

LA CONTAMINACIÓN ELÉCTRICA irradiada por los ENLACES RF

LX.1435

Muchos científicos han hecho notar hace ya tiempo que los intensos campos RF irradiados por emisoras FM, repetidores de TV y teléfono, podrían resultar, a largo plazo, cancerígenos. Aunque para dichas señales ha sido predefinido un límite máximo de 6 voltios/metro, ¿cómo se podría medir?

La expresión **contaminación eléctrica** ya ha entrado a formar parte del lenguaje común y, puesto que en los últimos años todos estamos cada vez más expuestos a **intensos campos de alta frecuencia**, procedentes de las **antenas** de los repetidores **televisivos** y **telefónicos**, etc., muchos investigadores se han dedicado a estudiarlos para determinar los efectos biológicos sobre el organismo humano y a establecer cuales son los valores **máximos** que se pueden absorber sin correr peligro alguno.

Las leyes europeas fijan unos límites muy precisos dentro de los cuales un ser humano, lógicamente **sano**, puede permanecer expuesto



sin ninguna consecuencia; pero hacer respetar esto es bastante problemático dados los altos intereses que hay en juego por parte de las Multinacionales.

Aunque los organismos competentes afirmen que los ciudadanos están protegidos por la Ley, no se suelen ver controles más o menos periódicos de estas emisiones.

De hecho, no debería sorprender que, tras una comprobación por parte de las entidades, la **potencia** fuese alterada de manera exagerada para aumentar el área de cobertura, dado que, evidentemente, es **mucho más barato** sustituir una placa por una que suministre mucha **más potencia** en vez de instalar una nueva **torre**.

A menudo se pueden encontrar incongruencias en este sentido: de hecho en todos los hospitales se puede encontrar una señal que claramente **prohíbe** el uso de teléfonos **móviles** para evitar que sus señales interfieran en las sofisticadas instalaciones hospitalarias; pero si se presta atención en muchas localidades, junto a los hospitales, hay **repetidores telefónicos** que funcionan ininterrumpidamente **24 horas al día** y que irradian potencias mucho mayores de las que irradia un pequeño teléfono móvil.

Además muchos de estos repetidores están situados junto a guarderías o en pleno centro habitado y, además de ser perjudiciales para la salud, interfieren en nuestros televisores y en ocasiones incluso en los dispositivos antirrobo electrónicos.

Además son muchos los repetidores telefónicos que están instalados en el techo de edificios habitados porque los propietarios de éstos reciben una compensación mensual y no les importa si los habitantes del edificio reciben constantemente estas **señales RF**.

La atención de los investigadores en este campo se ha concentrado en los efectos dañinos que dichas señales pueden provocar en un organismo **sano**. De hecho, las personas que utilizan **audífono** también sentirán molestias al entrar en un campo **RF**, tales como molestos ruidos que pueden llegar a impedir una normal audición.

Para **no** crear inútiles alarmas, conviene decir que los efectos de la exposición a un campo **RF** son proporcionales a la **potencia** y al **tiempo** de exposición.

Se podría comparar por ejemplo con la exposición al **sol**.

Si en pleno **agosto** una persona se expone a los rayos del sol durante **6-7 horas** seguidas, por la noche tendrá la piel completamente **quemada**; si se expone sólo unos diez minutos **ni siquiera** llegará a broncearse un poco.

Con estas afirmaciones intentamos tranquilizar a todos los **CB**, los **radioaficionados** y los usuarios de teléfonos **móviles**, cuyo **tiempo** de exposición no supone **ningún riesgo**.

Pero las consecuencias pueden ser muy diferentes para quien permanezca durante días enteros junto a una antena transmisora que irradia señales **RF** con una potencia de incluso **miles de vatios**.

Cuanto más aumentan la **frecuencia** y la **potencia**, más aumenta la intensidad de los efectos; un buen ejemplo a este respecto es el de un **horno microondas** que, al trabajar con frecuencias entre **2-3 GHz**, puede cocer en **pocos minutos** cualquier alimento.

El límite máximo establecido por la **Ley** no debería superar los **6 voltios/metro**.

Conviene hacer una aclaración respecto a estos **6 voltios/metro** porque hay muchas publicaciones que, debido a su ignorancia, confunden los **vatios** con los **voltios** y afirman que este límite es de **6 vatios/metro cuadrado** y que corresponde a **0,01 Amperios/metro**.

En realidad, una señal de **6 vatios/metro cuadrado** corresponde a **47,5 voltios/metro** que equivalen a aproximadamente **0,126 Amperios/metro**.

En ocasiones estas publicaciones pueden llegar a difundir métodos erróneos para la medida de estos niveles de tensión.

Por todo esto y puesto que nuestra intención es poder vivir sin recibir a diario dosis excesivas de esas señales, hemos decidido proponer el montaje de este instrumento capaz de medir la intensidad de las **señales RF**.

LA MEDIDA de los Voltios/metro

Un transmisor irradia en el espacio la señal **RF** generada a través de una antena, y a más **Vatios suministrados**, mayor **intensidad** de la señal irradiada.

Por lo tanto cuanto mayor es la proximidad a la antena, **mayor** es la intensidad del campo eléctrico y, al contrario, a mayor distancia la intensidad estará más **atenuada**.

Los instaladores de **antenas** de **TV** saben por experiencia que cuanto más lejos está la estación **emisora**, más **atenuada** llega la señal, y por lo tanto para llevarla al valor óptimo es necesario instalar antenas con una mayor capacidad y, si esto no basta, hay incluso que preamplificar la señal.

Para valorar la intensidad de las señales **RF** se ha tomado como **unidad** de medida el **voltio/metro**, pero hay que explicar como se debe medir.

Para obtener esta **tensión de referencia** hay que coger dos placas de cobre o de aluminio de

1 metro cuadrado y situarlas a **1 metro** exacto de distancia la una de la otra (ver Fig.1). Estas dos placas deben ir colocadas dentro de una **jaula de Faraday**, que evitará que la antena colocada en su interior capte señales **RF** procedentes de fuentes **externas**.

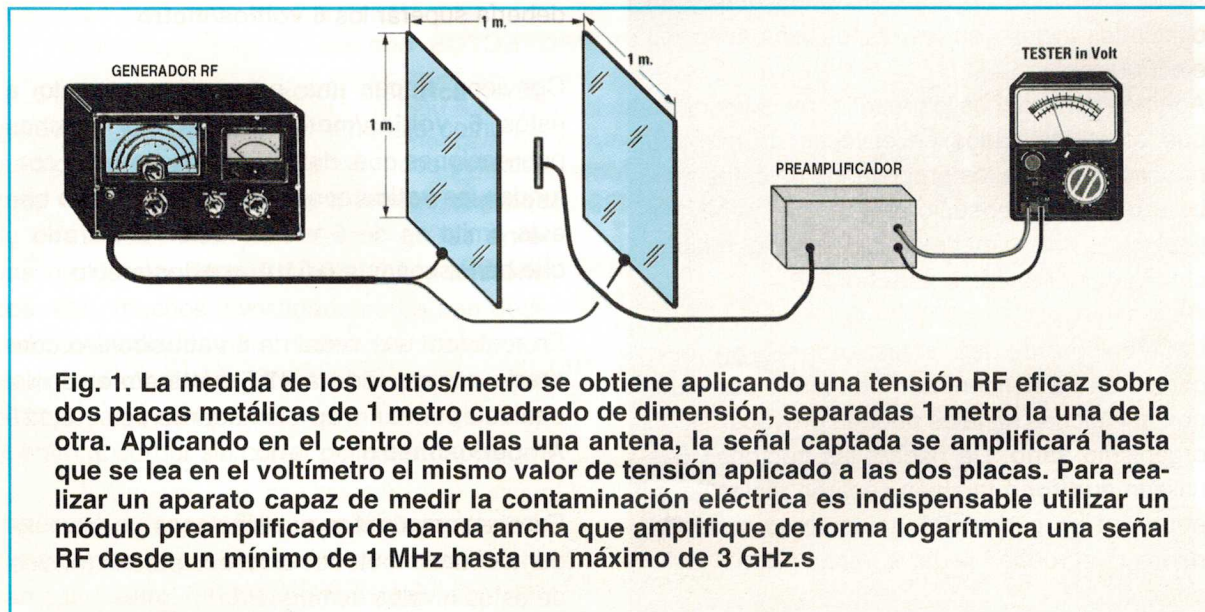
A las dos placas se aplica una señal **equilibrada RF** variable de **1 MHz** hasta **3 GHz**, entre las dos placas se coloca una pequeña antena capaz de captar la señal irradiada por éstas.

La señal captada deberá ser amplificada posteriormente de manera que en un instrumento se lea el mismo valor de **tensión RF** que ha sido aplicado en las placas.

Es decir que si en las dos placas se aplica una **señal RF** de **1 voltio eficaz**, el aparato tendrá que indicar **1 voltio/metro**; si se aplica una **señal RF** de **5 voltios** el aparato tendrá que indicar **5 voltios/metro** y si se aplica una **señal RF** de **10 voltios** el aparato tendrá que indicar **10 voltios/metro**.

Conociendo el valor de la **tensión** es posible obtener los **vatios/metro cuadrado** y los **amperios/metro** utilizando estas dos sencillas fórmulas:

$$\text{Watt/m}^2 = (\text{voltios/metro} \times \text{voltios/metro}) : 377$$



volt/metro	Wat./m ²	Amper/metro
1	0,00	0,003
2	0,01	0,005
3	0,02	0,008
4	0,04	0,010
5	0,06	0,013
6	0,09	0,016
7	0,13	0,018
8	0,17	0,021
9	0,22	0,024
10	0,26	0,026
11	0,32	0,029
12	0,38	0,032
13	0,45	0,035
14	0,52	0,037
15	0,60	0,040
16	0,68	0,042
17	0,77	0,045
18	0,86	0,048
19	0,96	0,050
20	1,06	0,053
21	1,17	0,056
22	1,28	0,058
23	1,40	0,061
24	1,53	0,064
25	1,66	0,066
26	1,79	0,069
27	1,93	0,072
28	2,08	0,074
29	2,23	0,077
30	2,39	0,080
40	4,24	0,106
50	6,63	0,133

Amperios/metro = Voltios/metro : 377

Nota: el número **377** que aparece en estas fórmulas es la **impedancia** característica de un espacio vacío.

Por lo tanto una tensión de **6 voltios/metro** corresponde a:

$$(6 \times 6) : 377 = 0,09549 \text{ vatios/metro cuadrado}$$

que a su vez equivalen a:

$$6 : 377 = 0,0159 \text{ Amperios/metro}$$

Estos números se suelen redondear hasta el valor de **0,1 watt/m²** y **0,016 Amperios/metro**.

En la **tabla N.1** aparecen los valores en **Watt/m²** y **Amperios/metro** proporcionales al valor en **Voltios/metro**.

Científicamente ha sido demostrado que un ser humano puede permanecer expuesto a un **campo RF** de **6 voltios/metro** por años **enteros** sin sufrir ninguna consecuencia.

Cuanto más aumenta el valor de los **Voltios/metro**, más se reduce el tiempo de permanencia; de hecho el límite en el que se puede permanecer un **día entero** no debería superar los **25 Voltios/metro**.

El aparato que se presenta es capaz de medir cualquier campo eléctrico comprendido entre 1

Fig. 2. Con este aparato se puede saber inmediatamente si el repetidor que está cerca de casa supera los 6 voltios/metro.



MegaHertzio y 3 GigaHertzios proporcionando una medida bastante precisa, lo suficiente para comprobar si los niveles de las **señales RF** que nos rodean están dentro de los límites **legales** o los **superan**.

Incluso los aparatos que utilizan las grandes empresas, que pueden llegar a costar **millones** de pesetas, tienen elevadas **tolerancias**; de hecho, utilizando uno de nuestros aparatos y comparándolo con otros **3** distintos, proporcionados por distintos fabricantes, se pueden encontrar los siguientes valores.

Si se mide en un mismo punto las señales emitidas por un repetidor, uno de los aparatos indica **5,9 voltios/metro**, el segundo **5,3 voltios/metro** y el tercero **4,9 voltios/metro**.

Sabiendo que la intensidad de campo de la señal irradiada era de **5,3 voltios/metro**, el primero ha medido un **10% más** del valor **real** y el tercero un **10% menos**, de lo que se deduce que todos estos aparatos tienen una **tolerancia** de +/- el **10%**.

ESQUEMA ELÉCTRICO

El secreto para que este aparato funcione está en el módulo **SMD** signado como **IC1**, que es un **Detector Amplificador logarítmico** capaz de detectar cualquier señal **RF** desde **1 MHz** hasta **3 MHz** con una linealidad de frecuencia óptima.

Si se alimenta este módulo con una tensión estabilizada de **5 voltios positivos**, es posible obtener en su patilla de salida **2** una tensión continua proporcional a la intensidad del campo **RF** captado por la antena.

El incremento de la tensión en la salida es de **18 milivoltios** por cada **dB** de variación.

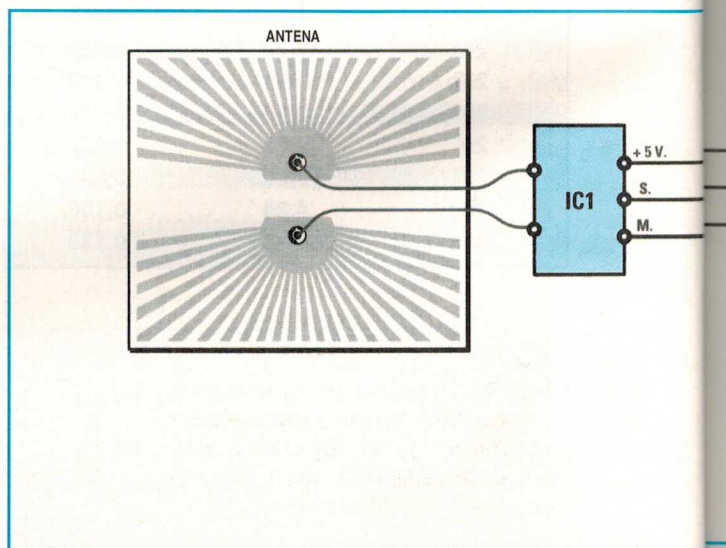
La débil tensión proporcionada por el módulo **IC1** se aplica a la entrada **no inversora** del primer operacional **IC2/B**, que se encarga de amplificarla **5,7 veces** y la tensión que hay en la salida se envía, a través de **R9**, a la patilla **7** de **IC3**. Éste último es un microprocesador **ST62T01** programado, que elabora y convierte esta tensión en valores expresados en **Voltios/metro**, **Amperios/metro** o

vatios/metro cuadrado, que, enviados en formato **serie** a las patillas **21-22** del integrado **IC5**, se visualizan después en el display **LCD**.

Aunque de la salida del módulo **IC1** sale una tensión proporcional a la intensidad del campo captado, hay que considerar la **tolerancia** de las resistencias y la tensión de **offset** del operacional **IC2/B**; por lo tanto, para obtener las medidas oportunas, el circuito deberá ser **calibrado** actuando sobre el trimmer **R2** conectado, a través de las resistencias **R7-R8**, a la patilla **inversora 2** de **IC2/B**.

La tensión **negativa** de **2,5 voltios** necesaria para alimentar la patilla **4** de **IC2/B**, se obtiene rectificando la onda cuadrada de **2.600 Hz** que hay en la patilla **13** de **IC3** a través de los diodos **DS5-DS6**.

Tal y como aparece en el esquema eléctrico de la Fig.3, el interruptor que selecciona la escala que hay que visualizar está conectado a un divisor compuesto por tres resistencias.



LISTA DE COMPONENTES LX.1435

- R1 = 8.200 ohm
- R2 = 2.200 ohm trimmer
- R3 = 27.000 ohm
- R4 = 47.000 ohm
- R5 = 220~000 ohm
- R6 = 1.000 ohm
- R7 = 10.000 ohm 1%
- R8 = 47.000 ohm 1%
- R9 = 1.000 ohm

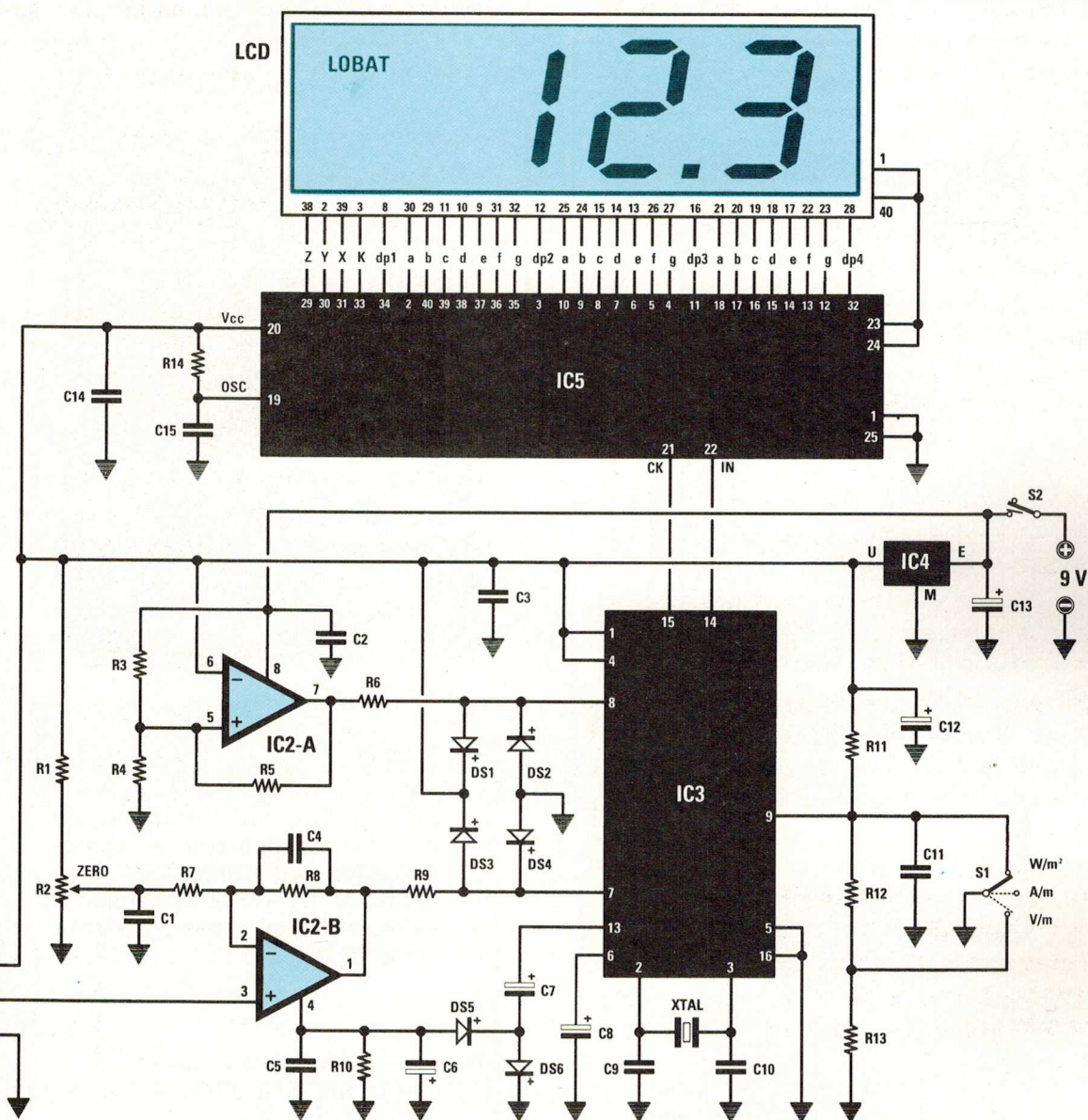
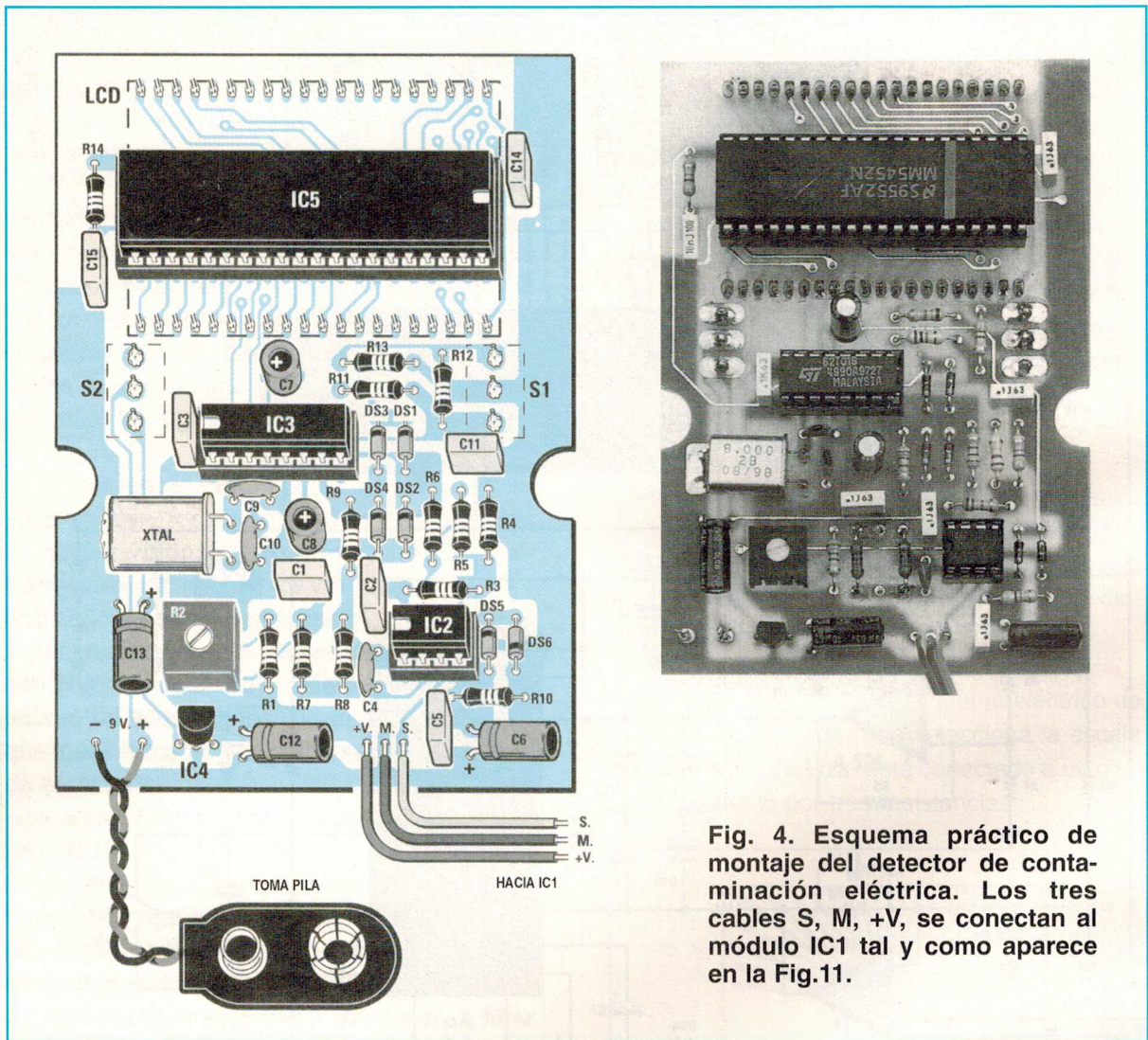


Fig. 3. Esquema eléctrico del medidor de contaminación eléctrica RF. La ganancia de la etapa IC2/B ha sido calculada para las dimensiones de la antena captadora incluida en el kit. Actuando sobre el conmutador S1 se pueden medir tanto los Voltios/metro como los Amperios/metro y los Vatios/metro cuadrado.

