamiento.

Por lo tanto, si se sustituyera el medidor con un pequeño motor que accionara, por ejemplo, la dirección de un vehículo o el timón de un misil, éste lograría orientarse con gran facilidad y seguir a la fuente de calor captada.

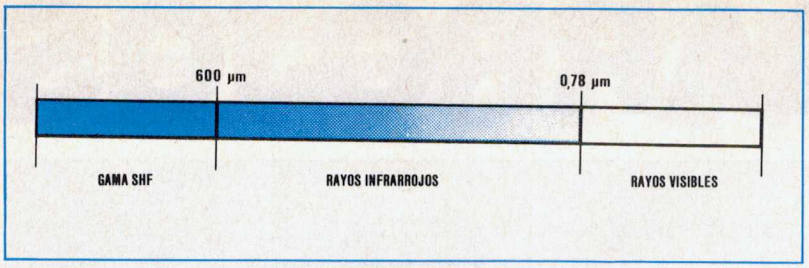


Fig. 1. **Los rayos infrarrojos, en la práctica, son radiaciones de frecuencia muy elevada. Como puede verse en el dibujo, tras las SHF (Super High Frequency) vienen los rayos infrarrojos y, a continuación, los rayos visibles, es decir la luz.**

Queremos anticiparos ya que, en los próximos números, os ofreceremos dos kits de gran utilidad, no de un robot sino de dos sencillos anti-robos por rayos infrarrojos, capaces de detectar las radiaciones emitidas por cualquier cuerpo humano o por un repentino cambio de temperatura, como el producido por una puerta al abrirse, o un cristal roto.

Uno de estos anti-robos ha sido estudiado para su instalación en la vivienda; el otro para su montaje en cualquier vehículo y, en este último caso seréis los primeros en disponer de un coche protegido por rayos infrarrojos.

Esquema eléctrico

Antes de pasar a la descripción del sistema eléctrico, creemos conveniente puntualizar que el sensor que emplearemos en este proyecto –y en los dos anti-robos– lo fabrica Siemens y se suministra ya montado y provisto de un preamplificador y un espejo reflectante que incrementan su sensibilidad (ver fig. 2). Suponiendo que la curiosidad os impulsaría a abrirlo –cosa que os desaconsejamos, ya que quedaría inutilizado–, lo hemos hecho nosotros para poderos enseñar, en las fotografías de la página 10, el aspecto del circuito impreso, el sensor de infrarrojos y el espejo reflectante.

En la parte posterior de esta caja de plástico sobresalen, como se ve en la fig. 4, 4 pequeños terminales que hemos identificado con los números 1, 2, 3 y 4.

El terminal n.º 1 enlaza con la masa del circuito.

El terminal n.º 2 sirve para la alimentación positiva, que tendrá que oscilar alrededor de los 5 voltios (el circuito funciona desde un mínimo de 4 voltios a un máximo de 10 voltios).

El terminal n.º 3 sirve para recoger un valor de tensión proporcional a la variación de los rayos infrarrojos captados.

Si el sensor capta radiaciones infrarrojas, aumenta bruscamente el valor de tensión existente en dicha salida; luego, unos segundos más tarde, la tensión vuelve al valor inicial, equivalente al existente en la patilla 4.

Si cesan dichas radiaciones, también disminuye bruscamente dicha tensión para volver a su valor inicial unos segundos más tarde.

Si, por ejemplo, pasa una persona ante el sensor, se produce un aumento de la tensión de salida.

Si la persona permanece inmóvil, la tensión volverá nuevamente al valor inicial.

Si la persona se desplaza, aunque sólo sea unos centímetros, el sensor detecta de inmediato una variación de intensidad en las radiaciones de infrarrojos, desviando la aguja del medidor.

En el terminal n.º 4 de este conector se presenta la tensión de referencia que, generalmente, equivale a la mitad de la tensión de alimentación. En nuestro caso, al utilizar en la alimentación una tensión de 5 voltios, en dicha patilla tendremos 2,5 voltios.

Aclarado todo esto, podemos pasar a nuestro esquema eléctrico (ver fig. 5), al que consideramos el más sencillo publicado hasta ahora en nuestra revista.

Efectivamente, todo lo necesario –es decir, la fase amplificadora y la fase de protección para el sensor de rayos infrarrojos– está ya montado en el interior del aparato suministrado por Siemens; sólo nos queda la tarea de proporcionar una tensión estabilizada de 5

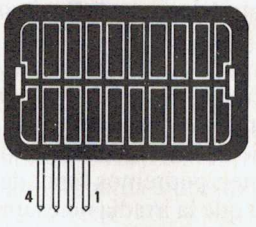


Fig. 3. **Vista frontal del sensor de infrarrojos.**

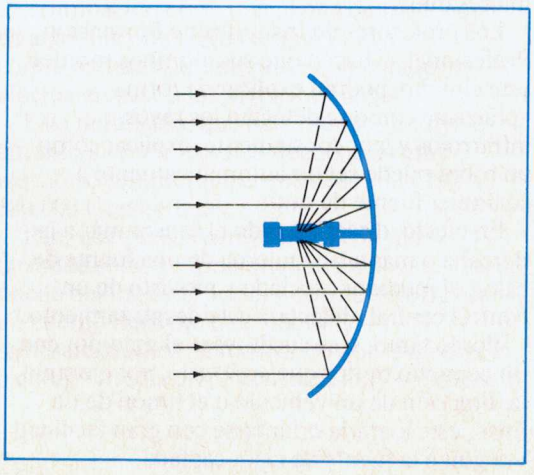


Fig. 2. **Para aumentar la sensibilidad y la distancia, dentro del sensor hay un espejo parabólico.**

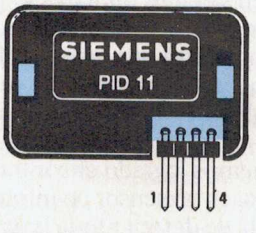
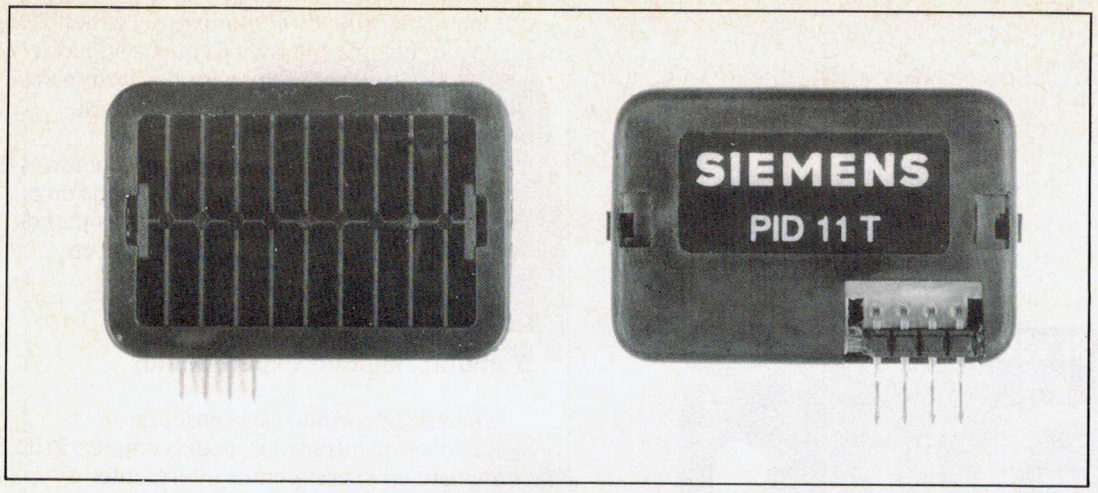


Fig. 4. **Vista posterior del sensor Obsérvese la numeración de los terminales de conexión.**



Fotografía de las vistas anterior y posterior del sensor de infrarrojos.

voltios, aproximadamente, a la pista 3 y conectar un medidor de 100-250 microamperios con 0 central entre las pistas 4 y 5.

El trimmer R1, conectado en serie al medidor, sirve tan sólo para modificar la sensibilidad.

La razón por la que hemos conectado el medidor con el 0 central entre la pista 3 (salida tensión) y la pista 4 (tensión de referencia) es muy simple.

Hemos aludido al hecho de que, cuando el sensor capta radiaciones de infrarrojos, en el terminal 3 de salida se presenta una tensión superior a la existente en la patilla 4, es decir 2,5 voltios (tensión de referencia); en cambio, cuando dichas radiaciones disminuyen en intensidad, en el terminal 3 se presenta una tensión inferior a 2,5 voltios.

Conectando un medidor con 0 central entre estas pistas, podremos observar como la aguja se desvía hacia la derecha cuando el sensor capta estas radiaciones, o hacia la izquierda, cuando dichas radiaciones disminuyen su intensidad.

En otras palabras, podemos afirmar que la aguja se desplaza hacia la derecha en presencia de calor y hacia la izquierda en presencia de frío.

Realización práctica

Una vez en poder del circuito impreso identificado como LX.824, os aconsejamos comenzar el montaje con el pequeño conector hembra de 4 terminales. Al soldar éstos, debéis tener cuidado de no provocar cortocircuitos.

Se montan a continuación las dos resistencias, el trimmer cuadrado y el diodo zener, comprobando que la franja negra que rodea sólo un lado de su cuerpo, quede en dirección al conector.

Una vez realizada esta operación, se puede instalar el condensador electrolítico, situando el terminal positivo como indica claramente el esquema práctico de la fig. 6.

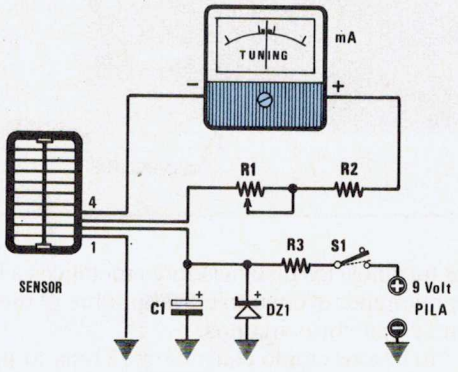


Fig. 5. **Esquema eléctrico del detector de rayos infrarrojos.**

Componentes LX.824

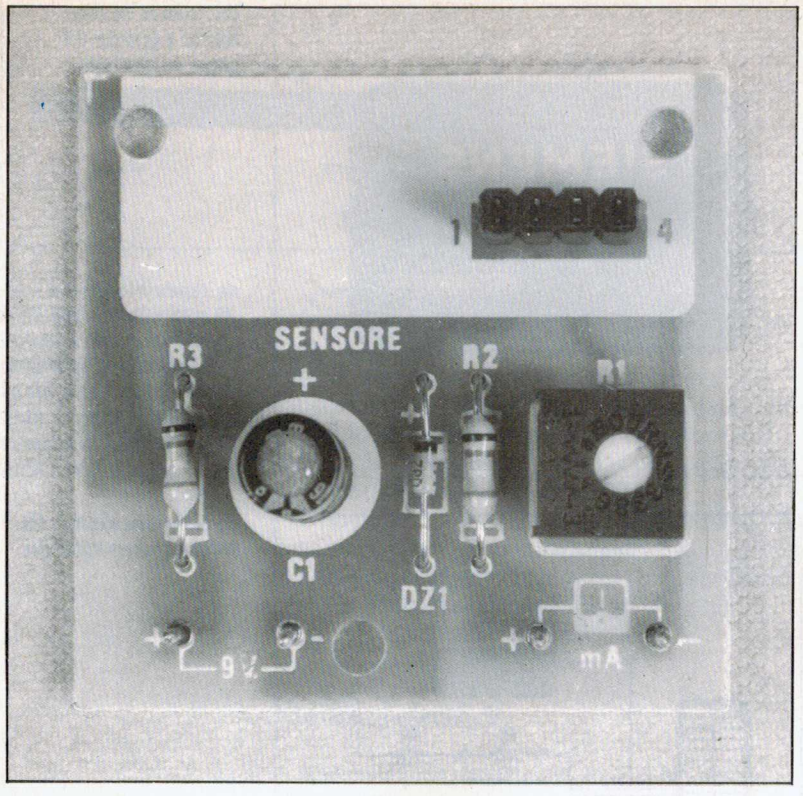
R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 6.800 ohm 1/4 wat
R3 = 6.800 ohm 1/4 wat
C1 = 100 mF elect 16 volt
DZ1 = zener 5,1 volt 1/2 wat
S1 = interruptor
mA = microamperímetro 200 μA
Sensor = mod. PID.11

A los dos terminales de alimentación, indicados con un + y un –, se conectarán los dos cables de la toma de pila de 9 voltios, sin olvidar la conexión en serie en uno de los dos hilos del interruptor de palanca S1.

Ahora sólo queda conectar el medidor, operación que conviene llevar a cabo después de haber fijado el circuito en el interior de la pequeña caja metálica que os serviremos junto con el kit.

Si utilizáis esta pequeña caja de aluminio, tendréis que abrir un orificio en una pared lateral para dar salida al cuerpo del sensor; en la pared contraria, abriréis otro agujero para el interruptor de red; aún tendréis que practicar otra abertura en la tapa para alojar el medidor.

Para sujetar el circuito impreso en el interior de la caja, tendréis que hacer en el plano de la misma unos agujeros de 3 mm., e introducir en

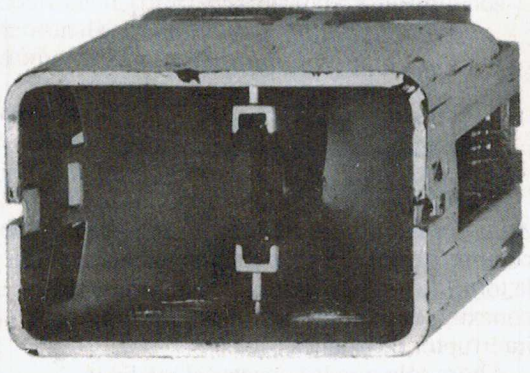


En la fotografía se aprecia la disposición de los pocos componentes que se montan en el circuito impreso LX.824.

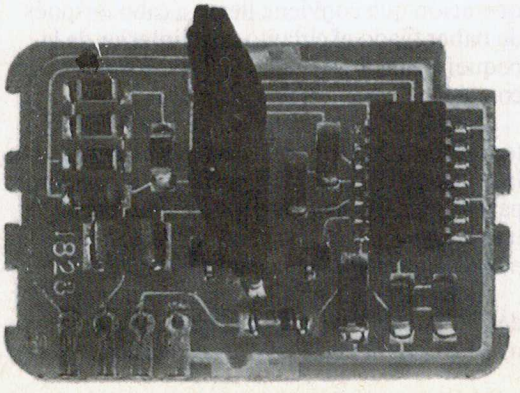
los tornillos, los distanciadores metálicos a fin de mantener el circuito elevado sobre el metal, para evitar cortocircuitos.

No hemos creído conveniente preparar una caja específica para este montaje, ya que el sensor utilizado ahora se quitará después para emplearlo en los dos anti-robos que os ofreceremos más adelante.

Pero quienes pretendan seguir empleando este detector, podrán fabricar un mueble más pequeño, en madera o en plástico.



El sensor de infrarrojos se encuentra situado en el centro focal del espejo parabólico.



Fotografía del circuito impreso existente en el interior de la caja de plástico.

Una vez terminado el montaje del circuito en el interior del mueble, sólo os queda conectar los dos cables del medidor a los dos terminales de salida y el circuito quedará listo para su empleo.

Si queréis una sensibilidad elevada, tendréis que girar el cursor del trimmer R1, a tope en el sentido de las agujas del reloj; si deseáis menos sensibilidad, tendréis que girarlo a tope en sentido contrario.

Y ahora... algunos experimentos

Una vez construido este sensor de radiaciones de infrarrojos, podéis emplearlo de inmediato en experimentos interesantes e instructivos.

Puntualizaremos, ante todo, que este sensor posee un ángulo de apertura de aproximadamente 20 grados (ver fig. 7) y una sensibilidad que nos permite alcanzar distancias de hasta 8 metros.

Lógicamente, esta distancia depende de la cantidad de radiaciones emitidas por un determinado cuerpo; por ejemplo, podemos deciros que un cuerpo humano, aunque vaya recubierto con varias prendas gruesas, podrá detectarse a una distancia que oscila entre 6 y 8 metros.

Los objetos que emitan radiaciones superiores podrán detectarse a distancias superiores que los objetos que emitan menos.

Por la desviación de la aguja del medidor —lógicamente, en función también de la distancia— se podrá determinar aproximadamente la intensidad de dichas radiaciones.

Ya hemos mencionado que las radiaciones captadas por el sensor se visualizan de inmediato en el medidor por medio de una desviación brusca de la aguja hacia la derecha; a renglón seguido, si el objeto o la persona permanecen inmóviles, lentamente la guja volverá al 0 central.

Si el objeto se retira o la persona se desplaza, el instrumento detecta de inmediato una diferencia entre la intensidad de las radiaciones captadas anteriormente y las nuevas, indicando tal reducción mediante el desplazamiento hacia la izquierda de la aguja.

Si deseáis efectuar algunos experimentos sencillos, os aconsejamos situar el sensor sobre una mesa y esperar que la aguja del instrumento se estabilice en el 0 central; entonces, haced que pase una persona por delante, a una distancia de 3-4 metros (ver fig. 10) y veréis como, de inmediato, la aguja del medidor se desvía hacia la derecha, al captar el sensor las radiaciones de infrarrojos emitidas por la persona en movimiento.

NOTA: si la aguja se desviara hacia la izquierda, sólo tendréis que invertir los dos cables del medidor.

Si tenéis un perro o un gato, haced que pase

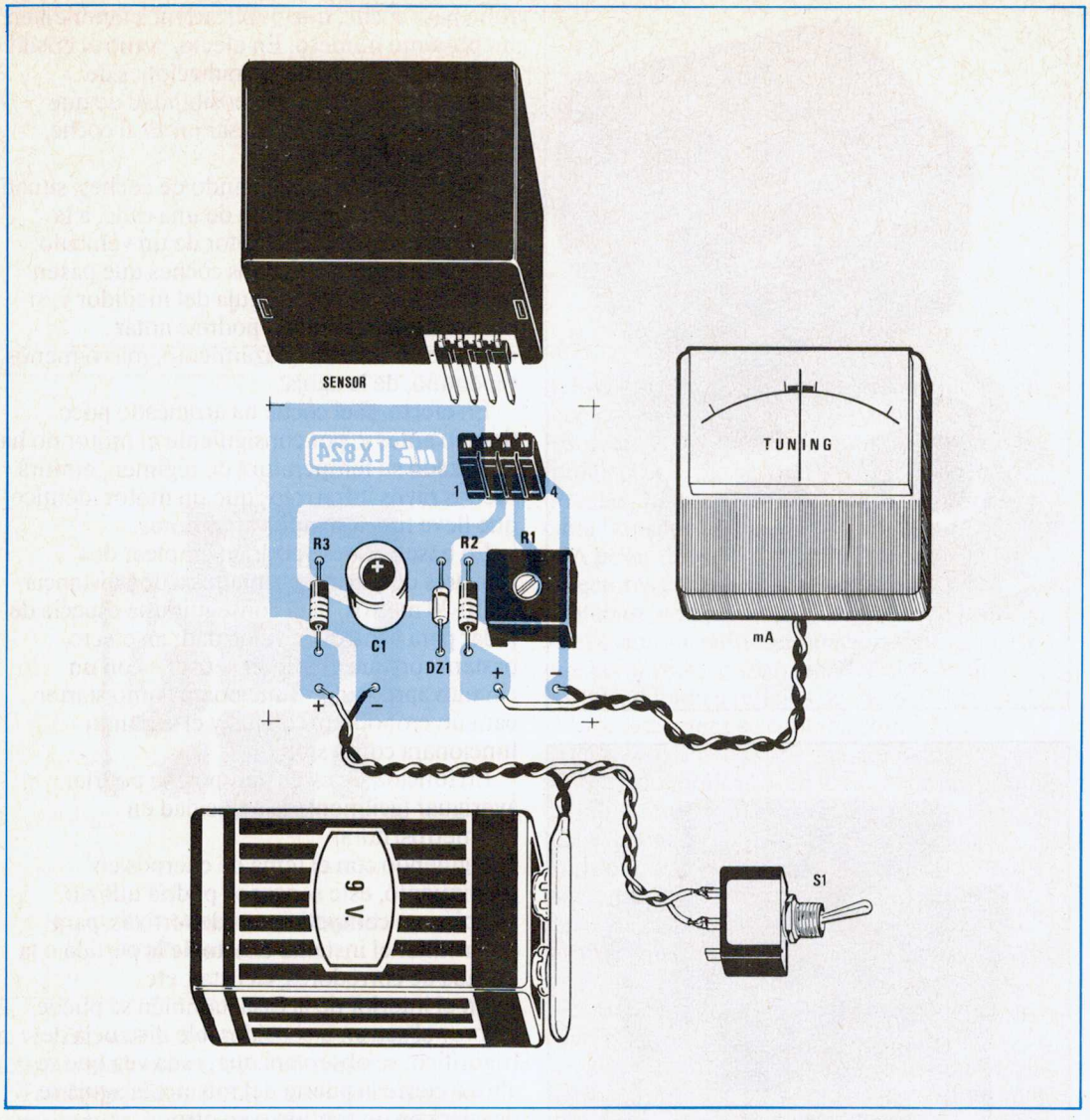


Fig. 6. **Esquema práctico de montaje del circuito capaz de detectar cualquier fuente emisora de rayos infrarrojos.**

ante el sensor y observaréis que también estos animales emiten rayos infrarrojos, al igual que cualquier otro animal de sangre caliente, incluyendo los pájaros.

Veamos otro experimento: se sitúa a una persona, quieta, en el centro de la habitación y se apunta el sensor hacia su cuerpo.

Tras unos instantes, cuando la aguja del medidor se haya estabilizado en el 0 central, se invita a la persona a moverse y se observará como la aguja se desvía inmediatamente hacia la izquierda si la persona se sitúa de costado (la superficie del cuerpo irradiante es menor), o hacia la derecha (si la persona se coloca de frente, ya que en este caso aumenta la superficie irradiante del cuerpo y, por consiguiente, la cantidad de radiaciones emitidas.

Como veremos en el próximo número, esta característica nos ha permitido poner a punto un perfecto anti-robo para la casa, de gran sensibilidad.

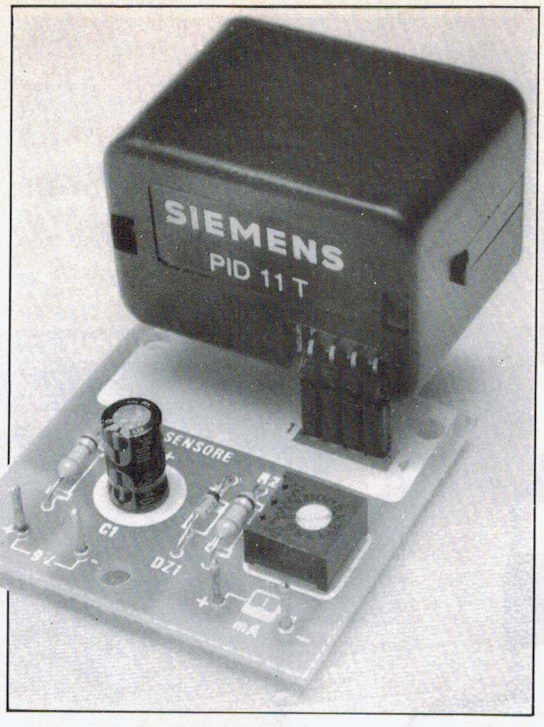
Otro experimento que se puede realizar en casa, consiste en situar el sensor ante los cristales de una ventana cerrada, a una distancia de 2-3 metros (ver fig. 9): esta distancia variará en función de la sensibilidad, es decir en función de cómo se haya regulado el trimmer R1.

Se ata al picaporte de la ventana una cuerda de forma, que al tirar de ella, la ventana se abra (la cuerda es necesaria ya que si se hiciera con la mano, el sensor captaría el «calor» del cuerpo) y se observará que, al hacerlo, la aguja del instrumento se desvía brúscamente hacia la derecha o hacia la izquierda.

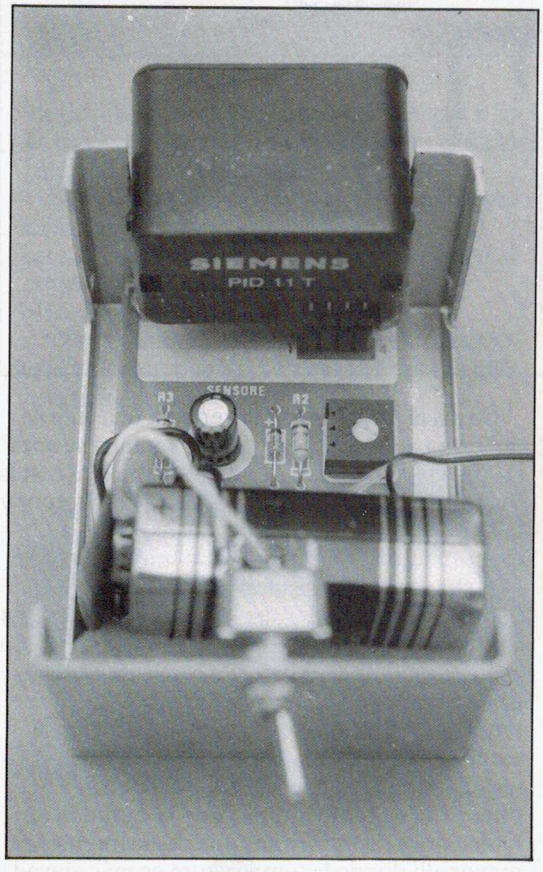
Se desviará hacia la derecha (más radiaciones de infrarrojos) si la temperatura de la habitación es inferior a la del exterior; hacia la izquierda (menos radiaciones de infrarrojos) si la temperatura interior es más elevada que la exterior.

Aclararemos que el sensor no detecta la diferencia de temperatura, sino la cantidad de radiaciones de infrarrojos que, lógicamente, es mayor allí donde la temperatura es más elevada.

Hemos visto antes que una persona, al pasar frente al sensor incluso a una distancia de 6, 7 u



Fotografía de uno de los muchos ejemplares que hemos montado para comprobación. Considerando su sencillez, todos podrán montarlo y conseguir que funcione en muy poco tiempo. El trimmer R1 sirve para modificar la sensibilidad.



El circuito impreso se fijará en el interior del pequeño contenedor de aluminio, manteniéndolo distanciado del fondo para no provocar cortocircuitos. Obsérvese la posición elegida para la pila de alimentación de 9 voltios.

8 metros, es detectada de inmediato. Ahora veremos como el cristal no permite el paso de estas radiaciones.

Se abre la venta de forma que el cristal quede situado entre la persona y el sensor y se podrá observar que, al pasar frente el cristal, la aguja del instrumento permanecerá inmóvil, es decir que no «captará» las radiaciones emitidas por el cuerpo humano.

Esta segunda característica nos ha permitido poner a punto el segundo proyecto de anti-robo para coche, que publicaremos también en un próximo número. En efecto, como el cristal no permite el paso de las radiaciones de infrarrojos, se elimina la posibilidad de que cualquier viandante, al pasar junto al coche, haga saltar la alarma.

Y ya que estamos hablando de coches, situad vuestro sensor en la acera de una calle, a la altura aproximada del motor de un vehículo.

De esta forma, todos los coches que pasen harán que se desvíe la aguja del medidor y, si observáis atentamente, podréis notar diferencias en el desplazamiento, más o menos repentino, de la aguja.

En efecto, si el coche ha arrancado poco tiempo antes y, por consiguiente el motor no ha alcanzado su temperatura de régimen, emitirá menos rayos infrarrojos que un motor idéntico que lleve funcionando varias horas.

En base a esto se podrían emplear dos sensores de este tipo, situados a una distancia de 10-20 metros, para conseguir una especie de radar para control de velocidad; en efecto, bastará con que el primer sensor —con un circuito apropiado— funcionara como starter para un cronómetro digital y el segundo funcionara como stop.

En función de estos tiempos, se podría averiguar fácilmente la velocidad en kilómetros/hora.

Siguiendo con el tema de cuerpos en movimiento, este sensor se podría utilizar también en competiciones deportivas, para determinar el instante exacto de la partida o la llegada de corredores, ciclistas, etc.

En el interior de la casa, también se puede colocar el sensor a considerable distancia del frigorífico: se observará que, cada vez que se abre o cierre la puerta del mismo, la aguja se desviará en un sentido o en otro.

Si tenéis en casa tubos fluorescentes o bombillas de filamento, tratad de dirigir el sensor hacia ellas, a una distancia de aproximadamente dos metros, y luego encendedlas y apagadlas.

Observaréis que, en el caso de los tubos fluorescentes, la aguja se desvía poco, ya que estos tubos emiten radiaciones de infrarrojos débiles; en cambio, con las bombillas incandescentes, la aguja se desviará rápidamente, ya que el filamento existente en su interior emite una cantidad elevada de rayos infrarrojos.

Pero no olvidéis que no se captan las radiaciones de infrarrojos emitidas directamente por el «filamento», sino las emitidas por el vidrio recalentado.

Encended una plancha y, cuando esté bien caliente, colocad el sensor a una distancia de 3-4 metros de ella.

Veréis como, de inmediato, la aguja se desvía brúscamente hacia la derecha, indicando la presencia de radiaciones de infrarrojos.

Esperad que la aguja vuelva al 0 central y, entonces, desenchufad la plancha: a medida que

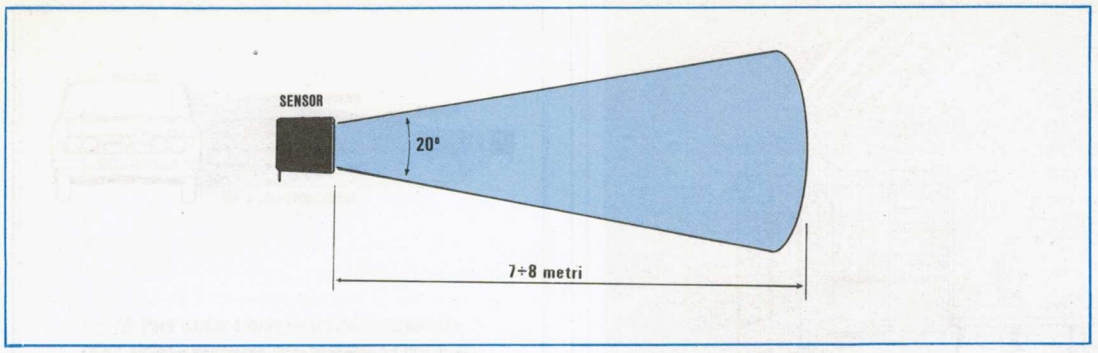


Fig. 7. **Este sensor es tan sensible que puede detectar la presencia de un hombre a una distancia de 7-8 metros. El ángulo de apertura, como se ve en el dibujo, es de aproximadamente 20 grados.**

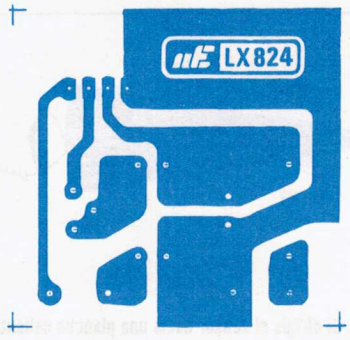


Fig. 8. **Dibujo a tamaño natural del circuito impreso LX.824.**

se va enfriando, observaréis que la aguja no detecta esta lenta variación de calor.

También podéis llevar a cabo otro sencillo experimento que os permitirá determinar cómo se detecta una fuente de calor que, lentamente, aumente o disminuya su intensidad.

Si el sensor no tuviera esta característica, sería imposible utilizarlo en cualquier anti-robo, ya que si la aguja del instrumento detectara estas variaciones lentas de temperatura, bastaría el encendido o apagado de un radiador de calefacción para hacer saltar la «alarma», lo que inutilizaría la instalación.

Tomad de nuevo la plancha y enchufadla a la red.

Cuando la aguja se haya estabilizado en el centro del medidor, decidle a alguien que pase ante el sensor (ver fig. 14).

Al contrario de lo que ocurría en el experimento de la fig. 10, cuando la aguja se desviaba a la derecha, en este caso se desviará hacia la izquierda.

Como habréis podido suponer, la plancha emite más radiaciones de infrarrojos que un cuerpo humano y, por consiguiente, es lógico que al pasar ante el sensor, éste capte una cantidad menor indicándola mediante una desviación a la izquierda de la aguja.

Estos sencillos experimentos os permitirá descubrir las posibilidades de utilización práctica de este sensor.

Por ejemplo, hace algún tiempo una industria del vidrio nos planteó un problema que muchos técnicos habían calificado de imposible de resolver: se trataba de contar mediante células fotoeléctricas piezas transparentes, como botellas, vasos, tarros, etc., situadas sobre una cinta transportadora.

A pesar de haber instalado sofisticados detectores con células fotoeléctricas, no se contaban bien las piezas, bien porque la luz las atravesaba sin sufrir atenuación alguna, por lo que las piezas pasaban «inadvertidas»; o porque, debido a reflejos del rayo de luz en el vidrio, cada pieza se contaba como 2 o 3.

Para resolver el problema, les habían aconsejado introducir en los vasos y tarros unas cartulinas opacas que interrumpieran el haz de luz; esta operación resultaba complicada y contraproducente, ya que al final del contador había que incluir una máquina automática capaz de retirar las cartulinas colocadas previamente: en las botellas de cuello estrecho, esta operación resultaba bastante dificultosa.

Nosotros logramos resolver este problema, aparentemente irresoluble, de una forma sencilla e incluso económica por medio de este sensor de infrarrojos, como os demostraremos a continuación.

1.ª Solución aconsejada

Montar junto a la cinta transportadora, antes del paso ante el sensor de rayos infrarrojos, un pequeño horno eléctrico, a fin de calentar el vidrio a 35-45 grados (ver fig. 15).

De esta forma, los vasos o botellas que pasen ante el sensor, serán detectados de inmediato.

Habrá que conectar al sensor un circuito capaz de accionar cualquier contador digital.

Si deseáis comprobar personalmente la validez de este sistema, tomad vuestro sensor y situadlo sobre la mesa. A una distancia aproximada de 50-60 centímetros, colocaréis un cartón (ver fig. 16), para evitar que el sensor capte las radiaciones emitidas por las paredes de la habitación.

Tomaréis entonces un vaso o una botella de cristal transparente y lo pasaréis por delante del sensor.

Si la botella se encuentra a la misma temperatura ambiente y no acercáis el cuerpo o las manos a la zona cubierta por el sensor, la aguja permanecerá inmóvil.

