

AÑO X. N.º 110

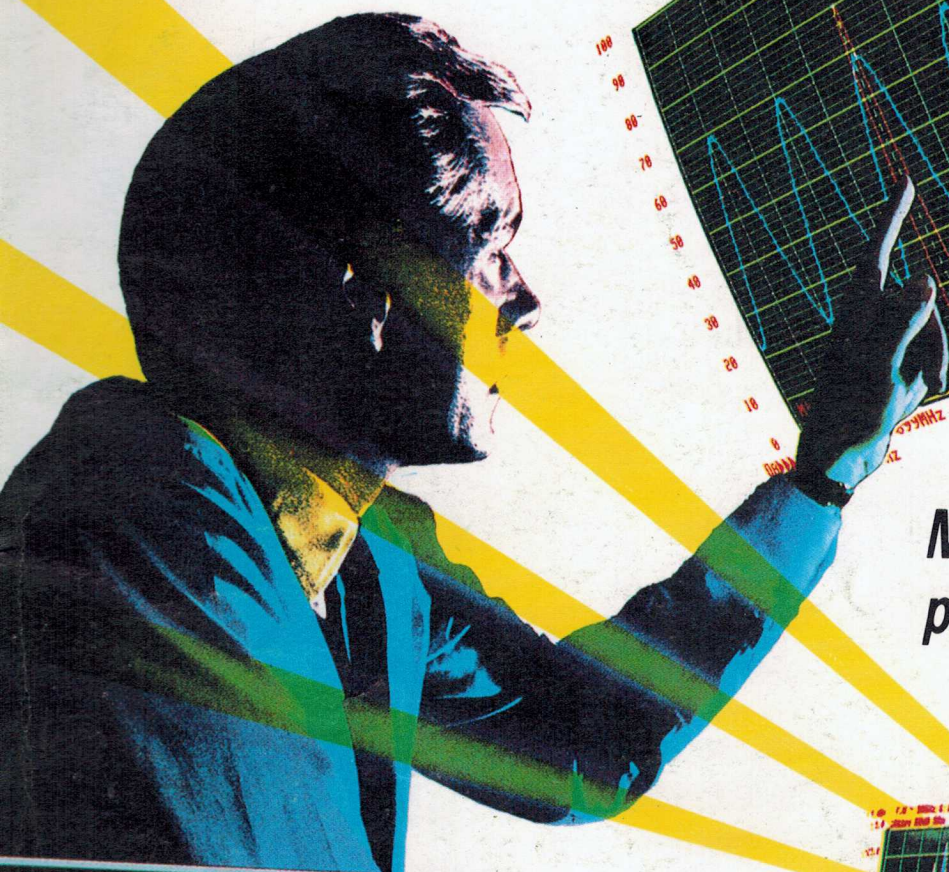
**NUEVA**

AÑO X. N.º 110  
375 PTAS.

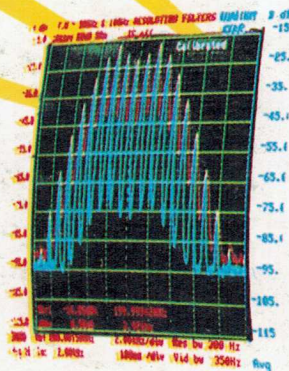
# Electrónica

*Filtros de audio*

*Anestésico electrónico*



*Modem-Packet  
para radioaficionados*



*Programa Baycom para el Modem*



**DIRECCIÓN EDITORIAL**

**REDACCIÓN**

**ADMINISTRACIÓN**

**PUBLICIDAD**

**SUSCRIPCIONES**

Comercial Electrónica RTE, S.A.  
C/Manuel Luna, 4  
28020 Madrid  
Tel.: 571 68 57 - 58 - 59  
FAX: 570 70 75

**DIRECTOR GENERAL:**

Eugenio Páez García

**DIRECTOR EDITORIAL:**

Eugenio Páez Martín

**SUSCRIPCIONES:**

Ana Isabel García

**TRADUCCIÓN:**

Ana María Márquez

**FOTOMECÁNICA:**

J. Sánchez

**DISTRIBUCIÓN:**

Coedis, S.A.  
Tel.: (93) 680 03 60  
MOLINS DE REI  
(Barcelona)

**Edición en Venezuela:**

Gias Tecnológicas Batallán  
3ra. calle de CAMPO ALEGRE,  
QTA. de los Caritos nº 8 - A  
Chacao, CARACAS, (Venezuela)  
Tel.: 31 67 92 - 32 53 05

Representante para Argentina,  
Chile, Uruguay y Paraguay:  
Cía. Española de Ediciones, S. A.  
Calle Cerrito, 520  
1010 BUENOS AIRES (Argentina)  
Tel.: 35 21 03 - 35 22 35

Traducción en Lengua  
española de la revista  
"Nuova Elettronica", Italia.  
**DIRECTOR GENERAL**  
Montuschi Giuseppe

N.º 110 - MARZO, 1993  
375 ptas. (Incluido IVA)  
Canarias, Ceuta y Melilla  
375 ptas. (Incluidos portes)

**Filtros audio de capacidad conmutada**

Los "filtros de capacidad conmutada" son integrados que sirven exclusivamente para realizar filtros Paso Bajo, Paso Alto, Paso Banda y Notch. Teniendo en cuenta que se habla de ellos en contadas ocasiones, hemos decidido ampliar el tema explicando cómo se utilizan para realizar filtros de BF de gran eficacia.

**pag. 4**

**Un estimulador de efecto analgésico**

Aconsejamos a quienes no crean en la eficacia de los anestésicos electrónicos que monten este sencillo aparato y lo prueben personalmente en su mano. Una vez aplicada la "anestesia", podrán pincharse o cortarse sin sentir dolor alguno.

**pág. 20**

**Modem-Packet para radioaficionados**

Para poder recibir y transmitir en Packet se necesita un modem proyectado específicamente para desarrollar esta función. Además de ofrecer os un kit, también os explicaremos como se utiliza con el programa Baycom, del que muchos disponen aunque sin saberlo usar.

**pág. 45**

**El programa Baycom para el Modem LX. 1099**

Ofrecemos en este artículo las instrucciones necesarias para crear conexiones Packet mediante el programa BAYCOM, que nos habéis solicitado en muchas de vuestras cartas. Quienes nos hayan pedido ayuda, podrán comprobar, al ver su complejidad, que nos era imposible dar respuesta cumplida a cada lector por separado.