R10 = 47.000 ohm
 R11 = 10.000 ohm
 R12 = 4.700 ohm
 R13 = 18.000 ohm
 R14 = 47.000 ohm
 C1 = 100.000 pF poliester
 C2 = 100.000 pF poliester
 C3 = 100.000 pF poliester
 C4 = 180 pF cerámico
 C5 = 100.000 pF poliester

C6 = 10 microF. electrolítico
 C7 = 10 microF. electrolítico
 C8 = 1 microF. electrolítico
 C9 = 22 pF cerámico
 C10 = 22 pF cerámico
 C11 = 100.000 pF poliester
 C12 = 10 microF. electrolítico
 C13 = 47 microF. electrolítico
 C14 = 100.000 pF poliester
 C15 = 10.000 pF poliester

XTAL = cuarzo 8 MHz
 DS1-DS6 = diodos tipo 1N.4148
 IC1 = módulo KM.1436
 IC2 = integrado tipo TL.082
 IC3 = integrado tipo EP.1435
 IC4 = Integrado tipo MC.78L05
 IC5 = integrado tipo MM.5452
 LOD = display tipo S.5018
 S1 = separador 3 pos.
 S2 = separador 2 pos.



Las resistencias **R12-R13** conectadas a la patilla **9** de **IC3** se pueden cortocircuitar a **masa** a través del conmutador de **3 posiciones** signado como **S1**.

Situando el conmutador **S1** de manera que se cortocircuite en **masa** la resistencia **R13**, en el display se visualizan los **Voltios/metro** (campo eléctrico).

Situando el conmutador **S1** en la posición **central** para que **no** se cortocircuiten a **masa** dichas resistencias, en el display se leerán los **Amperios/metro** (campo magnético).

Situando el conmutador **S1** de manera que se cortocircuite a **masa** la patilla **9** de **IC3**, en el display se leerán los **Vatios/metro cuadrado** (densidad de potencia).

El segundo operacional **IC2/A** se utiliza para que aparezca en el display la palabra **Lobat** cuando sea necesario sustituir la batería porque está **descargada**.

Cuando la tensión de la batería desciende por debajo de los **7,6 voltios**, en la salida del operacional **IC1/A** habrá un **nivel lógico 0** que, al entrar en la patilla **8** del microprocesador **IC3**, se encarga de hacer aparecer en los display la palabra **Lobat**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Siguiendo las **instrucciones** no habrá ningún problema en el montaje de este **medidor de contaminación eléctrica RF**.

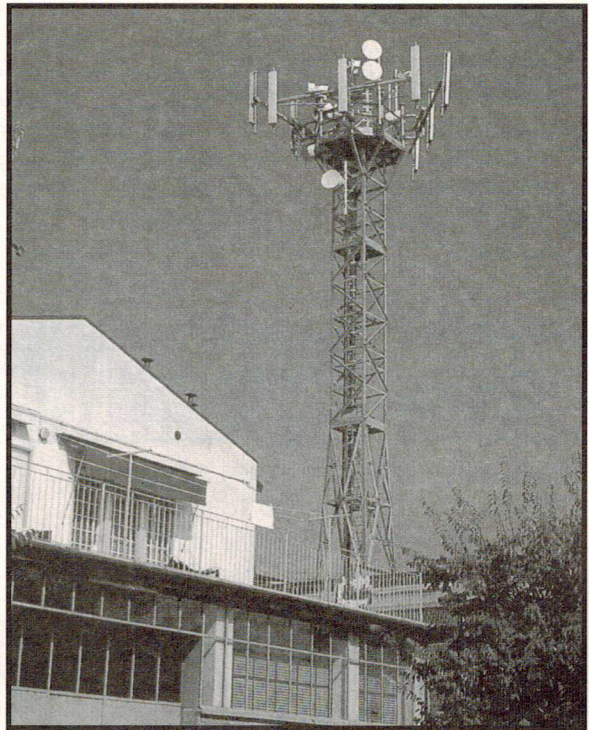


Fig. 5. En muchas localidades los repetidores están situados muy cerca de las zonas habitadas y poca gente sabe que muchos de ellos irradian potencias superiores al nivel permitido, es decir 6 voltios/metro.

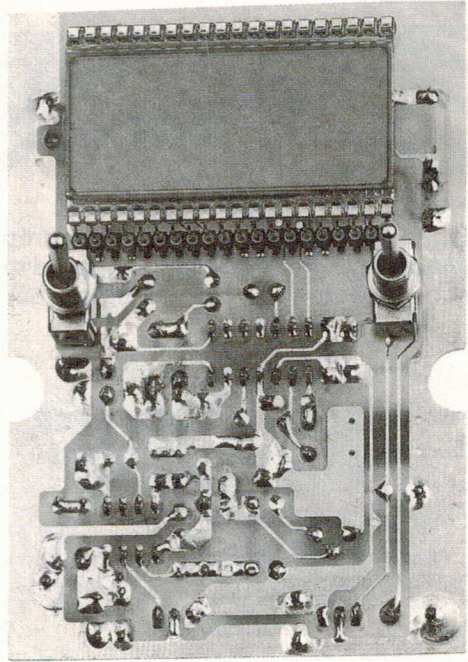
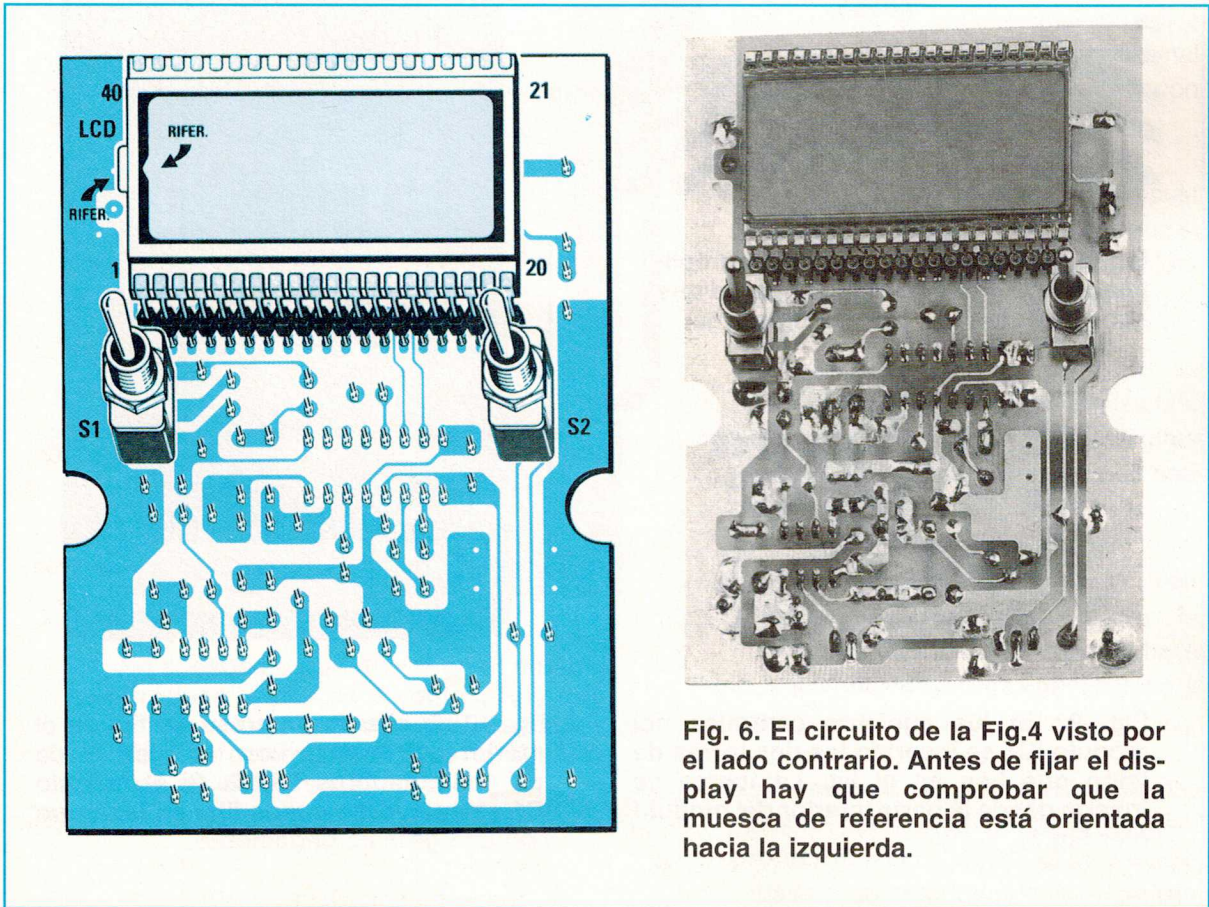


Fig. 6. El circuito de la Fig.4 visto por el lado contrario. Antes de fijar el display hay que comprobar que la muesca de referencia está orientada hacia la izquierda.

Fig. 7. Antes de soldar los terminales de los conectores del display hay que colocar el circuito impreso en el interior del mueble y luego empujar hacia abajo el display. El módulo IC1 debe insertarse en la ranura que hay en el mueble de plástico, pero antes hay que fijar en los dos agujeros los separadores de metal que sirven para sostener la antena.

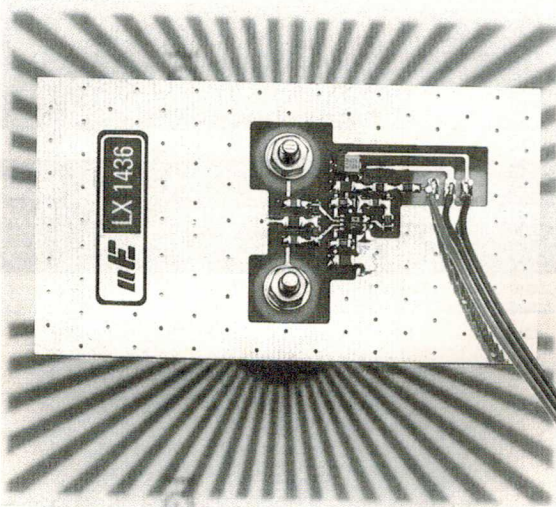
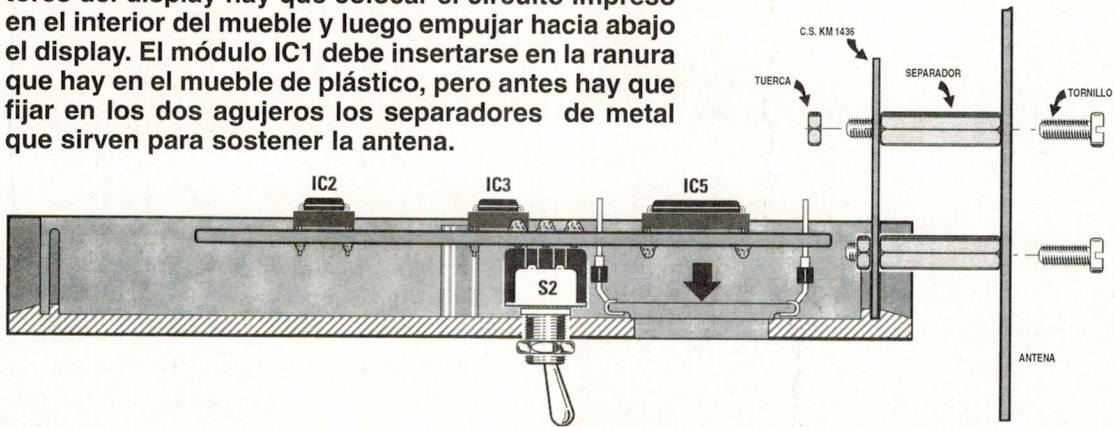


Fig. 8. Fotografía del módulo preamplificador IC1 con el circuito impreso que hace de antena y colocado encima.

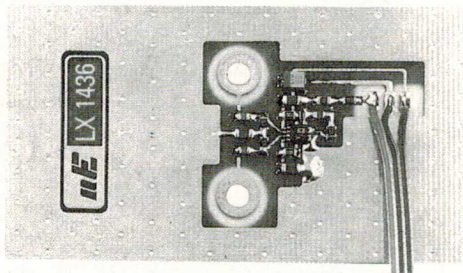


Fig. 9. En los agujeros centrales del módulo IC1 se insertan las dos torres de latón que hay en el kit. La tuerca se inserta desde la parte interior del módulo (ver Fig.7).

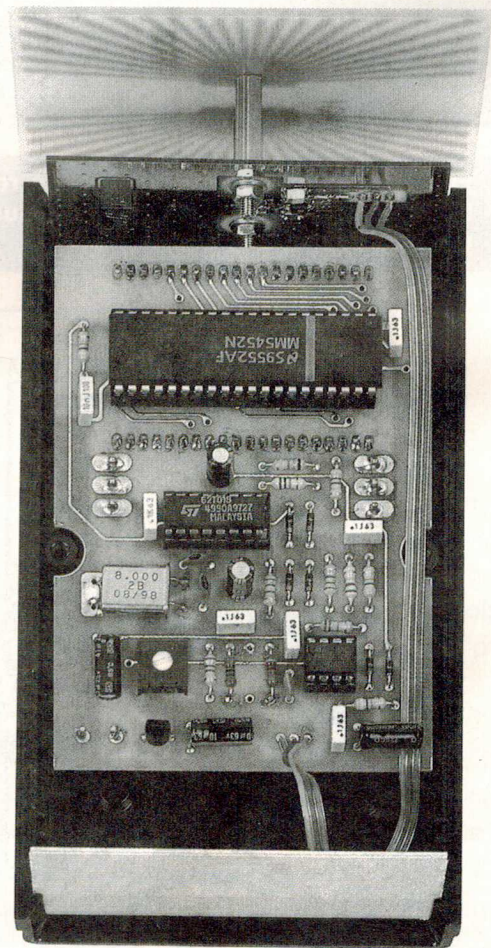
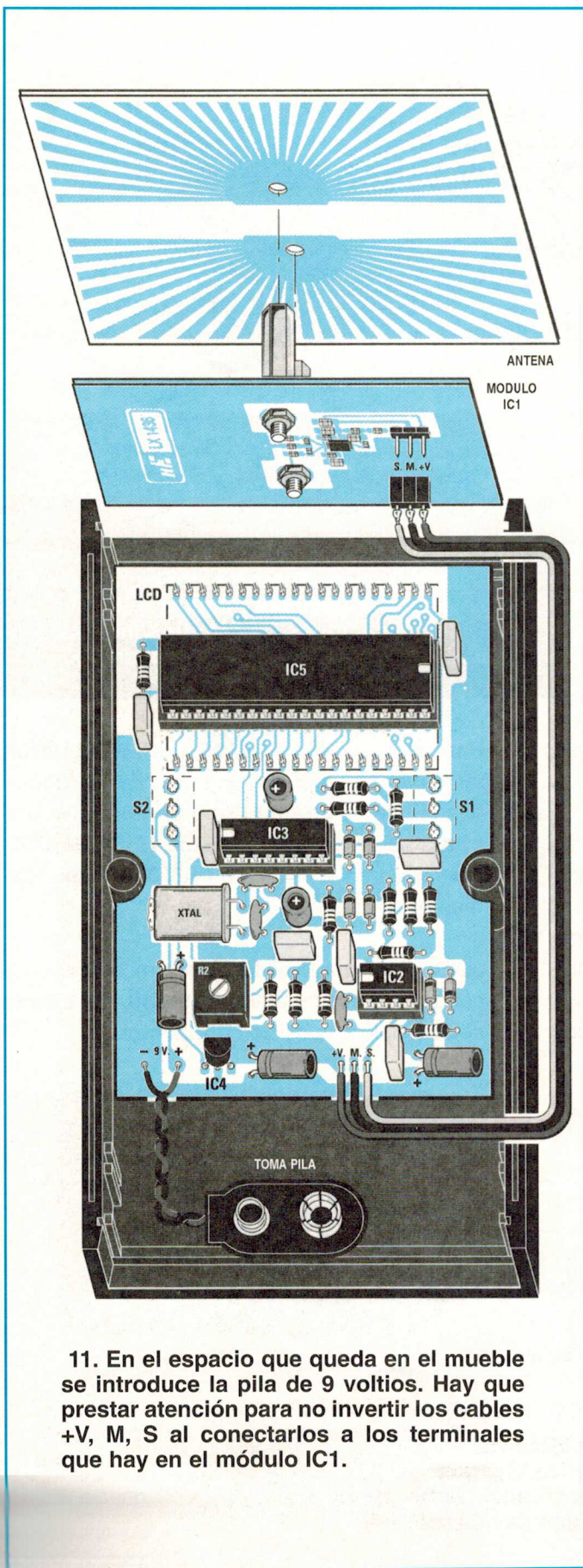


Fig. 10. El circuito impreso se fija en el interior del mueble con las tuercas de los conmutadores S1-S2. Si el módulo IC1 se mueve, se puede fijar en la ranura con una gota de pegamento.



11. En el espacio que queda en el mueble se introduce la pila de 9 voltios. Hay que prestar atención para no invertir los cables +V, M, S al conectarlos a los terminales que hay en el módulo IC1.

Para comenzar, es aconsejable instalar en el circuito impreso signado **LX.1435** los tres zócalos para los integrados **IC2-IC3-IC5**.

Una vez completada esta operación, hay que insertar por el lado opuesto del impreso los dos conmutadores de palanca **S1-S2**, situando el de **3 posiciones** en el lado izquierdo, tal y como aparece en la Fig.6.

Antes de soldar los terminales al circuito impreso, hay que comprobar que el conmutador S1 de 3 posiciones está efectivamente situado a la izquierda.

Una vez completada esta operación, hay que coger el display **LCD** y conectarle los dos conectores hembra que se utilizarán como **zócalos**.

Después hay que insertar los dos conectores en los agujeros que hay en el circuito impreso, pero **no** hay que **soldarlo**, porque antes de hacerlo es preferible colocar el circuito impreso en el interior del mueble, fijándolo provisionalmente con las tuercas de los dos conmutadores **S1-S2**.

Una vez hecho esto hay que empujar hacia abajo el display, de manera que su parte posterior sobresalga completamente por la ventana que hay en la tapa del mueble (ver Fig.7).

Una vez obtenida esta condición, se pueden soldar sólo **dos** terminales laterales de los conectores de manera que no puedan moverse y luego las **40 patillas** restantes.

Importante: el display debe ser montado prestando atención a que su **muesca** de referencia esté girada hacia la izquierda, tal y como aparece en la Fig.6.

Esta **muesca** de referencia está casi siempre constituida por una pequeña **protuberancia** de vidrio, **no** muy visible, situada a **un solo** lado de su superficie.



Fig. 12. Este es el resultado final del mueble que contiene el detector de contaminación eléctrica, incluida la antena. Entre los conmutadores S1-S2 se aplica la pequeña etiqueta adhesiva con las indicaciones Voltios/metro – Amperios/metro y Vatios/metro cuadrado.

A veces, coincidiendo con esta protuberancia en el borde exterior aparece una señal <.

Si ya se han soldado todas las patillas y la muesca de referencia se ha colocado orientada hacia el lado opuesto, para désenganchar el display sin correr el riesgo de romper el cristal, la solución más sencilla es insertar entre el display y el circuito impreso la hoja de un cuchillo y hacer palanca para levantarlo unos pocos milímetros.

Esta operación deberá repetirse en el otro lado.

Para continuar con el montaje, se pueden insertar todas las resistencias, luego los diodos girando hacia arriba el lado perfilado con una franja negra (diodos DS1-DS2-DS3-DS4-DS5) y hacia abajo el del diodo DS6, tal y como aparece en la Fig.4

Junto al integrado IC3 hay que montar los dos condensadores cerámicos C9-C10 y el cuarzo colocándolo en posición horizontal.

Tras estos componentes hay que soldar en el impreso el trimmer R2, luego todos los con-

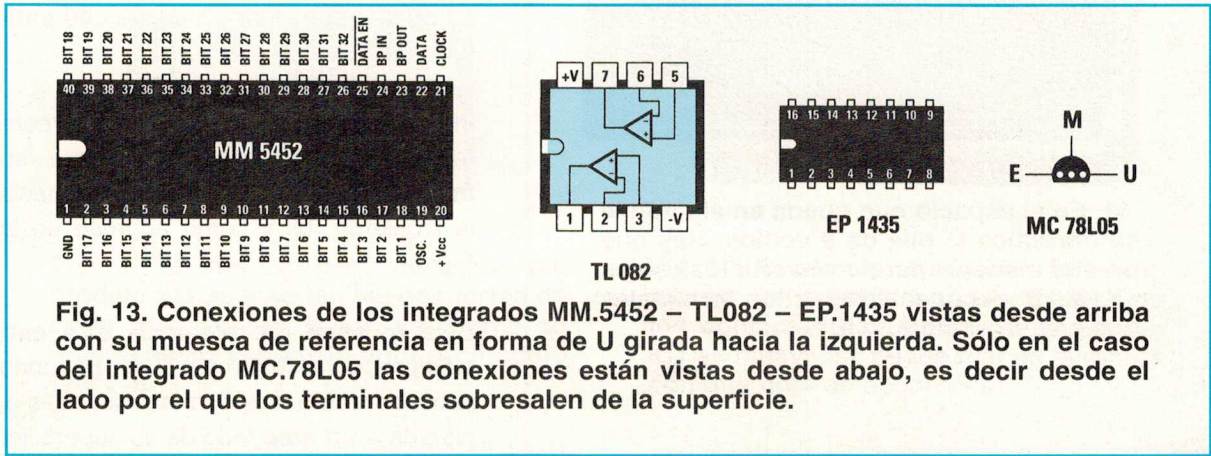


Fig. 13. Conexiones de los integrados MM.5452 – TL082 – EP.1435 vistas desde arriba con su muesca de referencia en forma de U girada hacia la izquierda. Sólo en el caso del integrado MC.78L05 las conexiones están vistas desde abajo, es decir desde el lado por el que los terminales sobresalen de la superficie.