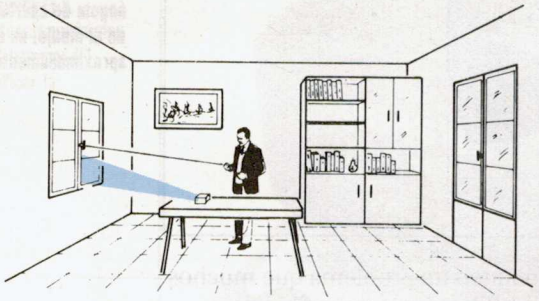


Fig. 9. **Situando el sensor ante una ventana, podréis detectar de inmediato la diferencia en la radiación de infrarrojos entre el interior y el exterior, abriéndola y cerrándola varias veces mediante una cuerda, para evitar que el sensor capte el calor del cuerpo o de la mano.**

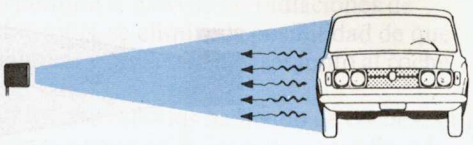


Fig. 12. **Si os colocáis en la acera con vuestro detector de rayos infrarrojos apuntando a la calzada, todos los coches o motos que pasen desviarán más o menos la aguja del medidor.**



Fig. 13. **Si dirigís el sensor hacia una plancha caliente, el medidor indicará de inmediato una emisión elevada de rayos infrarrojos.**

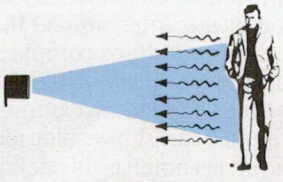


Fig. 10. **Si hacéis pasar a cualquier persona ente el sensor, observaréis que la aguja del medidor se desvía brúscamente, indicando que ha captado radiaciones de infrarrojos.**

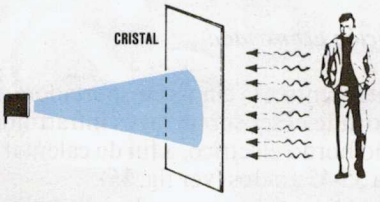


Fig. 11. **Si entre la persona y el sensor colocáis un cristal, observaréis que los rayos infrarrojos no pasan, permaneciendo la aguja inmóvil en el cero central.**

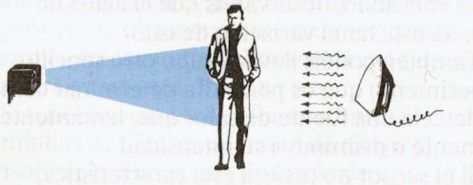


Fig. 14. **Con la plancha encendida y cuando la aguja se haya detenido en el cero central, al pasar por delante una persona la aguja indicará la reducción de rayos infrarrojos.**

(Nota: si habéis tomado la botella entre las manos, la habréis recalentado involuntariamente, por lo que el sensor detectará esta pequeña variación de temperatura).

Ahora calentaréis ligeramente la botella, metiéndola en el horno unos segundos o vertiendo agua caliente que quitaréis de inmediato, y la pasaréis de nuevo ante el sensor; observaréis que la aguja del instrumento se desvía brúscamente a la derecha.

2.ª Solución aconsejada

En el caso de que resultara incómodo calentar en un túnel estos objetos de vidrio, se podría recurrir a esta segunda solución. Se sitúa a 1 metro de distancia del sensor una resistencia eléctrica recalentada a aproximadamente 200 grados; de esta forma, al pasar el objeto de vidrio situado en la cinta transportadora por delante del sensor, aislará las radiaciones de infrarrojos emitidas por la resistencia (ver fig. 17).

También podéis probar en casa esta segunda solución, situando a 1 metro más o menos del sensor vuestro soldador eléctrico.

Una vez que la aguja del instrumento se haya estabilizado en el 0 central, pasaréis ante el sensor cualquier objeto, de cristal o de plástico, y veréis como la aguja se desplaza brúscamente hacia la izquierda.

El vidrio impedirá que las radiaciones de infrarrojos emitidas por el soldador lleguen al

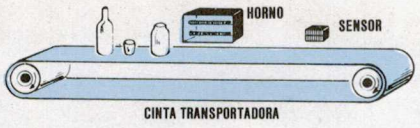


Fig. 15. **Para contar piezas de cristal transparente sobre cintas transportadoras, se pueden recalentar para que el sensor «capte» el calor emitido por dichos cuerpos.**

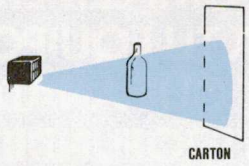


Fig. 16. **Para comprobar la validez de este sistema, pasad por delante del sensor una botella de agua caliente y veréis como la detecta de inmediato.**

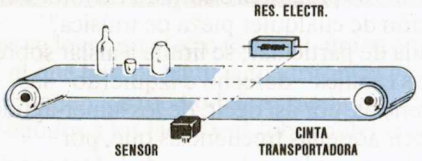


Fig. 17. **Como el cristal no permite el paso de los rayos infrarrojos (ver fig. 10), en lugar de utilizar la solución de la figura 15, se podría colocar ante el sensor una resistencia eléctrica.**

sensor por lo que éste indicará una reducción de «calor».

Como podréis comprobar, con este sensor se pueden resolver con facilidad incluso problemas más bien complicados.

A cuanto ya hemos dicho, podemos añadir que este sensor también «siente» —aunque en realidad no es una expresión adecuada— el viento.

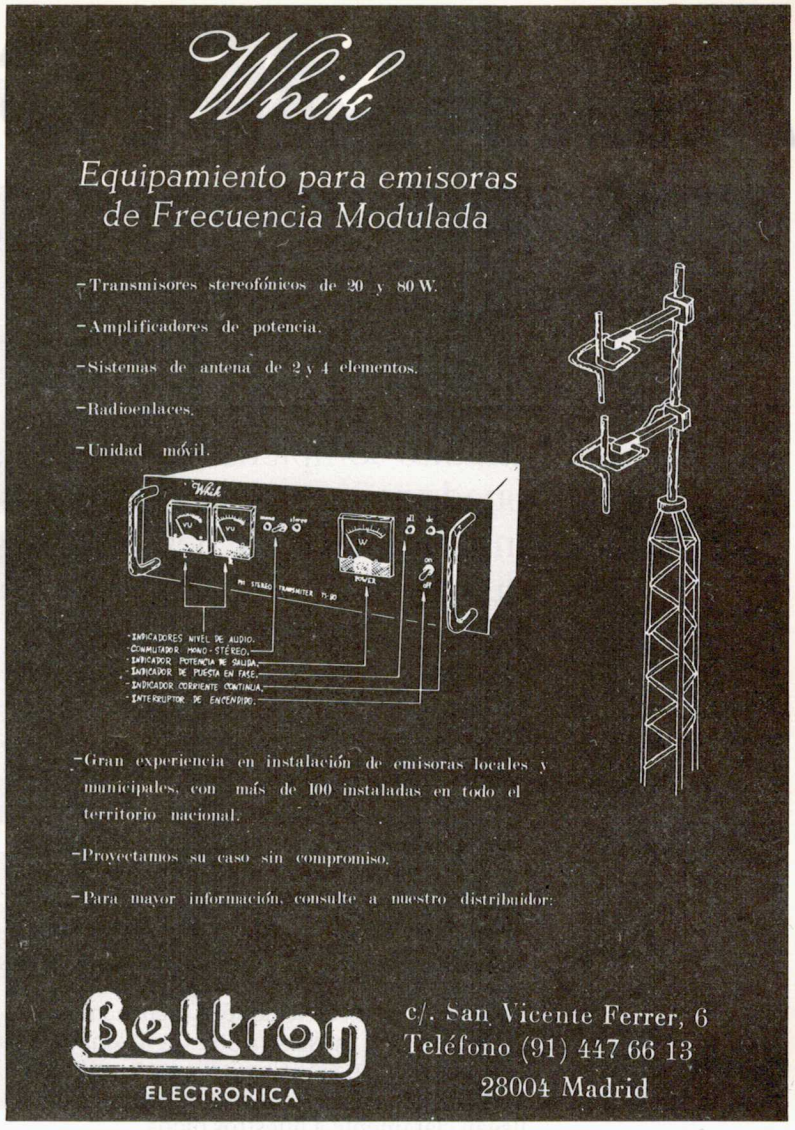
En efecto, el sensor, en sí mismo, es insensible al viento pero éste, al calentar o enfriar la atmósfera, provoca una variación de calor que a su vez da lugar a una variación en las radiaciones de rayos infrarrojos.

En consecuencia, también se podría emplear este sensor para controlar sistemas de ventilación para climatización de ambientes.

Por último, si se pasan por delante del sensor dos objetos idénticos, uno blanco y uno negro, el dispositivo detectará una diferencia, no por el color, sino porque un objeto oscuro emite una cantidad superior de radiaciones de infrarrojos que uno blanco.

Podríamos seguir sugiriendo aplicaciones prácticas para este circuito, pero creemos que, gracias a las sugerencias que hasta aquí os hemos ofrecido, podréis descubrirlas vosotros mismos, añadiendo así al enriquecimiento de vuestros conocimientos, la satisfacción de la intuición personal.

En el caso de que al terminar el montaje notárais poca sensibilidad, controlar con un téster la tensión en los extremos del diodo zener DZ1. Si la tensión resultara inferior a 5 voltios, reducir el valor de la resistencia R3, de los actuales 6.800 ohmios a 1.000 e incluso 820. La sensibilidad alcanzará los valores que nosotros indicamos.



AMPLIFICADOR DI

Tú que siempre has creído escuchar todas las notas musicales grabadas en un disco, trata de realizar este circuito complementario que puede conectarse a cualquier instalación Hi-Fi: descubrirás que, hasta entonces, te has privado de un número infinito de notas.

UN COMPLEMENTO PARA TU EQUIPO HI-FI, QUE AÑADE MÁS PROFUNDIDAD Y VIVEZA A LOS SONIDOS

Si buscáis la fidelidad absoluta en la reproducción de la música, os aconsejamos realizar y probar este montaje; si no os fiáis de nuestras palabras, podéis pedir a algún amigo que lo haya montado, que os deje oír un disco, con el circuito y sin él: estamos seguros de que os entusiasmará tanto como nos entusiasmó a nosotros la primera vez que lo escuchamos.

De hecho, la música ya no es la misma puesto que, conectando este circuito, un gran número de notas agudas y bajas —que antes no oíamos— llegan claramente a nuestros oídos, confirmándonos que antes solo oíamos «la mitad» de la música grabada en el disco.

Nuestras afirmaciones (y ésta es una aclaración obligada) no son válidas, lógicamente, para quienes en su instalación Hi-Fi, disponen de cajas acústicas de un precio muy elevado,, con tweeter piezo o woofer amplificados; pero sí son válidas para la mayoría de los usuarios, que disponen de cajas acústicas mucho más modestas.

Este circuito, con un gasto mínimo, os permitirá obtener los mismos resultados que ya obtienen quienes se han gastado miles de pesetas en cajas muy especiales; de hecho, es capaz de extraer del disco aquellas notas que, hasta ahora, no podíais escuchar por defecto de vuestros altavoces, así como de hacerlas audibles en el altavoz con la misma intensidad con que han sido grabadas en el disco.

Es evidente que, en estas condiciones, el sonido adquiere una profundidad y una viveza tales que nos parece estar sentados en primera fila, con la orquesta delante, en lugar de estar encerrados en nuestra habitación escuchando un disco.

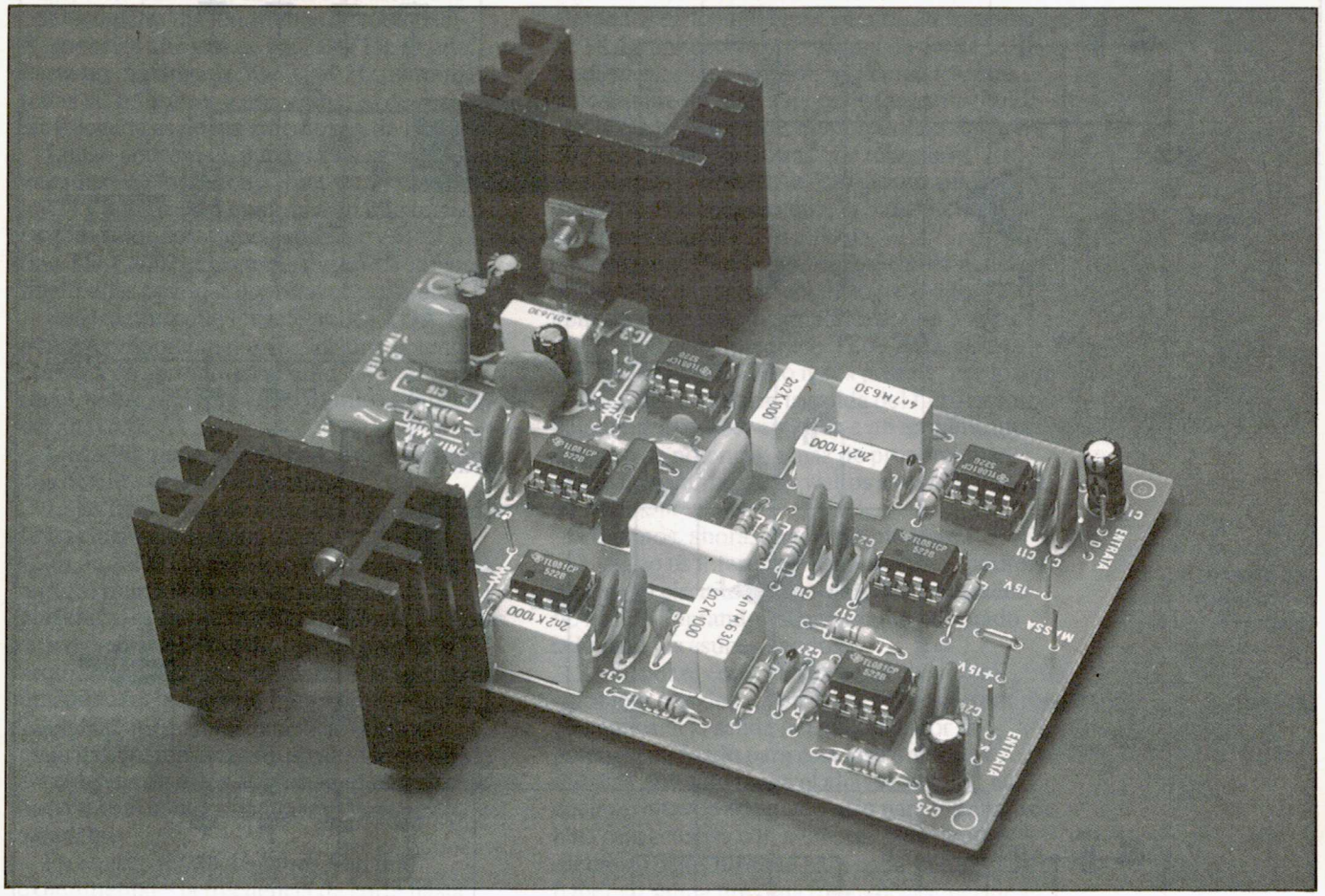
Pero ¿qué es lo que hace en la práctica este circuito —os preguntaréis— para mejorar tanto la audición de cualquier pieza de música?

Nada de particular; se limita a aislar sobre los dos canales —derecho e izquierdo— las frecuencias, por así decir, de los super-agudos (es decir aquellas frecuencias que, por encontrarse en los márgenes de la frecuencia de corte de los amplificadores corrientes, suelen sufrir tanta atenuación que el altavoz sólo puede reproducirlas a un volumen muy bajo), las amplifica convenientemente a fin de obtener en salida una potencia adecuada y las aplica luego a dos tweeter complementarios.

Además, el mismo circuito toma simultáneamente de los dos canales —derecho e izquierdo— las frecuencias del sub-woofer, es decir las frecuencias inferiores a los 200 Hz, las mezcla entre sí para lograr una señal mono y las proporciona en salida, ya preamplificadas, para poder accionar un amplificador de potencia externo al que conectaremos un único altavoz woofer.

De esta forma, situando la caja del sub-woofer en el centro. las dos cajas corrientes a los lados y, sobre éstas, los dos tweeter adicionales, formaremos un conjunto de Alta Fidelidad que provocará la envidia de todos nuestros amigos ya que ninguno de ellos, aún disponiendo de amplificadores y cajas más caros, podrá obtener una reproducción superior (en efecto, con esta colocación de los difusores

SUPER-AGUDOS



acústicos se logra un efecto especial, único en su género, al que hemos bautizado «trifonía» ya que se obtienen los medio-bajos, medio-agudos y súper-agudos a los lados y el sub-woofer en el centro).

Esquema eléctrico

El esquema eléctrico que podemos ver en la fig. 1 nos indica de inmediato que, para la realización de este proyecto, se requieren 6 integrados operacionales, marcados IC1-IC2-IC4-IC5-IC6-IC7, más dos integrados amplificadores de baja potencia, marcados IC3-IC8.

Los amplificadores operacionales empleados en nuestro circiuito son de la serie J-FET (es decir, operacionales con entrada de fet y de muy elevada impedancia), marcados LF.351 o TL.081 y se suministran en versión dual-in-line (ver fig. 2) con 8 patillas.

Aclararemos de inmediato que este circuito es totalmente autónomo, es decir puede incluirse o excluirse a voluntad en nuestra instalación estéreo, sin necesidad de efectuar modificación alguna; precisamente por ello, resulta muy fácil comprobar sus ventajas.

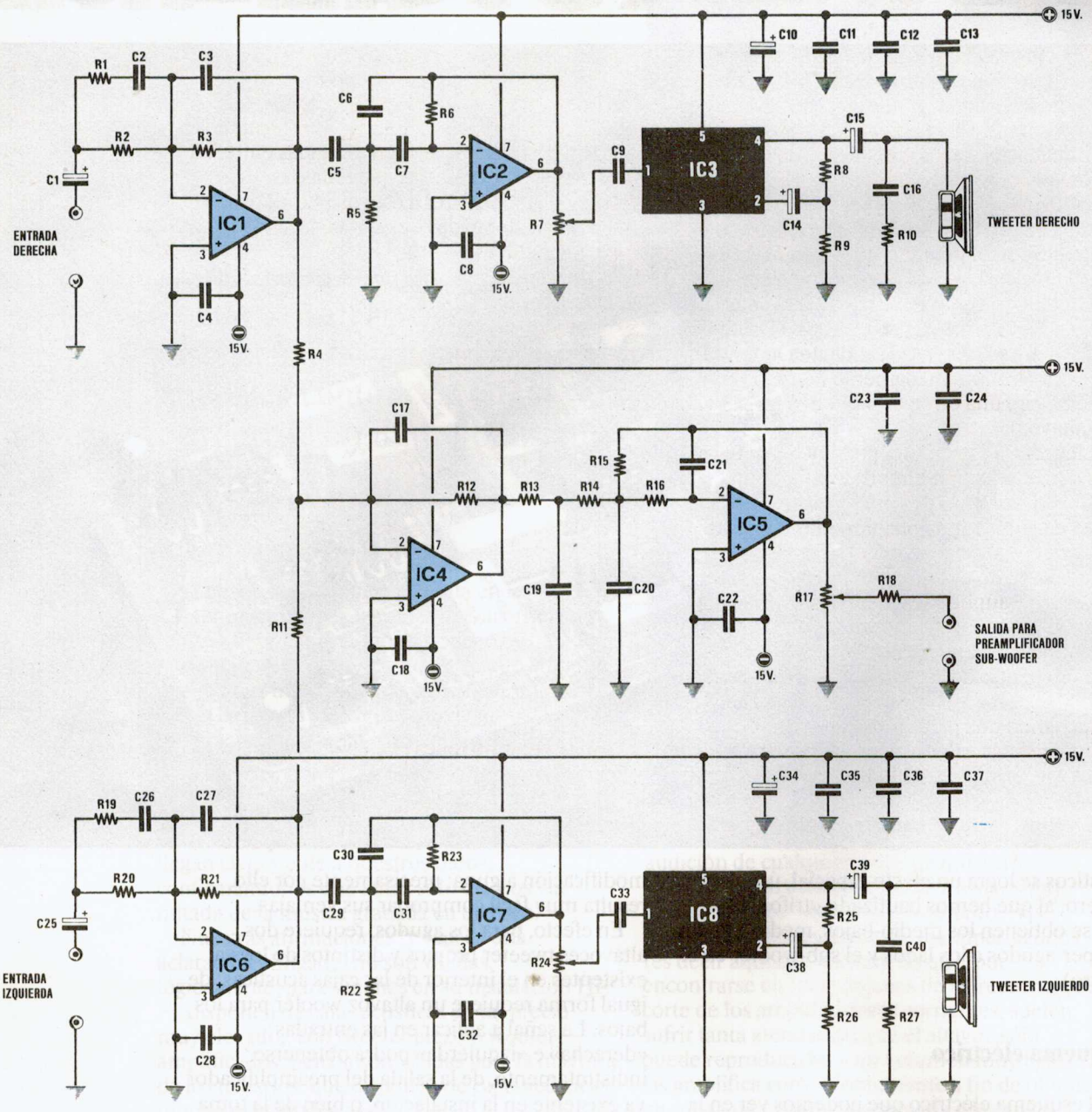
En efecto, para los agudos, requiere dos altavoces tweeter propios y distintos de los ya existentes en el interior de las cajas acústicas; de igual forma requiere un altavoz woofer para los bajos. La señal a aplicar en las entradas «derecha» e «izquierda» podrá obtenerse, indistintamente, de la salida del preamplificador ya existente en la instalación, o bien de la toma de salida «altavoz» derecha o izquierda del amplificador de potencia; en la fig. 3 y en la fig. 5 podemos ver unos esquemas de cómo se realizan estos dos tipos de conexión.

Las dos señales obtenidas, respectivamente, del canal «derecho» y del «izquierdo», se aplicarán a las tomas de entrada «derecha» e «izquierda» de nuestro circuito.

En éste, los dos primeros amplificadores operacionales —es decir IC1 para el canal derecho e IC6 para el canal izquierdo— se utilizan como «fase separadora de entrada» y, al mismo tiempo, llevan a cabo una ligera preamplificación de la señal a fin de poder compensar esa pequeña atenuación que, inevitablemente, producirán sobre la señal los dos filtros paso-alto que encontramos conectados a sus salidas.

Dichos filtros están constituidos,

Fig. 1. Esquema eléctrico del amplificador estéreo para los super-agudos y del preamplificador sub-woofer. Aquellos a quienes no les interese la fase del sub-woofer, podrán simplemente quitar de los zócalos los dos integrados IC4 e IC5.



R1 = 10.000 ohm 1/4 wat
R2 = 47.000 ohm 1/4 wat
R3 = 68.000 ohm 1/4 wat
R4 = 47.000 ohm 1/4 wat
R5 = 10.000 ohm 1/4 wat
R6 = 100.000 ohm 1/4 wat
R7 = 10.000 ohm pot log
R8 = 390 ohm 1/4 wat
R9 = 39 ohm 1/4 wat
R10 = 10 ohm 1/4 wat
R11 = 47.000 ohm 1/4 wat
R12 = 33.000 ohm 1/4 wat
R13 = 12.000 ohm 1/4 wat
R14 = 12.000 ohm 1/4 wat
R15 = 27.000 ohm 1/4 wat
R16 = 12.000 ohm 1/4 wat
R17 = 10.000 ohm pot log
R18 = 560 ohm 1/4 wat
R19 = 10.000 ohm 1/4 wat

R20 = 47.000 ohm 1/4 wat
R21 = 68.000 ohm 1/4 wat
R22 = 10.000 ohm 1/4 wat
R23 = 100.000 ohm 1/4 wat
R24 = 10.000 ohm pot log
R25 = 390 ohm 1/4 wat
R26 = 39 ohm 1/4 wat
R27 = 10 ohm 1/4 wat
C1 = 10 mF elect 25 volt
C2 = 4.700 pF poliéster
C3 = 47 pF cerámico disco
C4 = 100.000 pF cerám disco
C5 = 2.200 pF poliéster
C6 = 1.500 pF cerámico disco
C7 = 2.200 pF poliéster
C8 = 100.000 pF cerám disco
C9 = 10.000 pF poliéster
C10 = 10 mF elect 25 volt
C11 = 100.000 pF cerám disco

C12 = 100.000 pF cerám disco
C13 = 100.000 pF cerám disco
C14 = 10 mF elect 25 volt
C15 = 10 mF elect 25 volt
C16 = 82.000 pF poliéster
C17 = 820 pF cerámico disco
C18 = 100.000 pF cerám disco
C19 = 150.000 pF poliéster
C20 = 180.000 pF poliéster
C21 = 15.000 pF poliéster
C22 = 100.000 pF cerám disco
C23 = 100.000 pF cerám disco
C24 = 100.000 pF cerám disco
C25 = 10 mF elect 25 volt
C26 = 4.700 pF poliéster
C27 = 47 pF cerám disco
C28 = 100.000 pF cerám disco
C29 = 2.200 pF poliéster
C30 = 1.500 pF cerám disco

C31 = 2.200 pF poliéster
C32 = 100.000 pF cerám disco
C33 = 10.000 pF poliéster
C34 = 10 mF elect 25 volt
C35 = 100.000 pF cerám disco
C36 = 100.000 pF cerám disco
C37 = 100.000 pF cerám disco
C38 = 10 mF elect 25 volt
C39 = 10 mF elect 25 volt
C40 = 82.000 pF poliéster
IC1 = integ LF.351 o TL.081
IC2 = integ LF.351 o TL.081
IC3 = integ TDA.2002
IC4 = integ LF.351 o TL.081
IC5 = integ LF.351 o TL.081
IC6 = integ LF.351 o TL.081
IC7 = integ LF.351 o TL.081
IC8 = integ TDA.2002

respectivamente por IC2 e IC7 y los hemos proyectado a fin de presentar la frecuencia de corte inferior sobre los 2.000 Hz, con una atenuación de 12 dB por octava por debajo de dicha frecuencia.

En otras palabras, en salida de estos dos operacionales dispondremos de todas las frecuencias que van de los 2.000 Hz en adelante, hasta un máximo de 50-60.000 Hz, eliminando todas las inferiores a esta gama, es decir todas las frecuencias de los «medios» y de los «bajos».

Luego podremos obtener esta señal de los «agudos» de los potenciómetros de volumen R7 y R24 y aplicarla en entrada a un integrado amplificador de potencia media (ver IC3 e IC8), tipo TDA.2002, con cuya salida podremos finalmente accionar dos altavoces tweeter.

Recordemos que los integrados TDA.2002 pueden proporcionar en salida una potencia máxima de aproximadamente 3-4 watios por canal, sobre una carga de 4 ohmios (impedancia del altavoz).

Llegados a este punto, podemos ya exponer dos detalles de gran importancia:

1. La frecuencia de corte del filtro paso-alto se ha elegido, intencionadamente, sobre un valor de 2.000 Hz para lograr un sonido agudo pero, al mismo tiempo, armonioso por la presencia –aunque sea atenuada– de las notas «medio-altas». De hecho, en los primeros prototipos habíamos calculado este filtro para una frecuencia de corte muy superior (unos 7.000 Hz); luego, en la práctica –es decir, escuchando una pieza musical– vimos que la abundancia de estos «súper-agudos» reforzados hacía que el sonido resultara más molesto que agradable.

En consecuencia, bajamos –en fase experimental– la frecuencia de corte hasta llegar al valor de 2.000 Hz, que resultó ser el más conveniente.

2. Sólo se pueden obtener los resultados esperados de este circuito aplicando en salida altavoces tweeter, ya que si se utilizan altavoces corrientes –aunque éstos sean capaces de reproducir frecuencias de hasta unos 100.000 Hz– no se lograrán en la práctica aquellos sonidos que sólo un tweeter es capaz de reproducir; por consiguiente, parte del «secreto» está en el altavoz.

A título informativo, diremos que el modelo AD0160/T4 de Philips resulta válido y económico aunque, lógicamente, si invertimos una cifra superior, se pueden encontrar otros con prestaciones también superiores.

Tras haber examinado la fase de los agudos, podemos pasar ahora a la de los súper-bajos o «sub-woofer», si preferimos el término americano.

Como puede verse en el mismo esquema eléctrico de la fig. 1, de las salidas de IC1 e IC6 se toma –a través de las dos resistencias R4 y R11– respectivamente la señal del canal derecho y del canal izquierdo y se la aplica a la entrada inversora (patilla 2) del integrado IC4, que actuando como «mezclador» permite obtener una fuente «mono» para los bajos.

Efectivamente, la señal mezclada se aplica posteriormente a la entrada del integrado IC5, empleado en nuestro circuito como filtro paso-bajo activo, con frecuencia de corte superior de alrededor de los 180 Hz y con una atenuación de 18 dB por octava por encima de dicha frecuencia. Esto significa, en la práctica, que únicamente pueden superar la fase constituida por IC5 las frecuencias comprendidas entre los 20 y los 180 Hz, mientras que todas las frecuencias superiores a éste último valor quedan tan atenuadas que, prácticamente, no resultan audibles en el altavoz.

A diferencia de la fase de los «súper-agudos», en la que, en la salida del filtro paso-alto, va aplicado un pequeño amplificador de 3 watios realizado con el integrado TDA.2002, para la fase de los «bajos» esto no es posible, por lo que la señal disponible en la salida del filtro paso-bajo tendrá que ser aplicada a un amplificador externo de potencia, capaz de proporcionar desde un mínimo de 30 watios a un máximo de 80 watios.

Podemos, ahora, añadir cuanto sigue:

1. Si no os interesa el «sub-woofer», podréis retirar del circuito impreso los dos integrados IC4 e IC5, logrando así un circuito adecuado sólo para los «súper-agudos».

2. Si, por el contrario, deseáis el circuito completo –es decir, con «súper-bajos»–tendréis que aplicar a la salida del amplificador de potencia utilizado para esta fase una caja acústica que sólo tenga el altavoz woofer, es decir un altavoz adecuado sólo para los «bajos». Una caja acústica con altavoces para agudos-medios y bajos no sirve para nada ya que al no haber en salida ninguna frecuencia superior a los 180 Hz, los altavoces de los medios y de los agudos permanecerían «mudos».

3. Si se completa la instalación estéreo con el «sub-woofer», la caja acústica correspondiente se sitúa en el centro, entre la caja del canal izquierdo y la del canal derecho; de no ser así, el efecto queda considerablemente reducido.

En cambio, los dos tweeter correspondientes a los «súper-agudos» se pueden colocar cada uno de ellos sobre la caja acústica correspondiente al mismo canal, es decir el tweeter del canal derecho sobre la caja del canal

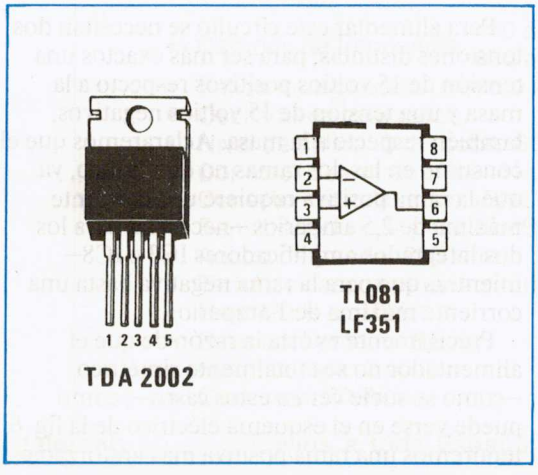
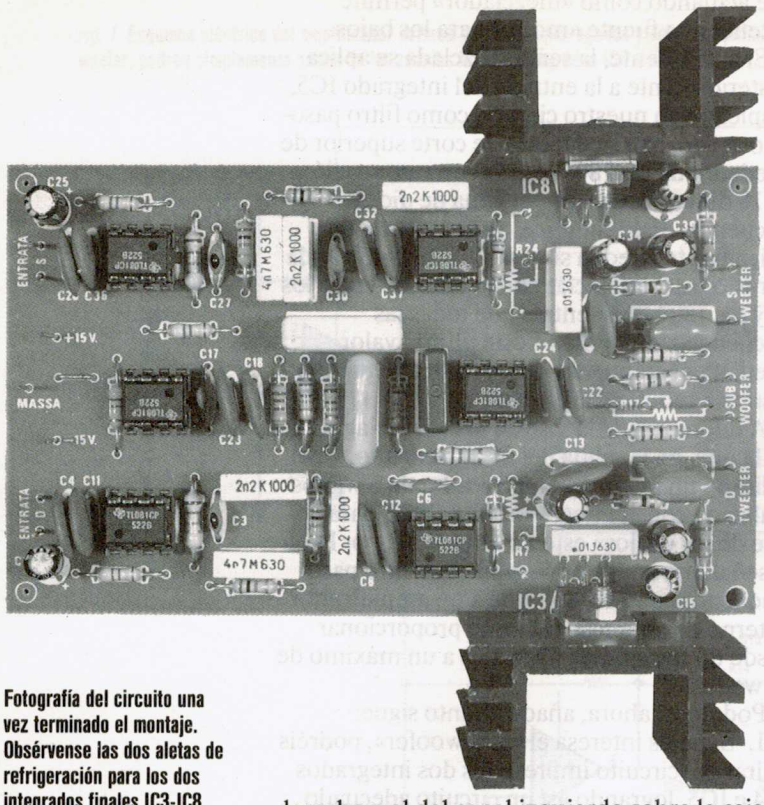


Fig. 2. **Disposición de los terminales del integrado amplificador final de potencia TDA.2002 y del operacional con entrada de fet TL.081 o LF.351.**



Fotografía del circuito una vez terminado el montaje. Obsérvense las dos aletas de refrigeración para los dos integrados finales IC3-IC8.

derecho y el del canal izquierdo sobre la caja del canal izquierdo.

Antes de terminar, nos gustaría recordaros las principales características técnicas de nuestro circuito:

Tensión de alimentación = dual 15 + 15 voltios.

Consumo con max. señal = menos de 1 amperio.

Impedancia de entrada sobre los 2 canales = 47.000 ohmios.

Potencia salida súper-agudos = max. 3 watios por canal.

Frec. corte filtro paso alto = 2.000 Hz.

Atenuación bajo frec. de corte = 12 dB por octava.

Frec. corte filtro paso bajo = 180 Hz.

Atenuación sobre frec. de corte = 18 dB por octava.

Señal típica en entrada = 1 voltio eficaz.

Circuito de alimentación

Para alimentar este circuito se necesitan dos tensiones distintas; para ser más exactos una tensión de 15 voltios positivos respecto a la masa y una tensión de 15 voltios negativos, también respecto a la masa. Aclararemos que el consumo en las dos ramas no es idéntico, ya que la rama positiva requiere una corriente máxima de 2,5 amperios —necesaria para los dos integrados amplificadores IC3 e IC8— mientras que para la rama negativa basta una corriente máxima de 1 amperio.