**pág. 56**

**Catálogo de los kits de Nueva Electrónica**

**pág. 68**

**Relación de los distribuidores de nuestros kits**

**pág. 74**

# FILTROS AUDIO DE CAPACIDAD CONMUTADA

Los “filtros de capacidad conmutada” son integrados que sirven exclusivamente para realizar filtros Paso Bajo, Paso Alto, Paso Banda y Notch. Teniendo en cuenta que se habla de ellos en contadas ocasiones, hemos decidido ampliar el tema explicando cómo se utilizan para realizar filtros de BF de gran eficacia.

En la electrónica es frecuente la necesidad de eliminar, atenuar o exaltar determinadas frecuencias que componen el “espectro” de una señal de BF.

Por ejemplo, para los Radioaficionados puede ser muy interesante la realización de un filtro muy selectivo, centrado en **2.100 Hz** que reciba sin interferencias las señales **RTTY**, o bien centrado en **2.400 Hz** para los **FAX** y **CW**, o bien otros filtros adecuados para eliminar frecuencias espurias.

Para los aficionados a la Alta Fidelidad puede ser interesante la realización de filtros Cross-Over electrónicos con cortes de frecuencia exactos para instalaciones estereofónicas, etcétera.

Hasta ahora, para realizar un filtro Paso Bajo, Paso ALto, Paso Banda o Notch, se han utilizado amplificadores operacionales corrientes (ver revistas n.ºs 74 y 75) que aun siendo muy válidos, tienen algunos pequeños inconvenientes.

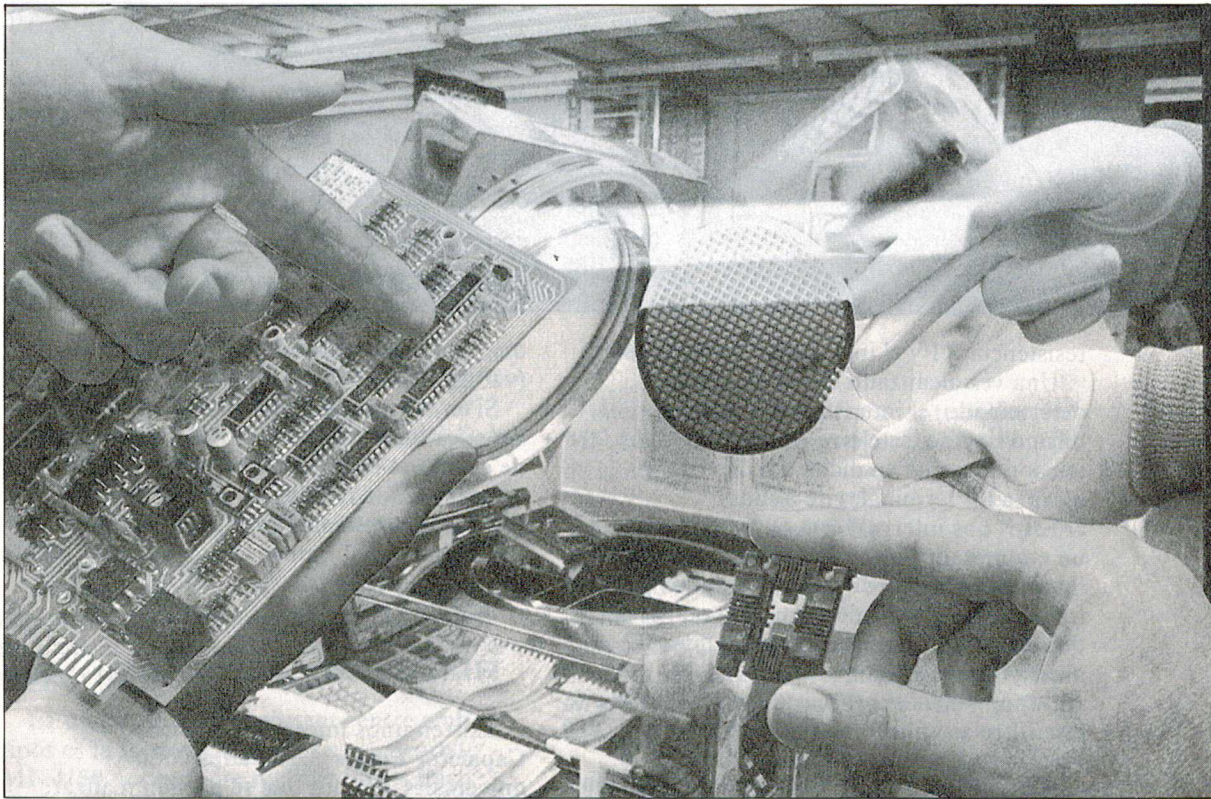
**1º - complejidad** = para realizar un filtro capaz de garantizar una atenuación de **24 dB x octava**, es necesario utilizar como mínimo

**dos operacionales** y un número elevado de componentes externos, es decir resistencias y condensadores.

**2º - atenuación** = la señal recogida en la salida de un filtro analógico realizado con operacionales está muy atenuada en comparación con la señal aplicada en entrada, por lo que es imprescindible preamplificarla.

**3º - rotación de fase** = la señal en salida sufre rotaciones de fase respecto a la señal aplicada en entrada. Aunque en algunas aplicaciones esta rotación no presenta inconvenientes, al realizar Cross-Over electrónicos para Hi-Fi hay que tenerla en cuenta para evitar que determinadas frecuencias emitidas por el altavoz de Medios/Bajos queden anuladas por aquellas emitidas por el altavoz de Bajos, que podrían salir en oposición de fase.

**4º - tolerancia** = teniendo en cuenta que los condensadores y las resistencias utilizados para realizar estos filtros presentan valores que difieren bastante de los indicados en sus envolturas, debido a la **tolerancia**, la frecuencia de corte que hemos calculado a



nivel teórico resultará, a nivel práctico, considerablemente distinta.

**5º - corte fijo** = una vez realizado un filtro con **operacionales** para una determinada frecuencia de corte, es imposible **modificarla** a menos que se sustituyan todas las resistencias o los condensadores.

Para evitar estos inconvenientes, muchos fabricantes han lanzado al mercado unos integrados denominados **Switched Capacitor Filters**, es decir **Filtros de Capacidad Conmutada**, que permiten realizar con un **único integrado** todos los tipos de filtros más corrientes, es decir Paso Bajo, Paso Alto, Paso Banda o Notch, con un número mínimo de componentes externos.