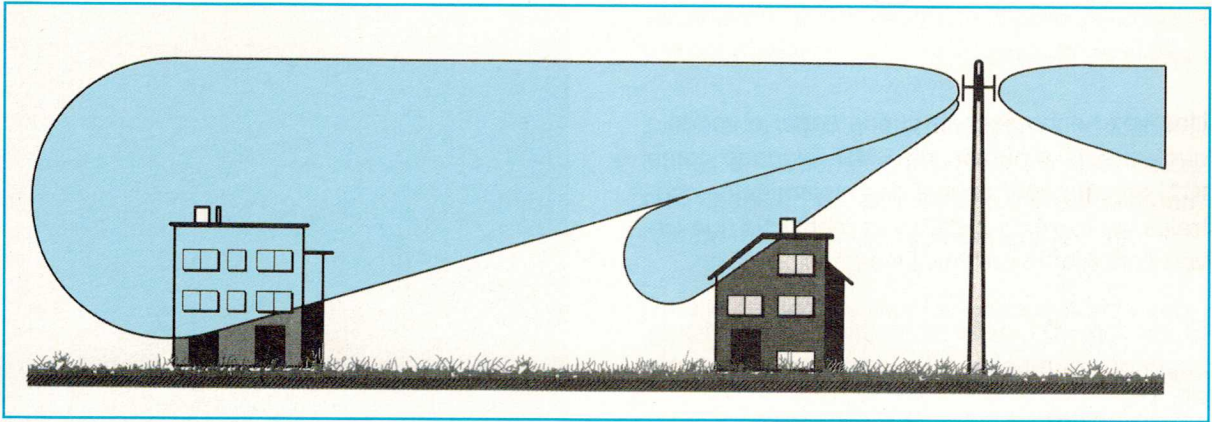


Fig. 14. A menudo, estando muy cerca del repetidor se detecta una señal RF mucho menor de la que se detecta a 100 metros de distancia, porque todo depende del área de radiación de las antenas transmisoras. Si la señal varía de intensidad se deberá seguramente a la proximidad de teléfonos móviles funcionando.

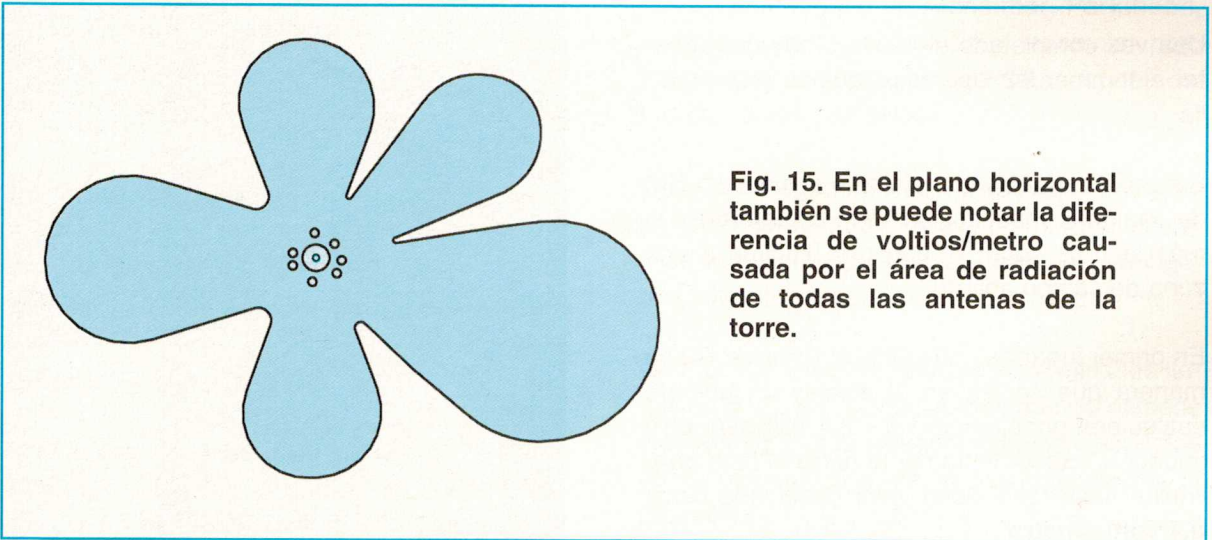
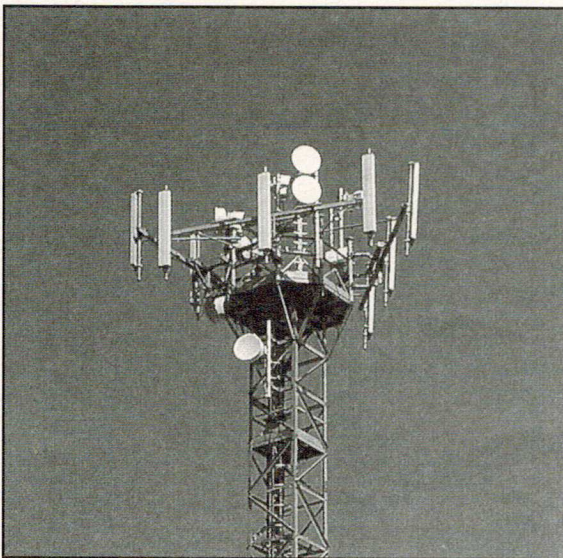


Fig. 15. En el plano horizontal también se puede notar la diferencia de voltios/metro causada por el área de radiación de todas las antenas de la torre.



densadores de **poliéster** y por último los **electrolíticos**, respetando la polaridad **+/-** de los terminales.

Los tres electrolíticos **C6-C12-C13** deben ir colocados en sentido **horizontal** porque de lo contrario no se podría cerrar el mueble de plástico.

Para completar el montaje hay que soldar el integrado estabilizador **IC4** girando la **parte plana** de su cuerpo hacia el **trimmer R2**.

Tras haber montado la **toma de la pila** y los tres integrados en los respectivos zócalos girando la muesca en forma de **U** de referencia de **IC2-IC3** hacia la izquierda y la de **IC5** hacia la derecha,

el circuito podrá ser colocado en el interior del mueble de plástico.

Una vez hecho esto se puede coger el módulo que ya está montado en **SMD**, signado como **IC1**, para insertar en sus dos alojamientos centrales las **torres** separadoras metálicas que sirven para fijar la **antena** de captación.

El módulo **IC1** debe ir instalado en la fisura superior del mueble tal y como aparece en la Fig.11.

Cuando se conecten los **tres cables** del módulo **IC1** al circuito impreso **LX.1435**, hay que prestar atención para **no** invertirlos, porque si no se quemaría el integrado **SMD**.

AJUSTE del CIRCUITO

Una vez completado el montaje hay que **ajustar** el trimmer **R2**, operación que es muy sencilla.

Para realizarla hay que alejarse al menos **1 Km** de cualquier repetidor de **TV** o de **teléfono**, lo más fácil es coger el coche y dirigirse a una zona de campo abierto.

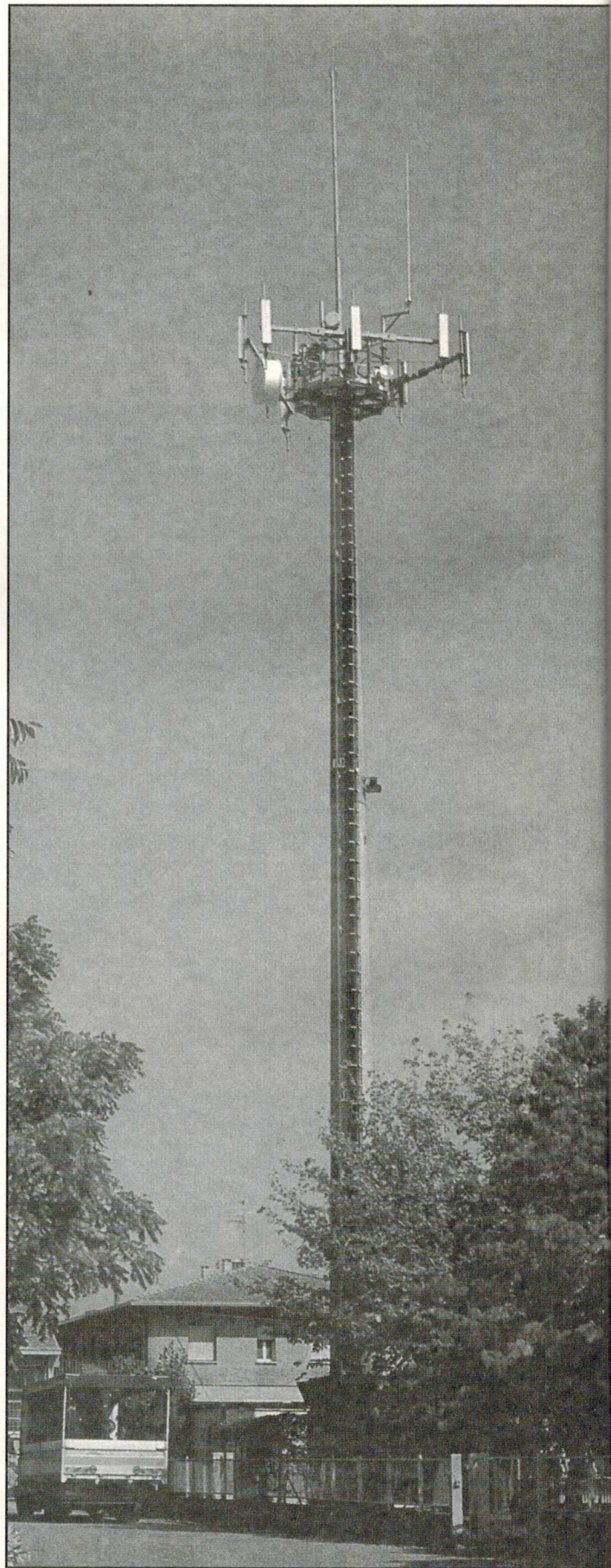
En primer lugar hay que girar el **trimmer R2** de manera que se lea en el display un número cualquiera, por ejemplo **1,5 – 2,4 voltios/metro** y luego el cursor lentamente hacia el lado **contrario**, hasta que dicho valor descienda hasta **0,1 voltio/metro**.

Una vez hecho esto hay que girar **poco a poco** el cursor del trimmer hasta que en el display se lea **0,0 voltios/metro**.

Si se gira un poco más el trimmer, el cursor permanecerá en **0,0**; para evitar que esto suceda es mejor volver a **0,1 voltios/metro** y luego verlo a llevar a **0,0 voltios/metro**.

Si la **última** cifra del display oscila de **0,0 a 0,1** no importa, porque el único inconveniente que se puede encontrar es el de leer una tensión igual al ruido de fondo debido a la **RF**.

Por ejemplo, si el aparato indica una tensión de **4,2 voltios/metro**, mientras que el valor **real** es



de sólo **4,0 voltios/metro**, no importa porque la diferencia no es significativa.

Sí hay que preocuparse si en un lugar habitado se encuentran valores de **6-7 voltios/metro** que permanecen constantes durante **24 horas** consecutivas.

LOS EFECTOS negativos de la CONTAMINACIÓN ELÉCTRICA

A pesar de las crecientes investigaciones y experimentos, aún **no** existen **datos fiables** que demuestren el verdadero peligro que supone la exposición a un campo electromagnético; aún así se han establecido unos **límites** de seguridad que es aconsejable no superar.

Pero existen excepciones; de hecho se ha demostrado que ciertas **frecuencias**, con intervalos de **pausas** muy **precisas**, como las utilizadas en **magnetoterapia** y en otros aparatos para medicina electrónica, tienen unos **efectos beneficiosos** sobre las células de nuestro organismo.

Para medir la **contaminación electrónica** es necesario disponer de dos instrumentos, uno para la **BF** y otro para la **RF**.

Para las **bajas frecuencias** inferiores a **500 Hz**, el campo **electromagnético** expresado en **microtesia** se puede medir fácilmente con el kit **LX.1310** presentado en la revista N.159.

Para las **altas frecuencias**, comprendidas entre **1 MHz** hasta **3 MHz**, la intensidad del **campo eléctrico** expresada en **voltios/metro** se puede medir con el aparato **LX.1435** que ahora se presenta.

Hay que precisar que éste último aparato detecta sólo el campo **eléctrico** emitido por **antenas transmisoras**, por lo tanto **no** detectará el campo **electromagnético** irradiado por las **redes eléctricas** de alta tensión (éstas se pueden detectar con el kit **LX.1310**).

Los daños que **podrían** producir las radiaciones electromagnéticas han sido comprobadas y

definidas a través de experimentos realizados con **animales**.

Los efectos biológicos observados son alteraciones en el comportamiento y lesiones oculares, aparición de leucemia, tumores pulmonares, de mama, en el sistema nervioso, etc.

De ello se deduce que las personas más débiles como niños, ancianos y enfermos podrían correr un riesgo real si estuviesen expuestos durante **largo rato** a los valores **máximos** de estas radiaciones.

Algunos investigadores afirman que incluso podría existir una relación entre la exposición a intensos campos electromagnéticos y la aparición de dolencias neurológicas como depresiones, la enfermedad de **Alzheimer**, **Párkinson**, algunos tipos de esclerosis y leucemia; pero todas estas afirmaciones están aún por demostrar con datos concretos.

Otros investigadores han estudiado en transporte de **iones** a través de la membrana celular y las variaciones de algunas proteínas y antígenos superficiales.

En muchos tipos de células, entre ellas los linfocitos **B** y **T**, se ha descubierto que los campos electromagnéticos pueden influir en aspectos de la bioquímica y de la fisiología según la potencia.

Según todo lo expuesto aquí, es de suponer que cualquier ciudadano de a pie entiende el **riesgo** que existe, por lo tanto, al ver cerca de su casa una aglomeración de antenas transmisoras, como las que podría tener un radioaficionado, probablemente piense que está en una zona de riesgo; pero **no es así**, en cambio si son peligrosas algunas fuentes mucho más alejadas pero que emiten niveles mucho más altos o que incluso superan el **nivel máximo** de seguridad.

Gracias al medidor **LX.1435** todo el mundo podrá controlar la intensidad de los campos **eléctricos** de **alta frecuencia** que hay en el ambiente.

CÓMO se utiliza este APARATO

Para utilizar este instrumento hay que practicar un poco y saber que una señal **RF** es irradiada en el espacio con una polarización **horizontal** o **vertical**, tal como está explicado en los artículos dedicados a las **antenas receptoras y transmisoras**.

Si la antena transmisora irradia una señal con polarización **vertical**, la señal máxima se captará manteniendo la antena receptora en posición **vertical**; si la antena transmisora irradia una señal con polarización **horizontal**, la señal máxima se captará poniendo la antena receptora en posición **horizontal**.

Esto sirve para entender por qué al cambiar la posición de la antena del **detector** de horizontal a vertical o viceversa, el valor de **voltios/metro** cambia considerablemente.

La antena receptora del aparato debe ir orientada hacia el punto al que está orientado el **enlace repetidor**, para ello basta con mover el aparato para establecer la dirección justa.

Cuando se realice la medida, hay que girar la antena en sentido **horizontal** y **vertical** hasta encontrar la posición que indique el valor **máximo** de **voltios/metro**.

Como podrá comprobarse, la medida de **Voltios/metro** no permanece nunca **estable**, porque en muchos enlaces telefónicos puede haber más de un transmisor que se ponga en funcionamiento al mismo tiempo, por lo tanto es normal ver que la tensión desciende repentinamente de **3,5** a **3,2 voltios/metro** o aumenta hasta **4,6 voltios/metro**.

Puesto que el aparato **suma** todas las señales **RF** que capta la antena, cada vez que se superan los **6 voltios/metro** durante **pocos minutos**, no tiene por qué deberse a un repetidor telefónico, sino que puede estar causado por la proximidad de un **radioaficionado**, un **CB** o un **teléfono móvil**.

Un teléfono móvil situado a una distancia de **10 metros** del aparato puede hacer que suba la tensión hasta **15 voltios/metro**, mientras que si

está colocado junto a la antena puede hacerla subir hasta **25 voltios/metro**: esto no debe preocupar porque los teléfonos móviles en **GSM** transmiten veloces paquetes de **impulsos digitales** con intervalos de **pausas** y el aparato para detectarlo realiza **32 lecturas** en **0,4 segundos**, luego selecciona la amplitud **máxima** de cada paquete enviado hacia el **enlace** radio.

Aunque estos niveles superen los valores máximos durante **10-15 minutos**, **no son** para nada peligrosos.

Sí son en cambio peligrosas las señales que permanecen en los niveles **máximos** durante días enteros.

Realizando pruebas en las proximidades de **enlaces repetidores**, la mayoría de ellos emite señales que no suelen superar los **4,5 V/metro**, pero hay repetidores que durante **todo un día** emiten señales cuyo valor no desciende de los **9 V/metro** y a veces llegan a subir hasta **10,2-10,5 V/metro**.

Evidentemente estas son excepciones y están **fuera** de los **límites legales**.

Al realizar las pruebas se puede notar como, a veces, junto a un enlace repetidor se detecta una señal de **3 voltios** y, al alejarse hasta **200-300 metros**, en vez de **atenuarse** la señal **aumenta** hasta llegar a **4-5 voltios/metro**.

Este aumento depende la antena transmisora (ver Figs.14-15), pero también de las **reflexiones** de las señales **RF** que llegan en fase a la antena del aparato.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1435 – LX.1435B: todos los componentes necesarios para realizar este aparato **detector** de **campos RF**, incluido display LCD, integrados, resistencias, condensadores, mueble perforado con cubierta adhesiva, **módulo KM1436** montado y **antena** **19.235 ptas.**

CC.1435: circuito impreso **2.080 ptas.**

CC.1435B: antena **1.355 ptas.**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

SUPERHETERODINO

para

ONDA MEDIA

Para realizar un receptor hay que partir siempre del **esquema eléctrico** (ver Fig.2), porque con ello se pueden empezar a conocer los **símbolos gráficos** y verificar las formas y dimensiones en el **esquema práctico**.

Aunque existen **integrados** que contienen todas las fases de un superheterodino es decir, la etapa **amplificador/mezclador**, la etapa de **oscilación**, la de **amplificación de media frecuencia** y la de **separador/amplificador de BF**, es preferible, para aprender a realizarlo, hacerlos con **mosfet, transistor y fet**.

Utilizando uno de estos **integrados** se obtiene un circuito mucho más compacto, pero **no** permite conocer el funcionamiento de un receptor. Parece en cambio más interesante explicar el funcionamiento del circuito paso a paso con componentes tradicionales.

Para realizar un **superheterodino**, la señal captada por la **antena** debe estar **mezclada** con la señal generada por una etapa de **oscilación RF**, de manera que se obtenga de su resta una **tercera** frecuencia de **455 KHz**.

Arriba, en el lado izquierdo del esquema eléctrico que aparece en la Fig.2, hay un borne denominado **antena** dentro de la cual debe insertarse el extremo de un cable de cobre de **3-4 metros**, que se utilizará para captar todas las señales de **alta frecuencia** emitidos por las emisoras de radio.

Esta señal, que pasa a través del condensador **C1**, llega al circuito de **sintonía** compuesto por la bobina **L1** de **220 microhenrios**

LX.5039

y por los dos **diodos varicap** signados como **DV1-DV2**, que permiten sintonizar toda la gama de las **Ondas Medias** comprendidas entre:

1600 KHz y 500 KHz

Para sintonizar la bobina **L1** en la emisora deseada, hay sólo que modificar la **capacidad** de los dos diodos varicap **DV1-DV2**.

Puesto que la capacidad de **cada** diodo varicap es de **500 pF**, al conectarlos en **serie** se obtiene una capacidad de la **mitad**, es decir de **250 pF**.

Hay que subrayar que los dos diodos varicap se conectan en **serie** y en **oposición** de polaridad no para **reducir** su capacidad sino para evitar que, en presencia de señales **RF** muy **fuertes**, rectifiquen generando una **tensión** continua que podría hacer variar su capacidad.

Si se insertase en paralelo a la bobina **L1** un **solo** diodo varicap, éste **rectificaría** todas las señales fuertes, como haría un común diodo de **silicio**, y la tensión **continua** obtenida modificaría su **capacidad** y por lo tanto su **sintonía**.

Conectando en **serie** dos diodos varicap con **polaridad invertida** se evita este inconveniente.

niente porque, rectificando tanto las **semiondas positivas** como las **negativas**, las dos tensiones de polaridad opuesta se **anulan**.

Para variar la **capacidad** de los dos **diodos varicap** de manera que se sintonicen en la gama de las **Ondas Medias**, se les aplican, a través del potenciómetro **R18**, una tensión **continua positiva** que, partiendo desde **0 voltios**, llegará hasta un máximo de **10,5 voltios**.

Con estos valores de tensión se obtienen los siguientes valores de **capacidad**:

Tensión en DV1-DV2	Capacidad total
0 voltios	250 picoF.
1 voltios	245 picoF.
2 voltios	175 picoF.
3 voltios	125 picoF.
4 voltios	83 picoF.
5 voltios	50 picoF.
6 voltios	30 picoF.
7 voltios	20 picoF.
8 voltios	13 picoF.
9 voltios	10 picoF.
10 voltios	9 picoF.

Pero ahora hay que explicar cómo se consigue que llegue a estos **diodos varicap** una tensión de sólo **10,5 voltios**, puesto que al girar el cursor del potenciómetro **R18** hacia la máxima tensión positiva, en este terminal se encuentra una tensión de **12 voltios**.

Observando atentamente el esquema eléctrico, se ve como los **12 voltios**, antes de alcanzar los dos diodos varicap **DV1-DV2**, pasan a través del divisor compuesto por las resistencias **R19-R21-R22**, que se encargan de reducirlos a **10,5 voltios**.

El segundo potenciómetro **R22** de **2.200 ohm** insertado en este divisor, permite **ajustar** con mucha precisión la bobina **L1**.

La frecuencia que ha sido **sintonizada** con la bobina **L1** y los dos diodos varicap **DV1-DV2**, se aplica al **Gate (puerta) 1** del semiconductor signado como **MFT**.

Este último componente es un **Mosfet** o **Dual-Gate**, puesto que dispone de **dos Gates** (puertas).

Un **mosfet** está formado por dos **fet** conectados en **serie** en el interior de un contenedor único (ver Fig.5) y por este motivo sólo hay cuatro terminales llamados **Drain** (drenador), **Source** (surtidor), **Gate (puerta) 1** y **Gate 2**.

Aplicando una señal al **Gate 1**, ésta saldrá del terminal **Drain** **amplificada** en proporción a la tensión positiva aplicada al **Gate 2**.

Polarizando el **Gate 2** con una tensión **positiva** de aproximadamente **4 voltios**, el Mosfet amplificará unas **12 veces** la señal que entra en el **Gate 1**, aplicando una tensión **positiva** de aproximadamente **1 voltio** amplificará la señal de casi **3 veces**.



Fig. 1. Foto del superheterodino para OM.