Precisamente es ésta la razón de que el alimentador no sea totalmente simétrico —como se suele ver en estos casos—; como puede verse en el esquema eléctrico de la fig. 6, tendremos una rama positiva más «reforzada» para poder proporcionar una corriente superior y una rama negativa realizada con uno de los integrados estabilizadores habituales, con los que ya estarán familiarizados quienes nos sigan con asiduidad.

Contemplando el esquema eléctrico, observaremos que la tensión de los 15 + 15 voltios disponible en el secundario del transformador T1 es rectificada por el puente RS1, cuyo terminal positivo de salida alimenta el integrado estabilizador IC1 (un L.200 de SGS, capaz de proporcionar hasta un máximo de 3,5 amperios), mientras que el terminal negativo va conectado a la entrada de un segundo integrado estabilizador de tipo uA.7915 (ver IC2) que, como ya sabréis, puede proporcionar hasta un máximo de 0,8-1 amperio.

Aclararemos que el integrado IC1 puede calentarse considerablemente durante su funcionamiento por lo que, como os diremos más adelante al explicar el montaje, es indispensable dotarlo de su correspondiente aleta de refrigeración.

El integrado IC1 —al igual que IC2— va protegido interiormente contra cortocircuitos y la resistencia R2 (de 0,22 ohmios 3-5 watios de hilo), que vemos aplicada en serie a la patilla 5 de salida, sirve como limitador de corriente.

Con el valor que hemos elegido para R2 se limita la corriente aproximadamente a 2,5 amperios; no obstante, disminuyendo ligeramente R2 —a un valor de, por ejemplo, 0,18 ohmios o 0,15 ohmios— se pueden alcanzar incluso los 3 amperios, suponiendo que el transformador utilizado sea capar de proporcionar esta corriente.

Antes de terminar, recordaremos brevemente que el diodo led DL1, aplicado en serie a la resistencia R1, sólo sirve en nuestro circuito como chivato para confirmarnos que el circuito está funcionando, cuando está encendido.

Realización práctica de los circuitos

El circuito impreso que hemos diseñado para alojar todos los componentes correspondientes a este proyecto, excluyendo los de la fase de alimentación, se identifica con la sigla LX.341 y puede verse, a tamaño natural, en la fig. 7.

Dicho circuito se sirve ya perforado y con un dibujo serigrafiado de los componentes, por lo que el montaje resulta mucho más fácil.

De todas formas, antes de comenzar a montar en el circuito impreso cualquier componente, os aconsejamos realizar el puente de conexión que se ve claramente en el esquema práctico de la fig. 8, junto al integrado IC4; de no hacerlo así, podriais olvidarlo y, sin él, es evidente que vuestro circuito no podría funcionar.

Una vez realizado este puente, podéis empezar a montar en el circuito impreso los zócalos para los integrados, continuando luego con todas las resistencias y los condensadores, tratando —en el caso de los electrolíticos— de no

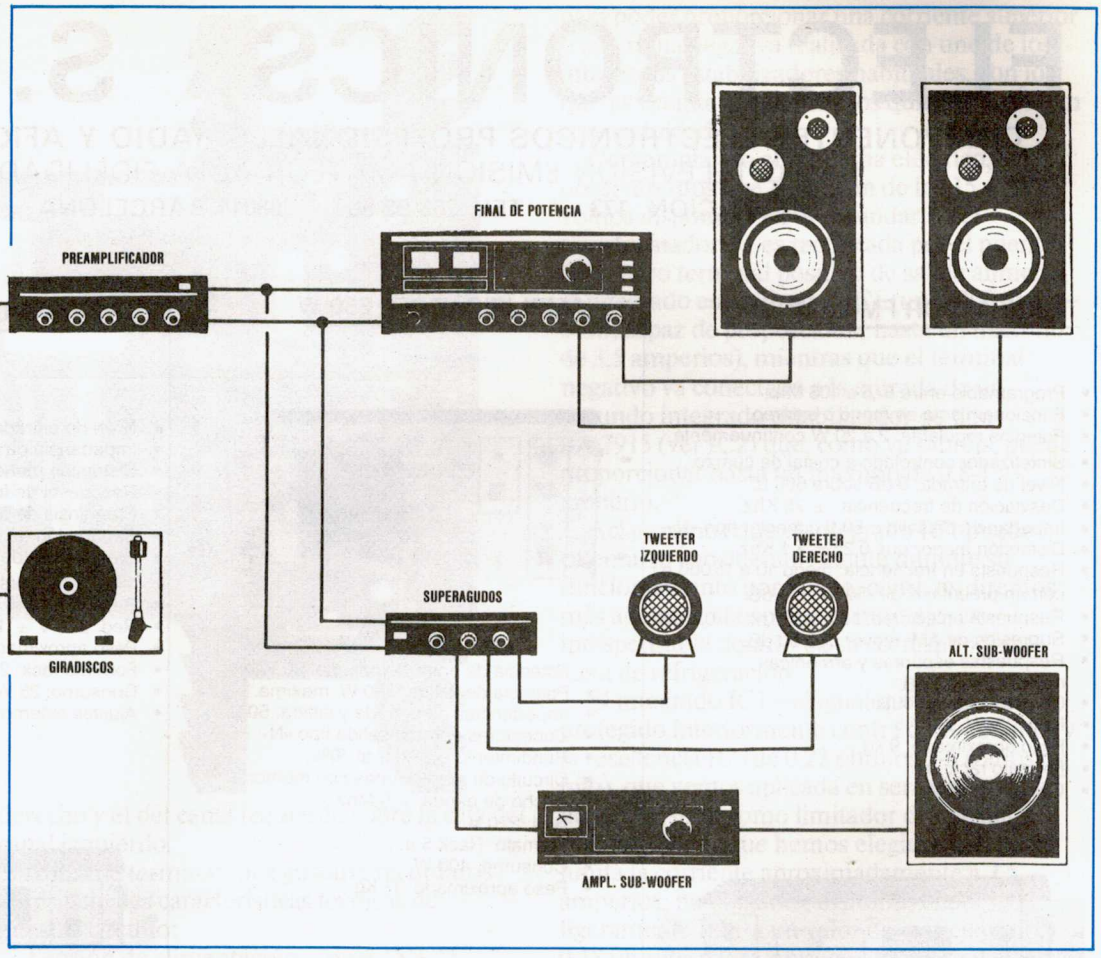


Fig. 3. **La señal para accionar nuestro circuito de los super-agudos y del sub-woofer se obtendrá de la salida de un preamplificador.**

confundir el terminal positivo con el negativo.

Los integrados amplificadores IC8 e IC3 se montan verticalmente sobre el circuito impreso (en la fig. 8, el integrado IC3 está situado en horizontal debido a exigencias del dibujo), ya que, como puede verse en la fotografía del prototipo, en su parte metálica va fijada una aleta de refrigeración.

Debemos añadir también que las conexiones de entrada y las de salida del sub-woofer, así como las conexiones con los tres potenciómetros R7-R17-R24, se efectúan con cable apantallado, ya que de no hacerlo así, cabría la posibilidad de captar zumbido de alterna.

La malla metálica de estos cables –aunque no se ve en el dibujo– se conectará a la masa por un solo lado; es decir, podemos elegir a voluntad el conectarla a masa en el circuito impreso o en la carcasa del potenciómetro, evitando siempre el hacerlo en ambas partes.

Recordaremos que nuestro circuito tiene que ir colocado, necesariamente, en el interior de un mueble metálico, a fin de que quede perfectamente apantallado contra el zumbido de alterna.

Una vez terminado el montaje, podremos instalar en sus zócalos los integrados LF.351 o TL.081, respetando las indicaciones del dibujo serigrafiado y del dibujo práctico acerca de la posición en que debe orientarse la muesca de referencia existente en el encapsulado.

Para terminar, sólo falta la fase alimentadora, que podremos montar sobre el circuito impreso LX.342, que puede verse a tamaño natural en la fig. 9.

El esquema práctico correspondiente a este montaje, se refleja en la misma figura.

Al montar en dicho circuito impreso los componentes necesarios, tendremos que cuidar de no invertir la polaridad de los condensadores electrolíticos ni los terminales + y – del puente rectificador RS1.

Los dos integrados IC1 e IC2 se colocan en vertical sobre el circuito impreso, con la parte metálica dirigida tal como se indica en la fig. 9, es decir IC1 hacia la resistencia R4 e IC2 hacia la resistencia R2. No olvidéis que el diodo led DL1 tiene una polaridad que hay que respetar, ya que si lo instalarais al revés no se encendería.

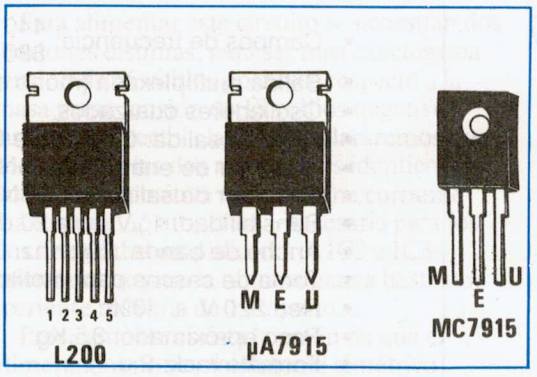


Fig. 4. **Disposición de los terminales del integrado estabilizador L.200 y del uA.7915. Nota: el integrado MC.7915, aunque tiene un contenedor de forma distinta al uA.7915, tiene características idénticas, por lo que podremos utilizar uno u otro indistintamente.**

Los tres cables que se ven a la izquierda del dibujo práctico deberán conectarse al secundario del transformador T1, comprobando –antes de soldarlos– que el cable de MASA quede conectado al «central» del transformador y no a uno de los dos terminales extremos. En efecto, SI CONFUNDIERAIS EL CABLE «central» con uno de los dos extremos, a la entrada de los integrados estabilizadores no podrían llegar, lógicamente, las tensiones necesarias y, en consecuencia, también se producirían tensiones incorrectas en salida.

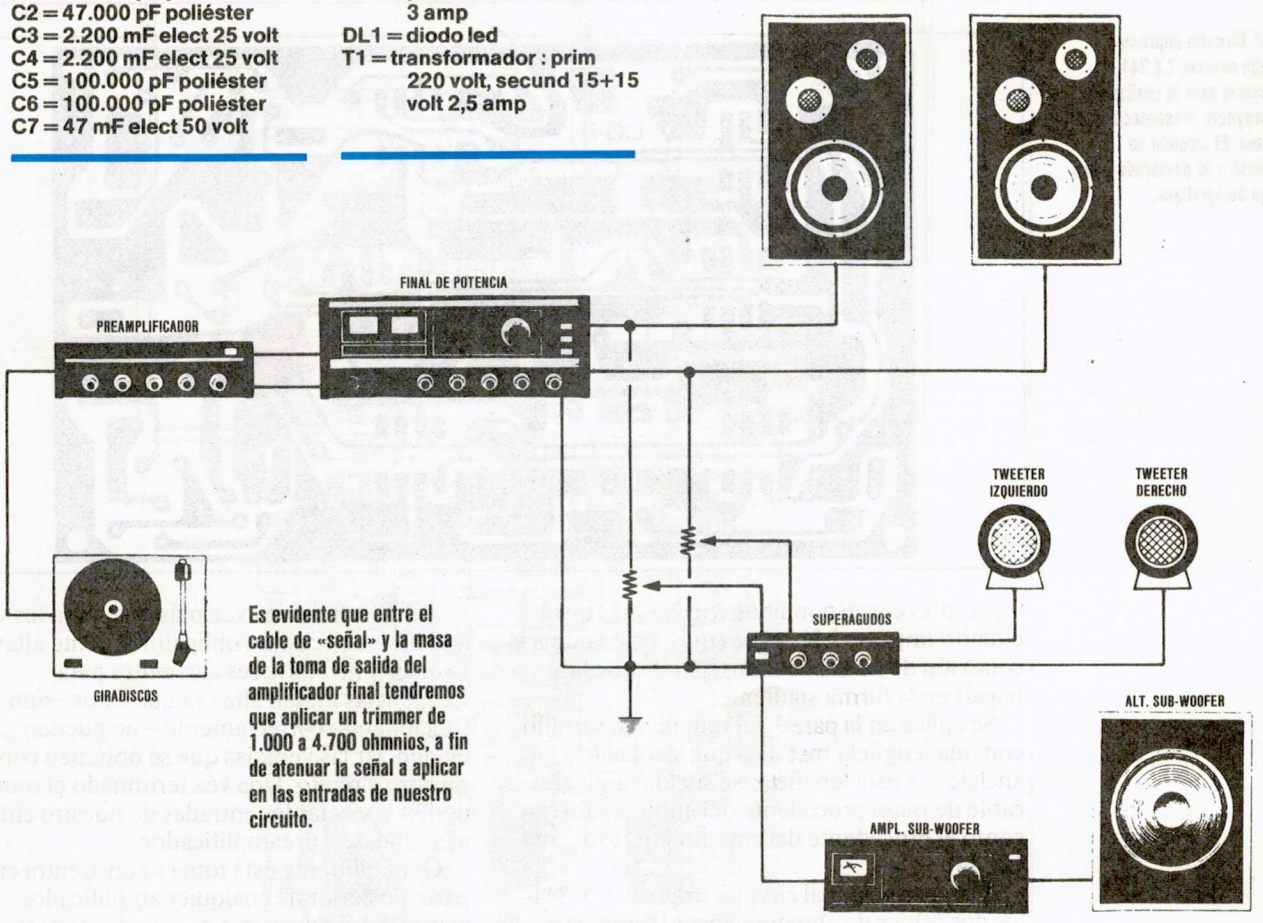
Como el integrado IC1 se calienta bastante durante su funcionamiento, tendréis que aplicar obligatoriamente una aleta de refrigeración, que ya viene incluida en el kit.

Los tres cables que salen a la derecha del circuito impreso tendréis que conectarlos a los

Fig. 5. **Si no existe la posibilidad de tomar la señal de la salida de vuestro preamplificador, se puede sacar de la toma de salida del amplificador de potencia.**

COMPONENTES LX 342

R1 = 2.200 ohm 1/4 wat
R2 = 0,22 ohm 5 wat
R3 = 2.700 ohm 1/4 wat
R4 = 12.000 ohm 1/4 wat
C1 = 47.000 pF poliéster
C2 = 47.000 pF poliéster
C3 = 2.200 mF elect 25 volt
C4 = 2.200 mF elect 25 volt
C5 = 100.000 pF poliéster
C6 = 100.000 pF poliéster
C7 = 47 mF elect 50 volt
C8 = 10.000 pF poliéster
C9 = 47 mF elect 50 volt
IC1 = integrado tipo L.200
IC2 = integrado tipo uA.7915
RS1 = puente rect. 80 volt 3 amp
DL1 = diodo led
T1 = transformador : prim 220 volt, secund 15+15 volt 2,5 amp



Es evidente que entre el cable de «señal» y la masa de la toma de salida del amplificador final tendremos que aplicar un trimmer de 1.000 a 4.700 ohmnios, a fin de atenuar la señal a aplicar en las entradas de nuestro circuito.

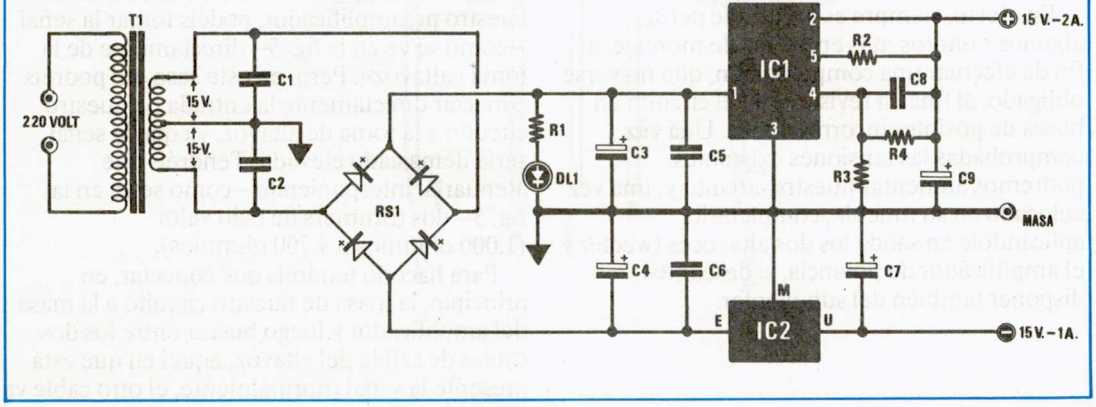


Fig. 6. **Esquema eléctrico del alimentador adecuado para proporcionar 15 voltios 2 amperios positivos respecto a la masa y 15 voltios 1 amperio negativos, también respecto a la masa.**

Fotografía del circuito de alimentación montado. Obsérvese que el circuito estabilizador IC1 necesita de un disipador de calor.

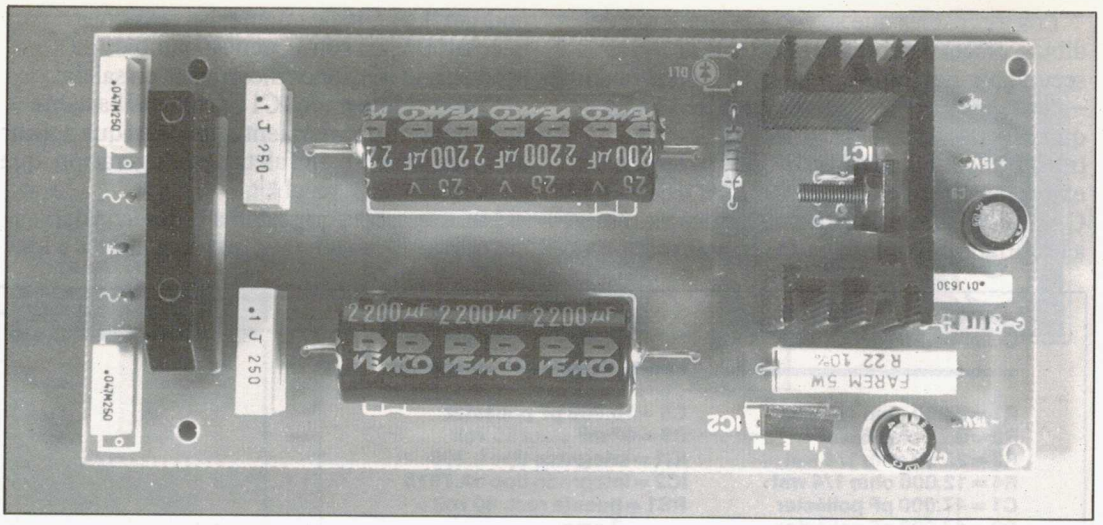
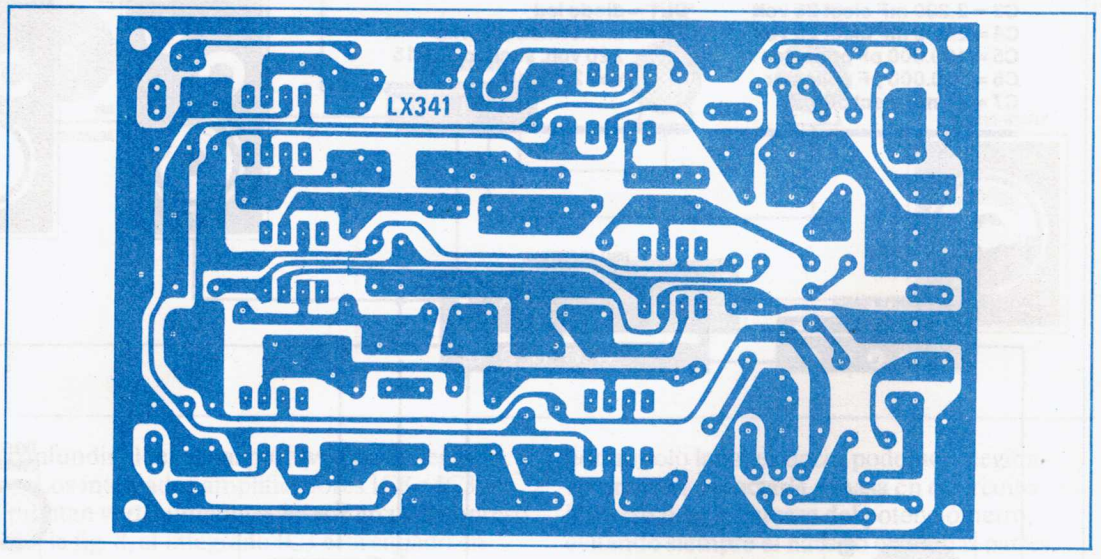


Fig. 7. **Circuito impreso a tamaño natural, LX.341, necesario para la realización del proyecto presentado en el artículo. El circuito se suministra ya perforado y con dibujo serigrafiado.**



tres cables correspondientes existentes en el circuito impreso LX.341; es más, en cuanto a la conexión de masa, os aconsejamos que la hagáis en la forma siguiente:

Se aplica en la pared del mueble un tornillo con una lengüeta metálica que sirva como anclaje y, a esta lengüeta, se suelda tanto el cable de masa procedente del alimentador como el procedente del circuito impreso LX.341.

Antes de soldar al circuito impreso LX.341 los dos cables de alimentación +15 voltios y −15 voltios, debéis comprobar, con ayuda de un tester, que en dichos terminales existen realmente estas dos tensiones respecto a masa.

En efecto, siempre es preferible perder algunos minutos más en la fase de montaje, a fin de efectuar una comprobación, que no verse obligado, al final, a revisar todo el circuito en busca de posibles incorrecciones. Una vez comprobadas las tensiones existentes, podremos alimentar nuestro circuito y, una vez colocado en su mueble, completarlo aplicándole en salida los dos altavoces tweeter y el amplificador de potencia, si deseamos disponer también del sub-woofer.

Aclararemos una vez más que, para los súper-agudos, se necesitan obligatoriamente altavoces tweeter y no altavoces corrientes para frecuencias medio altas ya que éstos —aun funcionando correctamente— no pueden evidenciar las ventajas que se obtienen con nuestro circuito. Una vez terminado el montaje, podéis conectar las entradas de nuestro circuito a la salida del preamplificador.

Generalmente esta toma se encuentra en la parte posterior de cualquier amplificador comercial, ya que sirve para poder conectar entre el preamplificador y la fase final un «ecualizador de ambiente»; no obstante, si —por cualquier motivo— no existiera dicha toma en vuestro preamplificador, podéis tomar la señal —como se ve en la fig. 5— directamente de la toma «altavoz». Pero, en este caso, no podréis conectar directamente la entrada de nuestro circuito a la toma de altavoz, ya que la señal sería demasiado elevada. Tendréis que atenuarla, interponiendo —como se ve en la fig. 5— dos trimmers de bajo valor (1.000 ohmnios o 4.700 ohmnios).

Para hacerlo tendréis que conectar, en principio, la masa de nuestro circuito a la masa del amplificador y luego buscar entre los dos cables de salida del altavoz, aquel en que está presente la señal (normalmente, el otro cable va

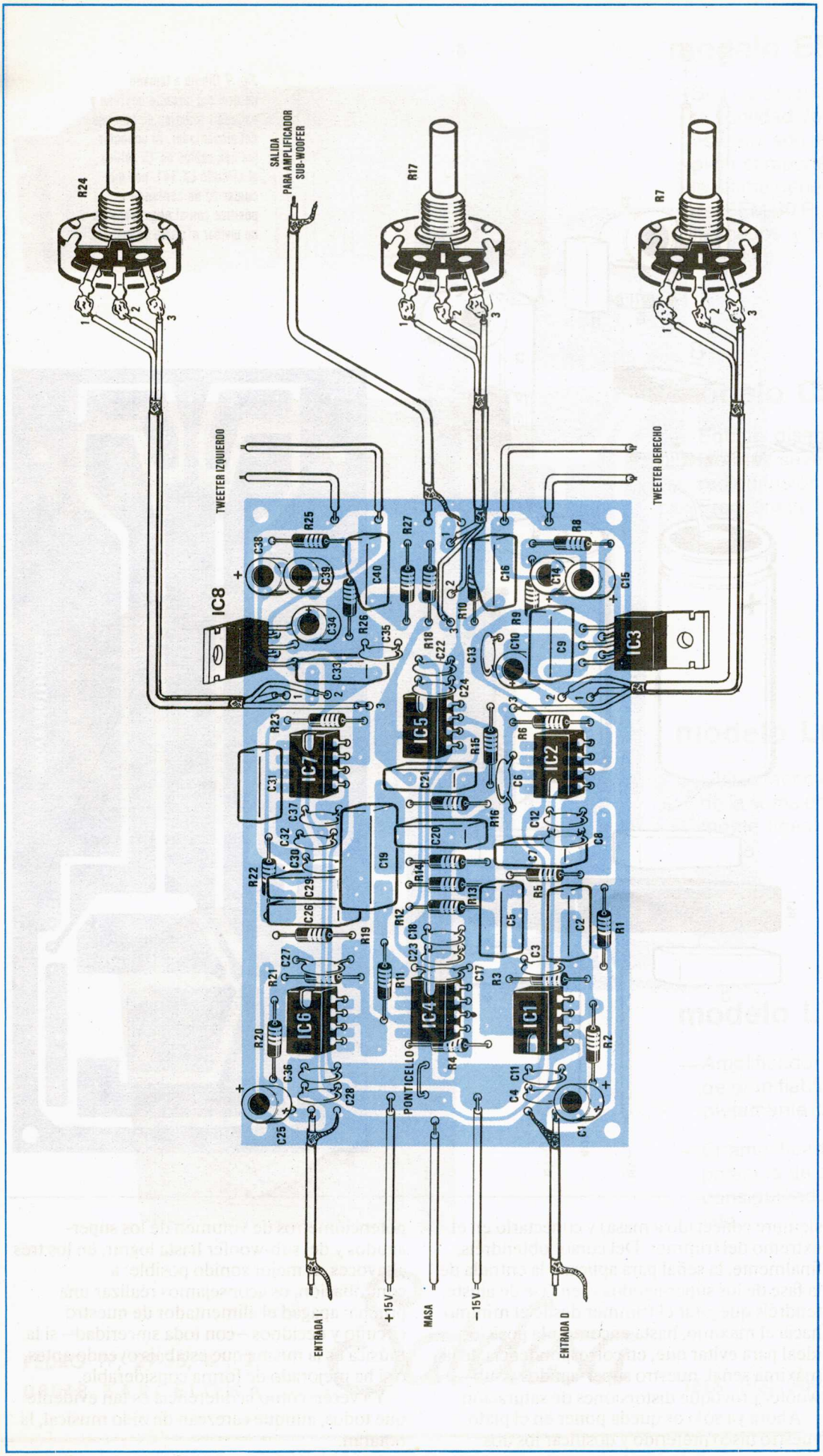


Fig. 8. **Esquema práctico de montaje. Las conexiones de entrada de la señal BF y las de los terminales de los tres potenciómetros deben realizarse con cable apantallado.**

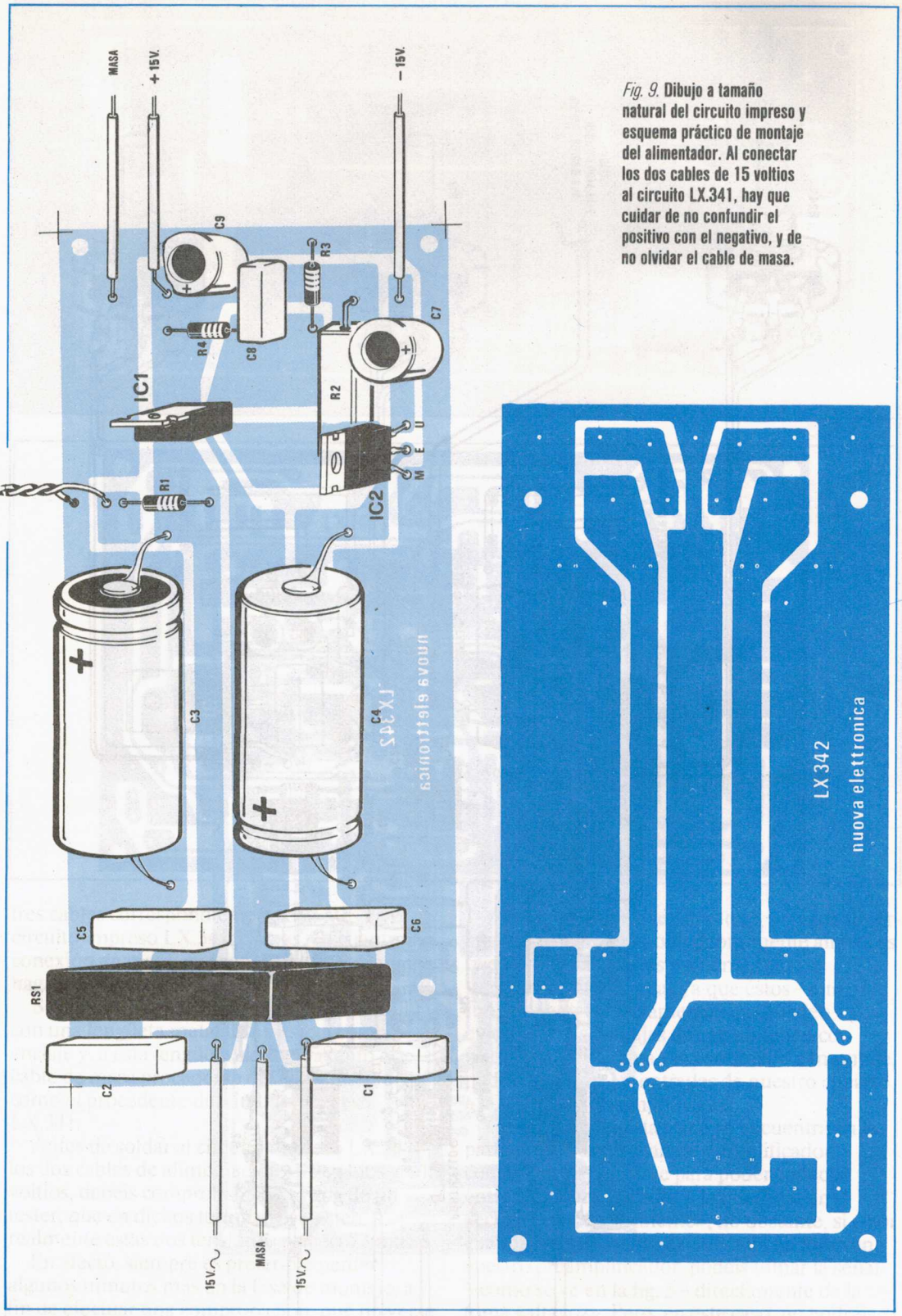


Fig. 9. **Dibujo a tamaño natural del circuito impreso y esquema práctico de montaje del alimentador. Al conectar los dos cables de 15 voltios al circuito LX.341, hay que cuidar de no confundir el positivo con el negativo, y de no olvidar el cable de masa.**

siempre conectado a masa) y conectarlo en el extremo del trimmer. Del cursor obtendréis, finalmente, la señal para aplicar a la entrada de la fase de los súper-agudos y, en fase de ajuste, tendréis que girar el trimmer desde el mínimo hacia el máximo, hasta encontrar la posición ideal para evitar que, en correspondencia de la máxima señal, nuestro súper-agudos y sub-woofer provoque distorsiones de saturación.

Ahora ya sólo os queda poner en el plato vuestro disco preferido y dosificar los dos potenciómetros de volumen de los súper-agudos y del sub-woofer hasta lograr, en los tres altavoces, el mejor sonido posible; a continuación, os aconsejamos realizar una prueba: apagad el alimentador de nuestro circuito y decidnos —con toda sinceridad— si la música es la misma que estabais oyendo antes, o si ha mejorado de forma considerable.

Ya veréis cómo la diferencia es tan evidente que todos, aunque carezcan de oído musical, la notarán.

INDUCTÁMETRO DE

PUENTE DE MEDIDA PARA INDUCTANCIAS DE DOS MICROHENRIOS A UN HENRIO

¿Qué inductancia presenta una bobina de 5 espiras unidas, arrolladas al aire sobre un diámetro de 6 mm? ¿Cuántas espiras espaciadas tendremos que arrollar, también al aire, sobre un diámetro de 8 mm para lograr una inductancia de 50 microhenrios? Con el instrumento que os ofrecemos, capaz de medir desde un mínimo de 2 microhenrios hasta un máximo de 1 henrio, todas estas dudas —hasta ahora, insolubles— tendrán una respuesta inmediata.

Uno de los problemas más difíciles de resolver, en el campo de los aficionados, ha sido el de determinar qué inductancia en microhenrios o en milihenrios presenta una bobina o una impedancia de AF.

En efecto, en muchos proyectos no se indica el número de las espiras ni el diámetro del soporte al decir que la «bobina a emplear tiene que tener una inductancia de 12 microhenrios» o bien que «la inductancia necesaria en ese determinado punto del circuito es de 0,1 milihenrios; estos datos, aunque indiscutibles desde el punto de vista matemático, no suelen ser suficientes para poder construir uno mismo la bobina ya que, si no se dispone de un «puente de medida para inductancias», nunca se conseguirá determinar con absoluta certeza si el solenoide arrollado presenta, en efecto, la inductancia necesaria.