### SWITCHED CAPACITOR FILTERS

El principio de funcionamiento de estos filtros es totalmente distinto a aquel de los filtros analógicos tradicionales.

Para realizar un filtro Paso Bajo o Paso Alto con operacionales basta con escoger valores de resistencia y capacidad calculados para la frecuencia de **corte** (ver artículos publicados en las revistas n.º 74 y n.º 75), pero en los filtros de **capacidad conmutada**, la frecuencia de **corte** se obtiene gracias a una frecuencia de **clock** generada por un oscilador interno, o por un oscilador externo.

La frecuencia de **clock** de **onda cuadrada** tiene que tener un duty-cycle del **50%**, es decir que el tiempo en que permanece en **nivel lógico 0** ha de ser idéntico al tiempo que permanece en **nivel lógico 1**.

Debemos añadir por último, que la frecuencia de **clock** tiene que ser **100 ó 50** veces superior a la frecuencia de **corte**, por lo que si se pretende realizar un filtro con una frecuencia de corte de **250 Hz**, habrá que utilizar una frecuencia de clock de  $250 \times 100 = 25.000 \text{ Hz}$ , o bien de  $250 \times 50 = 12.500 \text{ Hz}$ .

Para explicar como funciona un filtro Paso Bajo de **capacidad conmutada**, podemos comenzar por el esquema de bloques de la fig. 1.

Al aplicar una onda sinusoidal a los terminales de entrada, dicha onda **carga** el condensador C1 pasando a través de la

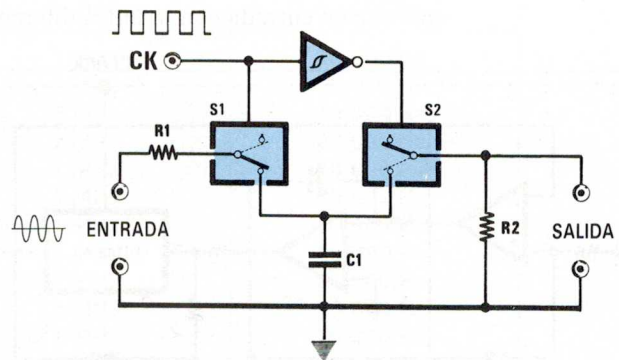


Fig. 1 En los filtros de capacidad conmutada, existe un primer conmutador electrónico que carga un condensador y un segundo conmutador que recoge la tensión almacenada. Estos dos conmutadores se pilotan con una "onda cuadrada" que tiene que ser 50-100 veces superior a la frecuencia de corte.

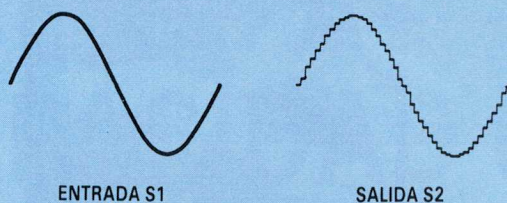


Fig. 2 Aplicando en la entrada una onda sinusoidal, en la salida de estos filtros se obtiene una onda idéntica, ligeramente "dentada" por causa del muestreo de conmutación. Esto no debe preocuparnos, ya que basta aplicar en la salida una resistencia y un condensador para linealizarla.

resistencia R1 y el interruptor electrónico S1.

Una vez alcanzado un valor de carga determinado, el interruptor S1 se **abre** y, al mismo tiempo, se **cierra** S2, por lo que la tensión presente en dicho condensador alcanza los terminales de **Salida**.

Estos dos interruptores S1-S2, incluidos en un **comutador electrónico** existente en el interior del integrado, están pilotados por una frecuencia de **clock** de forma alterna, es decir que cuando **S1 se cierra** el interruptor **S2 se abre**, y a la inversa.

Supongamos entonces que, en la entrada de este filtro se aplica una onda sinusoidal de **250 Hz** con una amplitud máxima de **1 voltio**.

Como el **clock** tiene una frecuencia **50-100 veces mayor**, sabemos que el condensador C1 se cargará con una tensión a "saltitos" por efecto de la apertura y cierre de S1.

Podemos decir que esta onda sinusoidal será **trazada** por pequeños valores de tensión, es decir **0,01 - 0,02 - 0,03 - 0,04 - 0,05 voltios**, etc. hasta alcanzar la máxima amplitud de **1 voltio**, tras lo que pasará a **0,99 - 0,98 - 0,97 - 0,96 voltios**, etc.

Cada vez que el condensador C1 se carga a uno de estos valores, el interruptor S1 se **abrirá**, cerrando S2 para descargar esta tensión sobre la salida. En consecuencia, en los extremos de la resistencia R2 encontraremos las mismas tensiones presentes en el condensador C1, es decir **0,1 - 0,2 - 0,3 - 0,4 voltios**, etc., **0,99 - 0,98 - 0,97 - 0,96 voltios** etc. y, por lo tanto, la misma onda sinusoidal aplicada en entrada con la única diferencia de

que ésta estará ligeramente "dentada" (ver fig. 2).

Si en la entrada aplicamos una frecuencia **superior a 250 Hz**, sin modificar la frecuencia de **clock**, **no lograría pasar**, mientras que si aplicamos una frecuencia **inferior a 250 Hz**, pasaría normalmente con lo que, en tales condiciones, habríamos conseguido un filtro Paso Bajo perfecto.

### FILTROS UNIVERSALES

Existen unos integrados **Switched Capacitor Filters** clasificados como **universales**, con los que se pueden realizar, además del filtro **Paso Bajo**, los filtros **Paso Alto**, **Paso Banda** y **Notch**.

Estos **Universal Switched Capacitor Filters** son un poco más complicados que los filtros **corrientes**, ya que en su interior llevan amplificadores operacionales (ver fig. 3) que sirven para sumar o restar de la señal presente en la salida del filtro Paso Bajo, la señal que se aplica en la entrada.

En la fig. 3 se puede ver que si recogemos la señal de la salida del primer operacional obtenemos un filtro **Paso Alto**, si la recogemos de la salida del segundo operacional conseguimos un filtro **Paso Banda**, si la recogemos de la salida del conmutador electrónico conseguimos un Paso Bajo y, por último, si la recogemos de la salida del tercer operacional conseguimos un filtro **Notch**.