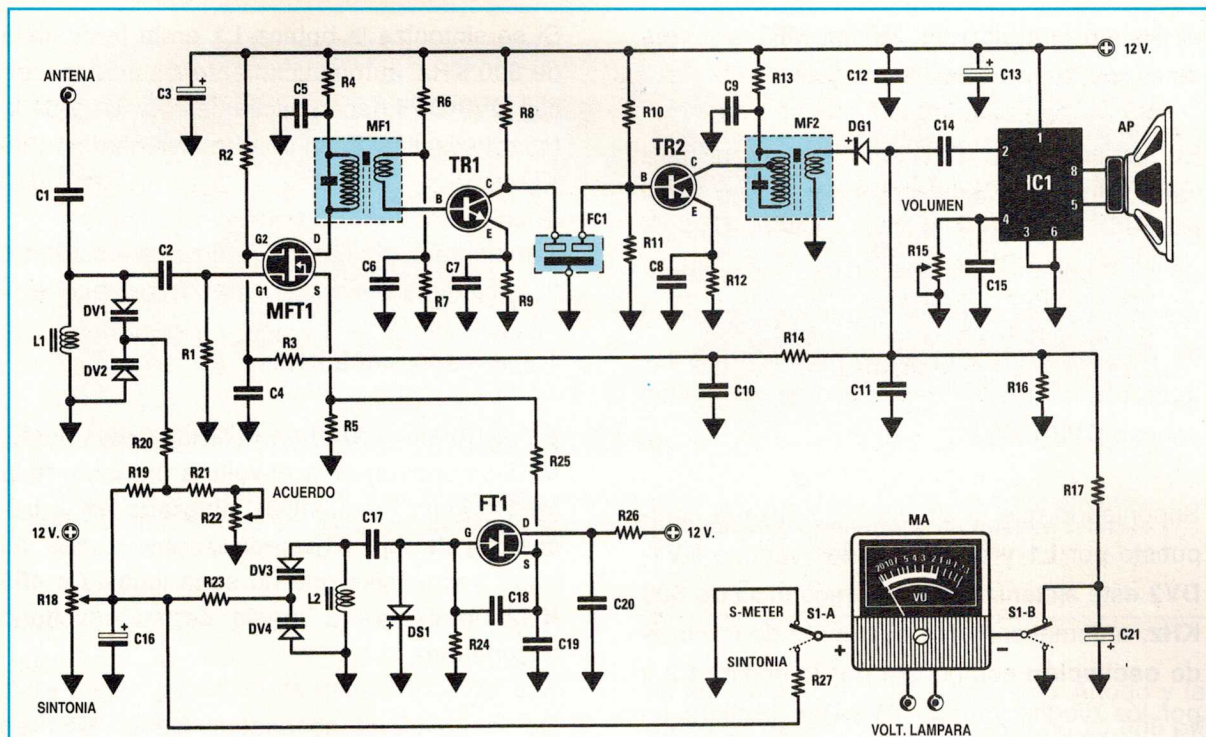


Fig. 2. Esquema eléctrico del receptor superheterodino que utiliza un mosfet, un fet, dos transistores, un integrado (ver IC1) para gobernar el altavoz y otro integrado (ver IC2 en el esquema de abajo) para establecer la tensión de alimentación en 12 voltios.

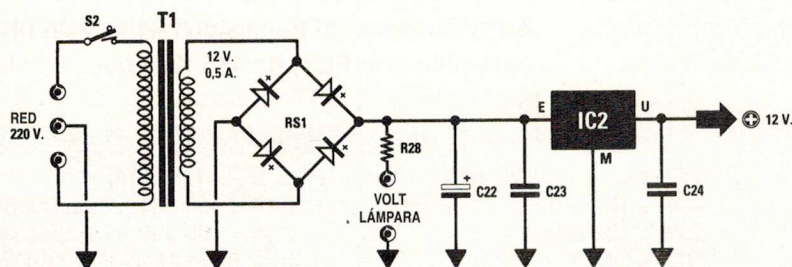


Fig. 3. Esquema eléctrico de la etapa de alimentación que proporciona una tensión de 12 voltios.

Según esta última afirmación se deduce que basta con variar la **tensión** del Gate 2 para modificar la **ganancia** de esta fase de preamplificación.

Para **convertir** la señal aplicada al Gate 1 a una frecuencia fija de **455 KHz**, es necesario aplicar en el terminal Source (surtidor) una señal **RF** que tenga una frecuencia **455 KHz** mayor respecto a la que ha sido sintonizada con la bobina **L1** y los diodos varicap **DV1-DV2**.

Para obtener esta frecuencia hay que utilizar como etapa de **oscilación** el fet signado como **FT1**.

El circuito de **sintonía** compuesto por la bobina **L2** de **100 microhenrios** y por los dos **diodos varicap DV3-DV4**, permite que se genere una señal **RF** que cubre la gama de:

2.055 KHz a 955 KHz

La frecuencia generada obtenida del Source (surtidor) del fet **FT1**, se aplica directamente

al **Source** (surtidor) del Mosfet **MFT** a través de la resistencia **R25**.

El potenciómetro **R18** que se utiliza para variar la tensión de los diodos varicap **DV1-DV2**, se utiliza también para variar la tensión de los diodos varicap **DV3-DV4**: por lo tanto, **disminuyendo** o **aumentando** la capacidad de **DV1-DV2**, automáticamente **disminuye** o **aumenta** también la capacidad de los diodos varicap **DV3-DV4**.

Suponiendo que el circuito de **sintonía** compuesto por **L1** y por los diodos varicap **DV1-DV2** esté sintonizado en la frecuencia de **600 KHz**, automáticamente el circuito de la etapa de **oscilación** compuesta por la bobina **L2** y por los diodos varicap **DV3-DV4** oscilará en una frecuencia de **1.055 KHz**.

Haciendo la resta entre la frecuencia **mayor** y la **menor** se obtiene:

$$1.055 - 600 = 455 \text{ KHz}$$

Si se sintoniza la bobina **L1** en la frecuencia de **800 KHz**, automáticamente los diodos varicap **DV3-DV4** hacen oscilar la bobina **L2** de la fase de oscilación en una frecuencia de **1.255 KHz**.

También en este caso al realizar la resta entre la frecuencia **mayor** y la **menor** se obtiene:

$$1.255 - 800 = 455 \text{ KHz}$$

En el terminal **Drain** (drenador) del Mosfet **MFT** se encuentra la envoltura primaria de la **MF1** (Media Frecuencia), **ajustada** en la frecuencia de **455 KHz**: por lo tanto, todas las otras frecuencias que no sean iguales a **455 KHz** no pasará a través de su envoltorio secundario.

De la envoltura secundaria de la **MF1** se obtiene por tanto la frecuencia de **455 KHz**, para luego ser aplicada a la **Base** del transistor que se encarga de amplificarla.

En el **Colector** del transistor **TR1** hay un **filtro cerámico** (ver **FC1**) de **455 KHz** que se utiliza

LISTA DE COMPONENTES

LX.5039

R1 = 220000 ohm
R2 = 120.000 ohm
R3 = 22.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 2.200 ohm
R6 = 120.000 ohm
R7 = 12.000 ohm
R8 = 1.500 ohm
R9 = 680 ohm
R10 = 10.000 ohm
R11 = 1.800 ohm
R12 = 680 ohm
R13 = 100 ohm
R14 = 22.000 ohm
R15 = 100.000 ohm pot. Lin.
R16 = 22.000 ohm
R17 = 22.000 ohm
R18 = 10.000 ohm pot 10 lin.
R19 = 1.200 ohm
R20 = 41.000 ohm
R21 = 8.200 ohm
R22 = 2.200 ohm pot. un.
R23 = 47.000 ohm
R24 = 47.000 ohm

R25 = 100 ohm
R26 = 100 ohm
R27 = 68.000 ohm
R28 = 100 ohm 112 wat
C1 = 27 pF cerámico
C2 = 100 pF cerámico
C3 = 100 microF. electrolítico
C4 = 1 microF. poliester
C5 = 100.000 pF cerámico
C6 = 100.000 pF cerámico
C7 = 100.000 pF cerámico
C8 = 100.000 pF cerámico
C9 = 100.000 pF cerámico
C10 = 1 microF. poliester
C11 = 15.000 pF poliester
C12 = 100.000 pF poliester
C13 = 220 microF. electrolítico
C14 = 470.000 pF poliester
C15 = 100.000 pF poliester
C16 = 10 microF. electrolítico
C17 = 100 pF cerámico
C18 = 150 pF cerámico
C19 = 150 pF cerámico
C20 = 100.000 pF cerámico
C21 = 4,7 microF. electrolítico
C22 = 1.000 microF. electrolítico

C23 = 100.000 pF poliester
C24 = 100.000 pF poliester
L1 = Impedancia 220 microhenry
L2 = Impedancia 100 microhenry
MF1 = media frecuencia amarilla
MF2 = media frecuencia Negra
FC1 = filtro cerámico 455 KHz
DG1 = diodo tipo AA.117
DS1 = diodo tipo 1N.4148
R51 = puente rect. 100 V 1 A
Dv1 = varicap tipo 65.112
DV2 = varicap tipo 56.112
DV3 = varicap tipo 65.112
DV4 = varicap tipo 55.112
TR1 = transistor NPN - 5F.495
TR2 = transistor NPN - 6F.495
FT1 = fet tipo 2N.5248
MFT = mosfet tipo BF.966
IC1 = Integrado TDA.70525
IC2 = Integrado L7812
T1 = transf. 6 wat (mod. T006.02)
 secundario 8-15 V 0,4 A
S1 = A+5 = doble separador
S2 = simple interruptor
MA = instrumento 200 microA.
AP = altavoz 8 ohm

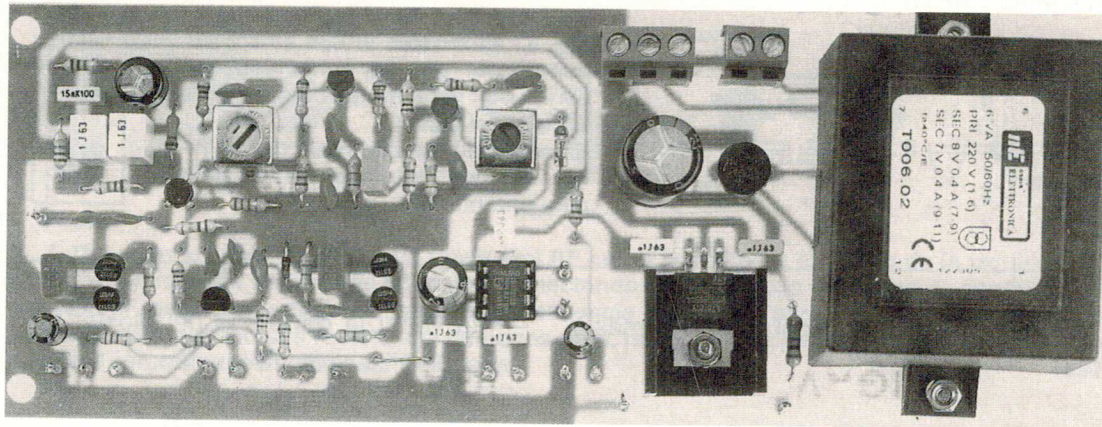


Fig. 4. Así se presenta el circuito impreso cuando ya se han montado todos los componentes. En el circuito impreso aparece un dibujo serigráfico de cada componente y su relativa referencia, para evitar errores.

para dejar pasar al terminal opuesto sólo dicha frecuencia.

Puesto que al terminal opuesto a este **filtro** está conectada la **Base** del transistor **TR2**, éste último se encarga de amplificar la frecuencia de **455 KHz** que atraviesa este **filtro**.

El **Colector** del transistor **TR2** está conectado al envoltorio primario de la **MF2**, también ajustado en **455 KHz**, por lo tanto la señal que hay en esta envoltura primaria será transferida por inducción a su envoltura secundaria.

La señal amplificada, que hay en el secundario de la **MF2**, es **rectificada** por el **diodo** de **germanio DG1**.

Se ha elegido un **diodo** al **germanio** porque es capaz de rectificar cualquier señal alterada que supere una amplitud de **0,3 voltios**, mientras que los **diodos** de **silicio** comienzan a rectificar una señal alterada sólo cuando su amplitud supera los **0,7 voltios** aproximadamente.

En la práctica este diodo eliminará todas las **semiondas positivas** y dejará pasar sólo las **semiondas negativas** (ver Fig.7).

Para quitar de las **semiondas negativas** la señal **RF** de **455 KHz** que aún está presente,

es suficiente con aplicar entre su **Ánodo** y la **masa** un pequeño condensador de **15.000 pF** (ver **C11**).

Este condensador descargará a **masa** sólo la señal **RF** de **455 KHz**, por tanto en los extremos del diodo **DG1** estará sólo la señal de **baja frecuencia** (ver Fig.7 a la derecha).

Esta señal **BF** es transferida, a través del condensador **C14**, a la patilla **2** de **IC1**, que es un pequeño **integrado** amplificador **BF** capaz de suministrar una potencia de aproximadamente **1 vatio**.

En sus dos terminales de salida **5-8** se puede aplicar ya un pequeño **altavoz** que permite escuchar la señal **BF** de la emisora seleccionada.

El potenciómetro **R15** conectado a la patilla **4** de **IC1** sirve para controlar el **volumen**.

Ahora hay que abrir un pequeño paréntesis para hablar del **AGC (Automatic Gain Control)** que significa **Control Automático** de la **Ganancia**.

Como es lógico, no todas las señales **RF** que capta la antena tienen la misma **intensidad**. Las señales de las emisoras que están más lejos llegan con **mayor debilidad**, mientras

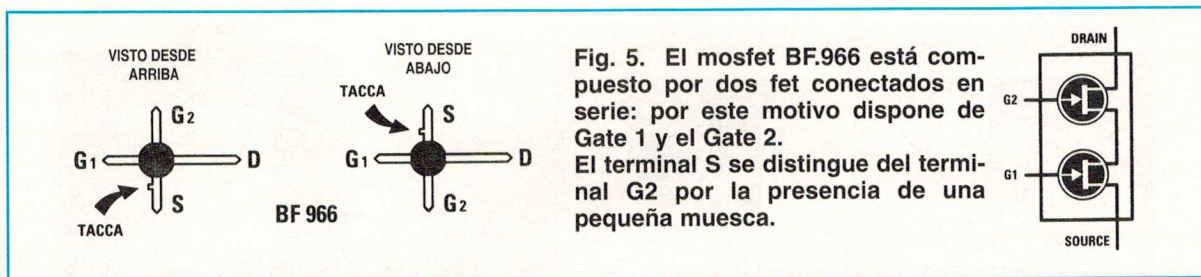


Fig. 5. El mosfet BF.966 está compuesto por dos fet conectados en serie: por este motivo dispone de Gate 1 y el Gate 2. El terminal S se distingue del terminal G2 por la presencia de una pequeña muesca.

que las de las emisoras **locales** llegan más **fuertes**.

Por consiguiente las señales **muy débiles** tienen que ser amplificadas hasta el **máximo**, de manera que se obtenga una señal más que suficiente para ser **rectificada**, mientras que las señales **muy fuertes** deben ser **atenuadas** para evitar que **saturen** las etapas amplificadoras de **MF**.

Si una señal **saturase** las etapas amplificadoras de **MF**, en la salida se obtendría una señal **BF** bastante **distorsionada**.

Para **variar** automáticamente la **ganancia** del receptor, de manera que se amplifiquen hasta su **máximo** las señales muy **débiles** y muy poco las señales **muy fuertes**, hay que utilizar la **tensión negativa** que el diodo **DG1** ha rectificado.

Desplazando el doble conmutador **S1** a la posición **S-Meter**, la aguja del aparato **MA** desvía hacia el **fondo escala** en caso de que se capten señales **muy fuertes** y desvía muy poco si las señales captadas son muy **débiles**.

Para variar la **ganancia** del Mosfet **MFT** hay que modificar sólo la tensión del **Gate 2**.

La resistencia **R2** de **120.000 ohm**, conectada al **Gate 2**, polariza el Mosfet con una tensión **positiva** de aproximadamente **3,5 voltios** y con esta tensión se obtiene una **ganancia máxima**.

Si la antena capta una señal **muy fuerte**, el diodo rectificador **DG1** proporciona una tensión **negativa** que puede llegar hasta **3 voltios**, mientras que si la antena capta una señal **muy débil**, esta tensión no superará nunca los **0,5 voltios**.

Esta tensión **negativa** se aplica, a través de las resistencias **R14-R3**, al **Gate 2** del Mosfet y, de esta manera, se **reduce** la tensión **positiva** aplicada a este terminal.

Cuando llega una señal muy **fuerte**, el diodo **DG1** proporciona una tensión **negativa** de aproximadamente **3 voltios**, por lo tanto la tensión **positiva** del **Gate 2** desciende de **4 voltios** a **1 voltio** y con esta tensión el Mosfet **MFT** amplifica la señal sólo **2 veces**.

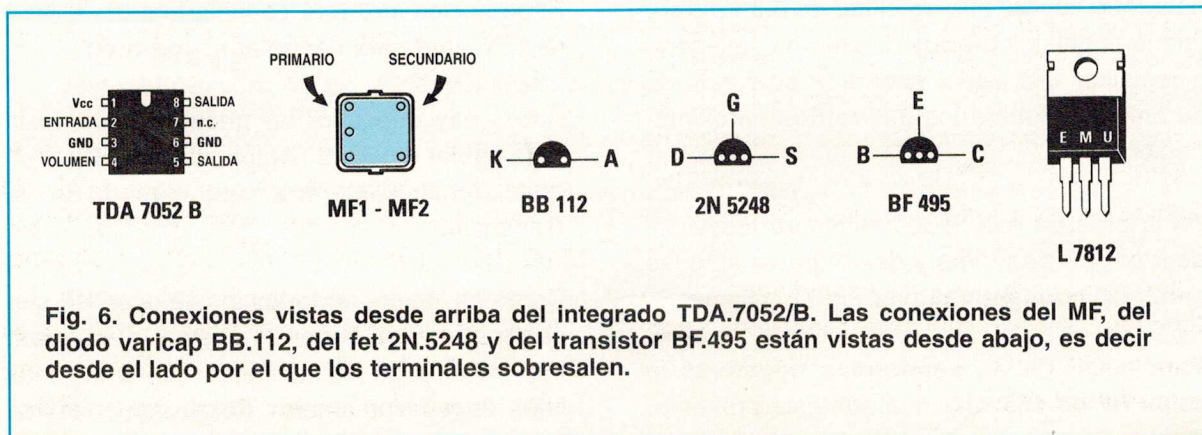


Fig. 6. Conexiones vistas desde arriba del integrado TDA.7052/B. Las conexiones del MF, del diodo varicap BB.112, del fet 2N.5248 y del transistor BF.495 están vistas desde abajo, es decir desde el lado por el que los terminales sobresalen.

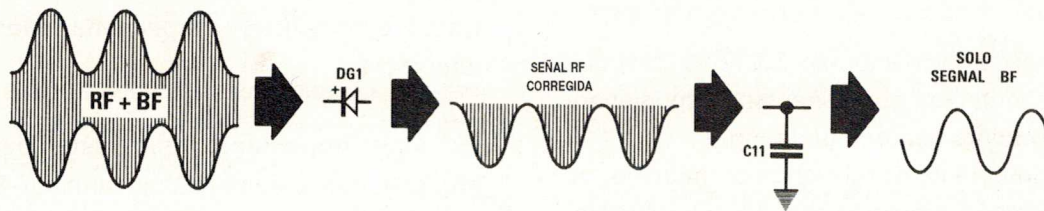


Fig. 7. Del secundario de la MF2 sale una señal RF como aparece en el dibujo de la izquierda. El diodo DG1 elimina las semiondas positivas. Conectando entre el diodo y la masa un condensador de 15.000 pF, este descargará a masa sólo la frecuencia RF porque para los 455 KHz esta capacidad se comporta como una resistencia de pocos ohm, mientras que para la BF esta capacidad se comporta como una resistencia de 1.000 ohm.

Cuando llega una señal muy **débil**, el diodo **DG1** proporciona una tensión **negativa** de **0,5 voltios negativos**, por lo tanto la tensión del **Gate 2** desciende de **4 voltios** a **3,5 voltios** y con esta tensión el Mosfet **MFT** amplifica la señal hasta **10 veces**.

NOTA: los valores de tensión de estos ejemplos son aproximados y sirven sólo para comprender como funciona el **Control Automático de Ganancia** en un receptor.

El instrumento **MA** insertado en este receptor es útil también para desempeñar otra función: de hecho, desplazando el doble conmutador **S1** a la posición **Sintonía**, se puede conocer qué tensión se aplica a los **diodos varicap** y saber, con una buena aproximación, si ha sido sintonizada la frecuencia de **1.600 KHz** (la aguja llega al **máximo**) o de **1.000 KHz** (la aguja permanece en el **centro**) o de **500 KHz** (la aguja se queda en el **principio** de la escala).

Para alimentar este receptor es necesaria una tensión estabilizada de **12 voltios**, que se obtiene de la etapa de alimentación compuesta por el transformador **T1**, el puente rectificador **RS1**, el integrado estabilizador **L.7812** signado como **IC2** (ver Fig.3).

Para concluir se resume a continuación las funciones desempeñadas por todos los semiconductores utilizados en este receptor **superheterodino**.

MFT = este Mosfet sirve para **preamplificar** la señal sintonizada por la bobina **L1**, para modificar la **ganancia** y para **convertir** la frecuencia captada al valor fijo **455 KHz**, aplicando en su **Source** (surtidor) la señal **RF** obtenida de la etapa de oscilación **FT1**.

FT1= este fet se utiliza como **oscilador RF** para generar una señal que, **mezclada** con la señal captada por la antena, permite obtener la **conversión** de la frecuencia captada en una frecuencia fija de **455 KHz**.

TR1= este transistor sirve para **preamplificar** la señal de **455 KHz** obtenida del secundario de la Frecuencia Media **MF1**.

TR2= este transistor sirve para **preamplificar** la señal de **455 KHz** obtenida de la salida del filtro cerámico **FC1**.

DG1= este diodo sirve para **rectificar** la señal de **455 KHz**, de manera que se obtenga la señal de **Baja Frecuencia** y también una tensión **negativa** que se aplicará en el **Gate 2** del Mosfet **MFT** para variar de manera automática su **ganancia**.

IC1= este integrado sirve para amplificar la señal **BF** rectificada por el diodo **DG1**, de manera que se obtiene en salida una potencia más que suficiente para controlar un **altavoz**.

IC2= este integrado sirve para **estabilizar** en el valor de **12 voltios** la tensión **positiva** obtenida de la salida del puente rectificador **RS1**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Sobre el circuito impreso **LX.5039** hay que montar todos los componentes, disponiéndolos tal y como aparece en la Fig.9.

Si se siguen las instrucciones de montaje, no habrá ningún problema y el receptor **funcionará** a la perfección.

En primer lugar hay que insertar en los dos agujeros situados en **R23** y **R12** un fino cable de **cobre pelado**, soldándolo bajo las pistas del circuito impreso de manera que se obtenga un pequeño **punteo**.

En segundo lugar hay que coger el mosfet **MFT** que tiene **4 terminales** (ver Fig.10).

El terminal **más largo** es el **Drain**, el terminal situado a la izquierda es el **Gate** (puerta) **1** y los otros dos, puestos en forma de cruz, son el **Gate** (puerta) **2** y el **Source** (surtidor).

El terminal **Source** (surtidor) se distingue del **Gate 2** porque tiene una pequeña **muesca** de referencia.

Es muy **importante** que esta pequeña **muesca** que caracteriza al terminal **Source** (surtidor) esté orientada hacia **abajo** (ver Fig.10), porque de lo contrario **no** funcionará.

Con un par de pinzas hay que doblar en forma de **L** estos cuatro terminales e introducirlos en los agujeros del circuito impreso.

Si el terminal **Source** se dobla el forma de **L** en el sentido **contrario** al requerido, estaría girado hacia la resistencia **R2** y no hacia la **R5** como debería ser.