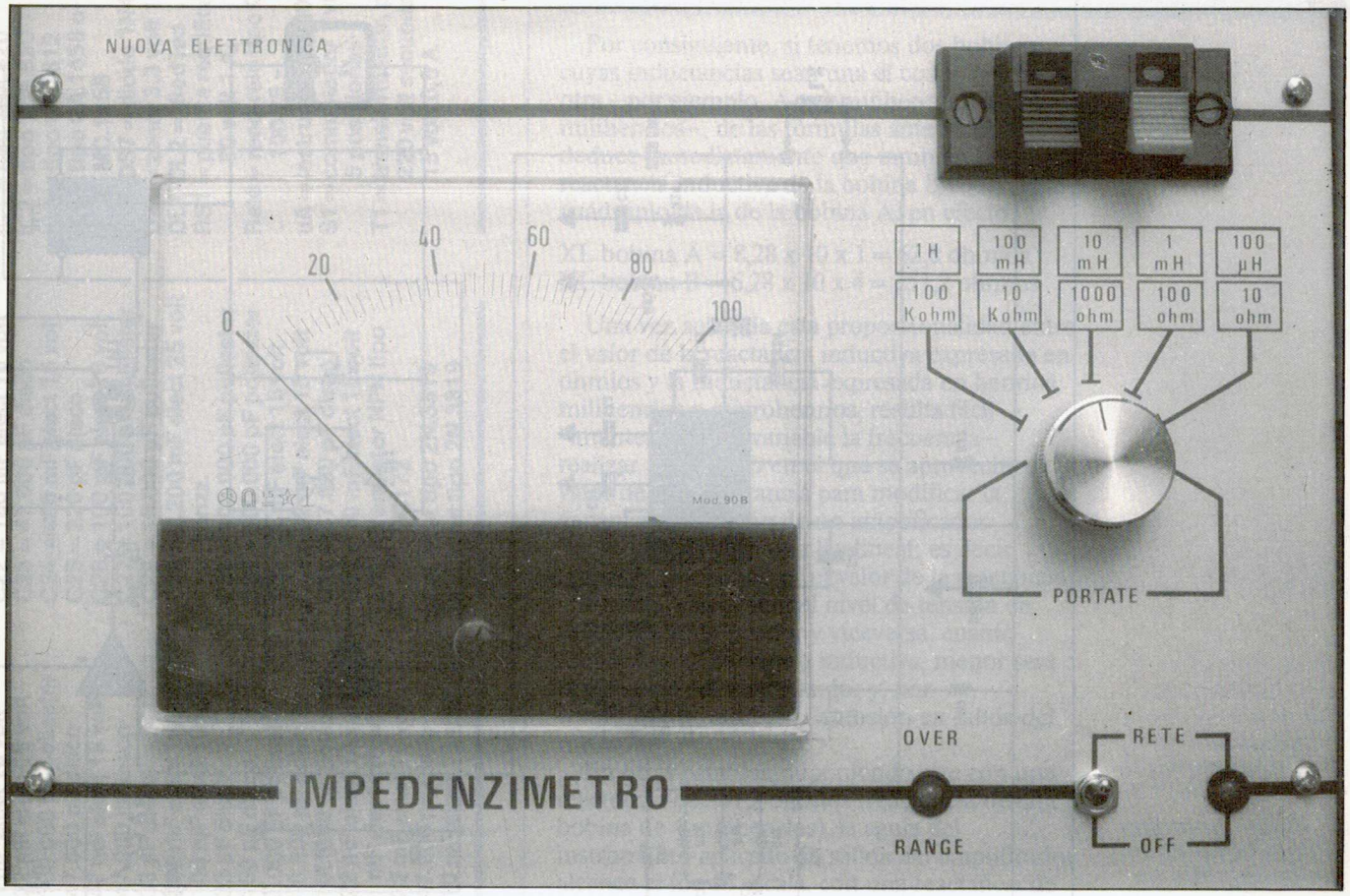
Por otra parte, también es verdad que existen fórmulas que permiten obtener el número de espiras y el diámetro sobre el que éstas tienen que ser arrolladas, partiendo simplemente del valor de inductancia deseado; pero estas fórmulas siempre nos proporcionan unas indicaciones muy aproximativas, en especial si se trata de una bobina con núcleo ya que, en este caso, al existir en el mercado distintos tipos de núcleos —cada uno de ellos con su propia permeabilidad (casi siempre desconocida)— es muy fácil que una bobina calculada para los 27 MHz, acabe sintonizándose en la práctica a 10 ó a 15 MHz.

Teniendo en cuenta todo esto y, sobre todo, considerando que el puente de medida para inductancias no es un instrumento muy habitual, no ya por su coste sino por sus dificultades de empleo, hemos pensado en construir uno de «lectura directa» para poder determinar de inmediato, sólo con mirar la aguja del instrumento, si la inductancia examinada es de 10-2-35 ó de 60 microhenrios.

A estas alturas, suponemos que es inútil enumerar las ventajas que se pueden conseguir con un instrumento de lectura directa en comparación con un puente corriente para inductancias; todos pueden ver que, con nuestro circuito, se puede descubrir de inmediato si quitando una o varias espiras o ensanchando la separación o modificando el diámetro, la inductancia de la bobina aumenta o disminuye, por lo que es posible construir —en muy poco tiempo— una bobina que, efectivamente, ofrezca las características necesarias.

En otras palabras, el instrumento que ofrecemos no es un «cacharro» para principiantes, capaz de indicarnos —de forma aproximada— el valor de una inductancia, sino un «auténtico» instrumento de laboratorio, tan exacto como indispensable; no sólo eso, sino que, una vez más, podremos sentir la

LECTURA DIRECTA



satisfacción de haberlo construido, en su totalidad, con nuestras manos, comprobando luego, una vez terminado el montaje, que el aparato funciona tal y como nos habíamos propuesto.

Esquema eléctrico

El principio en que nos hemos apoyado para medir el valor de la inductancia desconocida es muy sencillo y fácil de suponer, ya que, en la práctica, se basa en la propia definición de «impedancia» y en la ganancia de un tipo especial de amplificador «de reacción negativa».

Nos explicaremos mejor.

Pensamos que ya todos sabéis que la impedancia de una bobina (o, mejor dicho, la reactancia inductiva de una bobina, expresada en ohmios) se obtiene de la fórmula siguiente:

1) XL = 6.28 x megahertzios x microhenrios
2) XL = 6,28 x kilohertzios x milihenrios
3) XL = 6,28 x hertzios x henrios

donde, con XL se indica precisamente la reactancia inductiva, los megahertzios, los kilohertzios o los hertzios representan la frecuencia de la señal que atraviesa la bobina, mientras que los microhenrios, milihenrios o henrios representan su inductancia.

En otras palabras, la reactancia depende tanto de la inductancia como de la frecuencia de la señal, pero si conseguimos que la frecuencia se mantenga constante en el tiempo (o bien en el intervalo en que se efectúa la medida), la inductancia resulta directamente proporcional a la reactancia o viceversa; por consiguiente, es exactamente lo mismo medir la reactancia o la inductancia, ya que de una se puede deducir la otra, simplemente efectuando una multiplicación o una división por una constante.

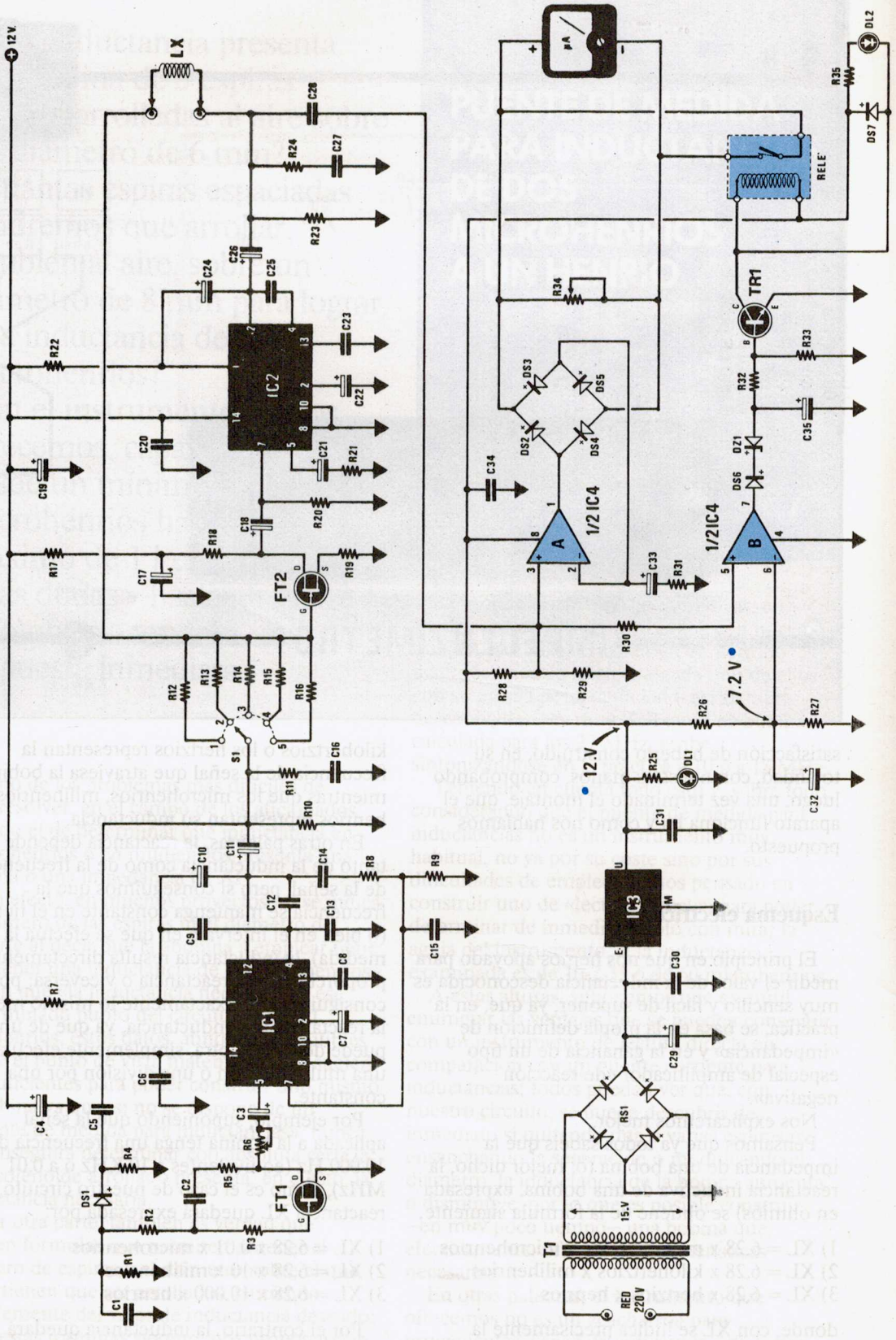
Por ejemplo, suponiendo que la señal aplicada a la bobina tenga una frecuencia de 10.000 Hz (equivalentes a 10 KHz o a 0,01 MHz), como es el caso de nuestro circuito, la reactancia XL quedará expresada por:

1) XL = 6,28 x 0,01 x microhenrios
2) XL = 6,28 x 10 x milihenrios
3) XL = 6,28 x 10.000 x henrios

Por el contrario, la inductancia quedará expresada por:

1) microhenrios = XL : 0,0628
2) milihenrios = XL : 62,8
3) henrios = XL : 62.800

Fig. 1. **Esquema eléctrico del puente de medida para inductancias. La bobina marcada LX representa la inductancia que se desea medir.**



Componentes LX.289

R1 = 100.000 ohm 1/2 wat
R2 = 1 megaohm 1/2 wat
R3 = 1 megaohm 1/2 wat
R4 = 4.700 ohm 1/2 wat
R5 = 1 megaohm 1/2 wat
R6 = 470 ohm trimmer
R7 = 56 ohm 1/2 wat
R8 = 5.600 ohm 1/2 wat
R9 = 4.700 ohm 1/2 wat
R10 = 47 ohm 1/2 wat
R11 = 10 ohm 1/2 wat
R12 = 100.000 ohm 1/2 wat
R13 = 10.000 ohm 1/2 wat
R14 = 1.000 ohm 1/2 wat
R15 = 100 ohm 1/2 wat
R16 = 10 ohm 1/2 wat
R17 = 270 ohm 1/2 wat
R18 = 680 ohm 1/2 wat
R19 = 3.300 ohm 1/2 wat
R20 = 82.000 ohm 1/2 wat
R21 = 10 ohm 1/2 wat
R22 = 56 ohm 1/2 wat
R23 = 47 ohm 1/2 wat
R24 = 10 ohm 1/2 wat
R25 = 1.000 ohm 1/2 wat
R26 = 8.200 ohm 1/2 wat
R27 = 18.000 ohm 1/2 wat
R28 = 22.000 ohm 1/2 wat
R29 = 22.000 ohm 1/2 wat
R30 = 47.000 ohm 1/2 wat
R31 = 1.000 ohm 1/2 wat
R32 = 10.000 ohm 1/2 wat
R33 = 4.700 ohm 1/2 wat
R34 = 5.000 ohm trimmer multigiro
R35 = 1.000 ohm 1/2 wat
C1 = 150.000 pF poliester
C2 = 10.000 pF poliester
C3 = 1 mF elect 16 volt
C4 = 22 mF elect 16 volt
C5 = 150.000 pF poliester
C6 = 47.000 pF disco
C7 = 47 mF elect 16 volt
C8 = 47.000 pF disco
C9 = 33 pF disco
C10 = 100 mF elect 16 volt
C11 = 100 mF elect 16 volt
C12 = 33 pF disco
C13 = 150 pF disco
C14 = 1.000 pF poliester
C15 = 10.000 pF poliester
C16 = 100.000 pF poliester
C17 = 22 mF elect 16 volt
C18 = 1 mF elect 16 volt
C19 = 22 mF elect 16 volt
C20 = 47.000 pF disco
C21 = 10 mF elect 16 volt
C22 = 100 mF elect 16 volt
C23 = 47.000 pF disco
C24 = 100 mF elect 16 volt
C25 = 220 pF disco
C26 = 100 mF elect 16 volt
C27 = 100.000 pF poliester
C28 = 15.000 pF poliester
C29 = 2.200 mF elect 25 volt orizz.
C30 = 100.000 pF poliester
C31 = 100.000 pF poliester
C32 = 1 mF elect 16 volt
C33 = 22 mF elect 16 volt
C34 = 47.000 pF disco
C35 = 10 mF elect 16 volt
TR1 = transistor NPN tipo BC172
FT1 = fet tipo 2N.3819
FT2 = fet tipo 2N.3819
IC1 = tipo TBA.820
IC2 = tipo TBA.820
IC3 = tipo uA.7812
IC4 = tipo CA.1458 o MC.1458
DS1-DS7 = diodo 1N4148
DZ1 = zener 3,3 volt 1/2 wat
DL1-DL2 = diod led
RS1 = puente rectificador 80 volt 1 A.
Relé = reed-relé tipo CSTS A 100 25
uA = instrumento 100 µA
S1 = commutador 1 vía 5 posiciones
T1 = transformador, primario 220 volt secundario 15 volt 0,5 A

MIDE LA REACTANCIA INDUCTIVA DE LA BOBINA A UNA FRECUENCIA FIJA.

Por consiguiente, si tenemos dos bobinas cuyas inductancias sean una el cuádruplo de la otra –por ejemplo, A = 1 milihenrio y B = 4 milihenrios–, de las fórmulas anteriores se deduce inmediatamente que también la reactancia inductiva de la bobina B equivale al cuádruplo de la de la bobina A; en efecto:

XL bobina A = 8,28 x 10 x 1 = 62,8 ohmios
XL bobina B = 6,28 x 10 x 4 = 251,2 ohmios

Una vez aclarada esta proporcionalidad entre el valor de la reactancia inductiva expresada en ohmios y la inductancia expresada en henrios, milihenrios o microhenrios, resulta fácil –manteniendo invariable la frecuencia– realizar un circuito en el que se aproveche el valor de esta reactancia para modificar la ganancia en tensión de un amplificador siguiendo también una ley lineal; es decir, cuanto más elevado es el valor de la reactancia inductiva, mayor será el nivel de tensión en salida del amplificador y viceversa, cuanto menor sea la reactancia inductiva, menor será la ganancia del amplificador y, por consiguiente, también la tensión en salida del mismo.

En otras palabras, suponiendo que con una reactancia de 251,2 ohmios (reactancia de una bobina de 4 milihenrios), la aguja del instrumento aplicado en salida del amplificador alcance el fondo escala, con una reactancia de 62,8 ohmios (reactancia de una bobina de 2 milihenrios) tendrá que llegar exactamente a la mitad de la escala.

Una fase amplificadora de este tipo se puede realizar, como hemos hecho nosotros, aplicando la señal de 10.000 Hz (invertida de fase por un fet que sirve para crear una elevada impedancia de entrada) a la entrada de un integrado tipo TBA.820 y volviendo a llevar luego a la entrada una porción de la señal de salida mediante la reactancia desconocida, es decir, creando una reacción negativa, gracias a la cual el valor de la tensión en salida queda expresado por: Vs = Ven x (R2 : R1); donde Vs = tensión de salida; Ven = tensión de entrada; R2 = resistencia aplicada sobre la red de reacción (reactancia de la bobina); R1 = resistencia de entrada que determina la capacidad (en nuestro medidor de impedancias se han empleado 5 distintas, es decir, R12, R13, R14, R15, R16, conmutables por medio de S1).

Por consiguiente, aplicando en entrada a este circuito una tensión fija –por ejemplo, 3 voltios– y sabiendo el valor de R1, podremos determinar automáticamente el valor de la R2 (que sería el valor de la reactancia inductiva a medir), simplemente midiendo la tensión en salida.

En efecto, suponiendo que R1 sea de 500 ohmios y que R2 sea también de 500 ohmios, en salida detectaremos la siguiente tensión: Vs = 3 x (500 : 500) = 3 voltios; por consiguiente, si el instrumento está ajustado de forma que con 3 voltios la aguja alcance el fondo escala, introduciendo una resistencia R2 desconocida, es evidente que si ésta hace que la aguja se desvíe hasta alcanzar el fondo escala, su valor será igual al valor de R1 (es decir, 500 ohmios), mientras que si la aguja se detienen a mitad de la escala, el valor óhmico de la resistencia desconocida equivaldrá exactamente a la mitad del de R1, es decir, 250 ohmios, como demuestra la fórmula anteriormente citada: Vs = (250 : 500) = 1,5 voltios.

Hasta ahora hemos hablado de resistencia óhmica, pero la fórmula que acabamos de ver conserva su validez incluso si se trata de «reactancia inductiva»; o mejor, resultando constante la frecuencia de la señal que aprovechamos, de inductancia propiamente dicha, es decir, que si la aguja del instrumento se ajusta para alcanzar el fondo escala con una inductancia de 1 milihenrio, con una de 0,5 milihenrios se detendrá exactamente en el centro de la escala; es decir, la ley de linealidad que une entre sí la desviación de la aguja y el valor de la inductancia, se mantiene inalterada como en el caso de las resistencias.

Repetiremos una vez más que, puesto que en nuestro circuito, para obtener el valor de la inductancia desconocida, se mide en la práctica su reactancia, es totalmente imprescindible que la frecuencia de la señal empleada para la medida sea lo más constante posible, a fin de tener una relación lineal entre ambas magnitudes.

De igual forma, es indispensable que se mantenga constante la amplitud de esta señal, ya que si variara —aunque fuera un poco— es evidente que se produciría una variación análoga en la salida del instrumento, por lo que la lectura resultaría falseada.

Estas son, en la práctica, las características necesarias en un instrumento de este tipo; si se desea del mismo la máxima exactitud y fiabilidad.

Precisamente por esta razón, en nuestro circuito hemos empleado un oscilador de gran estabilidad y con una impedancia muy baja de salida, de forma que no pueda resentirse de la influencia de ninguna carga aplicada en su salida.

Este oscilador está constituido, como puede verse en la fig. 1, por un integrado TBA.820 (IC1), al que se hace trabajar a una frecuencia aproximada de 10.000 Hz.

La estabilidad de la amplitud de la señal así generada queda garantizada por una red de reacción negativa, realizada con un fet 2N3819, indicado en el esquema eléctrico con la sigla FT1.

En efecto, parte de la señal de BF disponible en salida del oscilador se recoge mediante el condensador C5, se rectifica mediante el diodo DS1 y la tensión negativa así obtenida, se aprovecha para polarizar el gate del fet.

En la práctica, dicho fet se comporta como una resistencia variable que aumenta o disminuye su valor óhmico según si disminuye o aumenta la tensión de polarización del gate y, puesto que el drain va conectado —mediante R6 y C3— a la patilla 5 del integrado IC1, mediante el cual se puede modificar la ganancia del amplificador, es evidente que si la amplitud de la señal en salida tendiera a disminuir, disminuiría también la tensión de polarización del fet y, en consecuencia, al disminuir la resistencia entre drain y source de

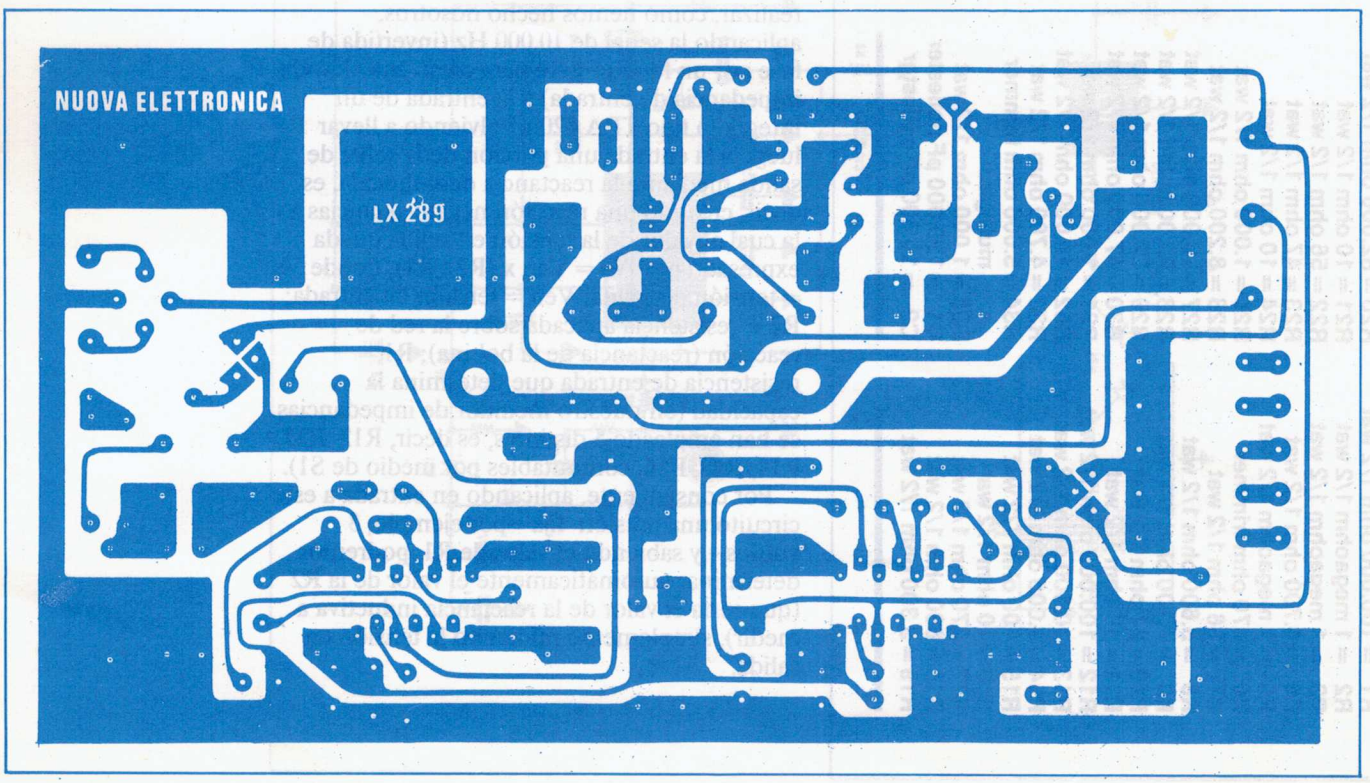
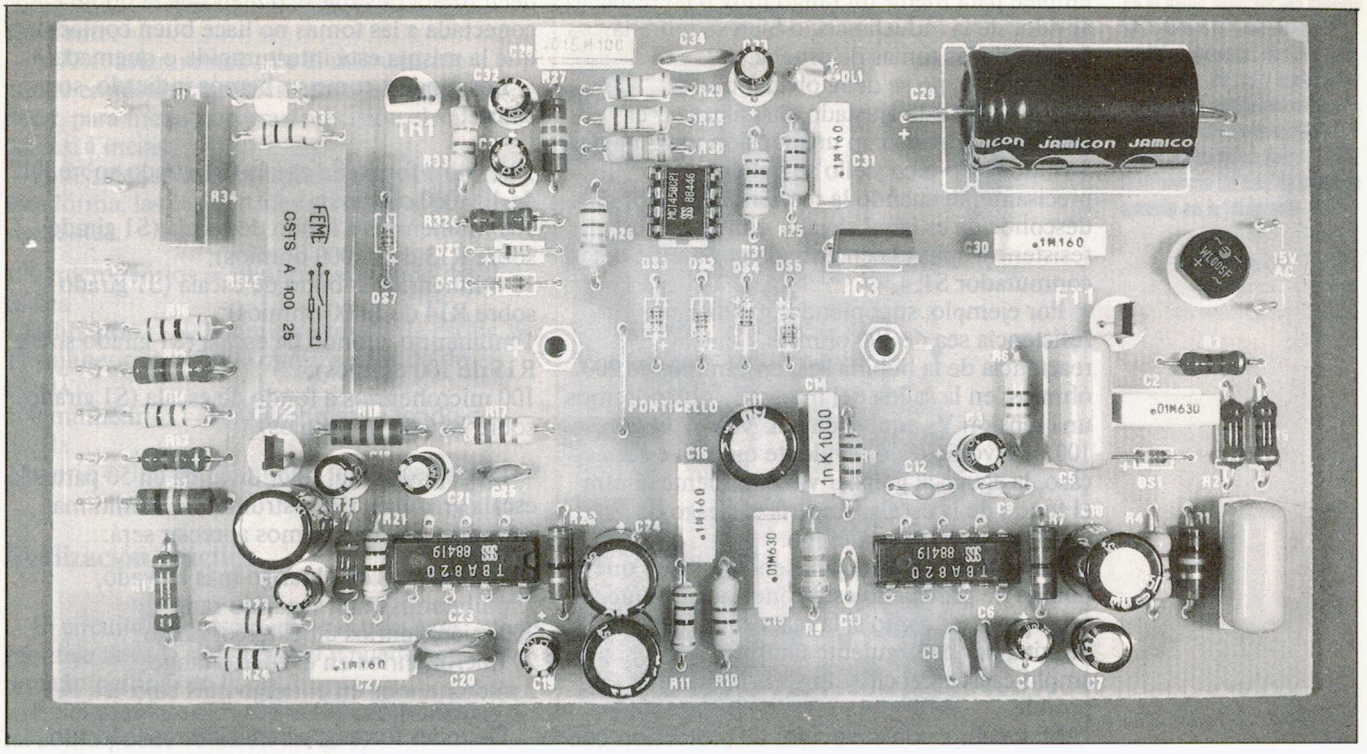


Fig. 2. **Dibujo a tamaño natural del circuito impreso. Los dos orificios situados en la zona central sirven para atornillar las tuercas del medidor, que sostendrá, como se explica en el artículo, el circuito impreso.**



En esta fotografía se puede ver la colocación de los componentes en el circuito impreso, antes de montar el instrumento y efectuar las conexiones.

FT1, disminuirá también la señal presente en la patilla 5 de IC1, obligando al amplificador a ganar más y renovando la condición de equilibrio inicial, es decir, una señal en salida de amplitud equivalente a 3 voltios.

Por el contrario, si la amplitud de la señal de BF tendiera a aumentar, se produciría el efecto contrario, es decir, el fet actuaría sobre la patilla 5, reduciendo la amplificación.

En la práctica, la amplitud de la señal de BF que utilizamos es de aproximadamente 3 voltios pico-pico; no obstante las posibles variaciones de pequeña entidad respecto a este valor serán compensadas en fase de ajuste; es decir, no tiene importancia si dicha tensión de salida, en lugar de ser de 3 voltios, resulta –por ejemplo– de 2,8 ó de 3,1 voltios: lo importante es que la amplitud de la señal de BF permanezca constante en el tiempo de cada rango de medida.

Esta señal de BF, que sabemos que tiene una amplitud de aproximadamente 3 voltios, se aplica, por medio del conmutador S1, a una de las 5 resistencias (ver R12, R3, R14, R15, R16) que encontramos conectadas en la entrada de la fase de medida propiamente dicha.

Prácticamente estas resistencias son las que determinan la capacidad del fondo de la escala; en efecto, si con una R1 de 10 ohmios se alcanza el fondo de la escala cuando la inductancia es de 100 microhenrios, con una R1 de 100 ohmios –es decir, 10 veces mayor– se alcanzará el fondo de la escala cuando la inductancia sea de 1.000 microhenrios (es decir, 1 milihenrio) y todo ello porque la tensión en salida (patilla 12 de IC2) es proporcional –como hemos visto anteriormente– a la relación entre XL (la R2 del ejemplo teórico) y R1, es decir, entre la reactancia desconocida aplicada en la red de reacción y la resistencia fija aplicada en entrada del amplificador.

El propio amplificador, realizado con otro integrado TBA.820 (ver IC2), gracias al empleo del fet FT2 en entrada, resulta de configuración inversora. La impedancia incógnita a medir se aplica, como se ve en la fig. 1, entre la salida de IC2 (punto común a C26, R23, R24, C28) y el gate de FT2.

Por consiguiente, en salida del integrado IC2 disponemos de una señal sinusoidal a una frecuencia de aproximadamente 10.000 Hz, cuya amplitud es directamente proporcional al valor de inductancia aplicada sobre la red de reacción; a estas alturas, resulta fácil intuir que, para poder leer directamente el valor de dicha inductancia, sólo tendremos que aplicar a esta salida un instrumento en alterna que mida la amplitud de la señal de BF.

En otras palabras, es preciso emplear un voltímetro en alterna que hemos realizado aprovechando una parte del integrado MC1458, que contiene en su interior dos amplificadores operacionales.

Como podréis observar, en la salida 1 de IC4 hay un puente rectificador formado por 4 diodos 1N4148 y la tensión rectificada por los mismos, se aplica directamente a los extremos de un microamperímetro de 100 microamperios a fondo de escala.

La otra sección del integrado MC1458 (es decir, IC4/B) se utiliza, en cambio, para proteger el instrumento en el caso de que se

TAMBIÉN ES NECESARIO MANTENER FIJA LA AMPLITUD DE LA SEÑAL.

emplee para medir un rango muy bajo respecto al valor de la inductancia, o bien se retire la bobina de las tomas de prueba.

En efecto, no se debe olvidar que el instrumento está ajustado para alcanzar el fondo de la escala con una tensión máxima de 3 voltios pico-pico y ello se obtiene precisamente cuando la reactancia de la bobina desconocida es igual al valor óhmico de la resistencia aplicada en entrada por medio del conmutador S1.

Por ejemplo, suponiendo que dicha resistencia sea de 100 ohmios y que la reactancia de la bobina sea, en cambio, de 200 ohmios, en la salida del integrado obtendremos una tensión Vs equivalente a: Vs = 3 x (200 : 100) = 6 voltios, y es evidente que, en este caso, la aguja, al golpear violentamente contra el fondo de la escala, correría el riesgo de estropearse en poco tiempo.

Lo mismo puede decirse en el caso en que la bobina de prueba no esté conectada, ya que, de esta forma, es como si la reactancia fuera infinita, por consiguiente también la amplificación del circuito sería la máxima posible.

En cambio, con el circuito de protección que hemos agregado, cuando la tensión en salida de IC2 supera un cierto límite de umbral determinado por los valores de R26 y R27, en la salida (patilla 7) de IC4/B hay una tensión positiva de valor suficiente para polarizar la base del transistor TR1 de forma que éste, al conducir, excita la bobina del reed-relé que, a su vez, cortocircuita con su contacto el microamperímetro.

Simultáneamente, en el panel frontal veremos encenderse el diodo led DL2, que nos avisará de que estamos en «over-range» (es decir, fuera de rango), o bien que la bobina conectada a las tomas no hace buen contacto, o que la misma está interrumpida o quemada.

Los rangos, como ya hemos indicado, son cinco:

1 henrio a fondo de escala (S1 girado sobre R12 de 100.000 ohmios);
100 milihenrios a fondo de escala (S1 girado sobre R13 de 10.000 ohmios);
10 milihenrios a fondo de escala (S1 girado sobre R14 de 1.000 ohmios);
1 milihenrio a fondo de escala (S1 girado sobre R15 de 100 ohmios);
100 microhenrios a fondo de escala (S1 girado sobre R16 de 10 ohmios).

En la práctica, al estar dividida en 50 partes la escala graduada del instrumento, la mínima variación que lograremos apreciar será:

20 milihenrios en el rango más elevado;
2 milihenrios en el segundo rango;
200 microhenrios en el tercer rango;
20 microhenrios en el cuarto rango;
2 microhenrios en el rango más bajo.

De todas formas, para facilitaros la lectura, hemos reflejado en la tabla núm. 1 el valor efectivo de inductancia que corresponde, en cada rango, a cada marca existente en el cuadrante del instrumento, de forma que no quede lugar a dudas (en la práctica, hemos indicado la escala subdividida tal como lo está en el cuadrante, hasta 20, luego hemos saltado de 10 en 10 para simplificar la tabla).

Todo el circuito requiere, para su alimentación, una tensión estabilizada de 12 voltios y, como el consumo no supera los 100 miliamperios, un sencillo integrado uA.7812,

	1 Henrio	100 mH	10 mH	1 mH	100 µH
0	–	–	–	–	–
0	20 mH	2 mH	200 µH	20 µH	2 µH
2	40 mH	4 mH	400 µH	40 µH	4 µH
6	60 mH	6 mH	600 µH	60 µH	6 µH
8	80 mH	8 mH	800 µH	80 µH	8 µH
10	100 mH	10 mH	1 mH	100 µH	10 µH
12	120 mH	12 mH	1,2 mH	120 µH	12 µH
14	140 mH	14 mH	1,4 mH	140 µH	14 µH
16	160 mH	16 mH	1,6 mH	160 µH	16 µH
18	180 mH	18 mH	1,8 mH	180 µH	18 µH
20	200 mH	20 mH	2 mH	200 µH	20 µH
30	300 mH	30 mH	3 mH	300 µH	30 µH
40	400 mH	40 mH	4 mH	400 µH	40 µH
50	500 mH	50 mH	5 mH	500 µH	50 µH
60	600 mH	60 mH	6 mH	600 µH	60 µH
70	700 mH	70 mH	7 mH	700 µH	70 µH
80	800 mH	80 mH	8 mH	800 µH	80 µH
90	900 mH	90 mH	9 mH	900 µH	90 µH
100	1 henrio	100 mH	10 mH	1 mH	100 µH

como el que hemos empleado, es más que suficiente.

NOTA: aclararemos que el instrumento puede emplearse también como óhmetro, es decir, para medir con gran precisión el valor de las resistencias.

Para quienes deseen utilizarlo también de esta forma, las capacidades en ohmios son las siguientes:

100 microhenrios = 10 ohmios a fondo de escala
1 milihenrio = 100 ohmios a fondo de escala
10 milihenrios = 1.000 ohmios a fondo de escala
100 milihenrios = 10.000 ohmios a fondo de escala
1 henrio = 100.000 ohmios a fondo de escala

Realización práctica

El circuito impreso necesario para este montaje lleva la sigla LX.289 y puede verse, a tamaño natural, en la fig. 2.

En él montaremos todos los componentes, tal como puede verse en la fig. 3.

No existen dificultades de realización, siempre que se respete la polaridad de los diodos rectificadores, la de los electrolíticos y la muesca de referencia de los integrados.