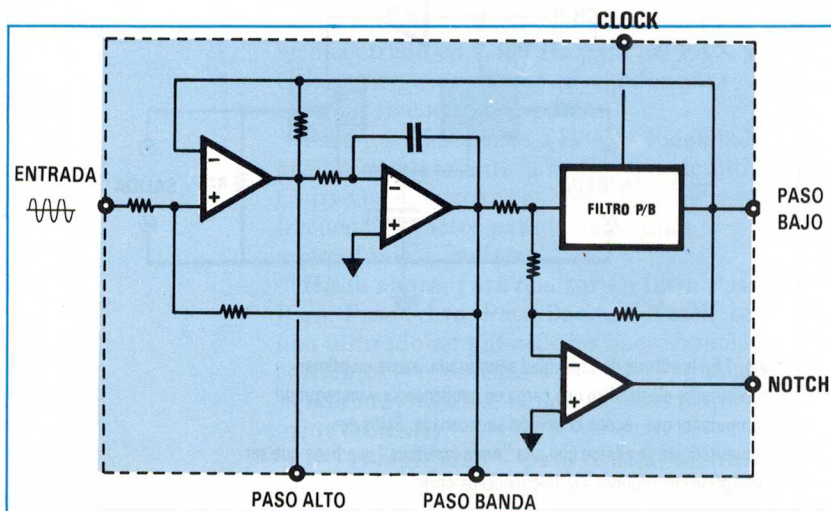


Fig. 3 Además de los filtros Paso Bajo existen también filtros Universales que nos permiten conseguir, con un sólo integrado, filtros Paso Alto, Paso Banda y Notch.

## LOS INTEGRADOS SWITCHED

Los integrados **Switched**, fabricados por **National** y por **Texas**, se dividen en cuatro categorías **Paso Bajo**, **Paso Alto**, **Paso Banda**, **Notch** y **Universales**.

Aunque con los filtros **universales** se pueden realizar los cuatro filtros más comunes, si se necesita un **único** filtro **Paso Bajo** o bien un **Paso Banda** o un **Notch**, no conviene adquirir un filtro **Universal**, ya que tiene características considerablemente inferiores a las de los filtros fabricados para desempeñar **una sola** función.

En la Tabla n.º 1 se indican las siglas de los integrados **Switched** más corrientes, sus correspondientes funciones, la frecuencia **máxima de clock** y la frecuencia **máxima de corte**.

En esta Tabla se puede observar que existen algunas parejas de integrados con la misma sigla que terminan con el número **50** o con el número **100** (ver **MF.4/50** y **MF.4/100**).

La única diferencia existente entre ambos tipos es la **frecuencia de corte**; el integrado **MF.4/50** nos permite realizar filtros **Paso Bajo** con una frecuencia de corte hasta un **máximo de 20.000 Hz**, mientras que el integrado **MF.4/100** nos permite realizar filtros **Paso Bajo** con una frecuencia de corte de tan sólo **10.000 Hz**.

Al ver que la versión **50** puede alcanzar los **20.000 Hz** y la versión **100** tan sólo **10.000 Hz**, se podría suponer que la serie **50** resulta siempre mejor que la serie **100**.

En la práctica, como explicaremos más

adelante, la serie **100** es preferible a la serie **50**; de hecho, el número **50** ó **100** situado tras la sigla indica las veces que tiene que ser **superior** la frecuencia de **clock** respecto a la frecuencia de **corte**.

Si, por ejemplo, se pretende realizar un filtro **Paso Bajo** con una frecuencia de corte de **2.400 Hz** y se utiliza un integrado **MF.4/50**, hay que conseguir una frecuencia de **clock** de:

$$2.400 \times 50 = 120.000 \text{ Hz}$$

mientras que si se utiliza un integrado **MF.4/100**, hay que conseguir una frecuencia de **clock** de:

$$2.400 \times 100 = 240.000 \text{ Hz}$$

Llegados a este punto y tras constatar que la única diferencia entre los dos integrados consiste en tener que escoger una frecuencia de **clock** distinta, os preguntaráis qué ventajas se pueden conseguir utilizando uno u otro de los integrados.

Al escoger un integrado de la serie **50**, una onda entera tiene **50 escalones** de muestreo, mientras que al utilizar un integrado de la serie **100**, los escalones de muestreo son **100** (ver fig. 4); en consecuencia, al tener la segunda un número superior de puntos de muestreo, conseguiremos en salida una onda sinusoidal más perfecta.

No obstante, tampoco se ha de pensar que con **50 escalones** se consiguen **señales distorsionadas**, ya que como veremos basta

TABLA N.º 1

Sigla integrado	Función	Máx. frec. CLOCK	Máx. frec. CORTE
MF. 4/50	PASO BAJO	1 MHz	20.000 Hz.
MF. 4/100	PASO BAJO	1 MHz	10.000 Hz.
MF. 40/50	PASO BAJO	2 MHz	40.000 Hz.
LMF. 40/100	PASO BAJO	2 MHz	20.000 Hz.
MF. 5	UNIVERSAL	1 MHz	10.000 Hz.
MF. 6/50	PASO BAJO	1 MHz	20.000 Hz.
MF. 6/100	PASO BAJO	1 MHz	10.000 Hz.
LMF. 60/50	PASO BAJO	2 MHz	40.000 Hz.
LMF. 60/100	PASO BAJO	2 MHz	20.000 Hz.
MF. 8	PASO BANDA	2 MHz	20.000 Hz.
MF. 10	UNIVERSAL	1 MHz	10.000 Hz.
LMF. 100	UNIVERSAL	3 MHz	70.000 Hz.
LMF. 90	NOTCH	2 MHz	20.000 Hz.
TLC. 04	PASO BAJO	2 MHz	40.000 Hz.
TLC. 10	UNIVERSAL	2 MHz	40.000 Hz.
TLC. 14	PASO BAJO	2 MHz	20.000 Hz.

En esta Tabla se indican las siglas de los integrados de capacidad conmutada que se encuentran con más facilidad; se indican los filtros para los que han sido diseñados, la frecuencia máxima de clock a la que pueden trabajar y la frecuencia máxima de corte que pueden realizar.