Una vez completada esta operación, es aconsejable introducir el **zócalo** para el integrado

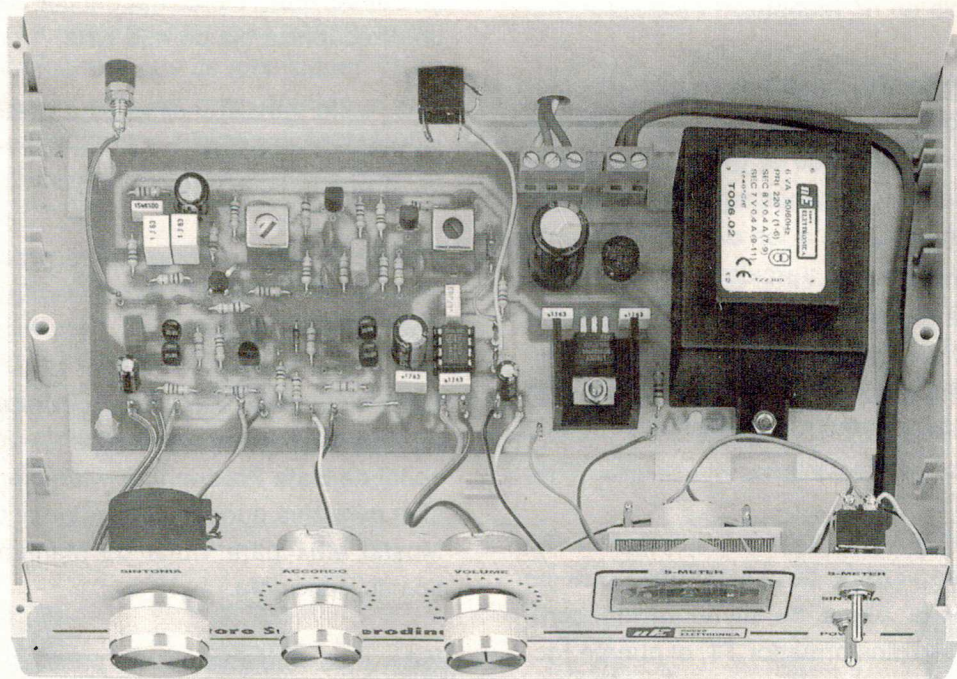


Fig. 8. El circuito impreso se fija en el interior del mueble con unos separadores de plástico con base adhesiva que se insertan en los 6 taladros que hay en el impreso. Antes de fijar los potenciómetros de Ajuste y de Volumen al panel frontal, hay que acortar los ejes para tener los botones lo más cerca posible del panel.

IC1, soldando las patillas a las pistas correspondientes del circuito impreso.

Ahora se pueden montar todas las **resistencias**, comprobando los colores de las **franjas** para evitar posibles errores.

Después los diodos de silicio **DS1** junto a la resistencia **R24**, girando hacia arriba el lado rodeado por una **franja negra** y el diodo al germanio **DG1** junto a la **MF2**, girando hacia arriba el lado rodeado por una **franja negra** (ver Fig.9).

El diodo al germanio **DG1** es fácilmente identificable porque es bastante más grande que el de silicio **DS1**.

Continuando con el montaje, hay que insertar todos los condensadores **cerámicos**. Ahora se pueden montar los condensadores de **poliéster** y los **electrolíticos** respetando la polaridad +/- de sus dos terminales.

Coger la bobina **L1** marcada con el número **220** y colocarla junto a los diodos varicap signados como **DV1-DV2**, luego la bobina **L2** marcada por el número **100** y colocarla junto a los diodos varicap signados como **DV3-DV4**.

Entre las dos resistencias **R9-R11** hay que insertar el filtro cerámico **FC1** que es de color amarillo.

La Media Frecuencia signada **MF1** caracterizada por un núcleo de color **amarillo**, se suelda junto al mosfet **MFT**, mientras que la Media Frecuencia signada **MF2**, que tiene un núcleo de color **negro**, junto al transistor **TR2**.

No hay que olvidarse de soldar a las pistas del circuito las dos lengüetas de los contenedores **metálicos**, de manera que queden apantalladas las envolturas enteras.

Para completar el montaje hay que insertar los cuatro diodos varicap **DV1-DV2-DV3-DV4**, girando hacia **abajo** el lado **plano** tal y como aparece en la Fig.9.

Luego se pueden montar los dos transistores **TR1-TR2** girando hacia **arriba** el lado plano de sus cuerpos, luego el fet **FT1 2N.5248** girando hacia **abajo** el lado **plano** de su cuerpo.

En el lado derecho del circuito impreso hay que insertar el puente rectificador **RS1** respetando la polaridad de sus terminales, luego el integrado estabilizador **IC2** que, como se puede ver en el dibujo del esquema práctico, se coloca sobre la pequeña aleta de refrigeración en forma de **U** y por último el transformador **T1**.

Junto al enlace rectificador **RS1** hay que insertar la clema de **3 polos** para introducir el cordón de red de **220 voltios** y la de **2 polos** que servirá para conectar el interruptor de encendido **S2**.

Ahora se puede insertar en su correspondiente zócalo el integrado **IC1**, girando la muesca de referencia en forma de **U** hacia el condensador de poliéster **C14**.

En las pistas a las que se sueldan los cables que hay que conectar al borne de la antena, a la clavija hembra del altavoz, a los potenciómetros, al doble conmutador **S1** y al aparato **MA**, hay que insertar los pequeños cables que se encuentran en el kit.

Ahora se puede coger el panel frontal del mueble, que **ya está perforado**, y fijar el **instrumento** microamperímetro con un poco cinta adhesiva o una gota de pegamento, luego los tres potenciómetros y el doble conmutador **S1**.

Con la ayuda de un serrucho hay que cortar los ejes de plástico de los dos potenciómetros **R22-R15**, para evitar que las botones estén más separados del panel que el del potenciómetro **R18**.

Con unos trozos de cable cubierto de plástico hay que conectar los terminales de estos componentes fijados al panel, a los pines aplicados antes al circuito impreso.

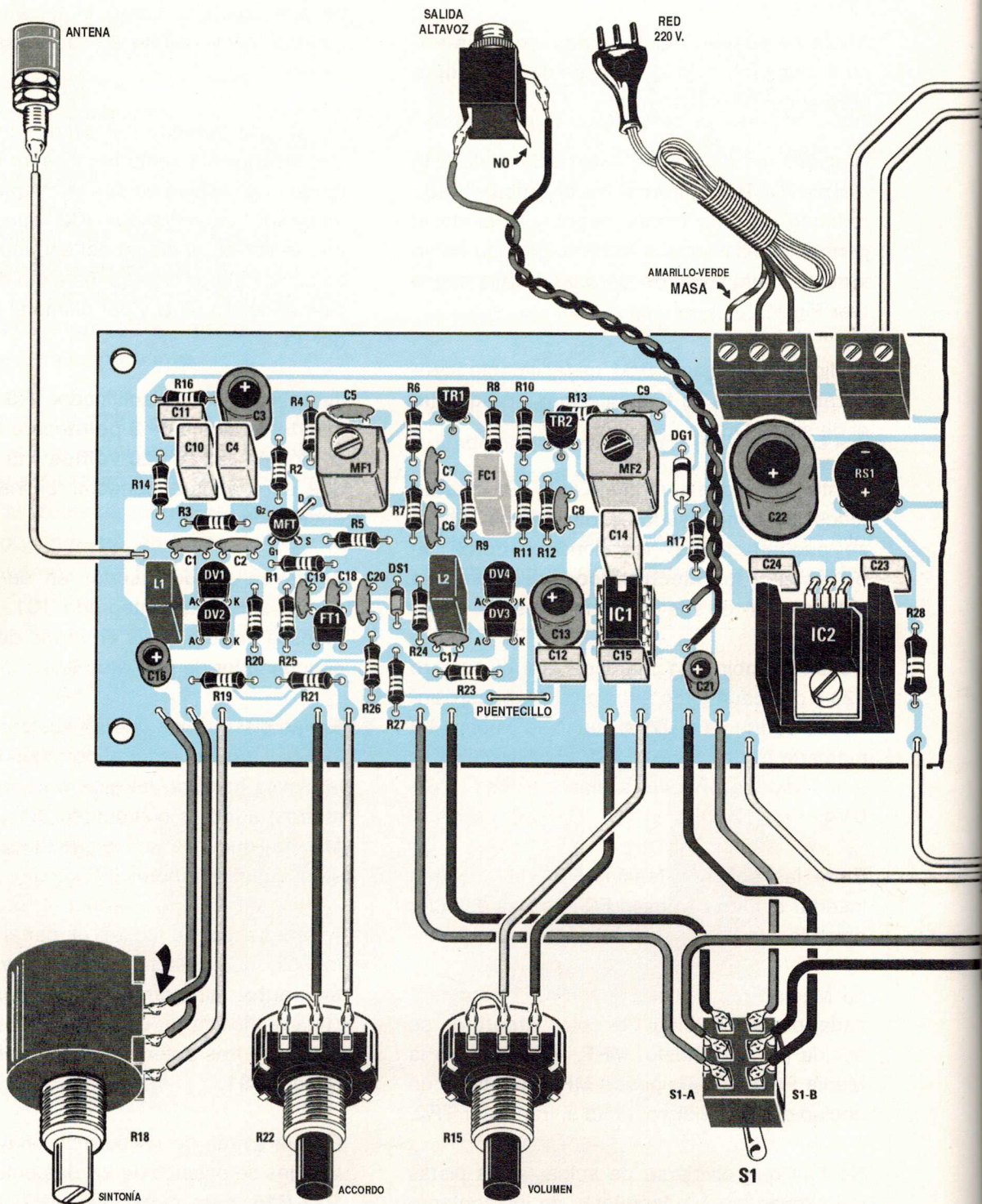


Fig. 9. Esquema práctico de montaje del receptor. El dibujo ha sido dividido en dos partes porque no entraba en una sola página. No hay que olvidar que hay que insertar el puente junto a R23 y C12 e insertar el cable Amarillo/verde de "masa" del cordón de alimentación en el primer agujero de la izquierda de la clema de 3 polos que hay arriba a la derecha.

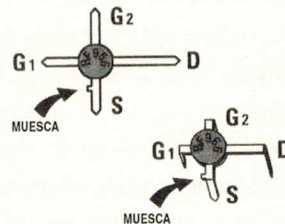
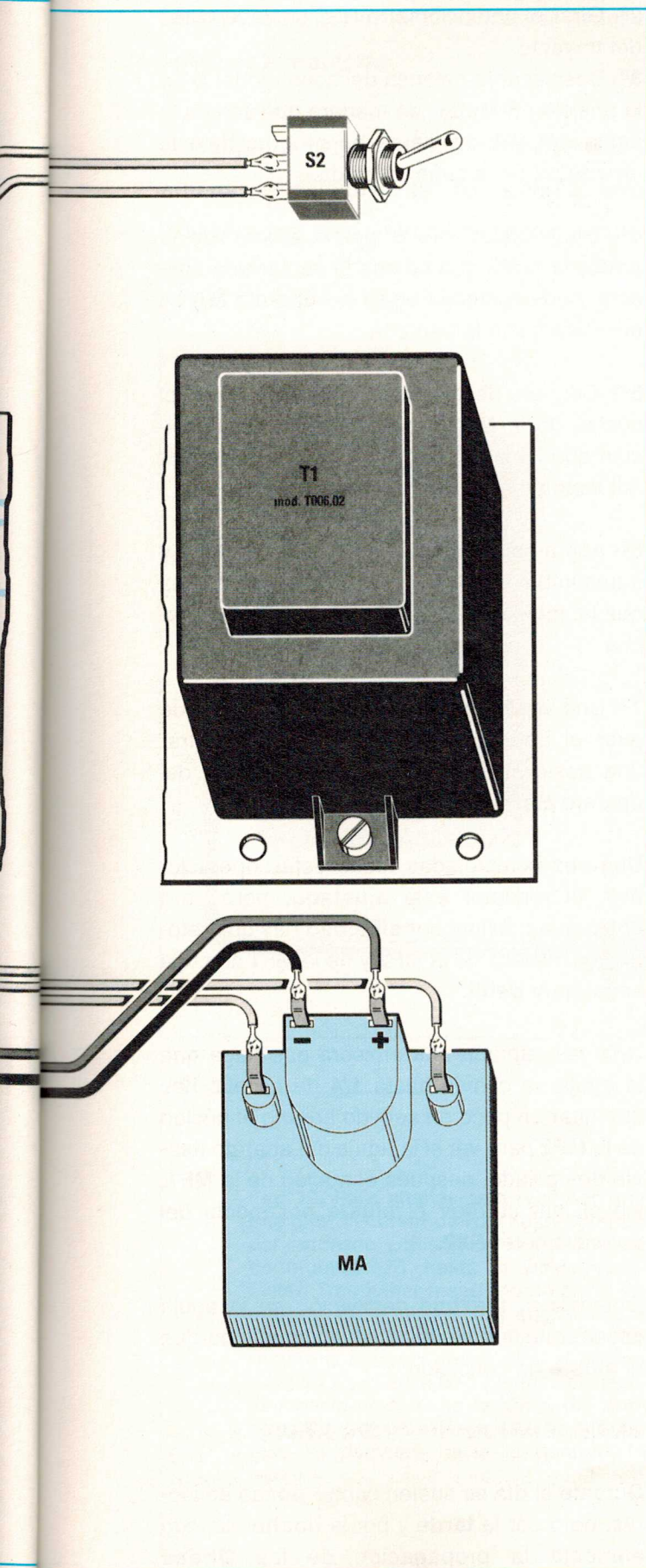


Fig. 10. Antes de doblar en forma de L los cuatro terminales del mosfet, hay que girar hacia abajo el terminal S que se reconoce porque es el único que tiene una muesca de referencia.

Es aconsejable realizar esta operación después de haber fijado el circuito impreso al plano del mueble con los separadores de plástico con base adhesiva que hay en el kit.

Antes de montar estos separadores, hay que quitar de sus bases el papel que protege la superficie **adhesiva**.

Hay que procurar realizar con cuidado y precisión estas operaciones para que el resultado sea también estético.

Hay que tener presente que el terminal **central** del potenciómetro multigiro **R18** no está en el **centro** como todos los otros potenciómetros rotativos, sino cerca del extremo de su cuerpo, tal y como aparece en el dibujo de la Fig.9.

Al aparato **MA** llegan **4 cables** porque en los dos laterales se aplica una tensión continua que sirve para alimentar la pequeña **bombilla** situada en el interior.

Ahora se puede coger el panel **posterior** de plástico del mueble y realizar tres agujeros, uno de **8 mm** de diámetro para que pase en cable de la red de **220 voltios** y dos de **6 mm** para fijar el borne de la antena y la toma **hembra** dentro de la que está insertada la clavija **macho** del altavoz.

Importante: cuando se fijen los cables terminales del cordón de alimentación de **220 vol-**

tios a la clema de **3 polos**, hay que insertar el cable de color **amarillo-verde** en el borne de la **izquierda** porque este cable, que es el de **tierra**, está conectado a la clavija **central** de la toma macho.

Completadas todas estas operaciones hay que coger la pequeña **caja acústica** dentro de la que está conectado el altavoz, después hay que pelar los extremos del cable que sobresale y soldarlos a los dos terminales de la clavija **macho** jack como aparece en la Fig.11.

Hay que comprobar que los dos cables no entren en cortocircuito porque si esto ocurre el altavoz **no** funcionará.

Cuando se conecten los dos cables para el altavoz a la toma **hembra** fijada en el panel posterior, uno hay que conectarlo al terminal situado junto al panel y el otro al terminal que hay en el lado **opuesto** como aparece en la Fig.9.

AJUSTE del RECEPTOR

Aunque con un cable de **3-4 metros** en el borne de la antena se pueda captar alguna emisora, para obtener la máxima **sensibilidad** hay que ajustar necesariamente los núcleos de las dos **medias frecuencias MF1-MF2**.

Antes de realizar este ajuste hay que **fijar** el circuito impreso en el interior del mueble, para evitar **tocar** involuntariamente las pistas de cobre situadas bajo las dos clemas de **3 y 2 polos** en las que está presente la tensión de red de **220 voltios**.

Para realizar este **ajuste** es necesario sólo un **destornillador**.

1º- Insertar en el borne de la antena un cable de **3-4 metros**, o incluso mayor, manteniéndolo a ser posible en posición vertical.

2º- Girar el potenciómetro **R22** hasta la mitad del trayecto.

3º- Desplazar la palanca del conmutador **S1** a la posición **S-Meter**, de manera que se vea la aguja del **MA** desviarse en proporción a la intensidad de la señal captada.

4º- Girar lentamente el potenciómetro de la **sintonía** hasta que se pueda captar una emisora y en seguida la aguja del aparato **MA** se desviará hacia la derecha.

5º- Con un destornillador hay que girar el núcleo de la **MF2** hasta encontrar una posición que hará desviar, aunque poco, la aguja del instrumento hacia la derecha.

6º- Ahora hay que girar el núcleo de la **MF1** y aquí también se encontrará una posición en la que la aguja se desvía aún más hacia la derecha.

7º- Una vez obtenida esta condición, hay que girar el potenciómetro **R22** hasta encontrar una posición que hará desviar la aguja del aparato algún milímetro más.

Una vez completadas todas estas operaciones, el receptor está **ajustado**, pero para obtener la máxima **sensibilidad** hay que retocar los núcleos de la **MF2** y de la **MF1** con una señal **muy débil**.

Una vez captada una emisora que haga que la aguja se desvíe hasta **1/4** de escala, hay que girar un poco en sentido horario el núcleo de la **MF2** para ver si la aguja del aparato desvía demasiado, después el núcleo de la **MF1**, sin olvidar corregir el **ajuste** por medio del potenciómetro **R22**.

Obtenida la **máxima** desviación de la aguja del aparato, se puede cerrar el mueble porque el **ajuste** ha concluido.

LA RECEPCIÓN de ONDA MEDIA

Durante el **día** se suelen captar **pocas** emisoras, pero por la **tarde** y por la **noche**, cuando aumenta la propagación de las **Ondas**

Medias, se pueden llegar a captar incluso emisoras **extranjeras**.

La **longitud** del cable que se utiliza como **antena** es determinante, de hecho cuanto más largo sea, más emisoras se podrán captar.



PRECIO DE REALIZACIÓN

LX.5039: Todos los componentes necesarios para realizar este **superheterodino** para **Onda Media** es decir, circuito impreso, transformador de alimentación, instrumento V-Meter, caja con altavoz, transistor, MF, potenciómetro, botones, cordón de alimentación para la tensión de red; **excluidos** el mueble y la cubierta frontal serigráfica**10.530 ptas.**

MO.5039: cubierta serigráfica**3.230 ptas**

CC.5039: circuito impreso**2.460**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Fig. 11. De la pequeña caja acústica, que contiene el altavoz, sobresale un cable apantallado. Tras haber pelado el extremo de manera que se puedan separar los dos cables, hay que soldarlos a los terminales del conector jack macho insertado en el kit. Enroscar bien los finos hilos de malla para evitar que quede alguno suelto.



Fig. 12. Para ajustar este receptor hay que girar el cursor de R22 hasta la mitad del recorrido y desplazar la palanca del conmutador S1 hasta la posición S-Meter. Tras haber insertado un cable en el borne de la antena, hay que buscar a través del potenciómetro R18 de la sintonía una emisora, luego girar el núcleo de la MF2 y el de la MF1 hasta hacer desviar hacia la derecha la aguja del aparato. Cuanto más larga sea la antena, más se desviará hacia la derecha la aguja.

ÚTILES PROYECTOS con los LM.3914 y LM.3915

En este artículo se reproducen esquemas de Voltímetros o VU-Meter con diodos LED que utilizan integrados LM.3914 y LM.3915; como es habitual, en los esquemas aparecen también los circuitos impresos para poderlos realizar.

LX.1439

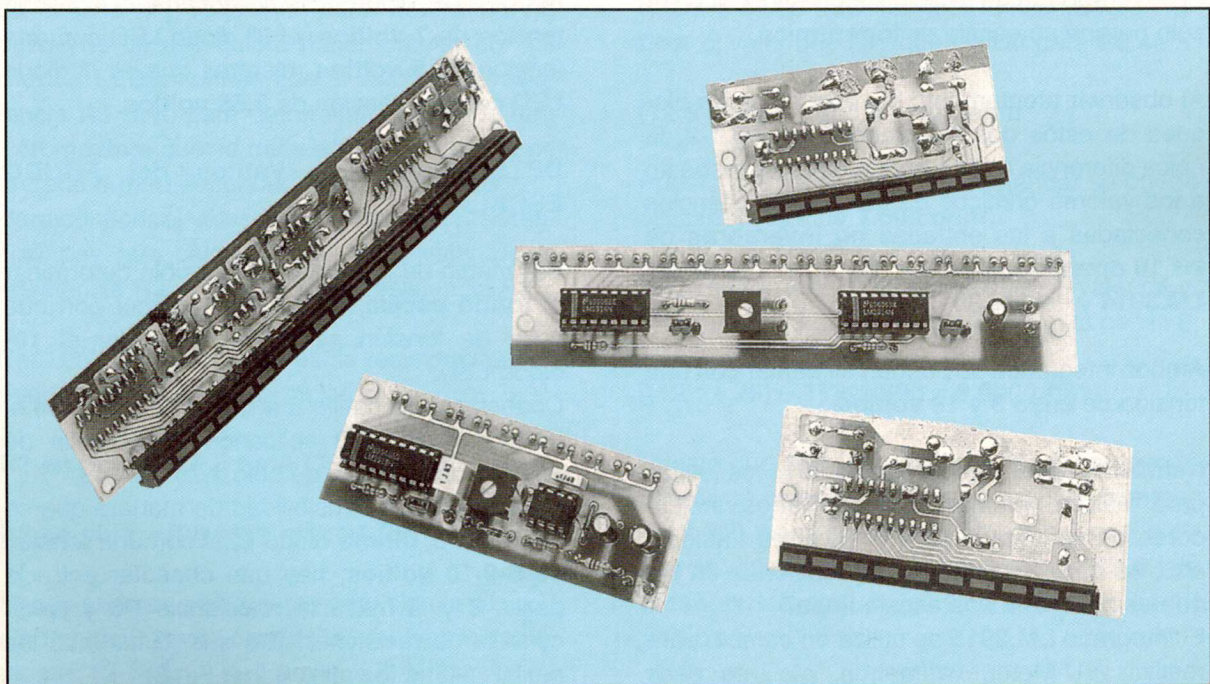
LX.1440

LX.1441

LX.1442

Desde que la casa **Siemens** ha dejado de producir los integrados **UAA.170** y **UAA.180**, los lectores que los utilizaban para realizar sencillos **Voltímetros** o **VU-Meter** con diodos LED han encontrado algunas dificultades que ahora se intentarán resolver.

Dichos integrados pueden ser sustituidos por los **LM.3914** y **LM.3915** de la casa **National**; es aconsejable consultar las siguientes revistas:



- para el integrado **LM.3914** la revista **N.161** en la que aparece el kit de un **voltímetro para coche** signado **LX.1311**, o la revista **N.177** en la que aparece el kit de un **termostato** signado **LX.1368**;

- para el integrado **LM.3915** la revista **N.170** en la que aparece el kit de un **VU-Meter** signado **LX.1353**.