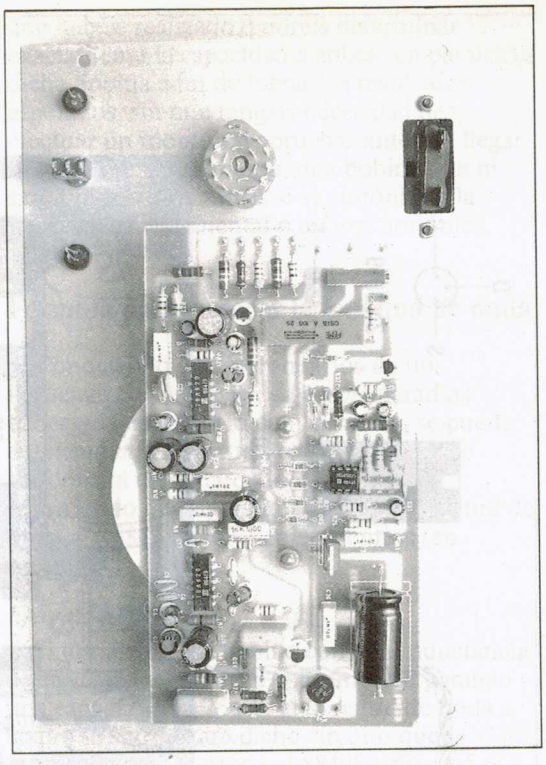
Podemos mencionar, para quienes aún no lo saben, que el fet 2N3819 se puede encontrar en el mercado con encapsulado redondo o en forma de media luna; en ambos casos, la colocación de los terminales S-G-D. no es la misma, como puede verse en la fig. 3.

En nuestro circuito está previsto el empleo del fet con encapsulado redondo; por consiguiente, si disponéis de 2N3819 con encapsulado distinto, debéis tener en cuenta que sus terminales deberán conectarse de acuerdo con el esquema eléctrico y no con la serigrafía.

Como se ve en el esquema práctico, junto al condensador C16 y al diodo DS3, es preciso efectuar un puente de conexión entre dos pistas del circuito impreso.

Una vez terminado el montaje, el circuito impreso se fijará directamente en el lado posterior del instrumento de 100 microamperios, aprovechando los dos tornillos que allí hay, naturalmente sin interponer arandelas de aislamiento ya que las tuercas de estos tornillos nos servirán para perfeccionar el contacto eléctrico entre las pistas del circuito impreso y los terminales + y − del instrumento.

En otras palabras, será el propio instrumento el que sostenga el circuito impreso, sin necesidad de más puntos de apoyo y, al mismo tiempo, las tuercas de fijación establecerán el contacto eléctrico necesario para que la corriente disponible en salida del puente



En el panel superior del mueble se colocará el instrumento de medida, conector, conmutador, interruptor de red y los dos diodos led; posteriormente, el circuito impreso se monta sobre los tornillos del instrumento de medida como se aprecia en la fotografía.

rectificador de diodos pueda llegar a los terminales de éste para desviar la aguja.

Por tal motivo, tendremos que montar primero el instrumento sobre el panel frontal del mueble para, posteriormente, fijar el circuito impreso al instrumento, tal como ya hemos indicado.

También sobre el panel frontal de aluminio fijaremos luego el conmutador S1, los dos diodos led y la doble toma necesaria para recibir los terminales de las bobinas o de las inductancias que deseemos medir.

Es evidente que, para terminar el montaje, tendremos que efectuar las conexiones entre estos componentes situados en el panel y los correspondiente terminales en el circuito impreso.

Por último, conectaremos el secundario del transformador T1 a la entrada del puente rectificador RS1 y entonces, sólo tendremos que proporcionar alimentación al circuito para ver cómo funciona nuestro medidor.

Ajuste

Nuestro instrumento requiere un solo ajuste para los cinco rangos, siendo además una operación muy fácil de realizar:

1) se toma la resistencia de 10 ohmios al 5% incluida en el kit y se aplica a los terminales de la doble toma de entrada;

2) se gira el conmutador al rango de 100 microhenrios al fondo de la escala; luego se proporciona tensión al instrumento y se deja encendido durante 30-40 segundos, para permitir que los integrados del circuito estabilicen su temperatura.

Lógicamente, la aguja del instrumento se desplazará del 0 y girará hacia la derecha; sin embargo, es posible que no alcance justamente

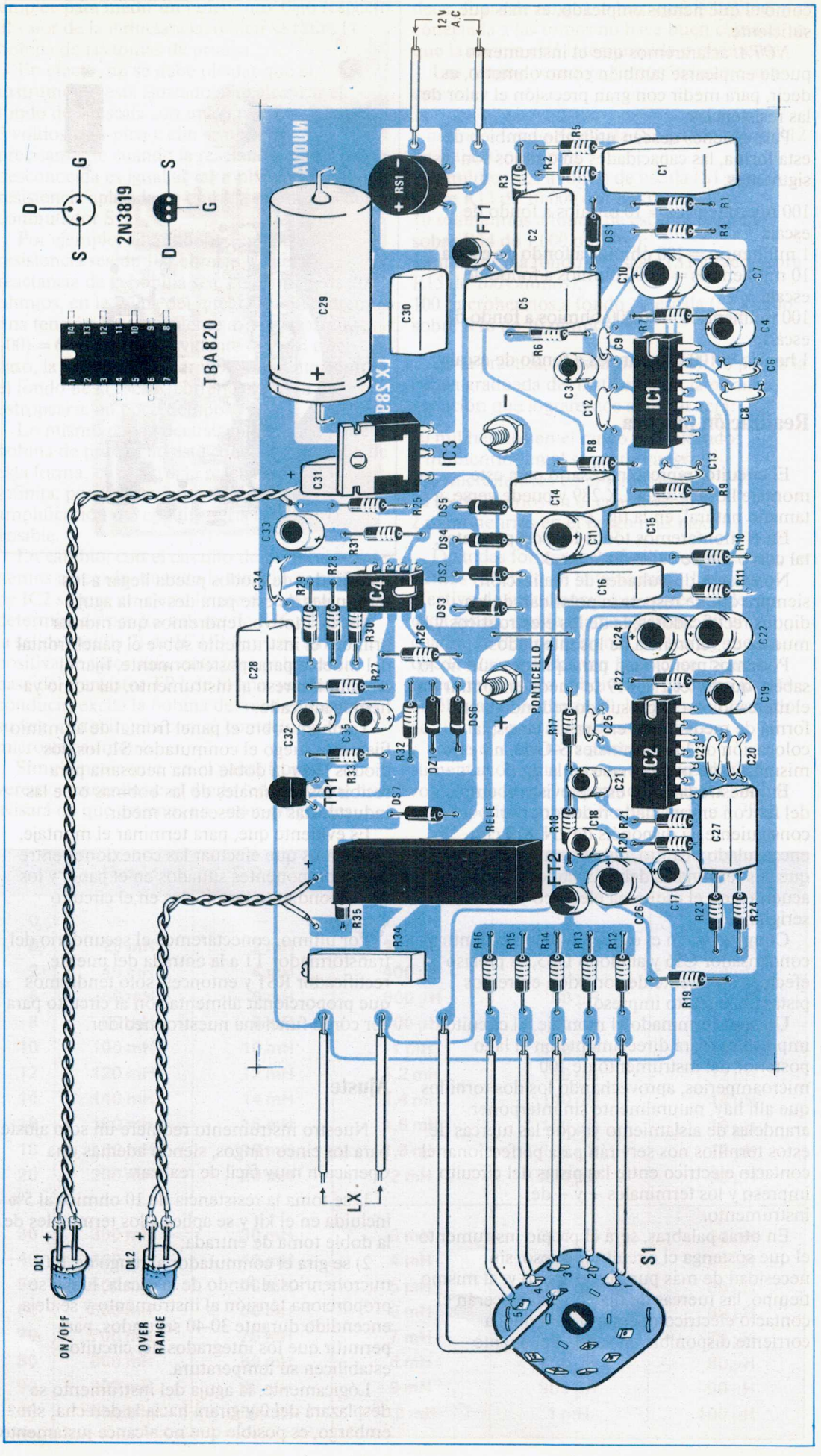


Fig. 3. **Esquema práctico de montaje del medidor de impedancia. Obsérvese el puente que hay que realizar con un trozo de hilo situado cerca del terminal positivo del instrumento. Arriba se indican las distintas conexiones de los terminales correspondientes a un fet 2N3819 con encapsulado redondo o de media luna, así como las conexiones del TBA.820.**

la indicación del 100 como debería, deteniéndose antes o avanzando al fondo de la escala.

En todo caso, bastará con girar el trimmer multivueltas R34 hasta situar la aguja exactamente en el 100.

Una vez hecho esto, el instrumento quedará automáticamente ajustado tanto para este rango como para los otros cuatro.

El montaje en el mueble

El mueble que hemos empleado para este instrumento es de tipo horizontal, es decir, el panel frontal –como puede verse en la foto– está situado encima para facilitar la lectura, así como la conexión de las bobinas e impedancias a medir en la toma de prueba.

Dicho mueble consta de una pared externa de color más una mecánica interna de sujección fácil de montar.

En la práctica, como puede verse en las fotos, en los dos lados más cortos del plano de base tendremos que fijar, verticalmente, otros tantos paneles laterales, sujetándolos a la base mediante tornillos autorroscantes.

Posteriormente, fijaremos sobre la base el transformador de alimentación y, con dos tornillos de la suficiente longitud, conectaremos el secundario de este transformador a los terminales de entrada del circuito impreso.

Por último, aplicaremos el panel superior, es decir, el que sirve de soporte para el instrumento, y lo sujetaremos a los dos paneles laterales con cuatro tornillos autorroscantes.

Vuestro aparato ya está listo para ser empleado y nuestra tarea podría considerarse cumplida desde el punto y hora de que –como podréis comprobar– conectando cualquier bobina a la toma de prueba, la aguja nos indicará inmediatamente si la inductancia de ésta es de 20 microhenrios, 10 microhenrios ó 450 milihenrios.

Pero, en realidad, todavía no nos sentimos satisfechos y, como sabemos que para muchos de nuestros lectores el conocer el valor de la inductancia de una bobina no significa absolutamente nada, preferimos completar este artículo ofreciendo las fórmulas indispensables para aprovechar, en la práctica, las medidas obtenidas.

En otras palabras, utilizando las fórmulas que ahora ofreceremos y una vez conocido el valor de la inductancia y la capacidad del condensador o compensador conectando en paralelo o en serie con ella, podréis determinar a qué frecuencia se sintoniza el circuito de sintonía así realizado.

Por otra parte, también tendréis la posibilidad contraria, es decir, que conociendo la frecuencia para la que deseáis construir un filtro o un circuito de sintonía y conociendo también el valor de inductancia de la bobina que habéis realizado, podréis determinar exactamente la capacidad a aplicar en paralelo a dicha bobina a fin de lograr los resultados esperados, sin que tengáis necesidad de efectuar un montón de pruebas antes de llegar a descubrir, casualmente, una bobina que ni siquiera vosotros sabéis si se sintoniza a la frecuencia fundamental o en una armónica.

Fórmula para conocer la longitud de onda

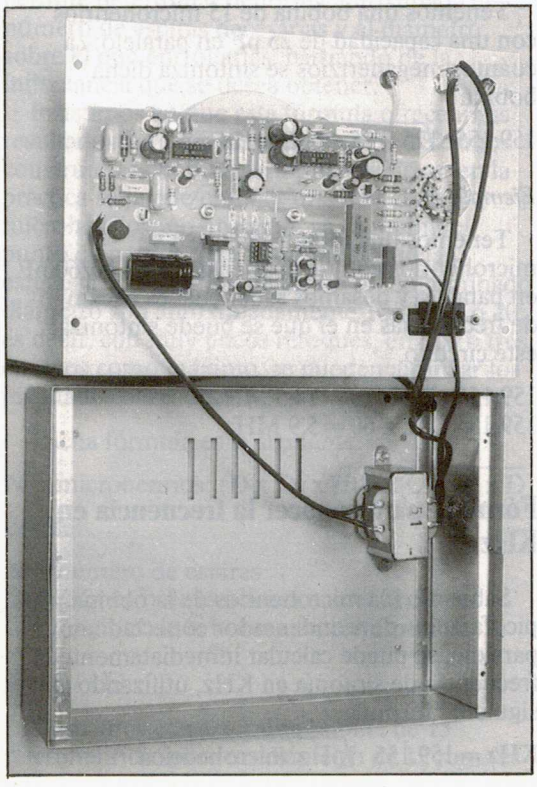
Conociendo los microhenrios de una inductancia y la capacidad en picofaradios conectada en paralelo con la misma, se puede determinar la longitud de onda a la que se sintonizará dicho circuito, simplemente recurriendo a la siguiente fórmula: Longitud de onda = $1{,}88495 \times \sqrt{pF \times \text{microhenrios}}$ (en metros)

Ejemplo 1

Si tomamos una bobina con una inductancia de 15 microhenrios y le aplicamos en paralelo una capacidad de 25 pF, la longitud de onda a la que se sintonizará dicho circuito queda expresada por: metros = $1{,}88495 \times \sqrt{25 \times 15} = 36{,}5$.

A estas alturas, conociendo la longitud de onda en metros, podemos deducir inmediatamente la frecuencia en megahertzios, utilizando la fórmula siguiente: frecuencia en MHz = 300 : long. de onda en metros, por lo que tendremos: frec. = 300 : 36,5 = 8,2 MHz.

Suponiendo que deseemos que la bobina sintonice en la gama de los 10-11 MHz, tendremos que disminuir una de las dos variables de nuestro proyecto, es decir, quitar una o dos espiras de la bobina a fin de obtener una inductancia inferior, o bien disminuir la



Fotografía del conexionado final de todos los componentes de nuestro inductámetro.

capacidad del condensador, de 25 a 15 pF.

Suponiendo que hagamos esto último, tendremos: metros = 1,88495 x $\sqrt{15 \times 15}$ = 28,87; frec. = 300 : 28,27 = 10,61 MHz.

Ejemplo 2

Tenemos una inductancia de 12 microhenrios con, en paralelo, un compensador cuya capacidad mínima es de 10 pF y la máxima de 60 pF y deseamos conocer la mínima y la máxima longitud de onda en metros a la que se sintonizará nuestro circuito.

La respuesta es inmediata, en efecto: metros (mín.) = 1,88495 x $\sqrt{12 \times 10}$ = 20,64; metros (máx.) = 1,88495 x $\sqrt{12 \times 60}$ = 50,58; es decir, nuestro circuito sintonizado tiene un campo de sintonía que oscila entre los 20 y los 50 metros.

Si, llegados a este punto, nos interesa saber los megahertzios, sólo tendremos que aplicar la fórmula indicada anteriormente con las oportunas sustituciones de valores: 300 : 20,64 = 14,5 MHz; 300 : 50,58 = 5,9 MHz; es decir, nuestra bobina es capaz de cubrir una gama comprendida entre los 5,9 y los 14,5 MHz.

Fórmula para conocer la frecuencia en megahertzios

Esta fórmula, al contrario de la anterior, sirve para calcular directamente la frecuencia en megahertzios, sin tener que realizar la conversión de metros en megahertzios.

Megahertzios = 159,155 : $\sqrt{\text{pF x microhenrios}}$.

También en este caso ofrecemos un par de ejemplos prácticos, tomando como números de base los empleados anteriormente, a fin de poder realizar una comparación directa.

Ejemplo 3

Tenemos una bobina de 15 microhenrios con una capacidad de 25 pF en paralelo: ¿a cuántos megahertzios se sintoniza dicha bobina?

159,155 : $\sqrt{25 \times 15}$ = 8,2 MHz

Ejemplo 4

Tenemos una inductancia de 12 microhenrios con un conpensador de 10/60 pF en paralelo y desamos saber cuál es el campo de frecuencias en el que se puede sintonizar este circuito.

159,155 : $\sqrt{12 \times 10}$ = 14,5 MHz
159,155 : $\sqrt{12 \times 60}$ = 5,9 MHz

Fórmula para conocer la frecuencia en KHz

Sabiendo los microhenrios de la bobina y los picofaradios del condensador conectado en paralelo, se puede calcular inmediatamente la frecuencia de sintonía en KHz, utilizando la siguiente fórmula:

KHz = 159.155 : $\sqrt{\text{pF x microhenrios}}$

NOTA: la fórmula sólo se diferencia de la de los megahertzios por haber sido eliminada la coma del número fijo que ahora, en lugar de ser 159,155, es 159.155.

Naturalmente los valores de capacidad y de inductancia que utilizaremos para demostraros la aplicación práctica de esta fórmula, serán ligeramente más elevados que en los ejemplos anteriores, ya que todos sabréis que, al aumentar la inductancia o la capacidad, disminuye la frecuencia de resonancia.

Ejemplo 5

Tenemos un circuito resonante paralelo, realizado con una bobina de 150 microhenrios y un condensador de 250 pF: ¿a cuántos KHz sintoniza?

159.155 : $\sqrt{250 \times 150}$ = 821,8 KHz

Ejemplo 6

Tenemos una bobina de 100 microhenrios con un compensador de 10-250 pF en paralelo y deseamos qué gama se puede cubrir con este circuito resonante.

159.155 : $\sqrt{10 \times 100}$ = 5,031 MHz
159.155 : $\sqrt{250 \times 100}$ = 3.183 KHz = 3,183 MHz

Fórmula para conocer la frecuencia en hertzios

Si se conocen los milihenrios de la bobina y los picofaradios del condensador aplicado en paralelo, la fórmula para calcular la frecuencia de resonancia en Hertzios es la siguiente:

Hertzios = (5.033 : $\sqrt{\text{milihenrios x pF}}$) x 1.000

Ejemplo 7

¿A qué frecuencia sintoniza una bobina de 5 milihenrios con un condensador de 3.000 pF en paralelo?

(5.033 : $\sqrt{5 \times 3.000}$) x 1.000 = 41.094 Hz

Ejemplo 8

Tomando un filtro cross-over 8 ohmios 2 vías, tratemos de calcular la frencuencia de cruce, sabiendo que la inductancia de la bobina existente en cada rama es de 1,5 milihenrios y la capacidad conectada en serie a la misma es de 11,27 mF, es decir, 11.270.000 pF.

Frecuencia de cruce = (5.033 : $\sqrt{1,5 \times 11.270.000}$) x 1.000 = 1.224 Hz

NOTA: si no deseamos convertir los microfaradios en picofaradios, bastará con no multiplicar el resultado por 1.000.

Cálculo de la inductancia, sabiendo la frecuencia y la capacidad

Siempre y cuando se conozca la frecuencia a la que se desee hacer resonar el circuito de sintonía y la capacidad empleada en este circuito, se puede calcular la inductancia de la

bobina, utilizando las fórmulas siguientes: microhenrios = 25.330 : (pF x MHz x MHz); o bien, milihenrios = 25,330 : (mF x KHz x KHz).

NOTA: para convertir los microhenrios en milihenrios, hemos dividido por 1.000 el número 25.330 que, por consiguiente, se ha convertido en 25,330. En la fórmula se puede observar, además, que se multiplican los MHz por los MHz o bien los KHz por los KHz, ya que en la práctica, es preciso hacer el «cuadrado» de la frecuencia. Para evitar confusiones, ya que en los caracteres de imprenta el «2» de «elevado al cuadrado» resulta casi invisible, hemos preferido reflejar la fórmula de una manera menos usual, pero de más fácil comprensión.

Ejemplo 9

Supongamos que deseamos realizar un circuito que se sintonice a la frecuencia de 3 MHz y disponemos de un condensador de 100 pF; ¿cuál tiene que ser la inductancia en microhenrios de la bobina?

25.330 : (100 x 3 x 3) = 28 microhenrios

Ejemplo 10

Supongamos que deseamos realizar un filtro cross-over, con frecuencia de corte 1,2 KHz, utilizando para ello un condensador de 10 mF: ¿cuál deberá ser la inductancia en milihenrios de la bobina aplicada en serie?

25,330 : (10 x 1,2 x 1,2) = 1,7 milihenrios

Cálculo de la capacidad, sabiendo la inductancia y la frecuencia

El último caso que se nos puede presentar es el saber la frecuencia a la que se desea hacer resonar el circuito y la inductancia de la bobina, pero no la capacidad del condensador que hay que aplicar en paralelo o en serie con ella.

No obstante, también en este caso existen fórmulas que permiten resolver rápidamente el problema: pF = 25.330 : (microhenrios x MHz x MHz); o bien, mF = 25,330 : (milihenrios x KHz x KHz).

Ejemplo 11

Con una bobina de 1,5 microhenrios deseamos cubrir toda la gama comprendida entre los 26,5 y los 27,5 MHz: ¿qué compensador tendremos que aplicar en paralelo?

Para sintonizar a 26,5 MHz se precisa una capacidad de: 25.330 : (1,5 x 26,5 x 26,5) = 24 pF. Para sintonizar a 27,5 MHz, en cambio, se precisa una capacidad de:

25,330 : (1,5 x 27,5 x 27,5) = 22 pF

CON LAS FÓRMULAS DEL ARTÍCULO PODRÉIS RESOLVER TODOS LOS CASOS DE CIRCUITOS RESONANTES.

Por consiguiente, bastaría un compensador de 22 a 24 pF; no obstante, es evidente que podemos utilizar cualquier otro compensador comercial capaz de proporcionar estos dos valores de capacidad, por ejemplo, un 10/40 pF.

Ejemplo 12

Supongamos que deseamos realizar un cross-over con frecuencia de corte a 1.000 Hz (es decir, 1 KHz), utilizando una bobina de 1,3 milihenrios. ¿Cuál deberá ser el valor de capacidad a aplicar en serie a dicha bobina?

En este caso utilizaremos la segunda fórmula, es decir: 25,330 : (1,2 x 1 x 1) = 21,1 mF

Fórmula aproximativa para determinar el número de espiras

Las fórmulas anteriormente indicadas son, sin lugar a dudas, de gran utilidad, pero, sin embargo, sólo nos proporcionan la inductancia de una bobina en microhenrios o en milihenrios, sin decirnos cuántas espiras tienen que formarla; en consecuencia, tendríamos que construir, en fase experimental, varias bobinas, medirlas y, según el caso, eliminar o añadir alguna espira hasta conseguir el resultado apetecido.

No obstante, existe una fórmula que nos permite determinar de forma aproximada el número de espiras necesarias y el diámetro sobre el que enrrollarlas, partiendo de la inductancia que se desea obtener.

Insistimos en que esta fórmula ofrece unos resultados aproximados, es decir, si deseamos construir una bobina de 5 microhenrios, en la práctica se puede obtener una de 4 ó de 6 microhenrios; no obstante, ya es un buen punto de partida para determinar que las espiras a enrrollar alrededor de un determinado diámetro son aproximadamente 10 y no 3 ó 20; es decir, con muy pocos retoques, en dos o tres ensayos como máximo, se pueden alcanzar los resultados deseados.

Dicha fórmula es la siguiente:

$$N = \text{microhenrios: } (D \times D) \times \sqrt{100 \times L + 45 \times D}$$

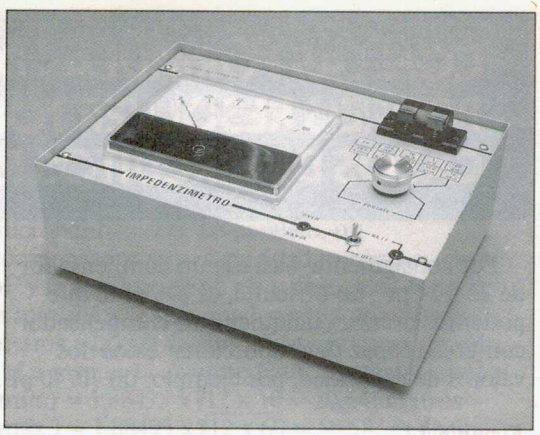
donde:

N = número de espiras
D = diámetro de la bobina en centímetros
L = longitud de la bobina en centímetros

Ejemplo 13

Deseamos construir una bobina de 15 microhenrios sobre un diámetro de 12 mm (es

Fotografía del medidor de inductancias dispuesto para prestarnos sus servicios.



decir, 1,2 cm) de 3 cm de longitud; ¿cuántas espiras deberá tener aproximadamente?

$N = \sqrt{15 : (1{,}2 \times 1{,}2) \times (100 \times 3 + 45 \times 0{,}8)} = 53$ espiras

No obstante, debe quedar claro que éste es tan solo un número aproximado, ya que con 53 espiras podríamos obtener, por ejemplo, una inductancia de 16 microhenrios o de 13 microhenrios: nuestro medidor será el que nos lo indique.

Nosotros sólo tendremos que añadir algunas espiras si la inductancia obtenida fuera fuera muy baja, o eliminarlas si fuera muy alta; en todo caso, el trabajo será mucho menor que si se partiera de un número totalmente elegido al azar.

Ejemplo 14

Siguiendo con los mismos datos del ejemplo anterior, supongamos ahora que espaciamos más las espiras; es decir, que construimos una bobina de 3,5 cm de longitud: veamos cuantas espiras se requieren para lograr la misma inductancia.

$N = \sqrt{15 : (1{,}2 \times 1{,}2) \times (100 \times 3{,}5 + 45 \times 0{,}8)} = 57$ espiras

Por consiguiente, cambiando 0,5 cm la longitud del solenoide, se precisan 4 espiras más para obtener la misma inductancia.

Fórmula para calcular los microhenrios

Naturalmente, existe también la fórmula inversa, es decir, la que, conociendo el número de espiras, el diámetro y la longitud de una bobina, nos permite calcular, de forma aproximada, su inductancia. Dicha fórmula es la siguiente: microhenrios = (D x D) x (N x N) : [(100 x L) + (45 x D)]

Ejemplo 15

Supongamos que hemos construido una bobina de 5 espiras, de 1 cm de longitud, sobre un diámetro de 0,8 cm: ¿Cuál será su inductancia aproximada?

$(0{,}8 \times 0{,}8) \times (5 \times 5) : [(100 \times 1) + (45 \times 0{,}8)] =$ 0,117 microhenrios

Insistimos en que, también en este caso, los valores calculados sólo son aproximados.

Ejemplo 16

Veamos ahora qué inductancia presenta una bobina de 25 espiras, sobre un diámetro de 1 cm, y de 2 cm de longitud.

$(1 \times 1) \times (25 \times 25) : [(100 \times 2) + (45 \times 1)] = 2{,}55$ microhenrios

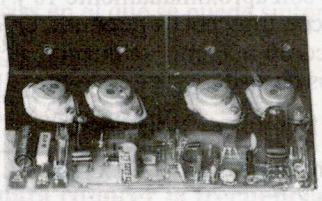
A estas alturas, consideramos que os hemos proporcionado todas las indicaciones necesarias, no sólo para emplear lo mejor posible nuestro medidor de impedancia, sino también para permitiros realizar vosotros mismos circuitos de sintonía o filtros que, de otra forma, serían irrealizables.

Por consiguiente, os decimos adiós, esperando haber sido, una vez más, claros y satisfactorios desde cualquier punto de vista.

MAILING ELECTRONICA
Carretera de Granada, 21
23660 Alcaudete (Jaén)
Teléfono (953) 561099

!! NUEVO 87/88 !!
CATALOGO
MAILING
ELECTRONICA
Más de 7.000 componentes y 65 KITS EXCLUSIVOS con características y precios.
!! APARECE ESTE MES ¡¡
DE VENTA EN KIOSCOS
325 Ptas. IVA incl.
o solicítelo a nuestra dirección
enviando giro, sellos o reembolso + gastos.

KIT MODULO AMPLIFICADOR DE B. F. MOS FET

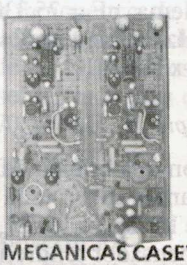


300W./4Ω 200W./8Ω (con nuestra fuente)
Doble pareja 2SK1352SJ50. Resistencias precisión 1%
Placa serigrafiada de fibra de vidrio.
Distor arn e intern (0.05. Relación señal ruido 120db
Alimentación max. + 75v ov -75VCC (5ooW.) ± 40V
min. Sens. entrada 1.2V. RMS/30 KΩ. Ganancia x23
PRECIO ..... 9.880 + I.V.A.
MODULO MFA 150
POTENCIA DE SALIDA: 50, 75, 100, 150 VATIOS
Dependiendo de la tensión de aliment. y de la carga 4/8Ω
Alimentación de ± 40Vcc a ± 62. Resto de parámetros igual al 300 W. (simple pareja de salida)
PRECIO ..... 6.595 + I.V.A.
VERSION ESPECIAL + 75V (150W./8Ω) ..... 6.955 + I.V.A

FUENTES TOROIDALES



* Incluyen transformador toroidal bifilar.
* Condensadores alta eficiencia Trobo.
* Barra cobre distribuidora de masas. Cable y terminales de gran sección. Fusible lento adecuado.
*FUENTE + 75/0/- 75 V. (recomendada para 1 MFA 300) transformador toroidal 50-0-50 AC 5 Hmp. Puente 10 Amp. 125 V. Dos condensadores 10.000 µF 100V. 9'6 A
PRECIO ..... 13.300 + I.V.A.
*FUENTE + 75/0/- 75 V. (recomendada para 2 MFA 300) Lo mismo que la anterior sólo que el transformador es de 50-0-50 AC 7'5 Amp.
PRECIO ..... 14.768 + I.V.A.
*FUENTE + 62/0/- 62 V. (recomendada para 2 MFA 150) Transformador toroidal de 40-0-40V. 6'5 Amp. Dos condensadores de 10.000 µF 63V. 6'2 Amp. Puente rectificador 10 Amp. 125 V. (metálico)
PRECIO ..... 11.830 + I.V.A.
*FUENTE + 65/0/-65 V. (recomendada para MFA 600) Dos transformadores toroidales de 40-0-40 AC. 6'5 Amp.(1.000W). Puente rectificador 25 Amp. 250V. Dos condensadores electrolíticos de 10.000 F 100V. (9'5 Amp.)
PRECIO ..... 20.000 + I.V.A.



MECANICAS CASETTE
Motor electrónico, 12V. cuentavueltas, cabezales ste. Horizontal
PRECIO ..... 1.400 + I.V.A.
Otra versión
Motor electrónico 12 V. selenoide paro automático teclas y frontal de plástico serigrafiado. Vertical con electrónica de mando
PRECIO ..... 3.000 + I.V.A.

ELECTRONICA CASETE
*Dos canales stereo, reductor de ruido GNR Placa preparada para paro electrónico Oscilador balanceado y bobinas Toko Fuente alimentación, VUMETER stereo, Potenciometros. Entrada micro y línea. Salida) 1 V. RMS.
PRECIO ..... 8.275 + I.V.A.

CURSO DE INSTALAC

En este artículo, además de explicaros para qué sirven los Divisores y los Derivadores, os expondremos los criterios a seguir para su elección, ya que si instaláis uno al azar, sin conocer sus características, podríais dañar toda la instalación.

ELEMENTOS PARA LAS INSTALACIONES COLECTIVAS:

DIVISORES DE LÍNEA

DERIVADORES

Los componentes que cualquier instalador de antenas tiene que conocer y saber escoger para realizar una instalación técnicamente perfecta, son 3 y, todos ellos, de tipo pasivo, es decir que no disponen de ningún transistor ni integrado para amplificar la señal; llevan tan sólo resistencias o inductancias para atenuar la señal aplicada en entrada.

Estos tres componentes se denominan:

1.º Divisor de línea.
2.º Derivador.
3.º Toma usuario.

El Divisor de Línea es el accesorio que se encarga de distribuir en dos o más líneas de bajada la señal que se obtiene de la salida del amplificador de antena.

El Derivador es el accesorio que sirve para tomar la señal de la línea de bajada, conduciéndola a la toma de usuario.

La toma de usuario es el enchufe que, fijado a la pared, permite obtener la señal de la línea para aplicarla a la entrada del televisor.

Si no se sabe dónde y cómo hay que instalar un Divisor o un Derivador o el tipo de Toma de Usuario que conviene usar, no se podrá proyectar y calcular una instalación completa de bajada; por consiguiente, utilizando ejemplos, intentaremos ofreceros una explicación clara y exhaustiva, a fin de eliminar cualquier duda al respecto.

Comenzaremos poniendo un ejemplo «hidráulico» ya que creemos que es el mejor sistema para explicaros la diferencia entre un Divisor y un Derivador.

Si fuéramos fontaneros y nos pidieran que, partiendo del contador de agua, condujéramos ésta a todas las cocinas y cuartos de baño existentes en los distintos pisos de un edificio, nos armaríamos de inmediato con tuberías y codos en T o en L para llevar a cabo las derivaciones necesarias.

Suponiendo que el contador estuviera situado en el desván, para llegar a los distintos pisos, tendríamos que colocar en bajada dos o más tuberías en vertical que, partiendo del desván, llegarán a las distintas habitaciones utilizadas como cocinas o cuartos de baño, tanto en los pisos situados en el lado derecho como en los situados en el lado izquierdo del edificio (ver fig. 1).