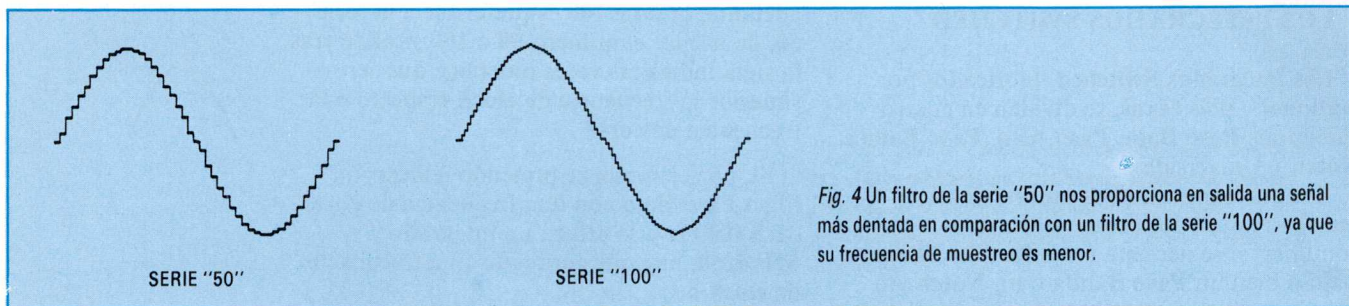


Fig. 4 Un filtro de la serie "50" nos proporciona en salida una señal más dentada en comparación con un filtro de la serie "100", ya que su frecuencia de muestreo es menor.

con aplicar en la salida de estos integrados una **resistencia** y un **condensador** para recuperar una onda sinusoidal **perfecta**.

Al decir ésto, se podría suponer que conviene utilizar siempre los filtros de la serie **100**, pero lo cierto es que si en el mercado existe también la serie **50** será por algo.

Si observamos la **tabla n.º 1** la frecuencia máxima de **clock** de los dos integrados **MF.4/50** y **MF.4/100**, veremos que en ambos casos es de **1 MHz**.

Ahora bien, si pretendemos realizar un filtro Paso Bajo con una frecuencia de corte de **16.000 Hz**, al emplear un integrado **MF4/100** tendríamos que utilizar una frecuencia de clock igual a:

$$16.000 \text{ Hz} \times 100 = 1.600.000 \text{ Hz}$$

es decir una frecuencia de **1,6 MHz** y como su clock **no lo acepta** nunca podríamos realizar dicho filtro si no dispusiéramos del integrado **MF4/50**.

Por el contrario, si utilizamos el integrado **MF4/50** podemos realizar fácilmente un filtro con una frecuencia de corte de **16.000 Hz** ya que la frecuencia de clock que se ha de utilizar es inferior a **1 MHz**, puesto que:

$$16.000 \text{ Hz} \times 50 = 800.000 \text{ Hz.}$$

Si, por el contrario, deseamos realizar un filtro con una frecuencia de corte de **2.450 Hz**, podemos utilizar indistintamente cualquiera de los dos tipos de integrado, el **MF4/100** o el **MF4/50**, ya que, en ambos casos, la frecuencia de clock estaría por debajo de **1 MHz**.

De hecho, al utilizar el **MF4/100** necesitaríamos una frecuencia de clock de:

$$2.450 \text{ Hz} \times 100 = 245.000 \text{ Hz}$$

mientras que utilizando el **MF4/50** necesitaríamos una frecuencia de clock de:

$$2.450 \text{ Hz} \times 50 = 122.500 \text{ Hz.}$$

Es decir una frecuencia equivalente a la mitad de la requerida por el **MF.4/100**.

## LA FRECUENCIA IMAGEN

Todos sabemos que al aplicar en la entrada de cualquier integrado o transistor **dos** frecuencias distintas, se consigue una mezcla que nos ofrece en salida **4** frecuencias distintas:

- 1º = frecuencia de entrada**
- 2º = frecuencia de clock**
- 3º = frecuencia clock - frec. entrada**
- 4º = frecuencia clock + frec. entrada**

La **frecuencia de clock** y la de **clock + frec. entrada** (2.º y 4.º) se eliminan mutuamente de forma automática al ser **superiores** a la frecuencia máxima de la banda Audio, mientras que si no se suprime la **frecuencia 3**, correspondiente a la **frecuencia de clock** menos la **frecuencia de entrada**, podrían surgir graves problemas.

De hecho, si realizamos un filtro con una frecuencia de corte de **2.450 Hz**, **tendremos que utilizar un clock de 122.000 Hz** o de **245.000 Hz**, frecuencias **no audibles**; otro tanto podemos decir de la frecuencia de **clock más la de BF**:

$$122.500 + 2.450 = 124.950 \text{ Hz}$$

$$245.000 + 2.450 = 247.450 \text{ Hz}$$

La que origina más problemas es la tercera frecuencia de conversión, es decir la **frecuencia clock - frecuencia de entrada**, en especial si tenemos que realizar filtros **Paso Bajo** con una frecuencia de corte inferior a **800 Hz**.

Por ejemplo, si queremos realizar un filtro **Paso Bajo** de **480 Hz** utilizando un integrado de la serie **50**, tendremos que utilizar una frecuencia de clock de:

$$480 \times 50 = 24.000 \text{ Hz}$$

Calculando la diferencia entre estas dos frecuencias vemos que:

$$24.000 - 480 = 23.520 \text{ Hz}$$

que, como ya sabemos, no es **audible**.

Pero no debemos olvidar que aunque hemos calculado nuestro filtro para una

frecuencia de corte de **480 Hz**, a la entrada del integrado llegan también todas las frecuencias de la gama Audio, que pueden partir de un mínimo de **10 Hz** hasta alcanzar un máximo de **20.000 Hz**.

Al entrar todas estas frecuencias, se consigue un número infinito de frecuencias **espureas audibles**.

De hecho cuando a la entrada del integrado llega una frecuencia de **10.000 Hz** obtenemos una tercera frecuencia (frecuencia clock - frecuencia entrada) igual a:

$$24.000 - 10.000 = 14.000 \text{ Hz}$$

Cuando entre una frecuencia de **13.000 Hz** obtendremos una tercera frecuencia, que ya se encuentra en la gama **audible**, es decir:

$$24.000 - 13.000 = 11.000 \text{ Hz}$$

Si entrara una frecuencia más elevada, por ejemplo de **15.000 Hz**, obtendríamos una tercera frecuencia de pulsación alrededor de:

$$24.000 - 15.000 = 9.000 \text{ Hz}$$

Si entrara una frecuencia de **20.000 Hz** conseguiríamos una frecuencia de pulsación aún más baja:

$$24.000 - 20.000 = 4.000 \text{ Hz}$$

Todas estas frecuencias espureas, al estar dentro de la gama **audible**, generan un molesto **pitido**.