Con esta respuesta no ha sido suficiente así que es necesario dedicar todo un artículo a este tema.

Para empezar hay que saber cuales son las diferencias entre los integrados **UAA.170** – **UAA.180** y los integrados **LM.3914** – **LM.3915**.

El integrado **UAA.170**, que disponía de una escala **lineal**, podía manejar **16 diodos LED** encendiéndolos uno por uno (efecto de **punto**).

El integrado **UAA.180**, que también disponía de una escala **lineal**, podía manejar **12 diodos LED** encendiéndolos en **barra**.

El integrado **LM.3914** es un **lineal** capaz de encender **10 diodos LED** pero, respecto a los integrados de la serie **UAA**, presenta la ventaja de poder seleccionar si encenderlo **individualmente** o en **barra** conectando la patilla **9** en masa o al positivo de alimentación.

El integrado **LM.3915** se distingue del **LM.3914** sólo porque su escala es **logarítmica**.

Al observar atentamente los esquemas en bloques de estos dos integrados, ver Fig.1-2, la única diferencia que se puede notar es respecto a los valores óhmicos de las diez resistencias conectadas a las entradas **no inversoras** de los **10 operacionales** que hay en el interior del **LM.3914** y del **LM.3915**.

Ambos integrados se pueden alimentar con una tensión de entre **3** y **18 voltios**.

Normalmente el integrado **LM.3914** se utiliza para realizar voltímetros, termómetros, indicadores de sintonía o para el nivel de líquidos, etc., es decir en todas las aplicaciones en las que es necesaria una escala **lineal**.

El integrado **LM.3915** se utiliza en cambio para realizar VU-Meter, vatímetros, etc., es decir

todas las aplicaciones en las que es necesaria una escala **logarítmica**.

Para entender la diferencia que existe entre una escala **lineal** y una **logarítmica** basta con mirar la **Tabla N.1**.

Si el **10º** diodo se enciende cuando en la entrada se aplica una tensión de **10 voltios**, se puede ver con que tensión se encenderán el resto de los **9 diodos LED**.

TABLA N.1		
Diodo LED	LM.3914 lineal	LM.3915 lineal
N.10	10 voltios	10 voltios
N. 9	9 voltios	7,07 voltios
N. 8	8 voltios	5,01 voltios
N. 7	7 voltios	3,55 voltios
N. 6	6 voltios	2,51 voltios
N. 5	5 voltios	1,78 voltios
N. 4	4 voltios	1,26 voltios
N. 3	3 voltios	0,89 voltios
N. 2	2 voltios	0,63 voltios
N. 1	1 voltios	0,45 voltios

En la columna del integrado **LM.3914** se puede notar que el **9º** diodo LED se encenderá con una tensión de **9 voltios**, el **8º** con una tensión de **8 voltios**, el **7º** con una de **7 voltios** y así sucesivamente.

Para el integrado **LM.3915**, que es **logarítmico**, el **9º** diodo LED se encenderá con una tensión de **7 voltios**, el **8º** diodo LED con una tensión de **5 voltios** mientras que el **7º** diodo LED con una tensión de **3,55 voltios**.

DETERMINAR los Voltios del FONDO ESCALA

Por medio de la patilla **8** es posible determinar el **fondo escala**, es decir establecer con que valor de tensión se quiere encender el **10º** diodo LED.

Conectando la patilla **8** a **masa** se enciende el **último** diodo LED aplicando a la patilla de entrada una tensión de sólo **1,25 voltios**.

Para **reducir** la sensibilidad de manera que se encienda el **último** diodo LED con una tensión de **5-9-10 voltios**, hay que conectar entre la patilla **8** y la masa la resistencia **R3** y luego conectar la resistencia **R2**, que alimentaba las patillas **6-7**, a la patilla **8** (ver Fig.3).

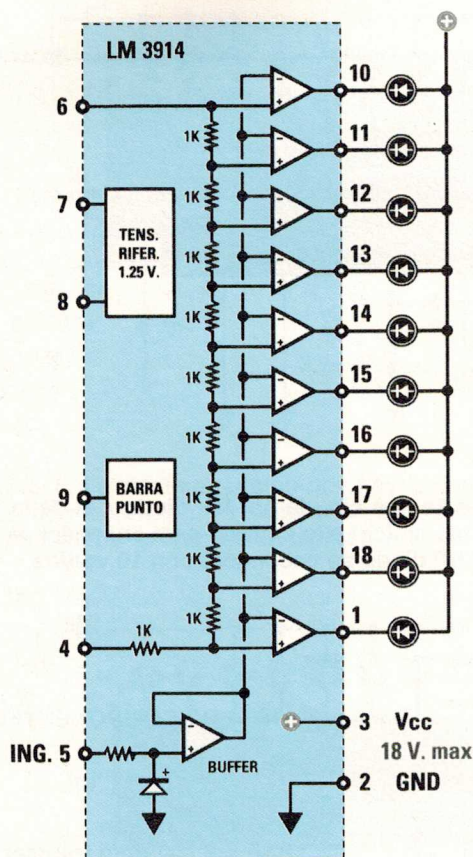


Fig. 1. Todas las patillas "no inversoras" de los 10 operacionales que hay en el integrado LM.3914 están conectadas entre ellas con resistencias de 1.000 ohm.

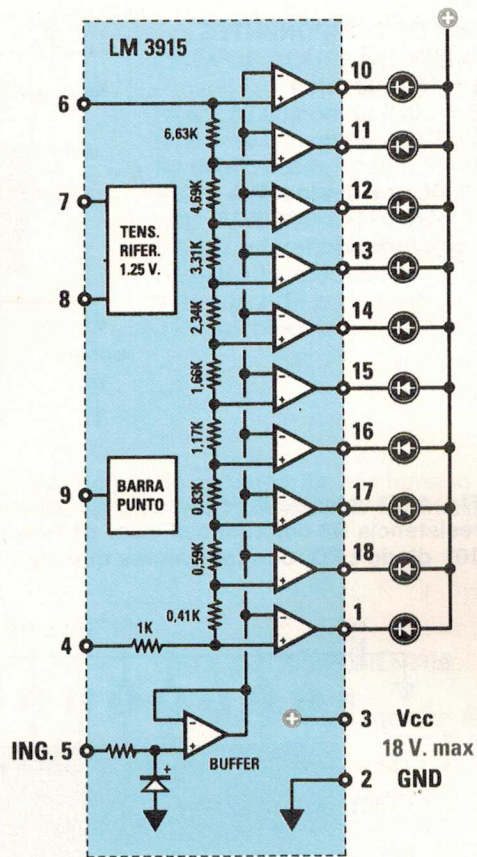


Fig. 2. Todas las patillas "no inversoras" de los 10 operacionales que hay en el integrado LM.3915 están conectadas en cambio con resistencias de valor decreciente.

La resistencia **R2** sirve para determinar la **corriente** que se quiere hacer circular por los **diodos LED**, mientras que el valor de la resistencia **R3** sirve para determinar cual es la tensión **máxima** que se debe aplicar a la patilla de entrada 5 para encender el **10º** diodo LED. Para conocer el valor óhmico de estas resistencias hay que calcular primero el valor de la resistencia **R2** y luego el de la resistencia **R3**.

Para calcular el valor de estas resistencias se pueden utilizar estas fórmulas:

$$R2 \text{ en ohm} = (12,5 : \text{mA LED}) \times 1.000$$

$$R3 \text{ en ohm} = [(\text{voltios máx} : 1,25) - 1] \times R2$$

Suponiendo que se quiera hacer circular por los diodos LED una **corriente** de aproximadamente **12 mA** y que se quiera encender el

décimo diodo LED con una tensión de **10 voltios**, el valor que hay que utilizar para **R2** será:

$$(12,5 : 12) \times 1.000 = 1.041 \text{ ohm}$$

Puesto que este valor no es estándar se puede utilizar el valor de **1.000 ohm**.

En segundo lugar hay que calcular el valor de la resistencia **R3** que hay que aplicar a la patilla **8**:

$$[(12 : 1,25) - 1] \times 1.000 = 8.600 \text{ ohm}$$

Puesto que este valor no es estándar se puede utilizar un valor de **6.800 ohm** con un **trimmer** de **2.200 ohm** conectado en serie (ver Fig.4), que se ajustará hasta que entre la patilla 6 y la **masa** se lea con un téster una tensión de **10 voltios**.

LISTA DE COMPONENTES

- R1 = 100.000 ohm
- R2 = 1.000 ohm
- R3 = 8.600 ohm
- C1= 47 microF. electrolítico
- DL1-DL10 = diodos led
- IC1 = LM.3914 o LM.3915
- J1 = puentecillo

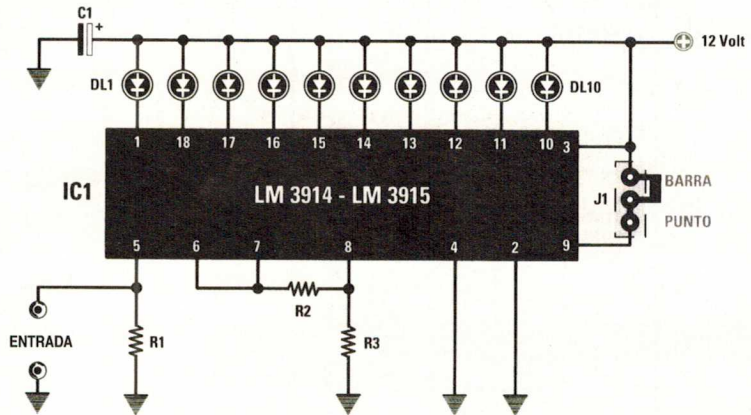
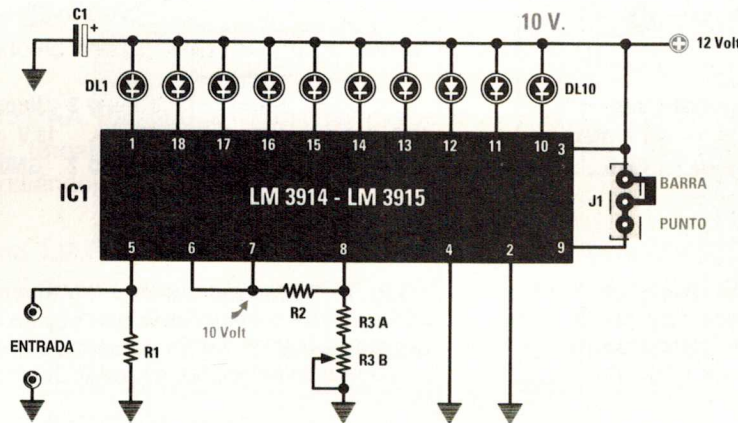


Fig. 3. El valor de la resistencia R2 determina la corriente que circula por los diodos, el de la resistencia R3 determina el valor de tensión que hay que aplicar a la entrada para encender el 10º diodo LED. Con los valores que aquí aparecen el 10º diodo se encenderá con 10 voltios.



LISTA DE COMPONENTES

- R1 = 100.000 ohm
- R2 = 1.000 ohm
- R3A = 6.800 ohm
- R3B = 2.200 ohm trimmer
- C1= 47 microF. electrolítico
- DL1-DL10 = diodos led
- IC1= LM.3914 o LM.3915
- J1 = puentecillo

Fig. 4. Puesto que por los cálculos el valor de la resistencia R3 no resulta estándar, es aconsejable conectar en serie a una R3A de valor inferior un trimmer R3B que se ajustará hasta hacer encender el 10º diodo LED con 10 voltios.

Si, alimentando el integrado con **12 voltios**, se quiere encender el **décimo** LED aplicando a la entrada una tensión de **15 voltios**, hay que aplicar a la patilla de entrada 5 un divisor (ver Fig.6) que reduzca la tensión de **15 voltios** hasta un valor de **10 voltios**.

Para calcular el valor resistivo de las dos resistencias **R1A** y **R1B** se pueden utilizar estas fórmulas:

$$R1A = (R1B \times \text{Voltios A}) : \text{Voltios salida}$$

$$R1B = (R1A : \text{Voltios A}) \times \text{Voltios salida}$$

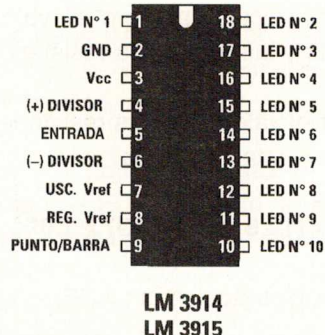
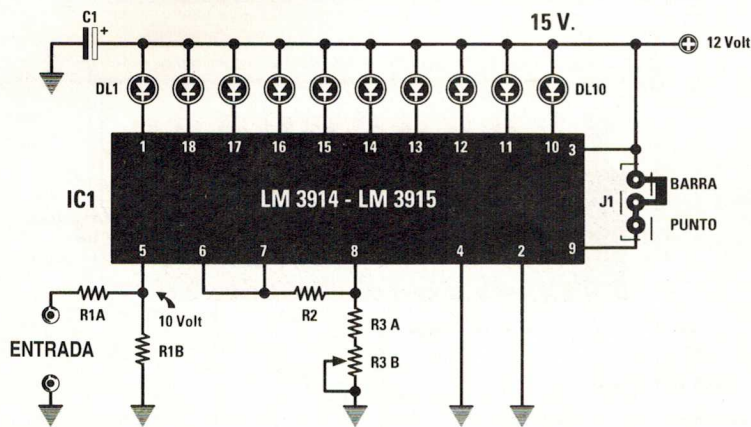


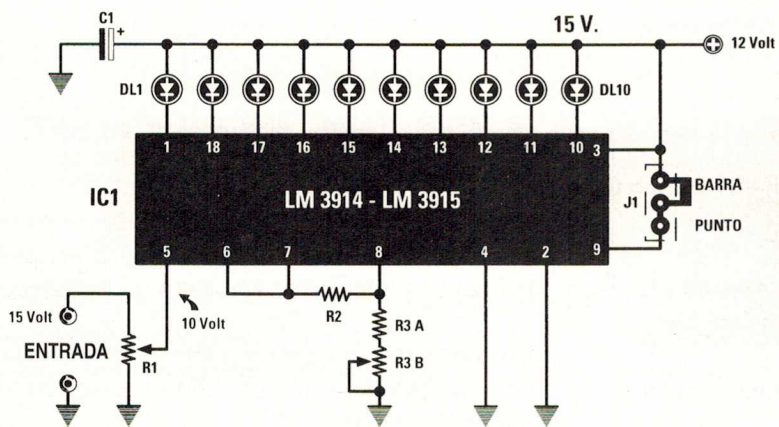
Fig. 5. Puesto que las patillas de estos integrados son idénticas, en algunas aplicaciones se pueden sustituir uno por otro.



LISTA DE COMPONENTES

- R1A = 33.000 ohm
- R1B = 66.000 ohm
- R2 = 1.000 ohm
- R3A = 6.800 ohm
- R3B = 2.200 ohm trimmer
- C1= 47 microF. electrolítico
- DL1-DL10 = diodos led
- IC1= LM.3914 o LM.3915
- J1 = puentecillo

Fig. 6. La máxima tensión que hay que aplicar a la entrada no puede ser superior a la tensión de alimentación, por lo tanto si se quiere encender el 10º diodo LED con 15 voltios se tendría que conectar a la entrada un divisor.



LISTA DE COMPONENTES

- R1 = 100.000 ohm trjimmer A
- R2 = 1.000 ohm
- R3A = 6.800 ohm
- R3B = 2.200 ohm trjimmer
- C1= 47 microF. electrolítico
- DL1-DL10 = diodos led
- IC1= LM.3914 o LM.3915
- J1 = puentecillo

Fig. 7. En vez de conectar a la entrada un divisor, se puede sustituir por un trimmer, que se ajustará para que encender el 10º diodo LED aplicado a la patilla de entrada con una tensión de 15 voltios.

Voltios A es el valor de tensión que hay en los extremos de la resistencia **R1A**. En nuestro ejemplo esta tensión corresponde a $15 - 10 = 5$ voltios.

Voltios salida es la tensión que tiene que haber en los extremos de la resistencia **R1B**.

Si se elige para **R1A** una resistencia de **33.000 ohm** se puede calcular el valor de la resistencia **R1B**:

$$(33.000 : 5) \times 10 = 66.000 \text{ ohm valor de R1B}$$

Para verificar que al aplicar en la resistencia **R1A** una tensión de **15 voltios** se halle en la

resistencia **R1B** una tensión de **10 voltios** se puede utilizar la fórmula:

$$\text{Voltios en R1B} = (VA \times R1B) : (R1A + R1B)$$

Insertando los valores en la fórmula, en los extremos de **R1B** se obtiene la siguiente tensión:

$$(15 \times 66.000) : (33.000 + 66.000) = 10 \text{ voltios}$$

Puesto que será prácticamente imposible encontrar los valores de resistencia requeridos, la solución más práctica es sustituir este divisor por un trimmer de **100.000 ohm** (ver Fig.7) que

LISTA DE COMPONENTES

R1 = 100.000 ohm trimmer
 R2 = 1.000 ohm
 R3A = 6.800 ohm
 R3B = 2.200 ohm trimmer
 R4 = 22.000 ohm trimmer
 C1= 47 microF. electrolítico
 DL1-DL10 = diodos led
 IC1= LM.3914 o LM.3915
 J1 = puentecillo

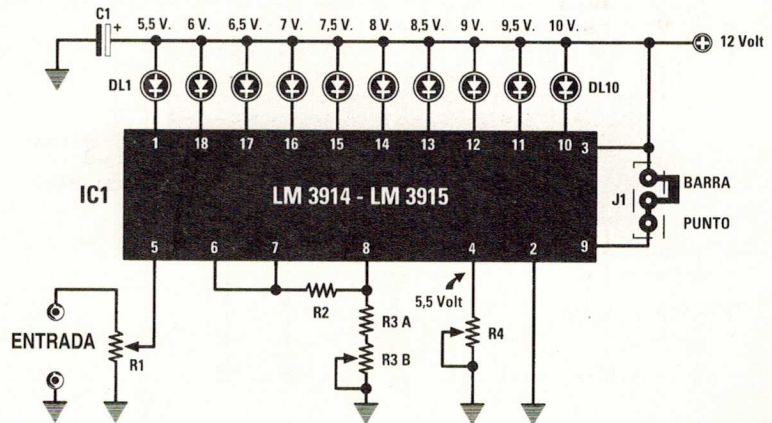


Fig. 8. Aplicando entre la patilla 4 y la masa un trimmer, se puede encender el primer diodo LED hasta con una tensión de 5-6-7 voltios, teniendo siempre un fondo escala de 10 voltios. Ajustando el trimmer R4 el valor de tensión que se leerá entre la patilla 4 y la masa será el que servirá para encender el primer diodo LED.

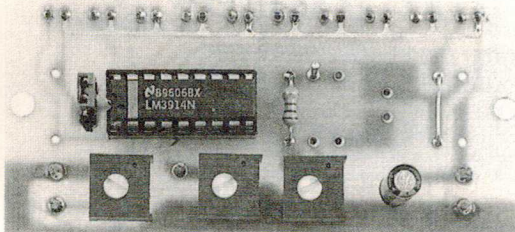


Fig. 9. Foto del montaje del esquema eléctrico de la Fig.8.

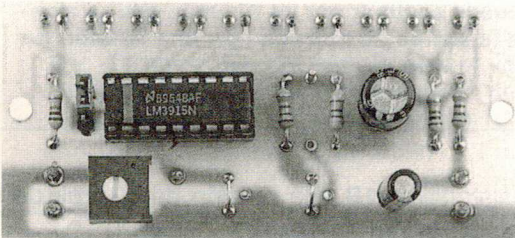


Fig. 10. Foto del montaje del esquema eléctrico de la Fig.13.

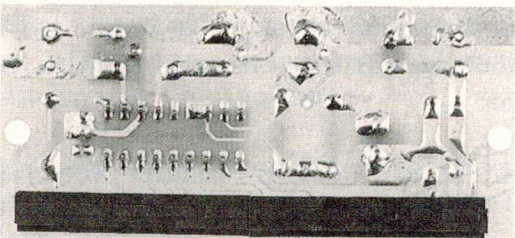


Fig. 11. Conviene siempre insertar la barra de los diodos LED en la parte posterior del

se puede ajustar hasta que se encienda el último diodo LED con **15 voltios**.

Conviene recordar que se puede encender cada diodo LED **individualmente** o en **barra** con ambos integrados **LM.3914** y **LM.3915**.

En todos los esquemas eléctricos la patilla **9** está conectada a un pequeño conector de tres terminales signado **J1**.

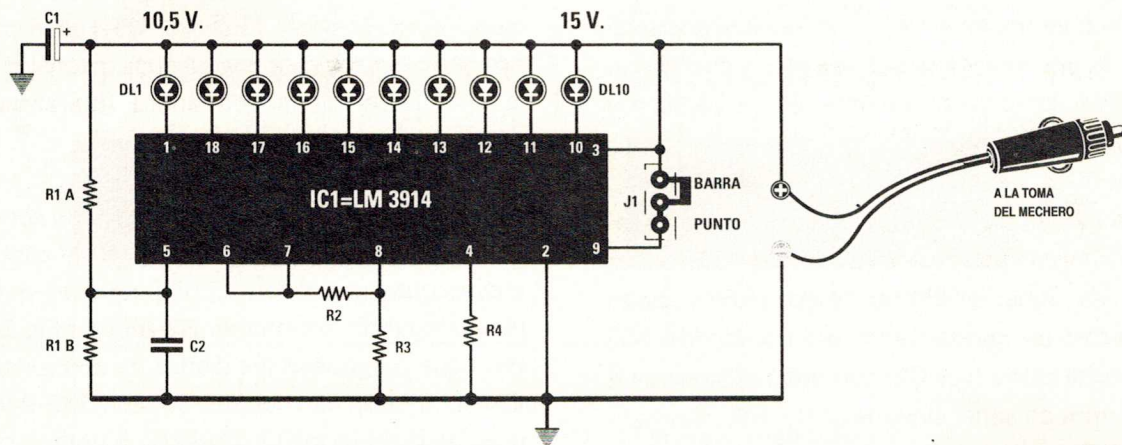
Cortocircuitando la patilla **9** a **masa** se encenderán los diodos LED **individualmente**, mientras que si se cortocircuita en el **positivo** de alimentación se encenderán los diodos LED en **barra**.

DETERMINAR los Voltios de PRINCIPIO DE ESCALA

En algunas aplicaciones se puede necesitar un circuito en el que el **primer** diodo LED no se encienda con una tensión de **1 voltio**, sino con una tensión **superior**, por ejemplo **5-7 voltios**, manteniendo el fondo escala con un alcance de **10 voltios**.

Para obtener esta condición la solución más sencilla es desconectar de la **masa** la patilla **4** para insertar en serie un trimmer de **22.000 ohm** (ver **R4** en la Fig.8).

Si se quiere que el **primer** diodo LED se encienda con una tensión de **6 voltios**, habrá



LISTA DE COMPONENTES

R1A = 22.000 ohm
 R1 B = 22.000 ohm
 R2 = 1.000 ohm
 R3 = 4.700 ohm

R4 = 22.000 ohm
 C1 = 47 microF. electrolítico
 C2 = 100.000 pF poliester
 DL1-DL10 = diodos led
 IC1 = LM.3914
 J1 = puentecillo

impreso.