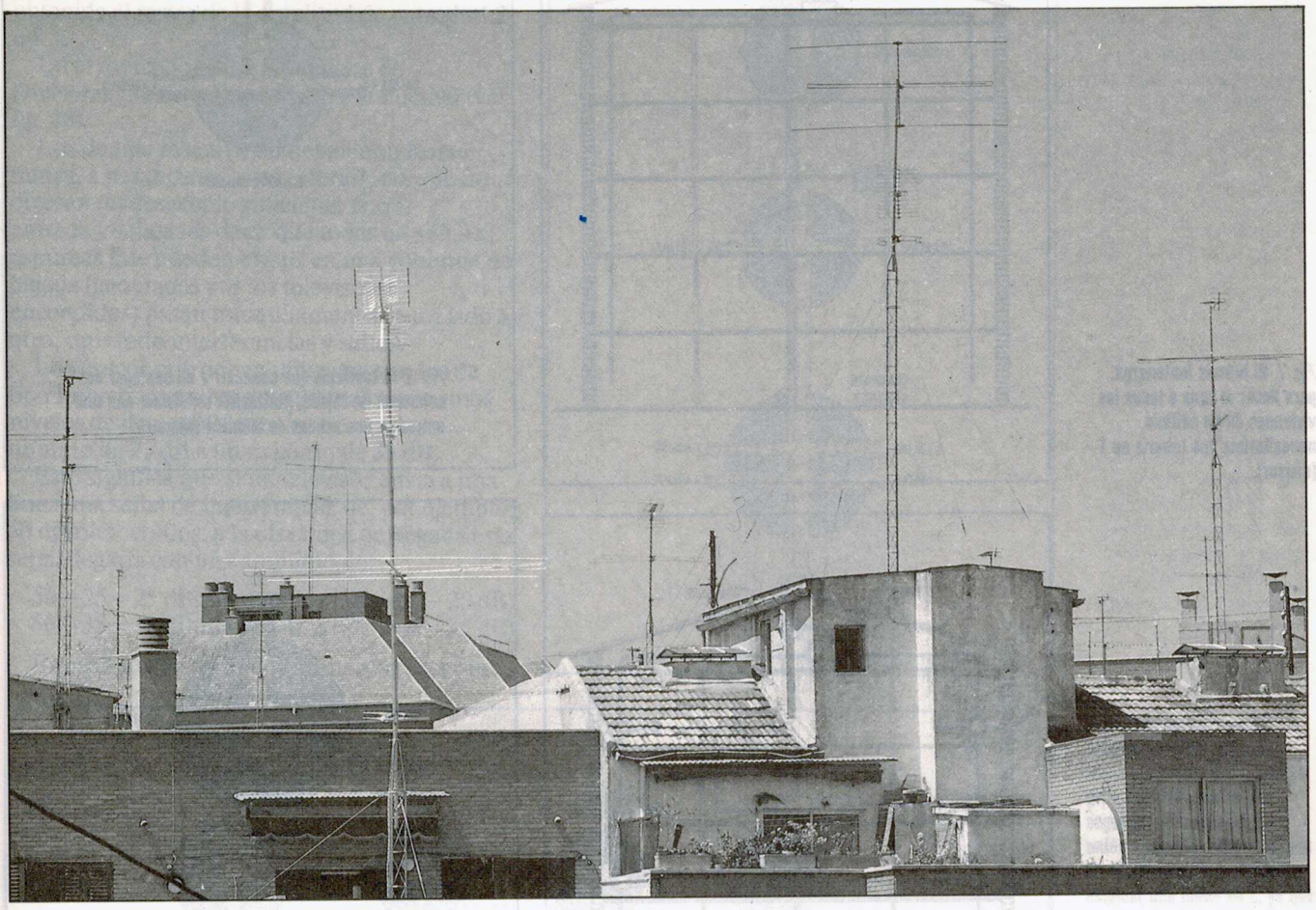
Para lograr dos columnas de bajada se necesita una tubería en T con una entrada con dos salidas (ver fig. 3); para lograr tres columnas de bajada se necesita una tubería con una entrada con tres salidas (ver fig. 4); para lograr cuatro columnas de bajada se precisa una tubería con una entrada de cuatro salidas (ver fig. 5).

(NOTA: a esta tubería la llamaremos –de forma inapropiada– DIVISOR, ya que en una instalación de antena se define así al accesorio necesario para obtener dichas ramificaciones).

Aunque las dos tuberías de las columnas verticales pasan a través de todos los pisos del edificio, es difícil que se encuentren en el punto exacto en que está situado el grifo; por consiguiente, a esta tubería principal habrá que conectar otras uniones en T, con una tubería de salida más estrecha, para poder llegar a todos los grifos (ver fig. 6).

(NOTA: a estas uniones en T, caracterizadas por una tubería de salida más estrecha, los

CIÓN DE ANTENAS (V)



llamaremos DERIVADORES, ya que en una instalación de antena se define así a los accesorios necesarios para lograr dicha ramificación).

Lógicamente, cada uno de los Derivadores tendrá que tener tantas salidas como se quieran para llegar a los distintos grifos.

Si sólo tenemos un grifo, se necesitará un Derivador con 1 sola salida; si tenemos dos grifos, un Derivador con 2 salidas; si tenemos cuatro, un Derivador con 4 salidas (ver figura 6).

Resumiendo, en un Divisor hay: una tubería de entrada y varias tuberías de salida de diámetro idéntico, a fin de no reducir excesivamente la presión del agua.

En un Derivador hay una tubería de entrada y una de salida que va situada en serie a la columna principal de igual diámetro —para no reducir la presión— más una tubería de salida de menor diámetro, que se emplea para llevar el agua a los distintos grifos.

Los Derivadores para conectar a la columna principal de bajada, deben elegirse cuidadosamente, con el fin de garantizar una presión constante en todos los grifos y evitar que, cuando los inquilinos de la planta baja abren uno o varios grifos, los del último piso se queden sin agua.

Si esta tubería de diámetro menor que parte del Derivador, además de llegar al grifo de la cocina, tiene que continuar hasta el del lavabo del cuarto de baño, llegar luego a la bañera, a la ducha, etc., necesitaremos uniones en T más pequeñas, calculadas siempre para garantizar una presión idéntica en todos los grifos y evitar que el grifo del lavabo se quede sin agua al abrir el de la cocina, o al contrario.

Esta última unión —más pequeña— se llama, en nuestra instalación de TV, Toma de paso; es decir, una toma que nos permite obtener la señal y hacer que llegue a las otras tomas existentes en el piso (ver fig. 7).

Ahora ya, creeemos conveniente abandonar esta analogía «hidráulica» y pasar a presentaros estos tres componentes, necesarios para la instalación de distribución.

Los Divisores de Línea

Como ya sabéis, los Divisores de Línea sirven para tomar la señal del amplificador de antena y repartirla en dos o más líneas de bajada que, desde el desván, tendrán que llegar hasta el piso bajo.

En los esquemas eléctricos que os

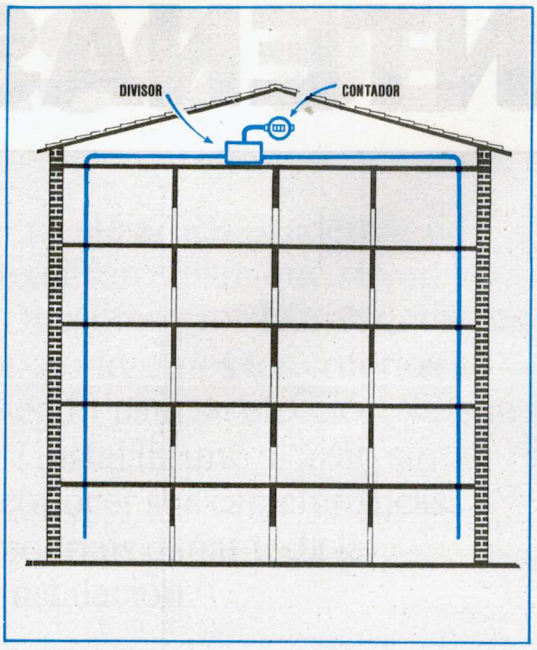


Fig. 1. **Si fuérais fontaneros, para llevar el agua a todas las viviendas de un edificio, necesitaríais una tubería en T (divisor).**

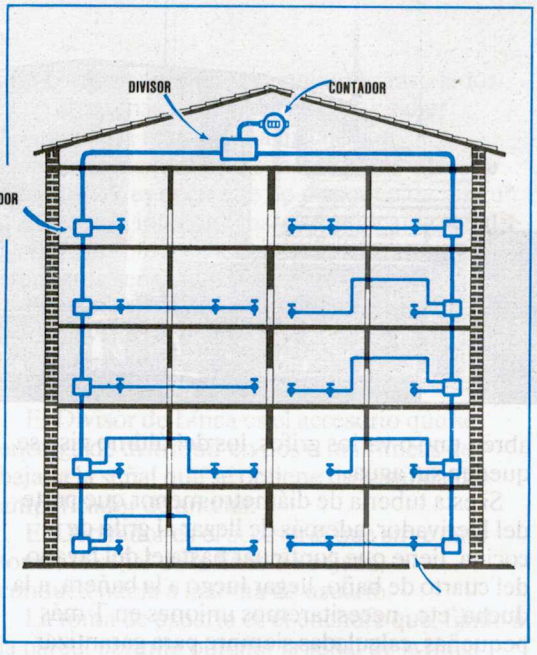


Fig. 2. **Para conectar estas dos columnas verticales a los grifos existentes en las distintas habitaciones, necesitaríais otras uniones en T.**

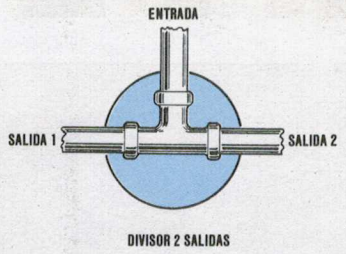


Fig. 3. **Si tuviérais que conectar a un contador dos columnas de bajada, utilizaríais un divisor con una entrada y dos salidas de idéntico diámetro.**

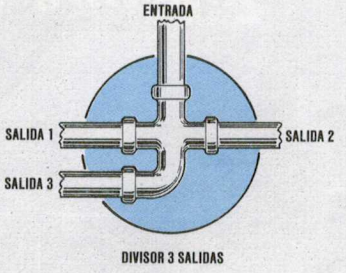


Fig. 4. **Si las columnas de bajada fueran tres, necesitaríais una unión, con una tubería de entrada y tres de salida, como se ve en la figura.**

presentaremos, dibujaremos estos divisores como puede verse en la fig. 8, es decir de forma cuadrada y con las siguientes indicaciones en su interior:

DIV. 2 si tiene 2 salidas.
DIV. 3 si tiene 3 salidas.
DIV. 4 si tiene 4 salidas.

En las salidas laterales hemos indicado unos números –por ejemplo -4,2 dB o -8,4 dB– para indicar que la señal aplicada en entrada se toma de dichas salidas con una atenuación equivalente al número indicado.

Es decir que, si en la entrada de un Divisor aplicamos una señal de 90 dBmicrovoltios, la señal que obtendremos en estas salidas no tendrá la misma intensidad, sino:

$90 - 4{,}2 = 85{,}8$ dB microvoltios
en las salidas en que se indica -4,2.
$90 - 8{,}4 = 81{,}6$ dBmicrovoltios
en las salidas en que se indica -8,4

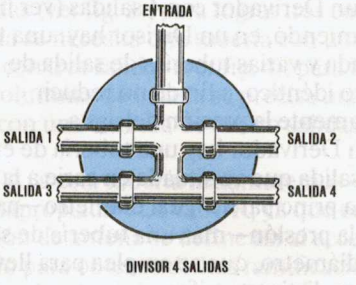


Fig. 5. **En los edificios con varias viviendas por planta, puede ser preciso un divisor con cuatro salidas, todas ellas con idéntico diámetro para evitar pérdidas de presión.**

Lógicamente, si en la entrada de estos Divisores aplicamos señales de distinta amplitud –igual, por ejemplo, a 93, 96, 100 dBmicrovoltios– en las salidas obtendremos una señal con una amplitud igual a la diferencia obtenida al restar de la amplitud de entrada 4,2 u 8,4.

En el mercado existen dos tipos de Divisores: Resistivo (ver fig. 9) e Inductivo (ver fig. 10).

Los de tipo resistivo no deben emplearse nunca, a pesar de su coste inferior, porque no ofrecen un desacoplo suficiente entre entrada y salida; es decir que todas las señales espúreas que pueden existir en una columna de bajada (generadas por los televisores encendidos) pasan tranquilamente de un lado a otro, causando interferencias y saltos.

Los únicos que deben utilizarse son los de tipo Inductivo, ya que permiten alcanzar unos niveles de desacoplo que van de un mínimo de 25 dB a un máximo de 35 dB.

Esto significa que si un televisor envía a una línea una señal de interferencia de, por ejemplo, 50 dBmicrovoltios, a la otra línea de llegada esta señal llegaría con una amplitud de:

50 – 25 = 25 dBmicrovoltios (Divisor – 25 dB)
50 – 35 = 15 dBmicrovoltios (Divisor – 35 dB)

Es posible que estos dos números parezcan no tener significado, pero si comenzáis a emplear la tabla de los dBmicrolvoltios (ver tabla de la pág. 48 del n.º 47), la información comenzará a tener valor. Descubriréis, por ejemplo, que: 50 dBmicrovoltios corresponden a una señal de 316 microvoltios; 25 dBmicrovoltios corresponden a una señal de sólo 17,8 microvoltios; 15 dBmicrovoltios sólo corresponden a 5,62 microvoltios.

Es decir, que se ha logrado reducir esta interferencia de 316 microvoltios a tan sólo 17-5 microvoltios: valores tan insignificantes que no tienen capacidad para interferir en ningún televisor, por muy «sensible» que éste sea.

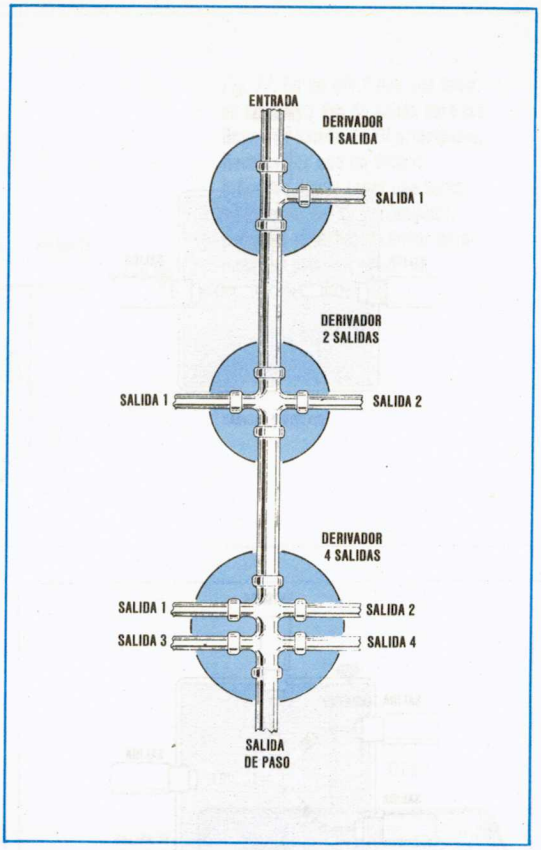


Fig. 6. **A la columna de bajada tendréis que aplicarle otras uniones (derivadores) para recoger el agua y conducirla a todos los grifos de la vivienda.**

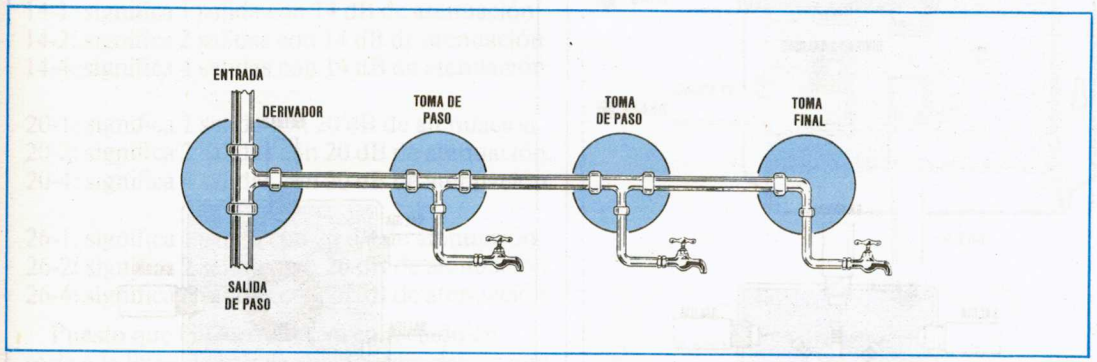


Fig. 7. **Del derivador saldrá la tubería que lleva el agua a todos los grifos. Si del primer grifo hay que pasar a un segundo, necesitaréis una unión «pasante», mientras que en el último grifo tendréis que emplear una unión en L, ya que aquí termina la instalación.**

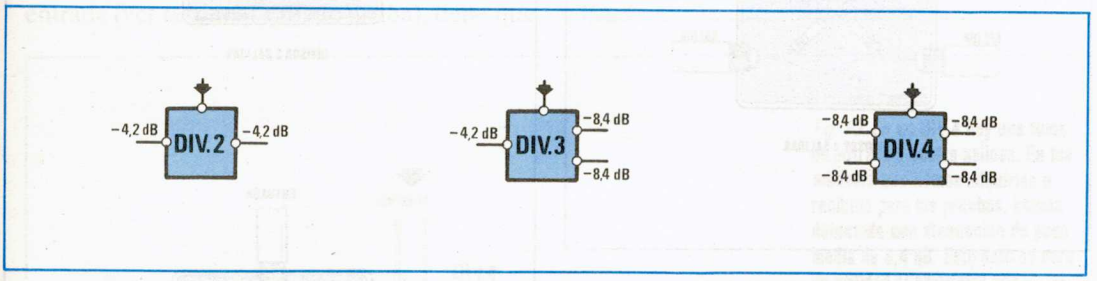


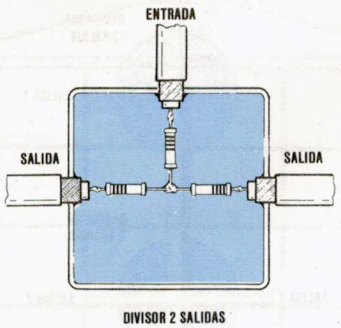
Fig. 8. **Los divisores se representarán siempre con forma «cuadrada», con una flecha para indicar la entrada. Los número negativos en las salidas laterales indican los dB de atenuación que sufre la señal respecto a la de entrada. En el mercado existen divisores con atenuaciones distintas a los valores que nosotros damos.**

En la práctica, los Divisores Inductivos son como se indica en las figuras 11-12-13. También podéis ver en dichas ilustraciones cómo y a qué borne tenéis que conectar el cable coaxial que llega desde el preamplificador de antena y los de salida, en los que se indican las atenuaciones correspondientes.

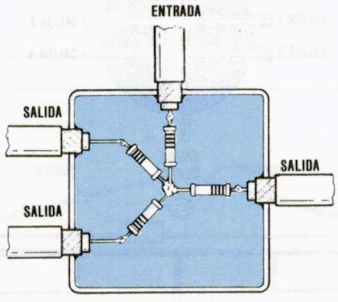
Los Derivadores de Línea

Para recoger de la línea de bajada la señal VHF-UHF y enviarla a las distintas Tomas de Usuario, se necesitan los Derivadores.

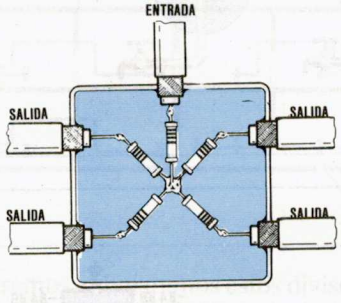
Fig. 9. **En el caso de los divisores del tipo «resistivo», como el propio término indica, la subdivisión se realiza por medio de resistencias. No conviene emplear estos divisores porque no garantizan un desacoplo adecuado (atenuación inversa) entre las dos líneas de bajada.**



DIVISOR 2 SALIDAS

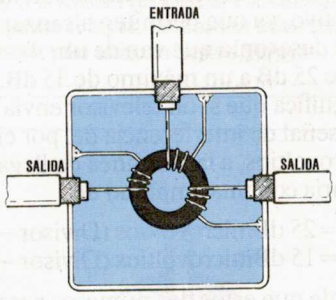


DIVISOR 3 SALIDAS

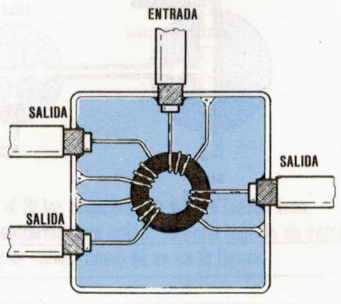


DIVISOR 4 SALIDAS

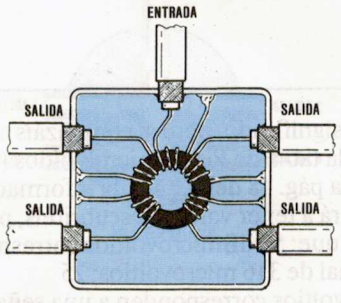
Fig. 10. **En los divisores de tipo «inductivo» la subdivisión se efectúa mediante inductancias enrrolladas sobre núcleo de ferrita. Estos divisores son los únicos que deberéis emplear, ya que evitan que las interferencias espúreas presentes en una línea alcancen la otra línea de bajada.**



DIVISOR 2 SALIDAS



DIVISOR 3 SALIDAS



DIVISOR 4 SALIDAS

En los esquemas eléctricos que os ofreceremos, dibujaremos estos dispositivos tal como se ve en la fig. 14, es decir en forma rectangular a fin de poderlos distinguir fácilmente de los Divisores; en su interior se indican dos letras, seguidas por un número:

DR. 14-1	DR. 20-1	DR. 26-1
DR. 14-2	DR. 20-2	DR. 26-2
DR. 14-4	DR. 20-4	DR. 26-4

Las dos primeras letras DR, quieren decir Derivador, mientras que los dos primeros números expresan la atenuación de toma.

Es decir que, si en la entrada de dicho Derivador, aplicamos una señal de 90

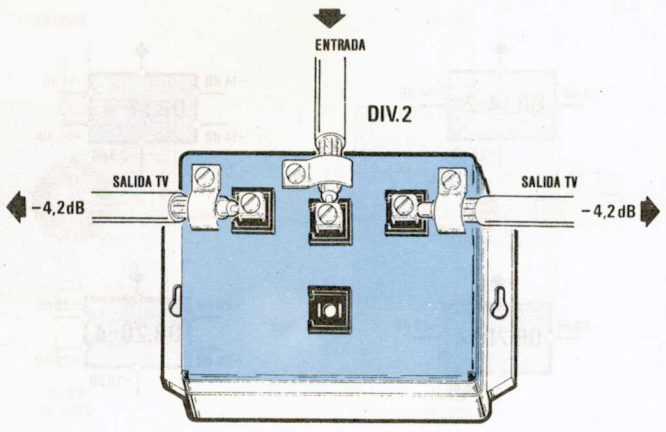


Fig. 11. **En un DIV.2 hay una toma de entrada y dos de salida para las líneas de bajada de TV principales. Recalcamos que un divisor inductivo puede tener una forma circular en vez de rectangular, como los modelos recibidos para nuestras pruebas prácticas.**

mBmicrovoltios, en las salidas de los tres modelos presentados obtendremos una señal equivalente a:

90 – 14 = 76 dBmicrovoltios en los DR.14
90 – 20 = 70 dBmicrovoltios en los DR.20
90 – 26 = 64 dBmicrovoltios en los RD.26

El tercer número indica la cantidad de salidas existentes en dicho Derivador; por consiguiente:

14-1: significa 1 salida con 14 dB de atenuación
14-2: significa 2 salidas con 14 dB de atenuación.
14-4: significa 4 salidas con 14 dB de atenuación.

20-1: significa 1 salida con 20 dB de atenuación.
20-2: significa 2 salidas con 20 dB de atenuación.
20-4: significa 4 salidas con 20 dB de atenuación.

26-1: significa 1 salida con 26 dB de atenuación.
26-2: significa 2 salidas con 26 dB de atenuación.
26-4: significa 4 salidas con 26 dB de atenuación.

Puesto que el Derivador va conectado en serie a la línea de bajada, además de ofrecer una entrada (ver terminal situado arriba), tiene que

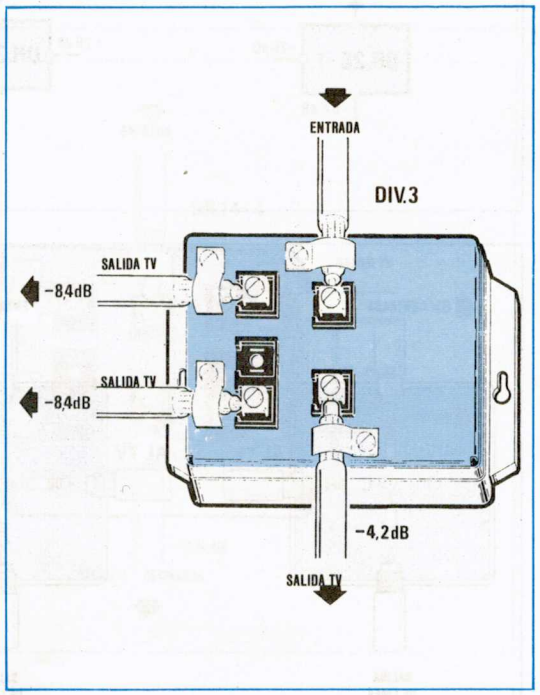


Fig. 12. **En un DIV.3 hay una toma de entrada y tres salidas. Los números negativos en las tres salidas indican la atenuación de paso, es decir los dB de atenuación que sufre la señal en cada salida, respecto a la señal de entrada.**

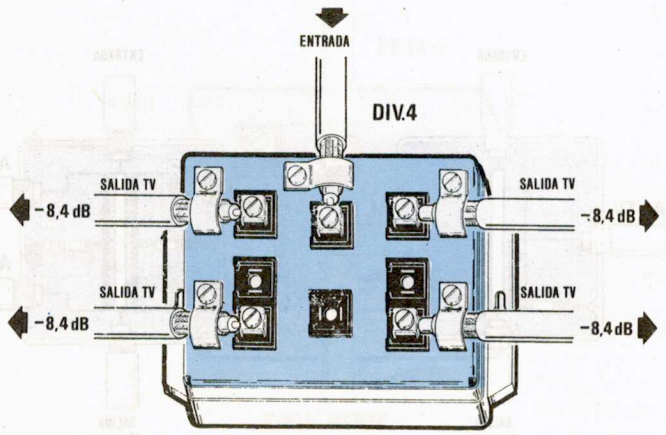


Fig. 13. **En un DIV.4 hay una toma de entrada y cuatro salidas. En los modelos que hemos adquirido o recibido para las pruebas, hemos detectado una atenuación de paso media de 8,4 dB. Este dato os será de utilidad al proyectar una instalación.**

Fig. 14. **Los derivadores se representarán siempre con una forma «rectangular», con una flecha para indicar la entrada. Los dos primeros números internos indican los dB de atenuación de «salida» o de «obtención». En la salida de abajo (salida de continuidad de línea) indicamos siempre los dB de atenuación de paso que varían con cada modelo. Hay firmas que fabrican derivadores con atenuación de obtención de incluso 18-22 dB.**

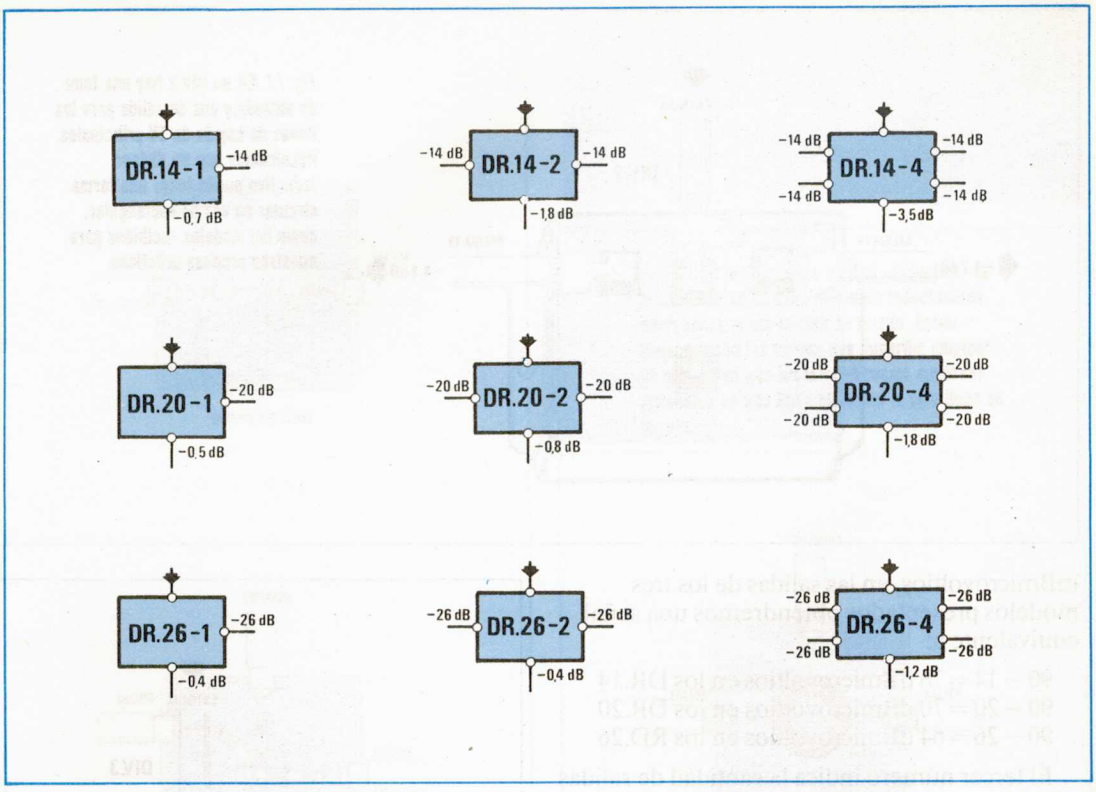


Fig. 15. **No conviene usar nunca derivadores «resistivos» (aunque todavía se venden por su bajo precio) ya que al tener una atenuación inversa inferior a los de tipo híbrido e inductivo, todas las interferencias generadas por un televisor pueden penetrar fácilmente en la línea, molestando en los demás televisores.**

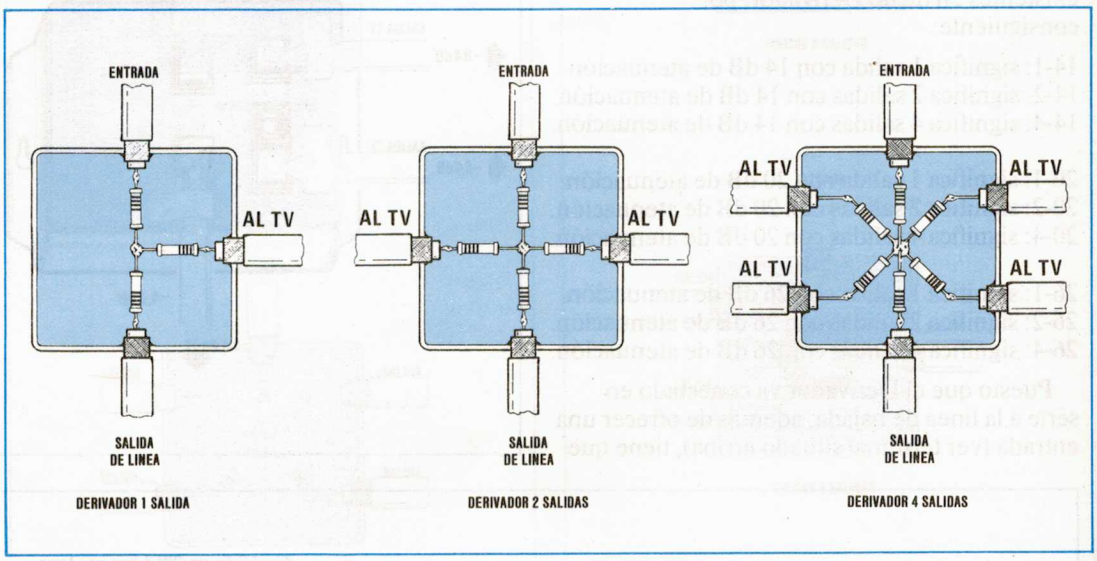
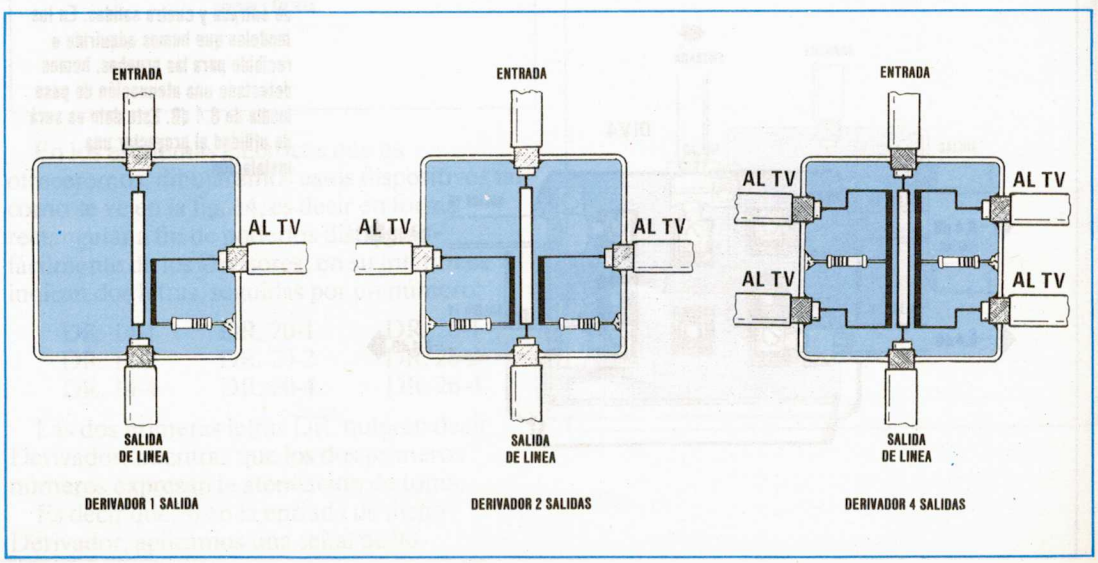


Fig. 16. **Los derivadores híbridos, aunque se caracterizan por una elevada atenuación inversa, tienen el inconveniente de tener un único valor de atenuación de obtención, lo que dificulta la planificación de una instalación.**



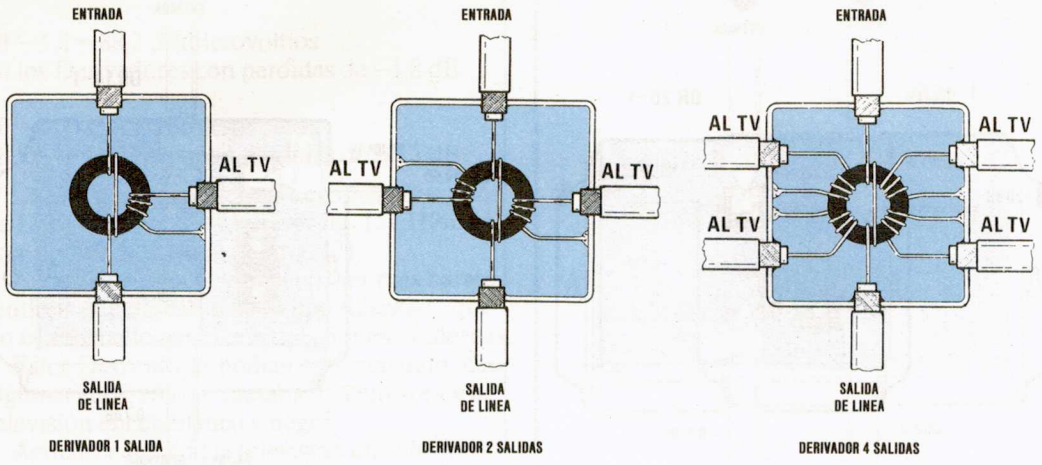
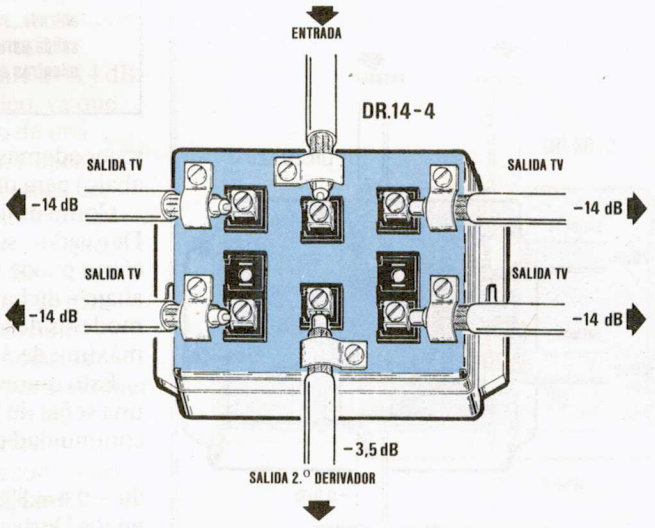