Para evitar este inconveniente existe una solución: **evitar que entren** en el integrado las **frecuencias superiores a la de corte**, que podrían provocar estos pitidos.

### ELIMINACION DE LAS PULSACIONES

Para eliminar este molesto **pitido** hay que pasar la señal de BF a través de un filtro analógico Paso Bajo, denominado **anti-imagen**, de **12 dB x octava**, calculado a una frecuencia superior en un **10-20%** respecto a la frecuencia de **corte**, antes de que entre en el filtro digital (ver fig. 6).

Por ejemplo, si se quiere realizar un filtro de capacidad conmutada **Paso Bajo** para una frecuencia de corte de **480 Hz**, habrá que situar antes de él un **filtro analógico** (ver fig. 7) calculando los valores de **C2** y **R1** mediante las fórmulas siguientes:

$$R1 = 94.000 : (C2 \times \text{Hz})$$

$$C2 = 94.000 : (R1 \times \text{Hz})$$

**NOTA:** puntualizaremos que el valor de la resistencia **R1** se expresa en **Kilohmios** y el del condensador **C2** en **nanofaradios**.

En estas fórmulas, la frecuencia de corte en **Hz** no debe aumentarse más del **20%**.

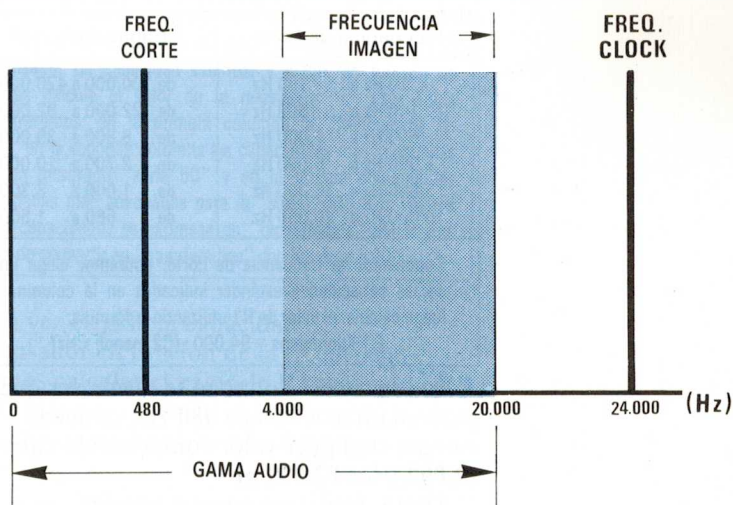


Fig. 5 La frecuencia de clock, al mezclarse con la señal de BF, puede generar "pulsaciones" que se oyen en forma de molesto pitido. Para evitar este inconveniente hay que aplicar, antes del filtro digital, un sencillo filtro "anti-imagen" (ver fig. 6-7).

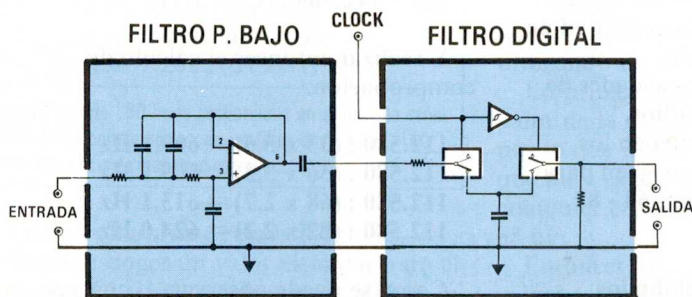


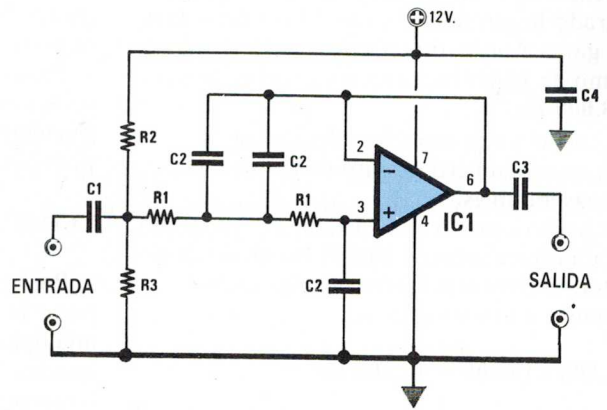
Fig. 6 EL filtro "anti-imagen" es un simple filtro Paso Bajo calculado para una frecuencia de corte superior en un 10%-20% a aquella a la que deberá trabajar el filtro digital.



Fig. 7 Esquema eléctrico de un filtro "anti-imagen"; los valores de R1 y C2 se calculan con las fórmulas indicadas en el artículo.

**RELACION DE COMPONENTES**

- R1 = 94.000 : (C2 in nanoF : Hz)
- R2 = 10.000 ohm
- R3 = 10.000 ohm
- C1 = 1.000 pF poliester
- C2 = 94.000 : (R1 in Kiloohm x Hz)
- C3 = 1.000 pF poliester
- C4 = 100.000 pF poliester
- IC1 = TL.081 o similar



Para calcular este filtro analógico **anti-imagen**, lo primero que hay que hacer es escoger en la **Tabla n.º 2** un valor **estándar** para el condensador **C2** y luego, con la fórmula, calcular el valor de la resistencia **R1**.

**NOTA:** Los valores de C2 indicados en esta Tabla se expresan en **picoFaradios**, por lo que se han de convertir a **nanofaradios** dividiendo por **1.000**.

Por ejemplo, para calcular un filtro **Paso Bajo** con una frecuencia de corte de **480 Hz**, lo primero que hay que hacer es comprobar en la **Tabla n.º 2** qué capacidades son aconsejables para esta frecuencia.