Fig. 12. Para realizar un voltímetro idóneo para comprobar el estado de carga de la batería de un coche se puede utilizar este esquema. El primer diodo LED se encenderá cuando la tensión esté en torno a 10,5 voltios y el último diodo LED con una tensión de 15 voltios. La tensión de

que aplicar a la patilla de entrada 5 una tensión de **6 voltios** y luego ajustar el trimmer **R4** hasta que se encienda el **primer** diodo LED.

UN VOLTÍMETRO para la batería del COCHE

En la Fig.12 aparece un ejemplo de cómo hay que utilizar el integrado **LM.3914** para realizar un sencillo **voltímetro** con LED que permita controlar, a través de la toma del mechero del coche, el estado de **carga** de la **batería** y ver también si el alternador la **recarga** correctamente.

Con los valores que se utilizan en el ejemplo los diodos LED se encenderán con estas tensiones:

- 1º LED con una tensión de **10,5 voltios**
- 2º LED con una tensión de **11,0 voltios**
- 3º LED con una tensión de **11,5 voltios**
- 4º LED con una tensión de **12,0 voltios**
- 5º LED con una tensión de **12,5 voltios**
- 6º LED con una tensión de **13,0 voltios**
- 7º LED con una tensión de **13,5 voltios**
- 8º LED con una tensión de **14,0 voltios**
- 9º LED con una tensión de **14,5 voltios**
- 10º LED con una tensión de **15,0 voltios**

Para comprobar la tensión de la batería bastará con introducir la clavija **macho** en la toma del **mechero** del coche.

Tal y como aparece en el esquema eléctrico de la Fig.12, la tensión de la batería llegará al divisor **R1A-R1B**, desde donde se obtendrá para ser aplicada a la patilla de entrada 5 del integrado **LM.3914**.

El condensador **C2** que hay en la entrada sirve para descargar a **masa** los eventuales problemas generados por las chispas.

Si se quiere obtener una **barra** luminosa, en vez de encender individualmente los **10 diodos** LED, será suficiente con conectar la patilla **9** a la tensión **positiva** de alimentación.

INTERMITENTE en FONDO ESCALA

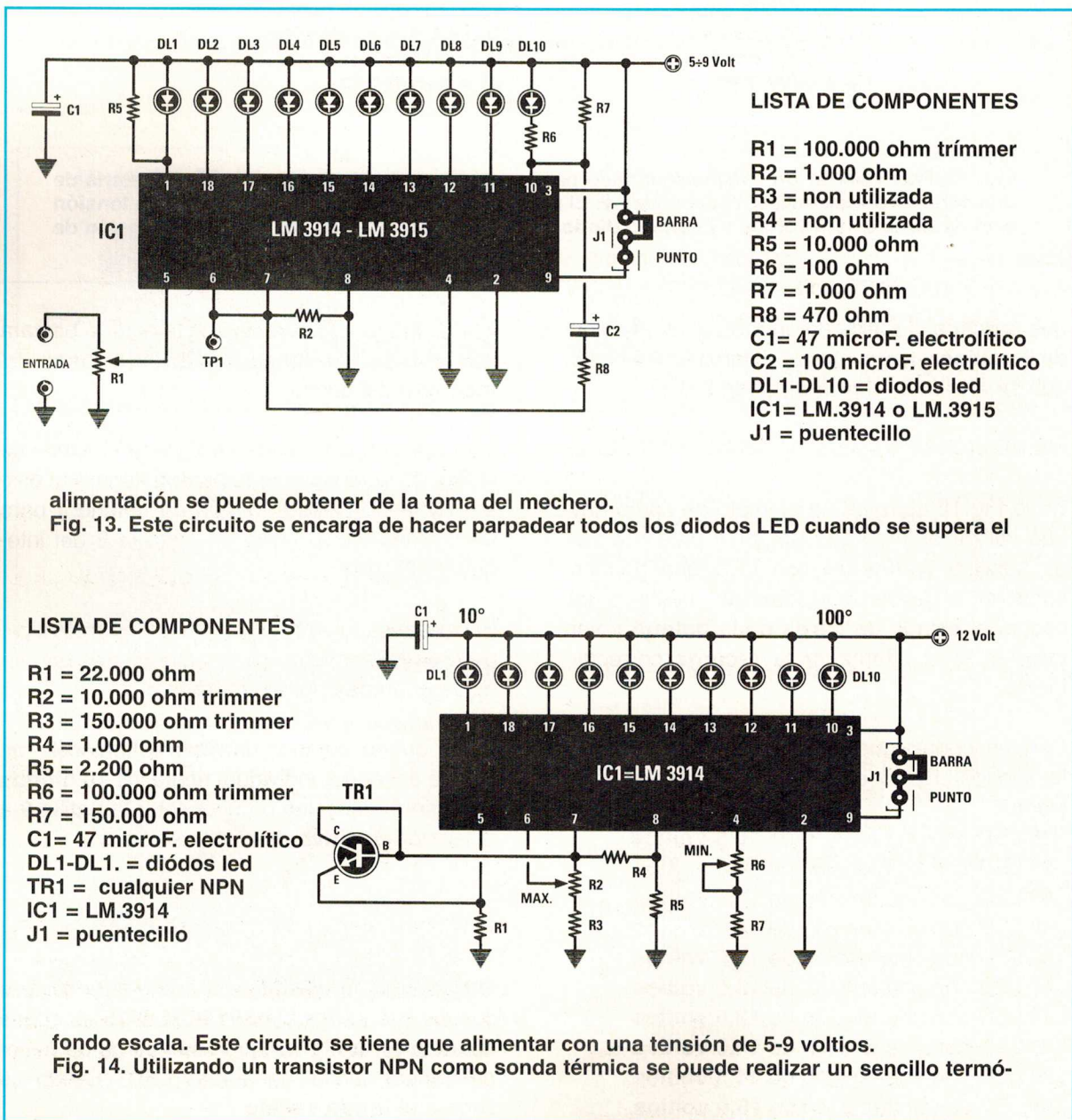
Otro circuito interesante que se puede realizar con los integrados **LM.3914-LM.3915** es el que aparece en la Fig.13, que se encarga de hacer **parpadear** todos los diodos LED cuando se supera el **fondo escala**.

Este circuito, que es un **voltímetro** o **VU-Meter** normal, se puede utilizar en todas las aplicaciones en las que es necesario saber cuando se alcanza la tensión **máxima** en la patilla de entrada **5**.

Para hacer parpadear los diodos LED es necesario aplicar una resistencia de **100 ohm** (ver **R6**) en serie al **último** diodo LED y luego conectar un condensador electrolítico de **100 microfaradios** (ver **C2**) con una resistencia de **470 ohm** en serie, signada como **R8**, a las patillas **6-7** del integrado.

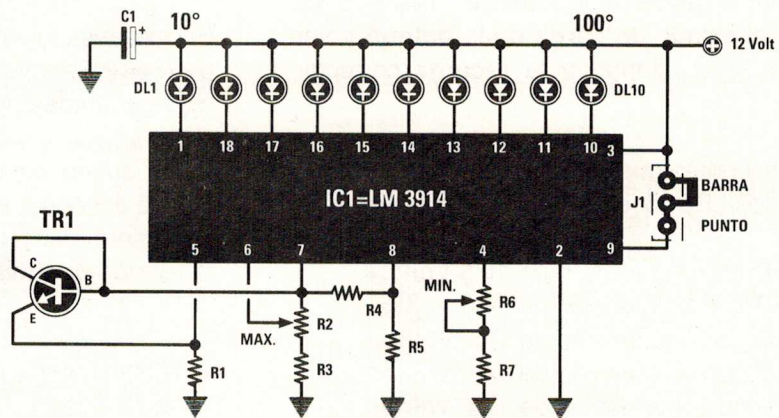
La resistencia de **10.000 ohm** que está conectada al **primer** diodo LED (ver **R5**), sirve para **apagarlo** cuando, aunque se quite la tensión de la entrada, el diodo permanece **ligeramente** encendido.

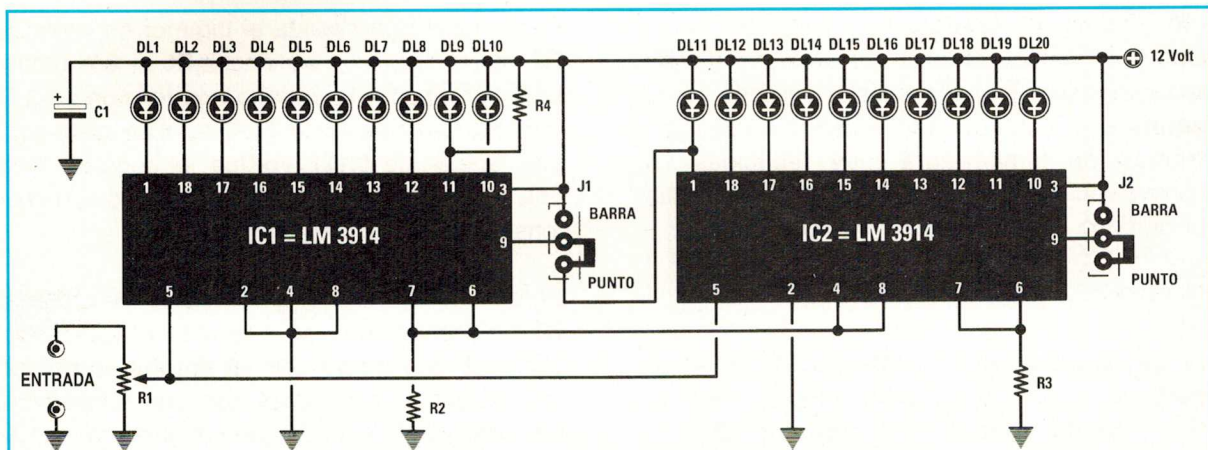
Puesto que en este circuito es necesario conectar ambas patillas **8** y **4** a masa, en el circuito impreso hay que insertar dos pequeños puentes en lugar de los trimmer **R3-R4** (ver Fig.24). Para que parpadeen los diodos es aconsejable alimentar el circuito con una tensión de **5-9 voltios**, pero sin utilizar una **pila** de **9 voltios** porque se gastaría enseguida.



LISTA DE COMPONENTES

- R1 = 22.000 ohm
- R2 = 10.000 ohm trimmer
- R3 = 150.000 ohm trimmer
- R4 = 1.000 ohm
- R5 = 2.200 ohm
- R6 = 100.000 ohm trimmer
- R7 = 150.000 ohm
- C1 = 47 microF. electrolítico
- DL1-DL10 = diodos led
- TR1 = cualquier NPN
- IC1 = LM.3914
- J1 = puentecillo





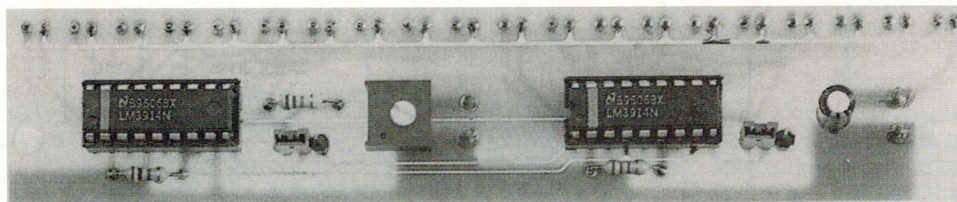
LISTA DE COMPONENTES

R1 = 100.000 ohm trimmer
 R2 = 1.000 ohm
 R3 = 2.200 ohm
 R4 = 22.000 ohm

C1= 47 microF. electrolítico
 DLI-DL20 = diodos led
 IC1= LM.3914
 IC2 = LM.3914
 J1 = puentecillo
 J2 = puentecillo

metro con LED.

Fig. 15. Conectando en serie dos LM.3914 se puede realizar un voltímetro capaz de encender 20 diodos LED. El trimmer R1 se ajustará para que se encienda el 20º diodo LED con la máxima ten-



sión que se aplicará en las entradas.

Fig. 16. Foto del montaje del voltímetro con dos integrados LM.3914. Los diodos LED se inserta-

UN sencillo TERMÓMETRO

Con el integrado **LM.3914** es posible realizar un sencillo **termómetro** utilizando como **sensor** cualquier transistor **NPN** (ver Fig.14).

La tensión de conducción de cada transistor suele estar en torno a **0,6-0,7 voltios** y disminuye de aproximadamente **2,5 milivoltios** en cada **aumento** de temperatura de **1º centígrado**.

Puesto que hay un máximo de **10 diodos LED**, este termómetro tendrá una resolución **baja**.

Para calibrar este termómetro, antes hay que calibrar el trimmer **R2** de manera que se encienda el **10º diodo LED** con la temperatura

máxima y luego el trimmer **R6** para la **mínima** temperatura.

Si por ejemplo se ajusta el trimmer **R2** de manera que se encienda el **10º diodo LED** con una temperatura de **80 grados** y el trimmer **R6** de manera que se encienda el **1º diodo LED** con una temperatura de **16 grados** se obtiene una resolución de sólo:

$$(80 - 16) : 9 = 7,11 \text{ grados}$$

Si en cambio se ajusta el trimmer **R2** de manera que se encienda el **10º diodo LED** con una temperatura de **40 grados** y el trimmer **R6** de manera que se encienda el **1º diodo LED** con una temperatura de **22 grados**, la resolución será de:

(40 - 22) : 9 = 2 grados

Conviene tener presente que las **tensiones** proporcionadas por el transistor utilizado como **sonda** son irrisorias, por lo tanto si se eligen **franjas** de temperatura muy reducidas se correrá el riesgo de visualizar temperaturas erróneas.

DOS INTEGRADOS conectados en SERIE

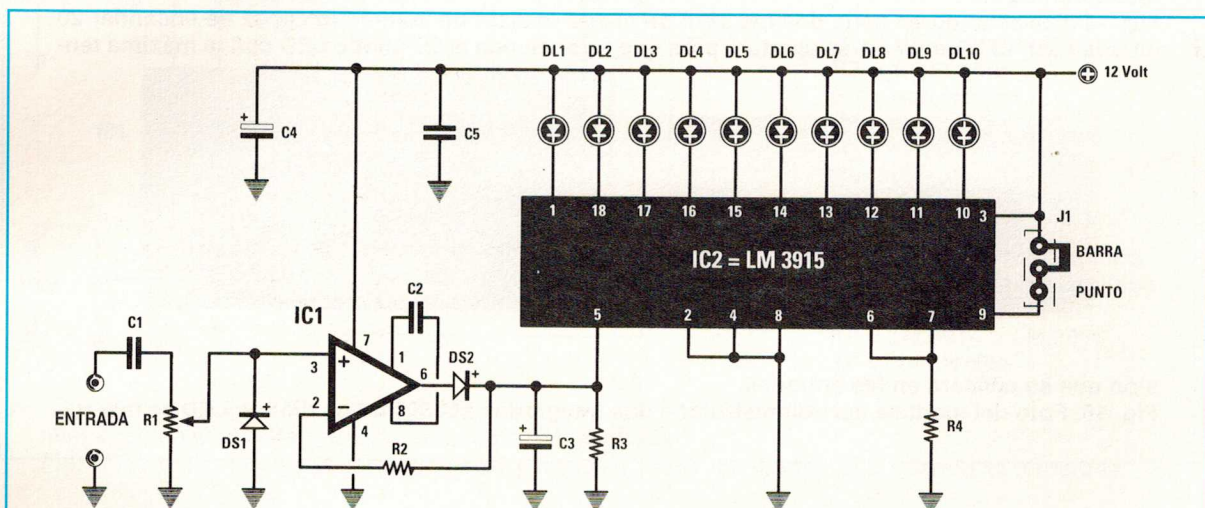
Si se conectan dos integrados **LM.3914** en **serie**, tal y como aparece en la Fig.15, se pueden encender un total de **20 diodos LED**.

El primer integrado enciende el **10º** diodo LED cuando la tensión en la patilla de entrada **5** llega a **1,25 voltios**, mientras que el segundo integrado enciende el **20º** diodo LED cuando la tensión de la entrada **5** llega a **2,5 voltios**.

Por lo tanto si se ajusta el trimmer de entrada **R1** de manera que se encienda el **20º** diodo LED aplicando a la entrada una tensión de **2,5 voltios**, el primer diodo LED se encenderá con una tensión de **0,125 voltios**, el segundo con una tensión de **0,25 voltios**, el tercero con una tensión de **0,375 voltios**, etc.

Si, en cambio, se ajusta el trimmer de entrada **R1** de manera que se encienda el **20º** diodo LED con una tensión de **10 voltios**, el primer diodo LED se encenderá con una tensión de **0,5 voltios**, el segundo con una tensión de **1,0 voltios** y el tercero con una tensión de **1,5 voltios**.

Se sobreentiende que si se ajusta el trimmer de entrada **R1** de manera que se encienda el **20º** diodo LED con una tensión de **20 voltios**, el pri-



LISTA DE COMPONENTES

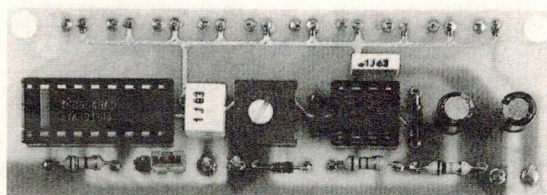
R1 = 100.000 ohm trimmer
 R2 = 2.200 ohm
 R3 = 100.000 ohm
 R4 = 1.000 ohm
 C1 = 1 microF. poliester
 C2 = 33 pF cerámico
 C3 = 2,2 microF. electrolítico

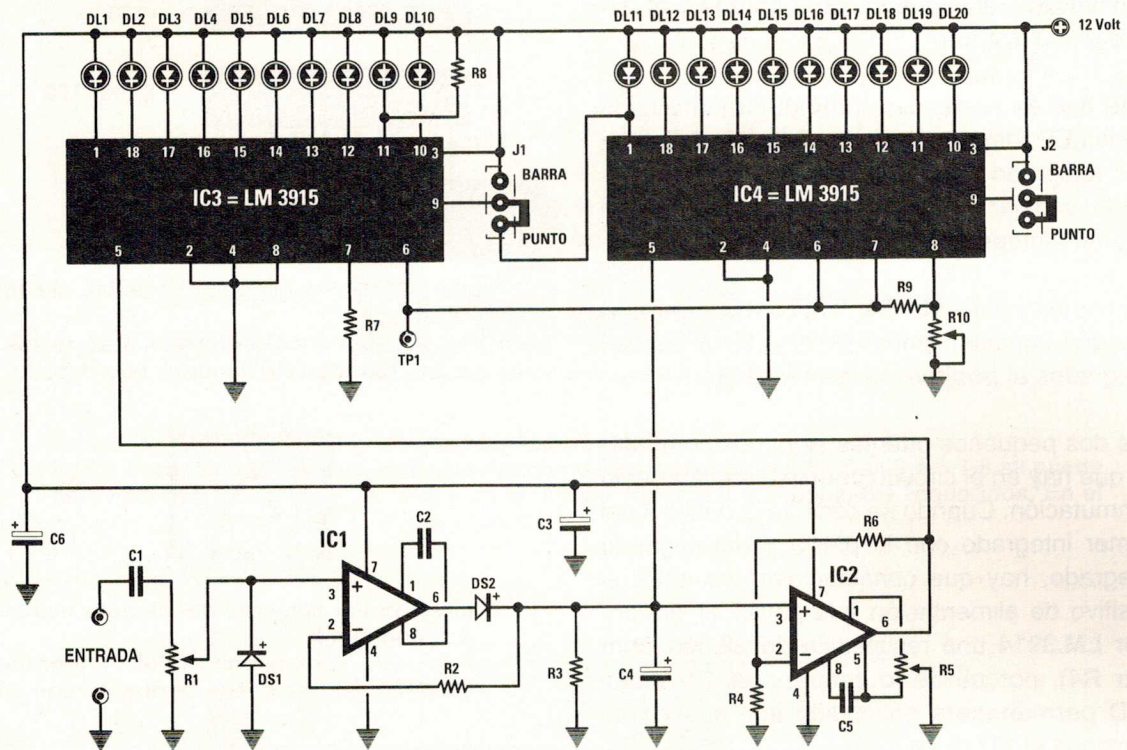
C4 = 47 microF. electrolítico
 C5 = 100.000 pF poliester
 DL1-DL10 = diodos led
 DS1 = diodo tipo 1N.4150
 DS2 = diodo tipo 1N.4150
 IC1 = CA.3130
 IC2 = LM.3915
 J1 = puentecillo

rán por el lado opuesto del circuito impreso, como aparece en la Fig.27.

Fig. 17. Esquema eléctrico de un VU-Meter logarítmico que utiliza el integrado LM.3915.

Fig. 18. Así se presenta el VU-Meter LX.1441 una vez terminado el montaje. El trimmer R1 se ajusta de manera que se





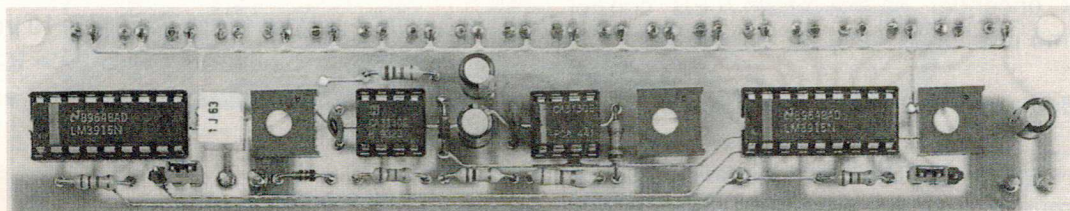
LISTA DE COMPONENTES

R1 = 100.000 ohm trimmer
 R2 = 2.200 ohm
 R3 = 100.000 ohm
 R4 = 3.900 ohm
 R5 = 100.000 ohm trimmer
 R6 = 120.000 ohm
 R7 = 1.000 ohm

R8 = 22.000 ohm
 R9 = 1.000 ohm
 R10 = 10.000 ohm trimmer
 C1 = 1 microF. poliester
 C2 = 33 pF cerámico
 C3 = 47 microF. electrolítico
 C4 = 2,2 microF. electrolítico
 C5 = 100 pF cerámico

C6 = 47 microF. electrolítico
 DL1 -DL20 = diodos led
 DS1 = diodo tipo 1N.4150
 DS2 = diodo tipo 1N.4150
 IC1 = CA.3130
 IC2 = CA.3130
 IC3 = LM.391S
 IC4 = LM.391 5
 J1-J2 = puentecillos

encienda el último diodo LED con la máxima señal BF que se aplique a la entrada.
 Fig. 19. Si se quiere realizar un VU-Meter capaz de encender un máximo de 20 diodos LED, hay que conectar dos LM.3915 tal y como aparece en la figura. En este circuito se ha utilizado el primer operacional IC1 para rectificar la señal BF y el segundo IC2 para amplificar la señal rectificada de 30 dB. La tensión que se leerá en TP1 es el valor máximo que se puede



aplicar a la entrada para encender el 20º diodo LED.
 Fig. 20. Foto del VU-Meter de 20 diodos LED signado como LX.1442. Para el montaje de este kit hay

mer diodo LED se encenderá con una tensión de **1 voltios**, el segundo con **2 voltios** y el tercero con **3 voltios**.