Fig. 17. **Los derivadores «inductivos» son los únicos que deberéis emplear en vuestras instalaciones, ya que su elevada atenuación inversa impide que todas las señales espúreas se transfieran entre las distintas salidas.**

Fig. 18. **En un derivador DR-14 hay una toma de entrada, cuatro de salida para TV y una de paso. La atenuación de la toma de TV será siempre fija (14 dB) mientras que aumenta la atenuación de paso en comparación con los modelos posteriores.**



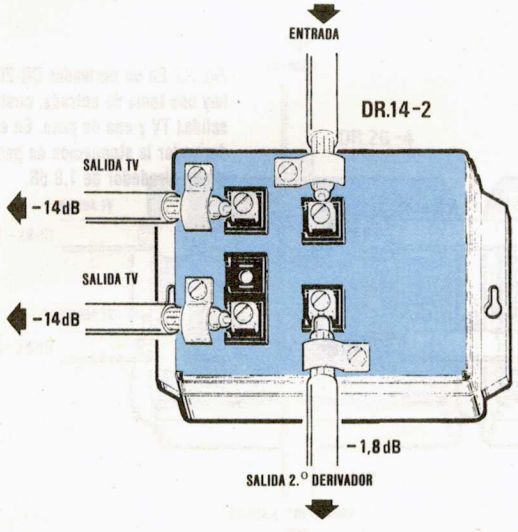
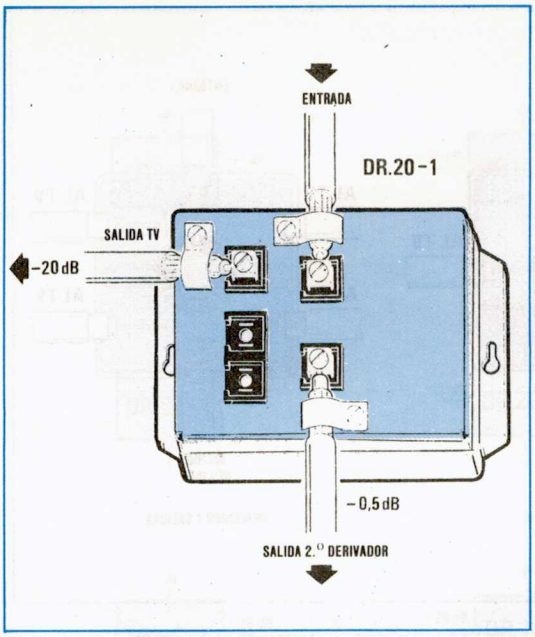


Fig. 19. **En un derivador DR-14.2 hay una toma de entrada, dos de salida para TV y una de paso. La atenuación de la toma de TV es siempre fija (14 dB) mientras que aumenta la atenuación de paso en comparación con el modelo DR-14.1.**

Fig. 20. **En un derivador DR-10.1 hay una toma de entrada, una de salida TV y una de paso. En la toma de TV hay una atenuación de salida equivalente a 20 dB, mientras que en la de continuidad para los otros derivadores, la atenuación será de sólo 0,5 dB.**



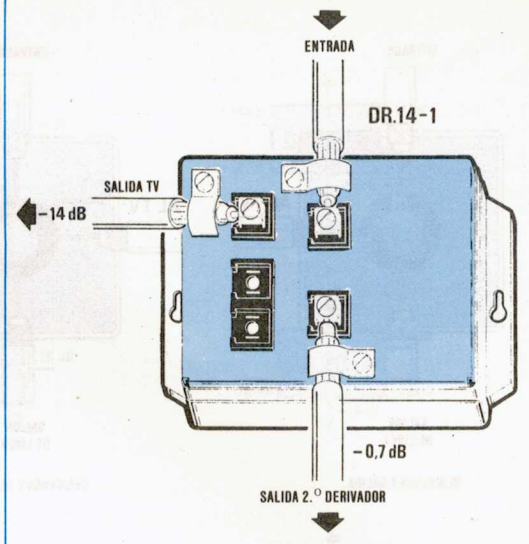
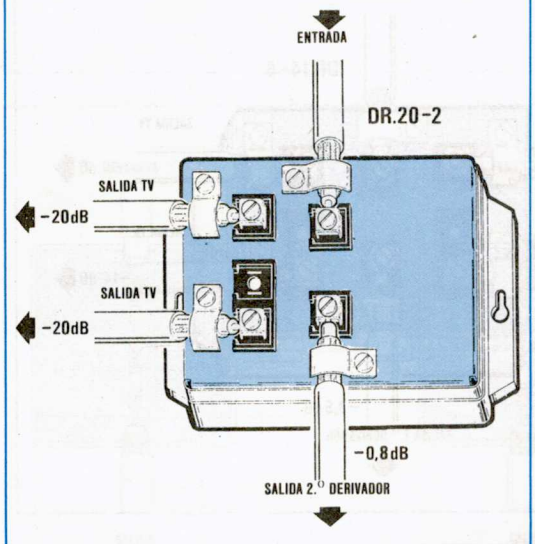


Fig. 21. **En un derivador DR-14.1 hay una toma de entrada, una de salida y una de paso. En la toma de salida para TV se indica una atenuación de 14 dB, mientras que en la toma de paso es sólo de 1,8 dB.**

Fig. 22. **En un derivador DR-20.2 hay una toma de entrada, dos de salida TV y una de paso. Lógicamente la atenuación de la toma de TV permanece en 20 dB, mientras que la atenuación de paso en este modelo es de 0,8 dB.**



tener además una salida (ver terminal situado abajo) para dar continuidad a la línea de bajada.

Como es lógico, la señal, al pasar a través del Derivador, sufre una atenuación de paso y —como puede verse en el número indicado abajo— dicha atenuación varía según los modelos desde un mínimo de 0,4 dB a un máximo de 3,5 dB.

Esto quiere decir que, aplicando en entrada una señal de 90 dBmicrovoltios, en la salida de continuidad encontraremos una señal de:

90 — 0,4 = 89,6 dBmicrovoltios
en los Derivadores con pérdidas de —0,4 dB.

90 — 0,8 = 89,2 dBmicrovoltios
en los Derivadores con pérdidas de —0,8 dB.

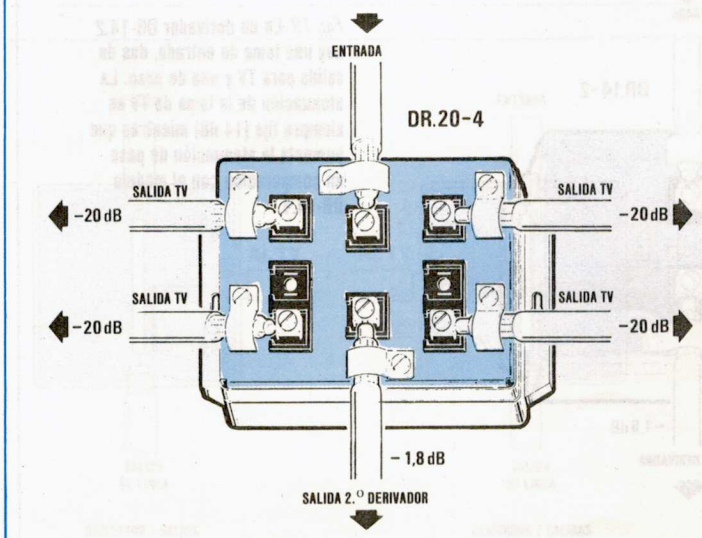


Fig. 23. **En un derivador DR-20.4 hay una toma de entrada, cuatro salidas TV y una de paso. En este derivador la atenuación de paso oscila alrededor de 1,8 dB.**

90 – 1,2 = 88,8 dBmicrovoltios
en los Derivadores con pérdidas de –1,2 dB.

90 – 1,8 = 88,2 dBmicrovoltios
en los Derivadores con pérdidas de –1,8 dB.

90 – 3,5 = 86,5 dBmicrovoltios
en los Derivadores con pérdidas de –3,5 dB.

En el comercio podemos encontrar tres tipos de Derivadores: Resistivo (ver fig. 15), Híbrido (ver fig. 16), Inductivo (ver fig. 17).

Aunque todavía se venda por ser más barato, tendréis que descartar el de tipo Resistivo, que no es adecuado para las instalaciones modernas.

Estos Derivadores podían servir cuando, hace algunos años, sólo se captaba una emisora y la televisión era en blanco y negro.

Actualmente, con la televisión en color y un elevado número de emisoras privadas cubriendo todas las gamas, el utilizar estos Derivadores Resistivos sería como instalar en casa una iluminación de petróleo, cuando disponemos de energía eléctrica.

El tipo Híbrido se puede emplear, pero tiene el inconveniente de poseer tan sólo una atenuación de obtención, equivalente a –14 dB.

Esta característica limita su empleo, ya que dificulta la planificación y el cálculo de una instalación de distribución perfecta, tropezando siempre el instalador con algunas Tomas de Usuario con señales excesivas o insuficientes.

El tipo Inductivo es el «no va más» ya que, además de ofrecer distintos valores de atenuación de obtención (–14, –20, –26 dB), tiene la ventaja de poseer una atenuación inversa elevada, lo que impide que todas las señales de interferencia generadas por cualquier televisor puedan introducirse en la línea, molestando en el resto de los aparatos.

En la práctica, estos Derivadores son como los que muestran las figuras 18 a 26; también en este caso hemos indicado los bornes a que habrán de conectarse el cable coaxial de entrada, el de salida y los que llegarán a las Tomas de Usuario.

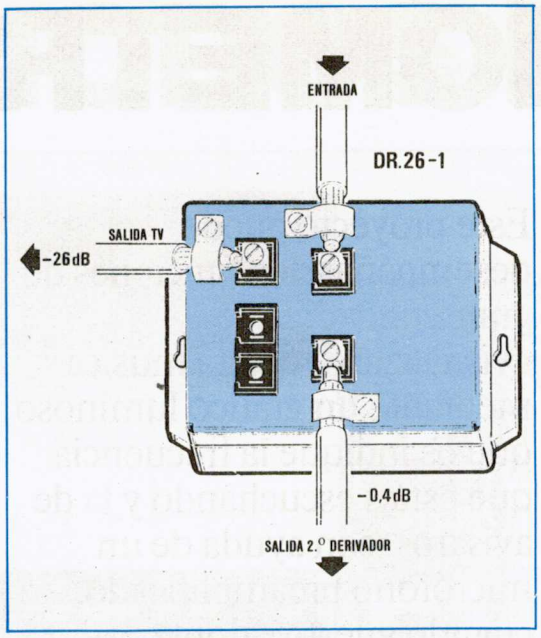


Fig. 24. **En un derivador DR-26.1 tenemos una toma de entrada, una de salida TV y una de paso. En la toma de TV, en este modelo, la atenuación será de 26 dB.**

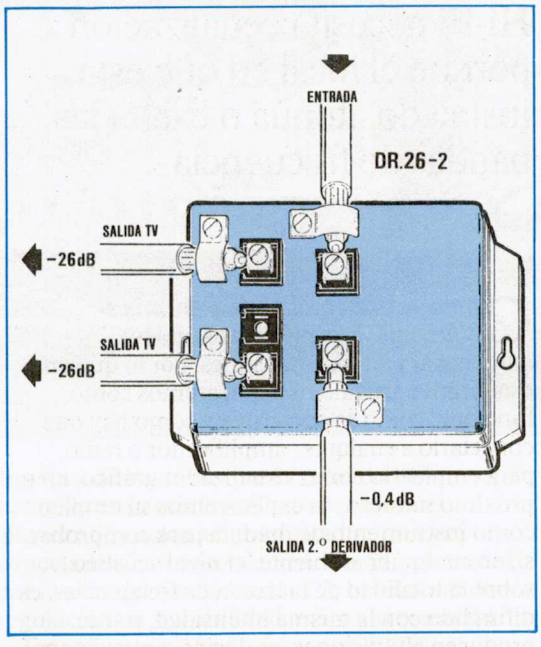


Fig. 25. **En un derivador DR-26.2 hay una toma de entrada, dos de salida TV y una de paso. La atenuación en la salida TV es de 26 dB y la de paso 0,4 dB.**

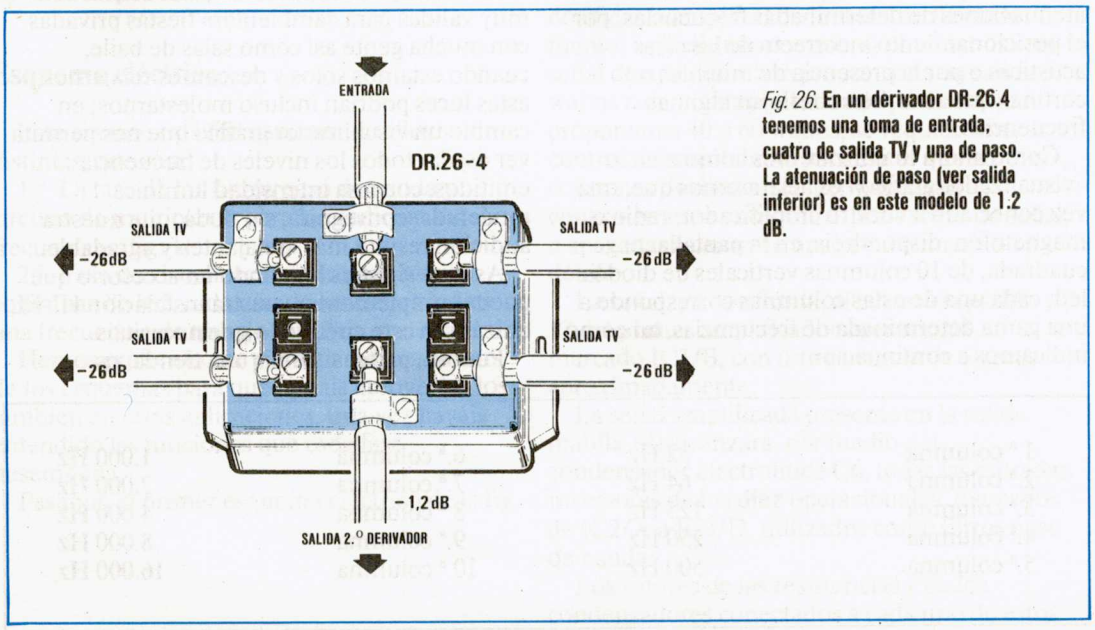


Fig. 26. **En un derivador DR-26.4 tenemos una toma de entrada, cuatro de salida TV y una de paso. La atenuación de paso (ver salida inferior) es en este modelo de 1.2 dB.**

FONÓMETRO GRÁFIC

UTILIZABLE COMO INSTRUMENTO DE MEDIDA Y COMO UN VISUALIZADOR GRÁFICO

Este proyecto puede desempeñar dos funciones de gran utilidad: la de «visualizar» vuestra música mediante un gráfico luminoso que os indique la frecuencia que estáis escuchando y la de avisaros, con ayuda de un micrófono preamplificado, cuando vuestro amplificador Hi-Fi necesita ecualización porque el local en que está instalado atenúa o exalta las bandas de frecuencia.

Como ya os hemos anticipado en la entradilla, este proyecto se puede aprovechar para dos funciones, por lo que en este primer artículo os explicaremos como funciona, como se construye y como hay que conectarlo a cualquier amplificador o radio, para emplearlo como visualizador gráfico; en un próximo número, os explicaremos su empleo como instrumento de medida para comprobar si, en cualquier ambiente, el nivel acústico sobre la totalidad de la banda de frecuencias, es difundido con la misma intensidad, o si se producen alteraciones, es decir acentuaciones o atenuaciones de determinadas frecuencias, por el posicionamiento incorrecto de las cajas acústicas o por la presencia de muebles o cortinas que absorben o reflejan algunas frecuencias.

Como ahora lo utilizaremos como «visualizador gráfico» os aclararemos que, una vez conectado a vuestro amplificador, radio o magnetofón, dispondréis, en la pantalla cuadrada, de 10 columnas verticales de diodos led; cada una de estas columnas corresponde a una gama determinada de frecuencias, tal como indicamos a continuación:

1.ª columna	32 Hz	6.ª columna	1.000 Hz
2.ª columna	64 Hz	7.ª columna	2.000 Hz
3.ª columna	125 Hz	8.ª columna	4.000 Hz
4.ª columna	250 Hz	9.ª columna	8.000 Hz
5.ª columna	500 Hz	10.ª columna	16.000 Hz

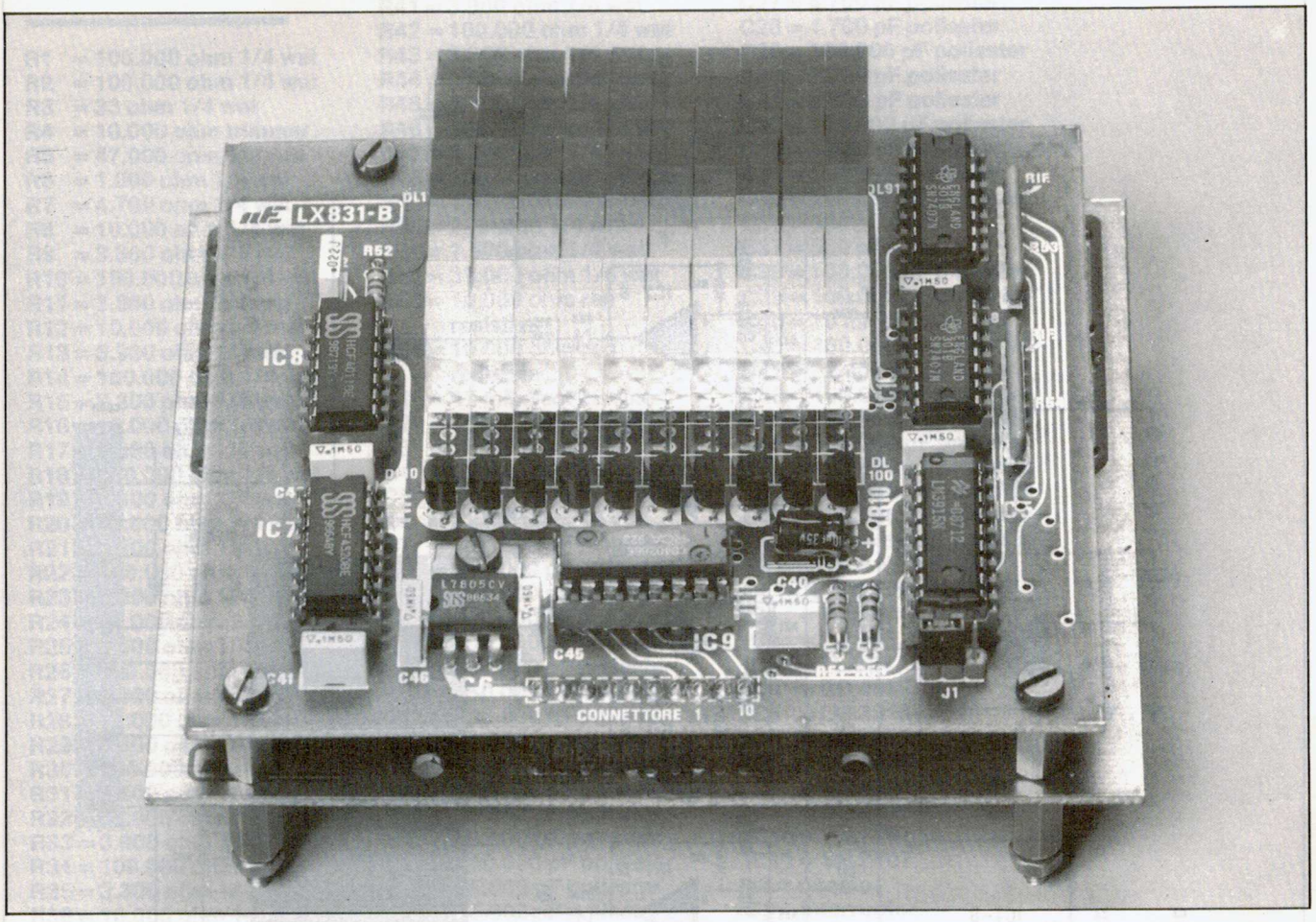
En la práctica, con estas diez columnas cubriremos toda la gama acústica —bajos, medio/bajos, medios, medio/agudos, agudos—, y, como podréis comprobar escuchando alguna pieza de música, será un placer, tanto para vosotros como para vuestros amigos, el contemplar cómo estas columnas de colores suben y bajan, dando lugar a un efecto visual espectacular y atractivo.

En efecto, si bien las luces psicodélicas son muy válidas para «ambientar» fiestas privadas con mucha gente así como salas de baile, cuando estamos solos y deseamos relajarnos, estas luces podrían incluso molestarnos; en cambio un visualizador gráfico que nos permita ver oscilar todos los niveles de frecuencia emitidos, con una intensidad lumínica moderada, conseguirá, sin duda, que nuestra audición resulte más «relajante» y agradable.

Así que si estáis buscando un accesorio que pueda complementar vuestra instalación HI-FI, quizás sea este circuito lo que necesitáis.

Por otra parte, si tenéis una tienda, os

CO CON DIODOS LED



podemos garantizar que colocando en el escaparate este visualizador lograréis que se paren incluso los viandantes más apresurados; además de contemplar estas «bandas» que se mueven siguiendo la música, inconscientemente se fijarán también en los artículos expuestos en el escaparate.

Esquema eléctrico

Este circuito está formado por dos fases distintas, que son:

1.° La fase de los filtros paso de banda y circuito de multiplexer para la medición de frecuencias (fig. 1).

2.° Fase de visualización, formada por 10 columnas de led, cada una de las cuales indica una frecuencia de trabajo (fig. 2).

Hemos preferido ver por separado cada uno de los esquemas para que podáis aprovecharlos también en otras aplicaciones, una vez hayáis entendido las funciones que cada fase desempeña.

Pasando al primer esquema eléctrico de la fig. 1, se puede observar que la señal de BF recogida en la salida (en los extremos del altavoz) de cualquier amplificador, una vez conectada a las tomas de Entrada BF, alcanzará por medio del condensador C3, el trimmer de regulación de sensibilidad, marcado como R4.

Este trimmer R4 es imprescindible para dosificar la amplitud de la señal de BF de la fuente; es fácil suponer que, si obtenemos esta señal de una radio que proporciona en salida 3 watios o de un amplificador de potencia que proporciona 40 o 60 watios, se requiere un control de sensibilidad para evitar que las diez columnas de diodos led permanezcan continuamente encendidas por exceso de señal, o apagadas a causa de una señal demasiado débil.

La señal, ya dosificada, alcanzará la patilla 12 del primer amplificador operacional, marcado IC1/B, con una ganancia de 5 veces aproximadamente.

La señal amplificada presente en la salida (patilla 14) alcanzará, por medio del condensador electrolítico C6, todas las entradas inversoras de los diez operacionales, marcados de IC2/A a IC3/D, utilizados como filtros paso de banda.

Los valores de las resistencias y de los condensadores conectados a cada uno de estos

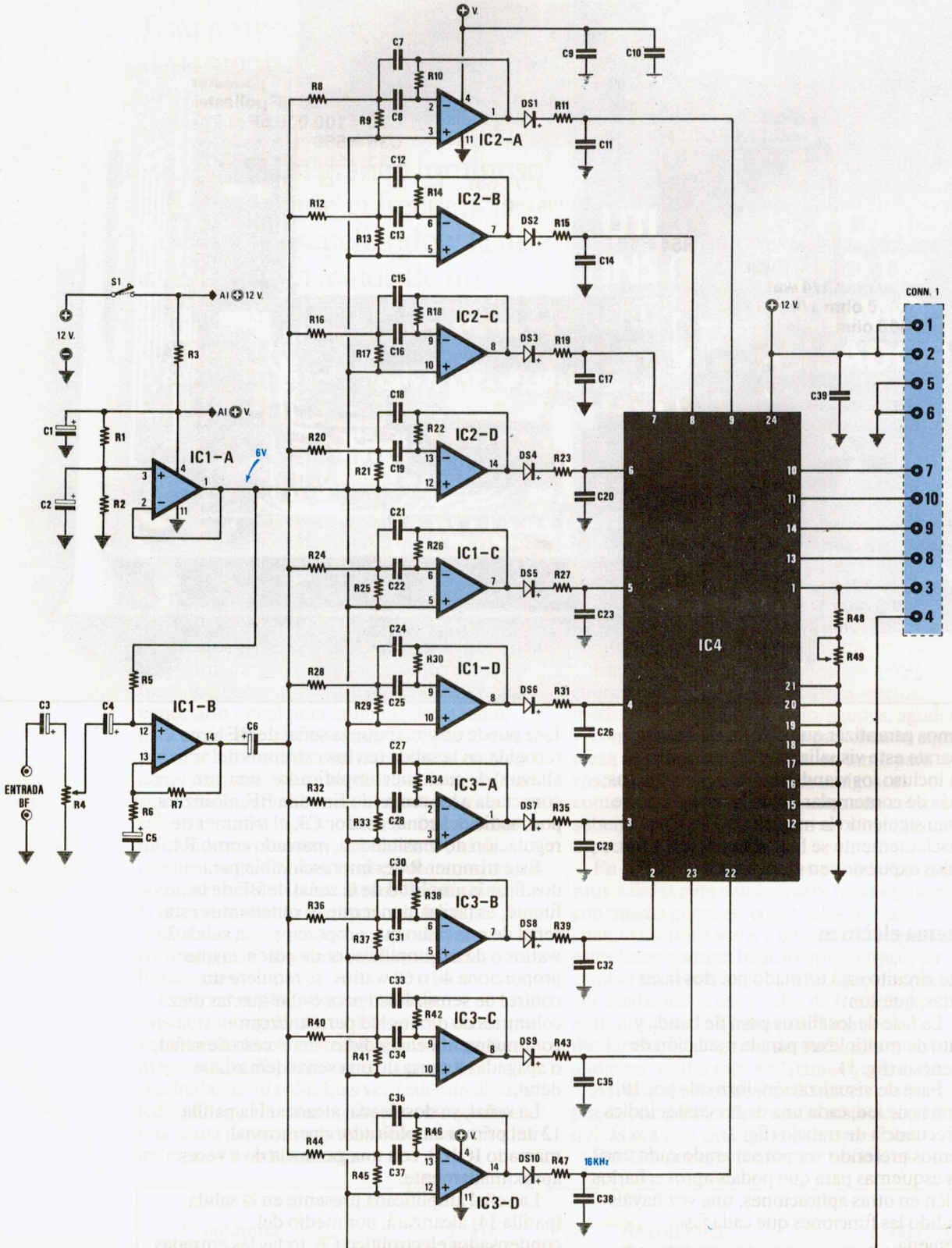


Fig. 1. **Esquema eléctrico de la fase entrada de filtros.**

COMPONENTES LX.831

R1 = 100.000 ohm 1/4 wat
R2 = 100.000 ohm 1/4 wat
R3 = 33 ohm 1/4 wat
R4 = 10.000 ohm trimmer
R5 = 47.000 ohm 1/4 wat
R6 = 1.000 ohm 1/4 wat
R7 = 4.700 ohm 1/4 wat
R8 = 10.000 ohm 1/4 wat
R9 = 3.300 ohm 1/4 wat
R10 = 100.000 ohm 1/4 wat
R11 = 3.300 ohm 1/4 wat
R12 = 10.000 ohm 1/4 wat
R13 = 3.900 ohm 1/4 wat
R14 = 100.000 ohm 1/4 wat
R15 = 3.300 ohm 1/4 wat
R16 = 10.000 ohm 1/4 wat
R17 = 3.300 ohm 1/4 wat
R18 = 100.000 ohm 1/4 wat
R19 = 3.300 ohm 1/4 wat
R20 = 10.000 ohm 1/4 wat
R21 = 3.900 ohm 1/4 wat
R22 = 100.000 ohm 1/4 wat
R23 = 3.300 ohm 1/4 wat
R24 = 10.000 ohm 1/4 wat
R25 = 5.600 ohm 1/4 wat
R26 = 100.000 ohm 1/4 wat
R27 = 3.300 ohm 1/4 wat
R28 = 10.000 ohm 1/4 wat
R29 = 3.300 ohm 1/4 wat
R30 = 100.000 ohm 1/4 wat
R31 = 3.300 ohm 1/4 wat
R32 = 10.000 ohm 1/4 wat
R33 = 3.900 ohm 1/4 wat
R34 = 100.000 ohm 1/4 wat
R35 = 3.300 ohm 1/4 wat
R36 = 10.000 ohm 1/4 wat
R37 = 4.700 ohm 1/4 wat
R38 = 100.000 ohm 1/4 wat
R39 = 3.300 ohm 1/4 wat
R40 = 10.000 ohm 1/4 wat
R41 = 3.900 ohm 1/4 wat
R42 = 100.000 ohm 1/4 wat
R43 = 3.300 ohm 1/4 wat
R44 = 10.000 ohm 1/4 wat
R45 = 4.700 ohm 1/4 wat
R46 = 100.000 ohm 1/4 wat
R47 = 3.300 ohm 1/4 wat
R48 = 100.000 ohm 1/4 wat
R49 = 1 megaohm trimmer
R50 = 270 ohm 1/4 wat
R51 = 1.500 ohm 1/4 wat
R52 = 33.000 ohm 1/4 wat
R53 = 10.000 ohm red resistiva
R54 = 10.000 ohm red resistiva
C1 = 47 mF elect 25 volt
C2 = 10 mF elect 16 volt
C3 = 10 mF elect 16 volt
C4 = 22 mF elect 16 volt
C5 = 10 mF elect 16 volt
C6 = 22 mF elect 16 volt
C7 = 330.000 pF poliester
C8 = 330.000 pF poliester
C9 = 100.000 pF poliester
C10 = 100.000 pF poliester
C11 = 100.000 pF poliester
C12 = 150.000 pF poliester
C13 = 150.000 pF poliester
C14 = 100.000 pF poliester
C15 = 82.000 pF poliester
C16 = 82.000 pF poliester
C17 = 100.000 pF poliester
C18 = 39.000 pF poliester
C19 = 39.000 pF poliester
C20 = 100.000 pF poliester
C21 = 15.000 pF poliester
C22 = 15.000 pF poliester
C23 = 100.000 pF poliester
C24 = 10.000 pF poliester
C25 = 10.000 pF poliester
C26 = 100.000 pF poliester
C27 = 4.700 pF poliester
C28 = 4.700 pF poliester
C29 = 100.000 pF poliester
C30 = 2.200 pF poliester
C31 = 2.200 pF poliester
C32 = 100.000 pF poliester
C33 = 1.200 pF poliester
C34 = 1.200 pF poliester
C35 = 100.000 pF poliester
C36 = 560 pF a disco
C37 = 560 pF a disco
C38 = 100.000 pF poliester
C39 = 100.000 pF poliester
C40 = 10 mF elect 16 volt
C41 = 100.000 pF poliester
C42 = 22.000 pF poliester
C43 = 100.000 pF poliester
C44 = 100.000 pF poliester
C45 = 100.000 pF poliester
C46 = 100.000 pF poliester
C47 = 100.000 pF poliester
C48 = 100.000 pF poliester
DS1-DS10 = diodo 1N.4150
TR1-TR10 = NPN BC.337
DL1-DL100 = diodo led
IC1 = TL.084
IC2 = TL.084
IC3 = TL.084
IC4 = CD.4067
IC5 = LM.3915
IC6 = uA.7805
IC7 = CD.4520
IC8 = CD.4011
IC9 = CD.4028
IC10 = SN.7407
IC11 = SN.7407
J1 = puente
S1 = interruptor

operacionales, tienen que garantizarnos una banda pasante centrada en las siguientes frecuencias:

IC2/A	32 Hz
IC2/B	64 Hz
IC2/C	125 Hz
IC2/D	250 Hz
IC1/C	500 Hz
IC1/D	1.000 Hz
IC3/A	2.000 Hz
IC3/B	4.000 Hz
IC3/C	8.000 Hz
IC3/D	16.000 Hz

Lógicamente, la tolerancia de las resistencias y de los condensadores situará el centro de banda en frecuencias muy próximas; no obstante, poco importa el que la primera columna, en lugar de ser de 32 Hz, esté en la práctica en los 30-34 Hz ni si la sexta columna, en lugar de estar centrada en los 1.000 Hz, lo está en los 1.050 o 980 Hz.

En efecto, lo que a nosotros nos interesa es que cada una de estas 10 columnas trabaja en una frecuencia que sea aproximadamente el doble de la frecuencia de la columna de su izquierda, y la mitad respecto a la columna de la derecha.

Como el integrado multiplexer IC4 requiere en sus entradas niveles de tensión positiva, tendremos que rectificar la señal alterna presente en la salida de los diez filtros paso-banda; de ello se encargan los diodos marcados de DS1 a DS10.

Posteriormente, la señal rectificada será filtrada por los condensadores poliéster situados tras la resistencia limitadora conectada a la salida de los diodos y, luego, aplicada a las patillas de entrada de IC4.

Este integrado IC4, un C/MOS multiplexer tipo CD.4067, dispone de 16 entradas, pero como nosotros sólo necesitamos 10, cortocircuitaremos a masa las restantes (ver patillas 16, 17, 18, 19, 20, 21).