**TABLA N.º 2**

Frecuencia de corte		Capacidad en pF
10 Hz a	100 Hz	de 100.000 a 470.000
100 Hz a	500 Hz	de 22.000 a 82.000
500 Hz a	1.000 Hz	de 6.800 a 39.000
1.000 Hz a	5.000 Hz	de 2.700 a 10.000
5.000 Hz a	10.000 Hz	de 1.000 a 3.300
10.000 Hz a	20.000 Hz	de 560 a 1.500

Conociendo la frecuencia de corte, podremos elegir una de las capacidades estándar indicadas en la columna y luego calcular el valor de R1 utilizando la fórmula:  
 $R1 \text{ Kiloohmios} = 94.000 : (C2 \text{ nanoF} \times \text{Hz})$

En la primera columna se puede ver que, para una frecuencia de **480 Hz**, se puede escoger cualquier valor comprendido entre los **22.000** y los **82.000 pF**.

Ahora, mediante pocas y simples operaciones aritméticas, se ha de calcular la capacidad que nos puede ofrecer un valor **estándar par: R1**, para evitar la necesidad de conexiones en serie o en paralelo.

Tras haber convertido las capacidades de estos condensadores a **nanofaradios**, dividiendo por **1.000**, se comprueban los valores en Kiloohmios que se consiguen para **R1** con **22 - 27 - 33 - 39 - 47 - 56 - 68 - 82 nanofaradios:**

- 94.000 : (22 x 480) = 8,90 Kiloohmios
- 94.000 : (27 x 480) = 7,25 Kiloohmios

- 94.000 : (33 x 480) = 5,93 Kiloohmios
- 94.000 : (39 x 480) = 5,02 Kiloohmios
- 94.000 : (47 x 480) = 4,16 Kiloohmios
- 94.000 : (56 x 480) = 3,49 Kiloohmios
- 94.000 : (68 x 480) = 2,87 Kiloohmios
- 94.000 : (82 x 480) = 2,38 Kiloohmios

En la **Tabla n.º 3** se puede comprobar qué combinaciones de C2 y R1 son las más adecuadas:

**TABLA N.º 3**

C1	R1	Valores aconsejados
33 nanofaradios	5,93 kilohmios	5,6 kilohmios
56 nanofaradios	3,49 kilohmios	3,3 kilohmios
68 nanofaradios	2,87 kilohmios	2,7 kilohmios
82 nanofaradios	2,38 kilohmios	2,2 kilohmios

Una vez conseguidas las combinaciones que nos permitirán conseguir los valores de R1 más próximos a los "estándar", si esta tolerancia se encuentra dentro de un 10%, se puede utilizar tranquilamente en el filtro "anti-imagen"

Se puede observar que los valores que aconsejamos emplear en la tercera columna están muy **próximos** a los indicados en la segunda columna: ello no debe preocuparos ya que en este **filtro** se tolera bien una diferencia del **10%** en más o en menos.

Si queremos comprobar las frecuencias de corte que se consiguen con estos valores de resistencias estándar, podemos emplear la fórmula siguiente:

$$\text{Hz} = 112.580 : (C1 \times R1)$$

Y realizar entonces el cálculo de comprobación:

- 112.580 : (33 x 5,6) = 609,1 Hz
- 112.580 : (56 x 3,3) = 609,1 Hz
- 112.580 : (68 x 2,7) = 613,1 Hz
- 112.580 : (82 x 2,2) = 624,0 Hz

Como se puede observar, el corte de frecuencia se produce, en todo caso, por

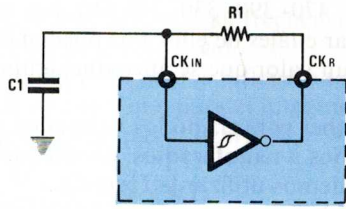


Fig. 8 Si en el integrado se incluye la etapa oscilador, basta enlazar una R y un C a las patillas indicadas para conseguir la frecuencia de clock. En la Tabla n. 4 se indican las fórmulas para calcular el valor de R y de C.

encima del 20% de la frecuencia de corte del filtro de capacidad conmutada.

En la fig. 7 ofrecemos el esquema eléctrico de un filtro **anti-aliasing** que utiliza una tensión de alimentación **simple**.

Como integrado operacional se puede emplear un TL.081 - uA.741 - LF.351 o similares.

### FRECUENCIA DE CLOCK

Dentro de algunos **Switched Capacitor Filters** hay ya una etapa osciladora, por lo que basta con aplicar a las patillas indicadas con **CLOCK IN** y **CLOCK R** (ver fig. 8) un **condensador** y una resistencia de valor adecuado, que se han de calcular en función de la **frecuencia de corte** que se pretenda conseguir.

En la **Tabla n.º 4** se indican las fórmulas que se han de emplear para los distintos tipos de integrados:

TABLA N.º 4

MF4/50 - MF6/50 - MF8/50 - TLC. 04
$R1 = 11.834 : (C1 \times \text{Hz})$ $C1 = 11.834 : (R1 \times \text{Hz})$ $\text{Hz} = 11.834 : (C1 \times R1)$
MF4/100 - MF6/100 - MF8/100 - TLC. 14
$R1 = 5.917 : (C1 \times \text{Hz})$ $C1 = 5.917 : (R1 \times \text{Hz})$ $\text{Hz} = 5.917 : (C1 \times R1)$
LMF.40/50 - LMF.60/50
$R1 = 14.598 : (C1 \times \text{Hz})$ $C1 = 14.598 : (R1 \times \text{Hz})$ $\text{Hz} = 14.598 : (C1 \times R1)$
LMF.40/100 - LMF.60/100
$R1 = 7.299 : (C1 \times \text{Hz})$ $C1 = 7.299 : (R1 \times \text{Hz})$ $\text{Hz} = 7.299 : (C1 \times R1)$
Un filtro de la serie "50" nos proporciona en salida una señal más dentada en comparación con un filtro de la serie "100", ya que su frecuencia de muestreo es menor.

Para desarrollar una de estas fórmulas, aconsejamos escoger un valor **estándar** para el condensador **C1** y luego calcular el valor de la resistencia **R1**.

Para ayudaros en la elección del valor del condensador, en la **Tabla n.º 5** encontraréis las capacidades aconsejables para la **frecuencia de corte** deseada y para las dos versiones de filtro, es decir de la **serie 50** y de la **serie 100**.