Para que se enciendan **individualmente** cada diodo LED, hay que conectar la patilla **9** del primer integrado a la patilla **1** del segundo integrado y dejar **desconectada** la patilla **9** del segundo integrado.

En cambio, para obtener una **barra** luminosa hay que conectar ambas patillas **9** de los dos integrados al **positivo** de alimentación.

Los dos pequeños puentes signados como **J1-J2** que hay en el circuito permiten efectuar esta conmutación. Cuando se conecte la patilla **9** del primer integrado con la patilla **1** del segundo integrado, hay que conectar siempre entre el positivo de alimentación y la patilla **11** del primer **LM.3914** una resistencia de **22.000 ohm** (ver **R4**), porque de lo contrario el **10º** diodo LED **permanecerá** encendido aún cuando se encienda el **11º** diodo LED.

VU-Meter con un integrado LM.3915

Para realizar un **VU-Meter** logarítmico con un solo integrado **LM.3915** se puede utilizar el esquema que aparece en la Fig.17.

Como puede observarse la señal **BF** antes de aplicarse a la patilla **5** del integrado **LM.3915** debe ser rectificadora por el operacional **IC1** conectado en configuración de **rectificador ideal**.

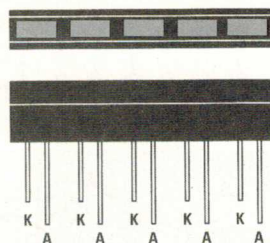
Si se sustituyese este operacional por un **diodo rectificador** normal, se obtendría una caída de tensión de aproximadamente **0,7 voltios** y por tanto se alteraría la escala de lectura.

El trimmer **R1** aplicado a la entrada sirve para hacer encender el **10º** diodo LED con el **máximo** nivel de la señal **BF** disponible.

VU-Meter con dos integrados LM.3915

Para realizar un **VU-Meter** logarítmico que se encargue de encender **20 diodos LED**, hay que conectar dos integrados **LM.3915** tal y como aparece en la Fig.19.

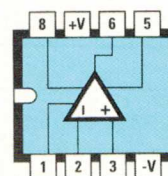
Para realizar este circuito se han utilizado dos operacionales **CA.3130**.



BARRA LED

que utilizar en esquema práctico de la Fig.30.

Fig. 21. Todos los terminales más cortos de los diodos LED tendrán que introducirse en los agujeros del circuito marcados con una K.



CA 3130

irse en los agujeros del circuito marcados con una K.

Fig. 22. Conexiones del integrado CA.3130 vistas desde arriba y con la

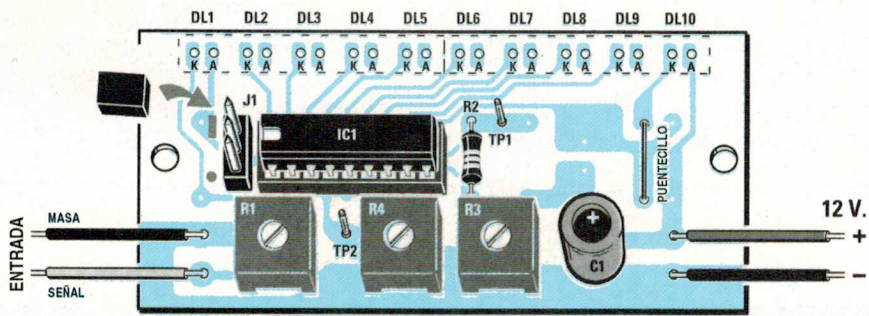
El primer operacional **IC1** se utiliza como **rectificador ideal** y el segundo operacional **IC2** para amplificar **30 dB** la señal rectificada, es decir **31,62 veces**.

Si no se hubiese insertado esta etapa amplificadora se tendría que haber conectado un trimmer de ajuste en las dos patillas **6** de los dos integrados **LM.3915**, luego ajustar el que hay en la patilla **6** de **IC4** para el fondo escala y el que hay en la patilla **6** de **IC3** para un valor de tensión **31,62 veces inferior** del que ha sido utilizado para encender el **20º** diodo LED.

Por lo tanto, si para encender el **20º** diodo LED con una señal en la entrada de **10 voltios** era necesario ajustar el trimmer conectado a la patilla **6** de **IC4** para un fondo escala de **10 voltios**, el trimmer conectado a la patilla **6** de **IC3** tendría que ser ajustado aplicando a la entrada una señal de:

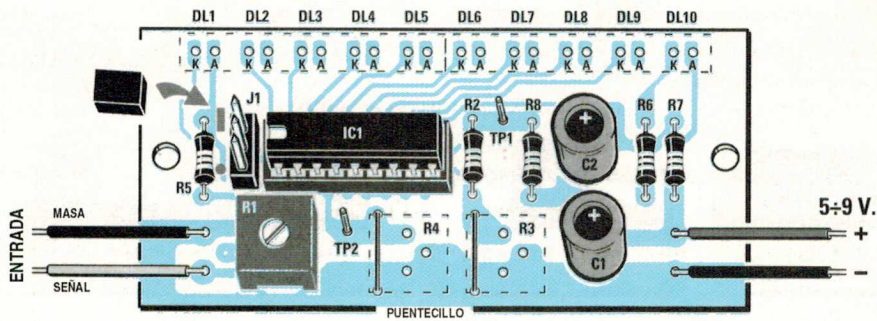
$$10 : 31,62 = 0,316 \text{ voltios}$$

Puesto que este ajuste habría sido muy complicado, es posible resolver el problema conectando un solo trimmer (ver **R10**) a la patilla **8** de **IC4**.



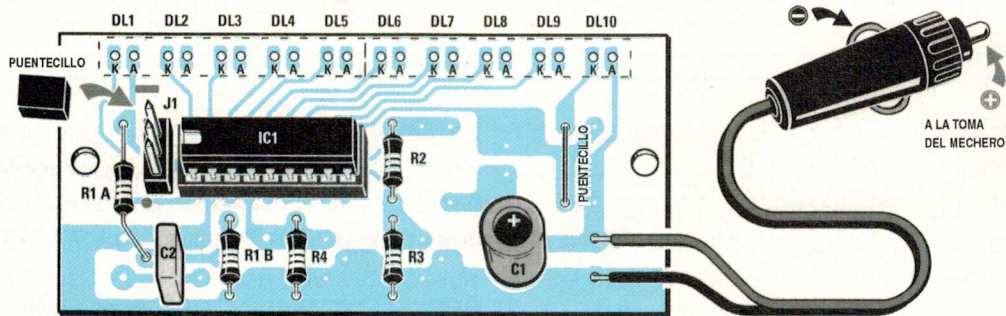
muesca de referencia en U orientada hacia la izquierda.

Fig. 23. Para realizar los esquemas eléctricos que aparecen en las Figuras 3-4-6-7-8 se puede utilizar el circuito impreso LX.1439 y en él montar todos los componentes requeridos. En el



montaje, los trimmer R1-R3 servirán para ajustar el fondo escala.

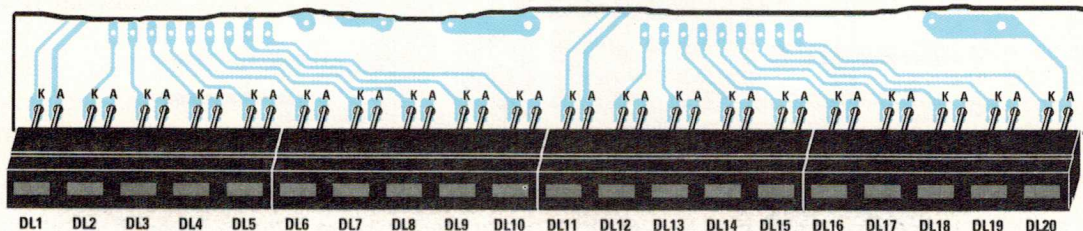
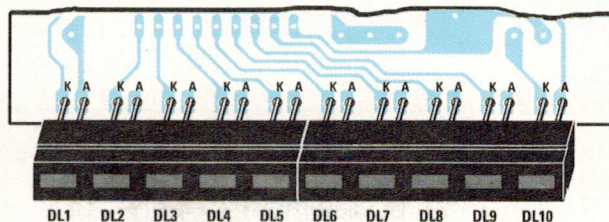
Fig. 24. Para realizar el esquema eléctrico de la Fig.13, que hace parpadear los diodos LED cuando supera el fondo escala, hay que quitar los dos trimmer R4-R3 e insertar en los agujeros dos puentes de cable de cobre de manera que se cortocircuiten a masa las patillas 8-4.



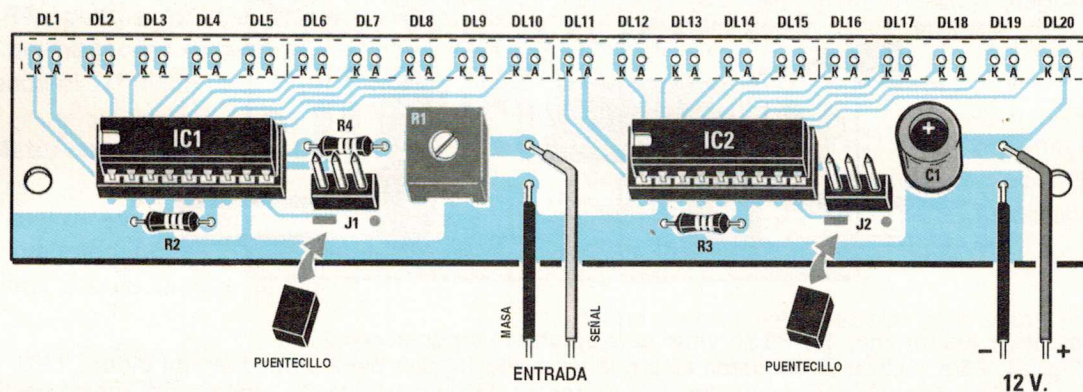
Este circuito se alimenta con una tensión de 5-9 voltios.

Fig. 25. Para realizar el voltímetro de la Fig.12 se utiliza el circuito impreso LX.1439. Los com-

ponentes necesarios no están incluidos en el kit LX.1439, pero se pueden comprar a parte.
Fig. 26. Las barras con los di-



dos LED se introducen en la parte posterior del circuito impreso.
Fig. 27. En los circuitos que utilizan 20 diodos LED también se introducen por la parte poste-



rior, girando todos los terminales más cortos K, hacia la izquierda.
Fig. 28. Para realizar el esquema eléctrico de la Fig.15, que utiliza dos integrados LM.3914 para poder encender un total de 20 diodos LED, hay que montar los pocos componentes en el cir-

Tras haber ajustado este único trimmer para que se encienda el 20º diodo LED, con cualquier señal que se aplique en la entrada, el 10º diodo LED se encenderá con una tensión 31,62 veces inferior.

Para ajustar este VU-Meter hay que cortocircuitar la entrada de IC1, luego aplicar un téster al terminal TP1, ajustar el trimmer R10 conectado a IC4 hasta leer una tensión de 10 voltios. Una vez completada esta operación, hay que ajustar el trimmer R5 situado entre las patillas 5-1 de IC2 hasta que se apaguen, cuando no haya ninguna señal, todos los diodos LED.

En este VU-Meter también se pueden encender todos los diodos LED individualmente o en barra desplazando los dos puentes J1-J2 situados en las patillas 9 de los dos LM.3915.

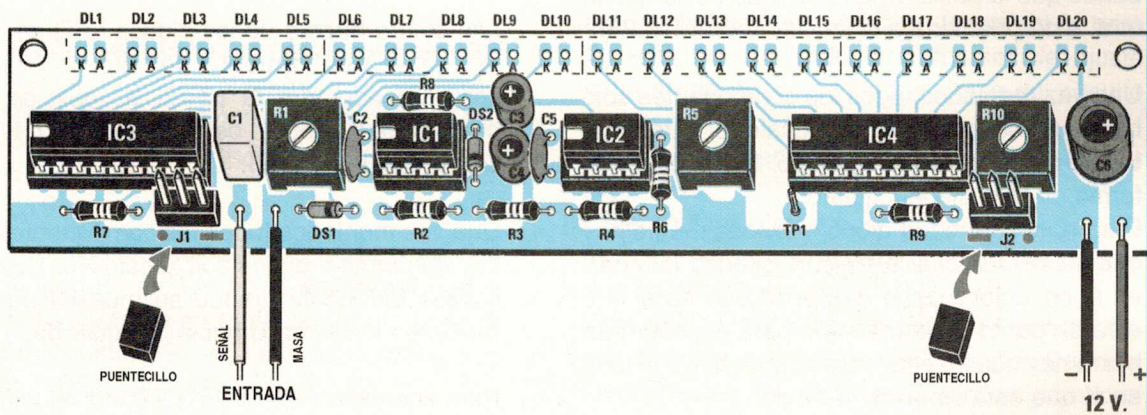
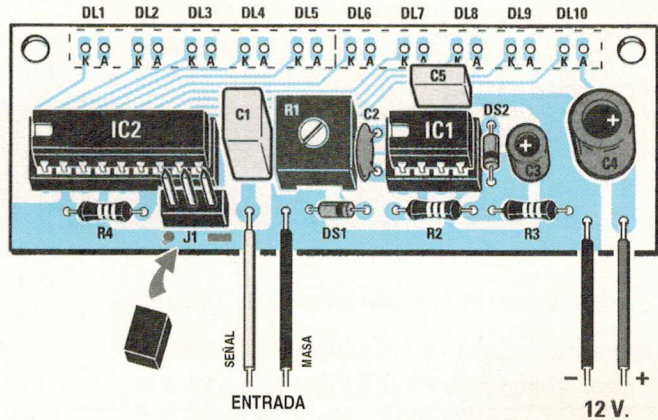
REALIZACIÓN PRÁCTICA para un integrado

Para realizar todos los esquemas eléctricos propuestos en las Figuras 3-4-6-7-8-12-13 ha sido diseñado un único circuito impreso signado LX.1439.

Si por ejemplo se quieren realizar los circuitos de las Figuras 2-4-6-7-8 hay que montar todos

cuito impreso signado LX.1440.

Fig. 29. El VU-Meter de la Fig.17 se tiene que montar encima del circuito impreso LX.1441. Como todos los demás circuitos, las barras de los diodos LED se introdu-



cen en el lado opuesto del impreso.

Fig. 30. Para realizar el esquema eléctrico de la Fig.19, que utiliza dos integrados LM.3915, hay que montar los componentes requeridos en el circuito impreso signado como LX.1442. Si se quiere que el 20º diodo LED se encienda con una tensión de 10 voltios, hay que ajustar el trimmer R10 de manera

los componentes tal y como aparece en el esquema práctico de la Fig.23.

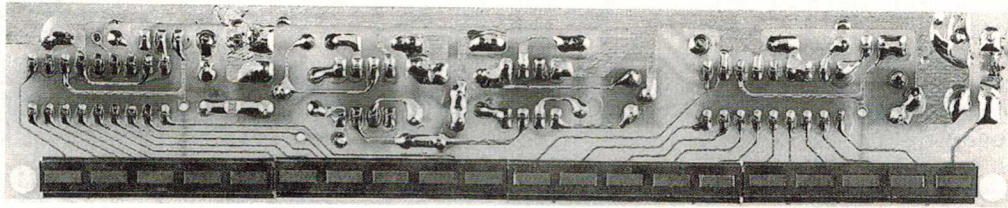
Puesto que, excepto la Fig.8, en estos circuitos la patilla 4 está conectada en **masa**, se puede girar el trimmer R4 para cortocircuitar toda su resistencia o sustituirlo con un pequeño **punteo**.

Además en estos esquemas, entre la patilla 8 y la **masa**, está la resistencia **R3A** con el trimmer **R3B** en **serie**, pero para el montaje del circuito impreso estas resistencias han sido sustituidas por el trimmer **R3**, porque girando su cursor

será más fácil encontrar el valor óhmico requerido para cada aplicación.

Cuando se monte este circuito no hay que olvidarse de insertar, en lugar de la resistencia **R6**, el **punteo** que se ve sobre el condensador electrolítico **C1** (ver Fig.23), de otra manera no se encenderá el diodo LED **DL10**.

Como se puede notar, la realización práctica de este circuito no presenta ninguna dificultad. Para los diodos LED se han utilizado unas barras con **5 diodos rectangulares** ya insertados (ver Fig.21), pero se pueden sustituir por **diodos normales**.



que se lea en TP1 una tensión de 10 voltios.

La **barra** de los diodos LED se inserta en el lado **opuesto** del circuito impreso, comprobando que la patilla **K**, que es **más corta** que la otra, está orientada a la izquierda (ver Fig.26).

Una vez montados todos los componentes sólo hay que conectar en el zócalo el integrado **LM.3914** o **LM.3915** girando la muesca en forma de **U** hacia la izquierda.

Para encender cada diodo individualmente hay que insertar la clavija de cortocircuito (jumper) en el conector macho **J1** por el lado en el que está el "punto", mientras que para encender en **barra** hay que insertar este jumper hacia el lado en el que está dibujada la "línea".

Aunque en los esquemas eléctricos aparezca siempre una tensión de **12 voltios**, se puede alimentar el circuito con una tensión de entre **5** y **15 voltios**, prestando atención para no invertir el cable **positivo** con el **negativo**.

Para realizar el esquema eléctrico de la Fig.13 hay que montar en el circuito impreso signado como **LX.1439** solamente los componentes que aparecen en la Fig.24.

Puesto que las patillas **4-8** de este integrado están conectadas a la **masa**, no han sido insertados los dos trimmer **R4-R3** y en su lugar se ha construido un **punteo** con un trozo de cable de cobre pelado.

Este circuito funcionará correctamente sólo si se alimenta con una tensión de entre **5** y **9** voltios.

REALIZACIÓN PRÁCTICA para dos integrados

Para montar el esquema eléctrico propuesto en la Fig.15 que utiliza dos integrados **LM.3914**, hay que utilizar el circuito impreso signado

como **LX.1440**, sobre el cual hay que montar los componentes visibles en la Fig.28.

Las cuatro **barras** de los diodos LED se insertan en el lado **opuesto** del circuito impreso, comprobando que la patilla **K**, que es **más corta** que la otra, esté orientada hacia la izquierda (ver Fig.27).

Una vez montados todos los componentes sólo hay que montar en los dos zócalos los dos integrados **LM.3914**, girando su muesca de referencia en forma de **U** hacia la izquierda.

Para encender cada diodo LED individualmente hay que insertar las **clavijas** de cortocircuito (jumper) en los conectores macho **J1-J2** del lado en el que está el "punto", mientras que para encenderlos en **barra** hay que insertar estas clavijas en el lado en el que está dibujada la "línea".

REALIZACIÓN PRÁCTICA de un VU-Meter

Para realizar el **VU-Meter** de la Fig.17 hay que montar en el circuito impreso signado como **LX.1441** todos los componentes de la Fig.29. Cuando se monten los diodos de silicio **DS1-DS2** hay que prestar atención y girar el lado rodeado por una **franja negra** como aparece en el dibujo, por lo tanto la franja negra de **DS1** estará girada hacia la **derecha** y la de **DS2** hacia **abajo**.

Obviamente hay que respetar la polaridad **+/-** de los terminales de los electrolíticos **C3-C4**.

También en este montaje las barras de los diodos LED se insertarán en el lado opuesto del circuito impreso comprobando una vez más que

la patilla **más corta K** (ver Fig.21) esté girada hacia la izquierda.

Una vez montados los componentes sólo hay que enchufar en los respectivos zócalos los integrados **LM.3915** y **CA.3130** girando la muesca de referencia en **U** hacia la izquierda. Para encender cada diodo LED individualmente hay que insertar la **clavija** de cortocircuito (jumper) en el conector macho **J1** por el lado por el que está el "punto", mientras que para encenderlos en **barra** hay que insertar esta clavija por el lado por el que está la "línea".

El trimmer **R1** aplicado a la entrada sirve para regular la **sensibilidad** del **VU-Meter**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA doble VU-Meter

Para realizar el **VU-Meter** de **20 diodos LED** cuyo esquema eléctrico aparece en la Fig.19 hay que montar en el impreso signado **LX.1442** todos los componentes que aparecen en la Fig.30.

Al montar los dos diodos **DS1-DS2** hay que girar el lado de rodeado por una **franja negra** tal y como aparece en el dibujo, por lo tanto la franja del diodo **DS1** irá hacia la derecha y la del diodo **DS2** hacia **abajo**.

Tras haber montado todos los componentes se puede insertar en el lado opuesto del circuito impreso las cuatro barras de **5 diodos LED** insertando todos los terminales **más cortos** denominados **K** (ver Fig.27).

Una vez completado el montaje hay que insertar en los zócalos los dos integrados **LM.3915** y **CA.3130** girando su muesca de referencia en forma de **U** hacia la izquierda.

Para encender los **20 diodos LED** individualmente hay que insertar las **clavijas** de cortocircuito (jumper) en los dos conectores **J1-J2** por el lado en el que está el "punto" mientras que para encenderlos en **barra** hay que insertar estas clavijas por el lado por el que está la "línea".

Para ajustar este **VU-Meter** hay que **cortocircuitar** los dos terminales de entrada y luego aplicar entre el terminal de entrada y luego aplicar entre el terminal **TP1** y la masa un téster: ahora ya se puede girar el trimmer **R10** hasta leer una tensión de **10 voltios**.

Una vez completada esta operación, hay que ajustar el trimmer **R5** hasta **apagar** los primeros diodos LED.

Tras haber aplicado en los terminales de entrada una señal cualquiera de **BF**, hay que girar el cursor del trimmer **R1** de manera que se encienda del **20º** diodo LED con la máxima señal disponible.

CÓMO FIJAR los CIRCUITOS IMPRESOS

En todos los impresos hay dos taladros que se pueden utilizar para fijar los circuitos con tornillos al panel frontal del mueble.

Si se quiere tener el circuito impreso en posición horizontal, se pueden doblar todas las barras de los diodos LED en forma de **L**, pero de esta manera todos los trimmer de ajuste estarían de nuevo en la parte baja del circuito impreso.

Estas barras tienen todos diodos LED de color **rojo**.

Quien quiera puede pedir a parte diodos LED de color **verde**, ya preparados para ser colocados en estas barras.

Para sustituirlos basta con doblar frontalmente sus cuerpos con un pequeño destornillador y luego insertar los diodos LED **verdes** girando el terminal **más corto** hacia la izquierda como aparece en la Fig.21.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1439: incluido circuito impreso e integrado **LM.3914** (ver Figs.23-25)**2.950 ptas.**

LX.1440: incluido circuito impreso y dos integrados **LM.3914** (ver Fig.28)**4.355 ptas.**

LX.1441: incluido circuito impreso e integrado **LM.3915** (ver Fig.29)**3.370 ptas.**

LX.1442: incluido circuito impreso y dos integrados **LM.3915** (ver Fig.30)**6.460 ptas.**

PRECIO de los circuitos impresos

CC.1439: circuito impreso.....**835 ptas.**

CC.1440: circuito impreso**1.250 ptas.**

CC.1441: circuito impreso.....**750 ptas.**

CC.1442: circuito impreso**1.355 ptas.**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.