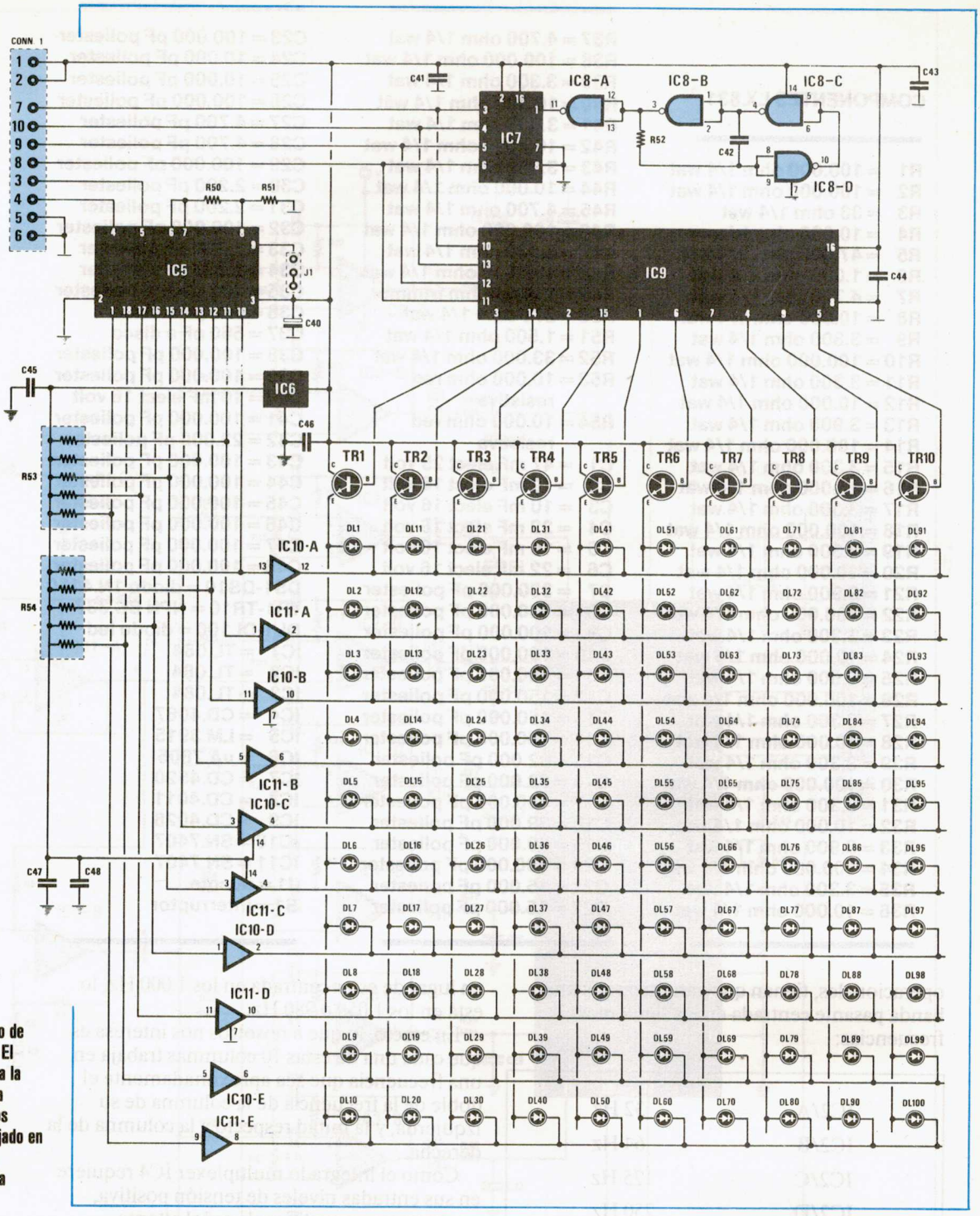


Fig. 2. **Esquema eléctrico de la fase de visualización. El conector situado arriba a la izquierda os servirá para enlazar con la fase de los filtros paso-banda, reflejado en la página 54. La lista de componentes figura en la página 55.**

La tensión proporcionada por los filtros estará presente en la patilla de salida 1; llegados a este punto, quienes desconozcan el funcionamiento de un multiplexer, se preguntarán cómo se puede obtener en una sola salida, la tensión de 10 canales distintos.

El sistema es muy sencillo. Como podréis observar, las patillas 10-11-14-13 de IC4 enlazan con un conector enlazado a su vez al integrado IC7, un CD.4520 perteneciente a la segunda fase de visualización (fig. 2).

Del integrado IC7 salen, rápidamente y en secuencia repetitiva, los siguientes códigos binarios:

0 = 0000	5 = 0101
1 = 0001	6 = 0110
2 = 0010	7 = 0111
3 = 0011	8 = 1000
4 = 0100	9 = 1001

que, al penetrar en el integrado IC4, se encargarán de conmutar en secuencia, primero la salida del operacional IC2/A, luego la de IC2/B, etc. hasta llegar a IC3/D, para volver a empezar por IC2/A y así sucesivamente, al infinito.

En la práctica, es como si nos encontráramos ante un conmutador rotativo de 10 posiciones, conectado a un motorcillo eléctrico, y que, girando rápidamente, conectara con IC2/A–IC2/B-IC2/C, etc., hasta IC3/D.

De esta forma, en la salida 1 de IC4 encontraremos, durante algunas fracciones de segundo, la tensión correspondiente a la frecuencia de los 32 Hz, luego la de los 64-125-250-500-1.000-2.000-4.000-8.000-16.000 y nuevamente 32-64, etc.

Por consiguiente, para emplear una sola salida, disponemos, una por una, de las diez tensiones de los filtros paso-banda.

El trimmer R49 conectado en serie con la resistencia R48 a la patilla de salida de IC4, nos permitirá modificar la velocidad de movimiento de las diez columnas de diodos led, de abajo a arriba y al contrario.

Para terminar, la descripción de esta fase, diremos que el operacional IC1/A se utiliza para lograr una tensión de referencia de 6 voltios (la mitad de la tensión de alimentación), necesaria para alimentar todas las patillas no inversoras, es decir las indicadas con un +, de todos los operacionales incluidos en esta fase, para su normal funcionamiento.

El integrado IC4 se alimenta directamente con los 12 voltios procedentes del alimentador, mientras que los integrados IC1-IC2-IC3 se alimentan a través de la resistencia R3 que, junto con el condensador electrolítico C1, sirve para filtrar el «ruido» generado por los multiplexer, que podría volver a entrar en los operacionales.

Terminada esta descripción, pasaremos ahora a la fase de visualización que se refleja en la fig. 2.

Como ya sabéis, esta fase sirve para accionar 100 diodos led, es decir 10 columnas, cada una de las cuales corresponde a un espectro determinado de la banda acústica.

Como en la fase anterior hemos utilizado una sola salida para encaminar hacia esta segunda fase las 10 tensiones correspondientes a los diez filtros de paso-banda, si, en esta segunda fase, deseamos que para cada frecuencia se enciendan únicamente los diodos led de la columna correspondiente, necesitaremos un circuito contrario, es decir un demultiplexer (ver IC9) que, sincronizado, nos permita alimentar los diodos led de la primera columna cuando en la salida de IC4 se presente la tensión correspondiente a la frecuencia de 32 Hz, los diodos led de la segunda columna cuando en la salida de IC4 se presente la tensión correspondiente a la frecuencia de 64 Hz y así sucesivamente, hasta la última columna de los 16.000 Hz.

El sincronismo necesario entre multiplexer y demultiplexer se logra gracias al integrado IC7.

En efecto, sus cuatro salidas (ver patillas 3-4-5-6) van conectadas tanto a IC4 como a IC9; por consiguiente, el mismo código binario que hacía llegar a la salida de IC4 sólo la tensión correspondiente a la frecuencia de los 32 Hz, servirá también para situar en nivel lógico 1 la patilla 3 de IC9.

Cuando el código binario que sale de IC7 haga llegar a la salida de IC4 sólo la tensión correspondiente a la frecuencia de los 16.000 Hz, automáticamente se situará en nivel lógico 1 la patilla 5 de IC9 y, por consiguiente, sólo se encenderán los diodos led de la columna de los 16.000 Hz.

Las patillas que accionan las diez columnas de los led son las siguientes:

PATILLAS	FRECUENCIA
3	32 Hz
14	64 Hz
2	125 Hz
15	250 Hz
1	500 Hz
6	1.000 Hz
7	2.000 Hz
4	4.000 Hz
9	8.000 Hz
5	16.000 Hz

Como a estas patillas está conectada la base de un transistor NPN (ver de TR1 a TR10), cuando –en secuencia– aparezca un nivel lógico 1, éstos conducirán, dirigiendo hacia su Emisor la tensión positiva de los 12 voltios de alimentación, que de esta forma podrá alcanzar el ánodo de todos los diodos led conectados a dicha columna. Esto no significa que todos los diodos led de dicha columna se enciendan, ya que, para hacerlo, sería necesario que su cátodo (terminal K) estuviera conectado a masa.

Como deseamos que el encendido de los diodos led presentes en cada columna se produzca en función del nivel de señal (en la práctica, cuanto más aumenta el nivel de señal, más diodos led tienen que encenderse),

Fotografía del circuito de la fase de los filtros paso-banda.

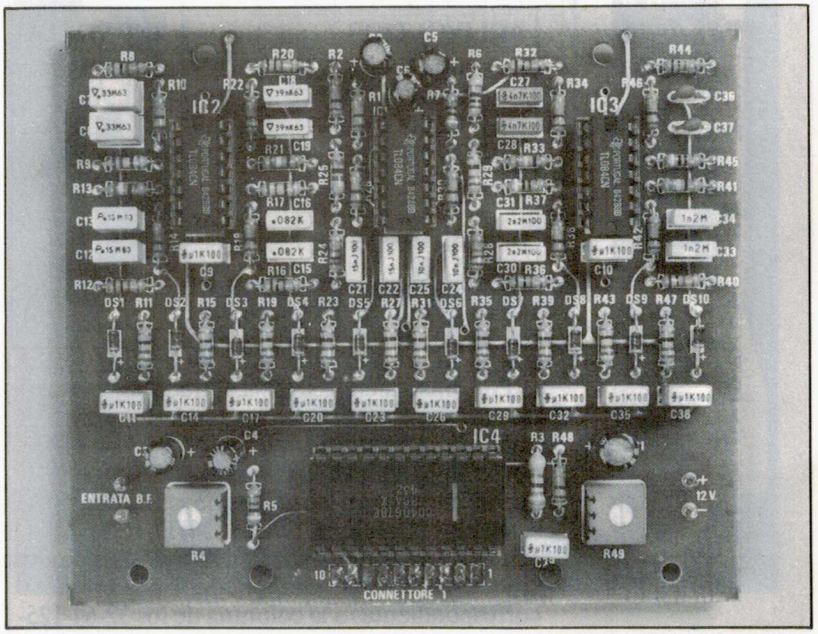
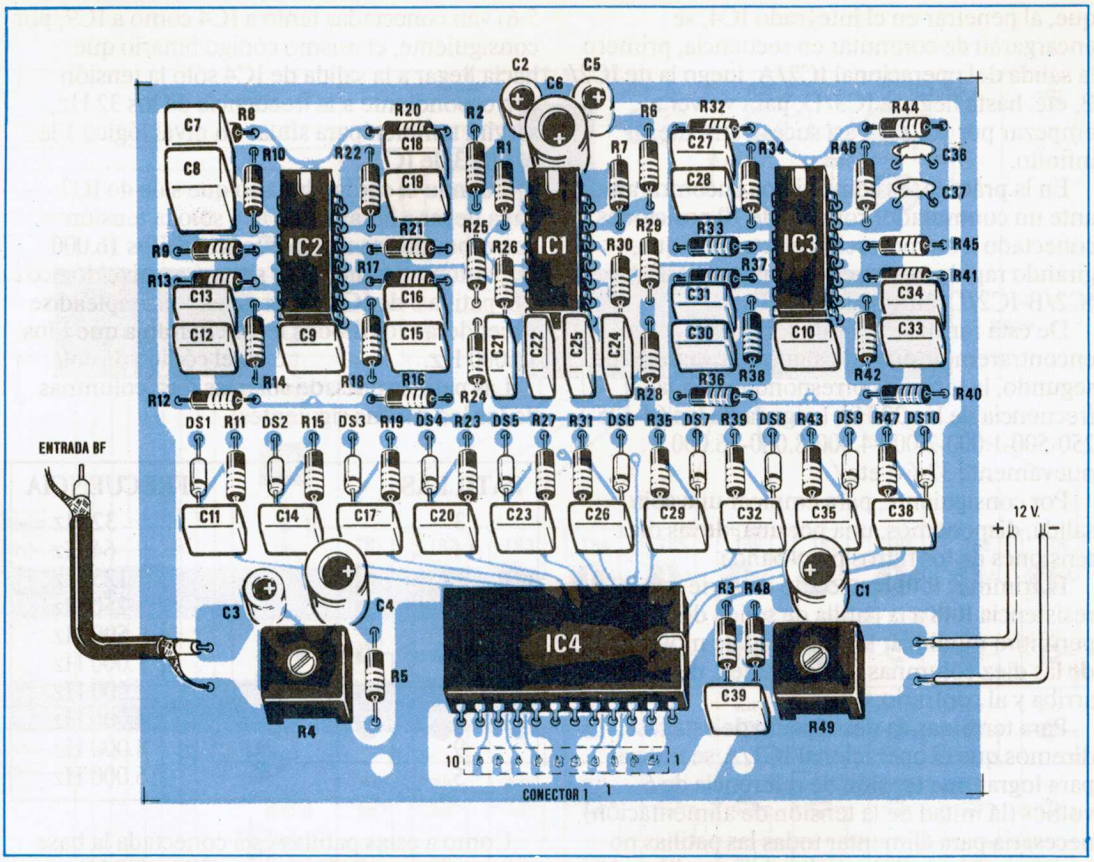


Fig. 3. **Esquema práctico de la fase de los filtros paso-banda. Obsérvese abajo el conector hembra, que luego habrá que enlazar con el macho del circuito de visualización.**



necesitamos otra fase que se encargue de cortocircuitar a masa el cátodo de estos diodos led en función del nivel de señal de BF.

De ello se encarga el integrado IC5, un LM.3915, un piloto por barra de diodos led y dos integrados SN.7404, que contienen en su interior 6 amplificadores buffer y que en el esquema eléctrico se indican como IC10 e IC11.

La tensión multiplexada presente en la salida de IC4 entrará ahora en la patilla de entrada 5 de IC5, que se encargará de situar en nivel lógico 0 sus diez salidas en función de los valores de tensión que lleguen a su entrada, tal como se indica en la tabla siguiente:

MILIVOLTIOS	PATILLA
0,447	1
0,631	18
0,891	17
1,259	16
1,778	15
2,512	14
3,548	13
5,012	12
7,079	11
10,000	10

Por consiguiente, si en la entrada aplicamos una tensión de 2 milivoltios, tendremos un nivel lógico 0 en las patillas 1, 18, 17, 16 y 15 y, por lo tanto, el mismo nivel lógico lo encontraremos en las salidas de los buffer marcados IC11/E, IC10/E, IC11/D, IC10/D, IC11/C, que conectarán a masa todos los diodos conectados en horizontal, es decir los correspondientes a la columna de los 32-64-125-250-500-1.000-2.000-4.000-8.000-16.000 Hz.

Pero cómo sólo habrá un transistor polarizado, de los diez existentes (ver TR1 a TR10), sólo se encenderán los diodos led de la columna correspondiente y no los de las otras.

Aunque, en la práctica, se encienden alternativamente los diodos led de cada columna, al tratarse de una secuencia muy rápida (60 Hz aproximadamente), el ojo humano, debido a la persistencia de la imagen en la retina, verá encendidas las diez columnas.

En la práctica, se trata del mismo fenómeno que se produce cuando contemplamos una imagen en el televisor en el que sólo hay un punto que, al moverse rápidamente sobre la pantalla, nos da la sensación de encontrarnos ante una imagen completa.

Con este circuito tenemos dos posibilidades de visualizar la amplitud de los niveles de cada frecuencia:

1.º Hacer que se enciendan todos los diodos led, desde el primero de abajo hasta aquel correspondiente al nivel alcanzado.

2.º Hacer que sólo se encienda el diodo led del nivel máximo alcanzado.

Estas dos opciones se logran simplemente desplazando el enchufe hembra de un extremo a otro en el conector J1, enlazado a las patillas 9-3 de IC5.

El integrado IC6, un estabilizador tipo uA.7805, situado bajo IC5, sirve esencialmente para alimentar los dos integrados SN.7404 que, al ser TTL, requieren 5 voltios para su alimentación.

Para completar esta fase sólo falta describir la función desempeñada por el integrado IC8, un CD. 4011 que contiene cuatro nand y que en el esquema eléctrico encontramos situados a la derecha de IC7.

Con estos cuatro nand hemos realizado un oscilador de onda cuadrada de 950 Hz aproximadamente, que el integrado IC7 necesita para accionar con sus salidas tanto el integrado multiplexer IC4 como el demultiplexer IC9.

Como el integrado IC7 divide por 16 la frecuencia aplicada en su entrada, la velocidad de secuencia será de aproximadamente 60 Hz.

Volviendo a los «buffer» (ver IC11) que accionan en horizontal todos los diodos led de las 10 columnas, el lector podría considerar ilógico e incluso complicado el emplear en el circuito impreso, para la primera franja horizontal, un buffer incluido en el integrado IC11 y luego emplear, para la segunda franja, un buffer incluido en el integrado IC10, y así sucesivamente, de forma alternativa, para todas las columnas restantes.

En efecto, parecería lógico emplear todos los buffer contenidos en el primer integrado IC1 para las cinco primeras franjas horizontales y todos los buffer contenidos en el integrado IC10 para las últimas franjas.

Pero la solución que hemos adoptado no se debe al capricho del proyectista ni al del diseñador: es una decisión tomada en base a la necesidad de lograr que un integrado no se caliente más de lo permitido.

En efecto, si hubiéramos decidido alimentar con el integrado IC11 las cinco primeras franjas horizontales de nuestro visor, como son las que se encenderán con más frecuencia, este integrado se sobrecalentaría considerablemente en comparación con el IC10, que alimenta, en cambio, los últimos diodos led situados en la parte superior, que se encienden si se apagan alternativamente con una frecuencia menor.

Realización práctica

Al igual que hemos dividido en dos partes el esquema eléctrico, también hemos dividido en dos fases el circuito impreso.

El circuito impreso correspondiente a la fase de los filtros está marcado LX.831/A, mientras que el de visualización se identifica como LX.831/B.

Creemos innecesario puntualizar que ambos circuitos son de doble cara, con orificios metalizados.

Si deseáis realizar el montaje empezando por la fase de filtros, tendréis que tomar el circuito LX.831/A y montar en él todos los componentes, tal como se indica en la fig. 3.

Os aconsejamos montar en primer lugar los cuatro zócalos para los integrados y, tras haber soldado las patillas, introducir en el lado contrario, bajo el zócalo de IC14, el conector hembra de 10 terminales, que os servirá para enchufar el macho existente en el otro circuito impreso.

Una vez realizada esta operación, os aconsejamos montar todas las resistencias, luego los dos trimmers R4 y R49 y los dos condensadores cerámicos C36 y C37.

A continuación, instalaréis todos los diodos de silicio de DS1 a DS10 tratando de dirigir la franja amarilla (en el dibujo hemos puesto una franja negra) hacia abajo, es decir hacia IC4.

Como ya sabréis, el Cátodo de cada diodo se identifica siempre mediante una franja de color y, como en dicho proyecto hemos empleado diodos tipo 1N4150, la primera franja que indica el número 4 será, como en el código de colores de las resistencias, de color amarillo:

En efecto en este diodo encontraréis:

Primera franja Amarilla	4
Segunda franja Marrón	1
Tercera franja Verde	5
Cuarta franja Negra	0

Ahora, ya podéis montar todos los condensadores de poliéster tipo miniatura y, para evitaros errores, indicaremos a continuación las siglas que encontraréis en sus carcasas, en función de la capacidad:

1.200 pF	1n2
2.200 pF	2n2
4.700 pF	4n7
10.000 pF	10n o .01
15.000 pF	15n o .015
39.000 pF	39n o .039
82.000 pF	82n o .082
100.000 pF	.1
330.000 pF	.33

Por último, montaréis los condensadores electrolíticos, dirigiendo el terminal positivo hacia el lado indicado con un +.

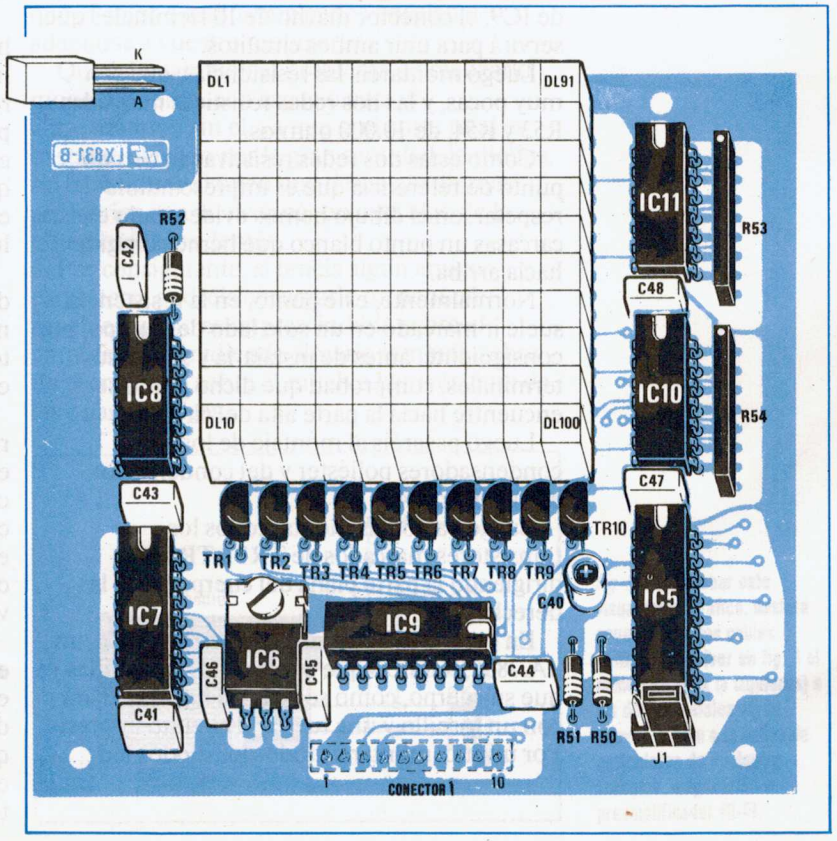
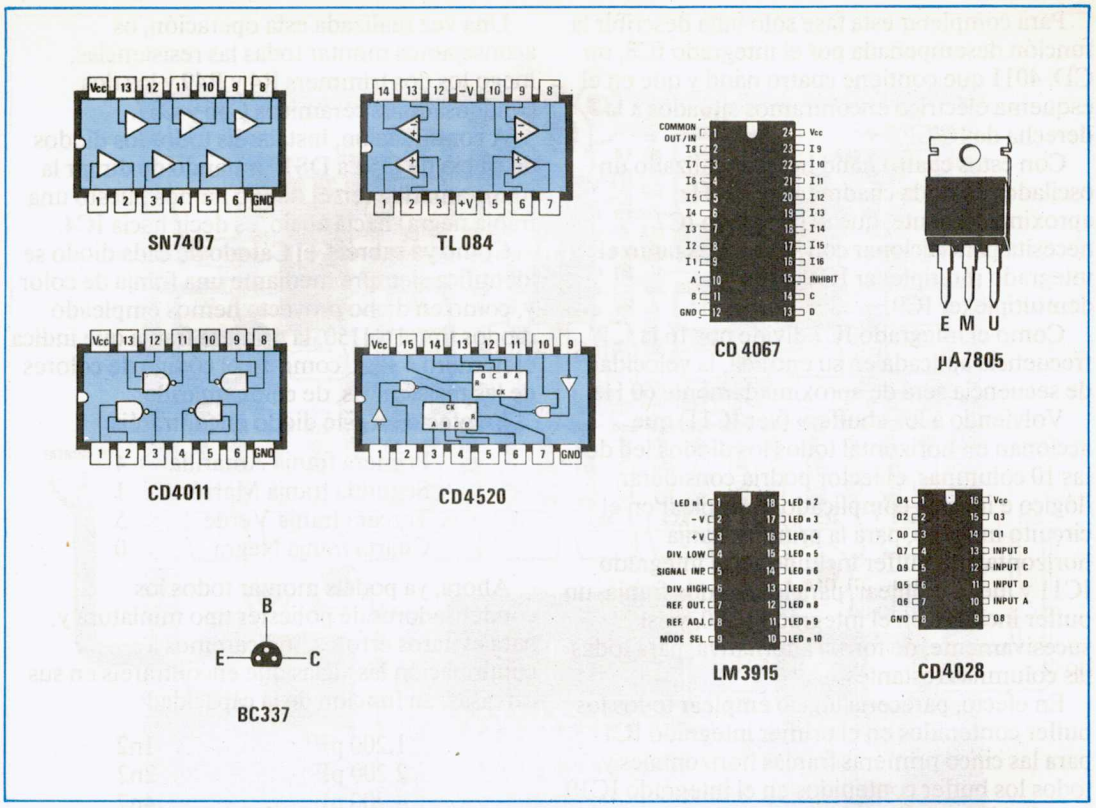


Fig. 4. **Esquema práctico de la fase de visualización. El diodo led situado arriba a la izquierda sirve para indicaros cómo habrá que colocar los dos terminales A-K. Obsérvese el integrado IC6 fijado con tornillo y tuerca al circuito impreso.**

Fig. 5. **En este dibujo hemos reflejado todas las conexiones de los integrados empleados para este proyecto de visualización gráfica, vistas desde arriba. Obsérvese la muesca en U de referencia, existente en un lado del cuerpo. Sólo en el caso del transistor BC.337, las conexiones están vistas desde abajo.**



Terminada esta tarjeta, podéis montar todos los integrados, dirigiendo la marca de referencia (una pequeña muesca en forma de U) tal como se ve en el dibujo práctico de la fig. 3.

Para la fase de visualización, deberéis tomar el segundo circuito impreso, marcado LX.831/B y, sobre él, montar todos los componentes que pueden verse en la fig. 4.

En primer lugar, montaréis todos los zócalos necesarios y luego, en el lado contrario y debajo de IC9, el conector macho de 10 terminales que servirá para unir ambos circuitos.

Luego montaréis las resistencias, que son muy pocas, y las dos redes resistivas marcadas R53 y R54, de 10.000 ohmios.

Como estas dos redes resistivas tienen un punto de referencia que es imprescindible respetar, en el dibujo hemos evidenciado en sus carcasas un punto blanco que hemos dirigido hacia arriba.

Normalmente, este punto, en la resistencia, suele ir marcado en un solo lado del cuerpo; por consiguiente, antes de instalarla y soldar sus terminales, comprobad que dicho punto se encuentre hacia la parte alta del circuito.

Luego pasaréis al montaje de los condensadores poliéster y del condensador electrolítico C40.

Luego ya podéis montar todos los transistores marcados de TR1 a TR10, dirigiendo la parte plana del cuerpo hacia la derecha.

En cuanto al integrado estabilizador IC6, un uA.7805, tendréis que doblar en L sus patillas ya que su cuerpo, como se ve en la fig. 4, se fijará con un tornillo y una tuerca al circuito impreso. Por último, montaréis todos los diodos led cuadrados, a los que previamente tendréis que someter a un pequeño control.

En la fig. 6 hemos indicado que el terminal más corto es siempre el Cátodo (ver K), y así debería ser.

Al montar nuestros ejemplares para las comprobaciones habituales, nos quedamos bastante sorprendidos al observar que de 10 circuitos montados, 4 funcionan sólo a media escala.

Una vez comprobado que en el montaje no había cortocircuitos y que no había algún integrado defectuoso, sólo nos quedaban por revisar los diodos led, aunque no era muy probable que los 50 diodos led montados estuvieran defectuosos, considerando además que los fabricantes nos los «garantizan» tanto en cuanto a la calidad como a la intensidad de luz.

Tras retirar un diodo led, al probarlo nos dimos cuenta de que todos los diodos led verdes montados en estas cuatro tarjetas, tenían los terminales invertidos, es decir que el Cátodo era el terminal más largo y no el más corto.

No resultó una operación agradable la de retirar los 50 diodos led del circuito impreso y esta es la razón de que os aconsejemos comprobar con una tensión de 9-12 voltios y con una resistencia de 1.000 ohmios conectada en serie (ver fig. 6), si el terminal más corto es el cátodo en todos los diodos rojos, amarillos y verdes.

Una vez identificado el terminal cátodo de estos diodos tal como se ve en la fig. 6 y como encontraréis en el circuito impreso (ver letra K), dicho terminal se dirigirá hacia arriba, mientras que el terminal Anodo se introducirá siempre en el orificio situado abajo, es decir hacia los transistores TR1 y TR10.

Es evidente, que si se invierte aunque sólo sea uno de ellos, la totalidad de los 50 no se encenderá.

Como estos 100 diodos tendrán que estar situados a la misma altura (ver fig. 7), para lograr un plano luminoso bien nivelado, os aconsejamos montarlos (sin soldarlos), invertir el circuito impreso sobre una mesa y colocar en los dos bordes del mismo dos grosores, para que quede totalmente horizontal; entonces, se soldarán todos los terminales.

En nuestro proyecto, en las cuatro primeras filas horizontales empezando desde abajo, hemos montado diodos led verde, en la 5.ª fila hemos montado diodos led amarillos, y en la últimas 5 filas superiores todos los diodos rojos.

Terminado el montaje, podréis instalar todos los integrados en sus zócalos, colocando la marca de referencia como se ve claramente en la fig. 4.

Tras haber unido ambos impresos, tendréis que introducir en los cuatro orificios existentes en los lados de ellos, los distanciadores hexagonales incluidos en el kit.

Fase de alimentación

Aquellos que posean un alimentador estabilizado capaz de suministrar unos 2 amperios a 12 voltios, podrán alimentar directamente el circuito, tratando de no invertir los dos terminales, el positivo y el negativo.

Si carecéis de este aparato, podéis utilizar cualquier esquema, que incluya un LM.317 y pueda regularse entre un mínimo de 1,25 voltios y un máximo de 30 voltios.

Comprobación

Una vez montado, el circuito no requiere ajuste alguno.

En efecto, el trimmer R4 se regulará en el momento de utilizarlo, en relación a la potencia del amplificador o la radio, mientras que el segundo trimmer R48 se regulará de forma experimental, según la velocidad a la que deseáis que se muevan estas columnas luminosas.

Para la comprobación, no se necesita un amplificador de potencia; aunque sólo tengáis una pequeña radio de transistores o un magnetofón, podréis conseguir que funcione, enlazando la entrada de este circuito a los extremos del altavoz, como se ve en la fig. 8.

Una vez encendida la radio, regularéis el trimmer R4 hasta que veáis que las columnas luminosas llegan casi hasta el último diodo led situado arriba; luego intentaréis girar el trimmer R49 hasta localizar la velocidad de secuencia preferida. Por último, tratad de desplazar de un extremo a otro el enchufe hembra situado sobre el conector J1.

Tras comprobar que todo funciona correctamente, ya podéis guardar el circuito dentro de un pequeño mueble que tendréis que construir vosotros mismos.

No hemos preparado un mueble para este proyecto ya que, al tener que ir combinado con un mueble de amplificador ya existente, no se podía hacer de metal, ni tampoco de madera, ya que el color o estilo empleados podrían no adaptarse a vuestro mobiliario.

Quedaba también el problema de realizarlo mono o estéreo, con espacio para el alimentador o sin él, ya que si el coste total es bastante elevado por la gran cantidad de diodos, no falta nunca alguien que desee añadir más accesorios con tal de tener en casa algo de lo que carecen los demás.

Por consiguiente, si tenéis algún amigo carpintero, podréis encargarle un pequeño mueble que no es imprescindible sobre el amplificador, pudiendo situarlo también sobre un escritorio o sobre el mueble bar o encima de las cajas acústicas.

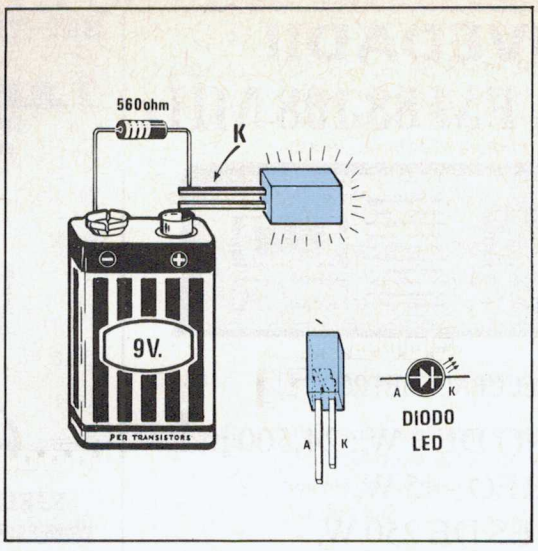


Fig. 6. **Como hemos descubierto que no siempre el terminal más corto de estos diodos led cuadrados es el Cátodo (K), antes de soldarlos os aconsejamos que los comprobéis con una pila. Cuando el diodo led se encienda, tendréis la seguridad de que cátodo es el terminal que se encuentra dirigido hacia el «negativo» de la pila. A título informativo, os diremos que casi siempre hemos encontrado invertidos sólo los terminales de los diodos led verdes.**

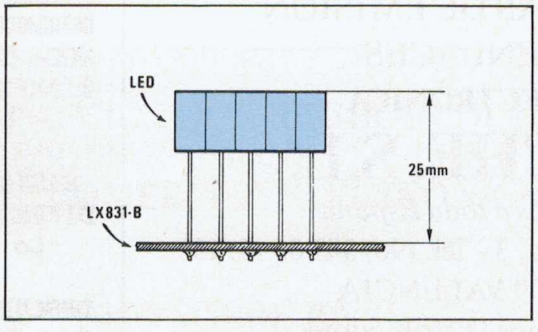


Fig. 7. **Los 100 diodos led que se fijarán en el circuito impreso LX.831/B, tendrán que ir colocados a una misma altura. Para poder nivelarlos, os aconsejamos introducir todos los diodos sin soldarlos y luego colocar el circuito impreso boca abajo sobre una mesa, manteniéndolo levantado unos 25 milímetros.**

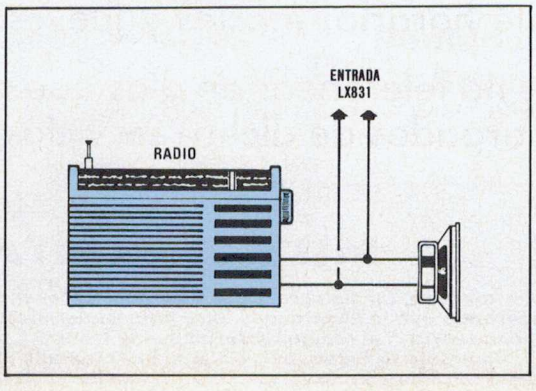


Fig. 8. **Para probar este visualizador gráfico, bastará conectar los dos cables «Entrada BF» (ver en fig. 3 el cable situado a la izquierda) a los dos terminales de un altavoz, o bien a la salida de auriculares de cualquier receptor, magnetofón o preamplificador HI-FI.**