TABLA N.º 5

Frecuencia	Capacidad en picofaradios	Corte en Hz	
		serie 50	serie 100
20 ..... 50	6.800 .... 3.300	3.900	1.800
50 ..... 100	6.800 .... 2.700	3.300	1.200
100 ..... 150	5.600 .... 2.200	2.700	1.000
150 ..... 200	4.700 .... 1.800	2.200	820
200 ..... 400	2.200 .... 1.000	1.000	470
400 ..... 800	1.000 .... 470	680	220
800 ..... 1.500	820 ..... 330	330	450
900 ..... 1.000	900 ..... 400	400	600
1.500 .... 3.000	680 ..... 270	150	68
3.000 .... 6.000	470 ..... 220	100	47
6.000 ... 10.000	330 ..... 150	82	33
10.000 .. 20.000	220 ..... 100	33	15
20.000 .. 50.000	100 ..... 47	22	10

Para calcular la frecuencia de clock se escoge siempre un condensador de capacidad estándar y luego, en función de éste, se calcula el valor de la resistencia. En esta Tabla encontraremos: en la primera columna la "frecuencia de corte", en la segunda columna las capacidades más adecuadas para un integrado "serie 50" y en la tercera columna las capacidades más adecuadas para la "serie 100". Los valores de las capacidades se expresan en "picofaradios" por lo que se han de convertir en "nanofaradios" dividiendo x 1.000

Una vez elegida la capacidad del condensador en función de la frecuencia, podemos calcular el valor de **R1** teniendo en cuenta que para cada serie de estos integrados se ha de utilizar una fórmula **distinta**.

### PRIMER EJEMPLO

Pretendemos realizar un filtro **Paso Bajo** con una frecuencia de corte de **2.240 Hz**, utilizando un integrado **MF4/100**.

Lo primero que hay que hacer es buscar el valor de la capacidad para la etapa oscilador, por lo que al consultar la Tabla n. 4, vemos que para esta frecuencia se puede emplear cualquier capacidad comprendida entre **150 y 68 pF**.

Entonces, tomando como base todos los valores comprendidos en esta gama (150 - 120 - 100 - 68 pF), podemos comprobar cuáles nos

pueden ofrecer para R1 un valor que se aproxime a un valor **estándar**.

Tras haber convertido los valores en **picofaradios a nanofaradios**, dividiendo por **1.000**, podemos utilizar las fórmulas correspondientes al integrado **MF4/100** y calcular el valor **R1**:

$$\begin{aligned} R1 &= 5.917 : (0,15 \times 2.240) = 17,61 \text{ Kilohmios} \\ R1 &= 5.917 : (0,12 \times 2.240) = 22,01 \text{ Kilohmios} \\ R1 &= 5.917 : (0,1 \times 2.240) = 26,41 \text{ Kilohmios} \\ R1 &= 5.917 : (0,082 \times 2.240) = 32,21 \text{ Kilohmios} \\ R1 &= 5.917 : (0,068 \times 2.240) = 38,84 \text{ Kilohmios} \end{aligned}$$

Podemos ver que la capacidad de **0,12 nanofaradios** nos permite obtener un valor de resistencia **estándar** de **22 Kilohmios**.

Si, llegados a este punto, queremos comprobar cual será la frecuencia de corte empleando una resistencia de valor estándar de **22 Kilohmios** y una capacidad de **0,12 nanofaradios**, podemos emplear la fórmula:

$$\text{Hz} = 5.917 : (0,12 \times 22) = 2.241,2 \text{ Hz}$$

Es evidente que la diferencia entre los **2.240 Hz** correspondientes a la frecuencia de corte deseada y los **2.241,2 Hz** es **mínima**, por lo que se pueden utilizar tranquilamente estos valores.

## SEGUNDO EJEMPLO

Pretendemos realizar un filtro **Paso Bajo** con una frecuencia de corte de **1.800 Hz**, utilizando un integrado **LMF.60/50**.

Consultando la **tabla n.º 5** vemos que la capacidad aconsejada para esta gama de frecuencias está comprendida entre los **680** y los **270 pF**.

Entonces, tomando como base todos los

valores estándar comprendidos en esta gama (**680- 560- 470- 390- 330- 270 pF**), hay que comprobar cuáles de ellos nos pueden dar para **R1** un valor que se aproxime a uno **estándar**.

Tras haber convertido los valores en **picofaradios a nanofaradios**, dividiendo por **1.000**, podemos utilizar la fórmula correspondiente al integrado **LMF60/50** y calcular el valor de **R1**:

$$\begin{aligned} 14.598 &: (0,68 \times 1.800) = 11,92 \text{ Kilohmios} \\ 14.598 &: (0,56 \times 1.800) = 14,48 \text{ Kilohmios} \\ 14.598 &: (0,47 \times 1.800) = 17,25 \text{ Kilohmios} \\ 14.598 &: (0,39 \times 1.800) = 20,79 \text{ Kilohmios} \\ 14.598 &: (0,33 \times 1.800) = 24,57 \text{ Kilohmios} \\ 14.598 &: (0,27 \times 1.800) = 30,03 \text{ Kilohmios} \end{aligned}$$

Se puede ver que el valor de capacidad de **0,68 nanofaradios** (equivalentes a **680 pF**) es el que nos permite acercarnos más al valor estándar de **12 Kilohmios**.

Si ahora queremos comprobar cuál será la frecuencia de corte utilizando **12 kilohmios** y **0,68 nanofaradios**, podemos emplear la fórmula:

$$14.598 : (0,68 \times 12) = 1.779 \text{ Hz}$$

Puesto que la diferencia es de tan sólo **21 Hz**, podemos utilizar tranquilamente estos dos valores, teniendo además en cuenta que la resistencia y el condensador que usaremos tienen ya una **tolerancia** del **10%** en más o en menos.

## TERCER EJEMPLO

Hemos incluido en la etapa oscilador de un filtro **Paso Bajo**, que utiliza un integrado **LMF40/100**, una resistencia de **4,7 Kilohmios**

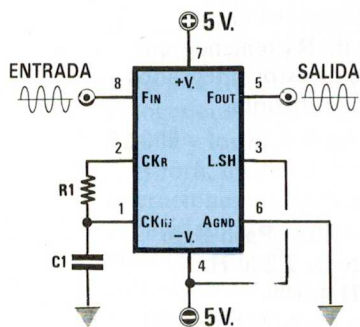


Fig. 9 Si se alimenta el integrado con una tensión "dual", el condensador C1 y la patilla 6 (A/Gnd) se enlazan a "masa", mientras que la patilla 3 (LSH) debe ir enlazada a la patilla 4 de la tensión negativa de alimentación (ver patilla 4).

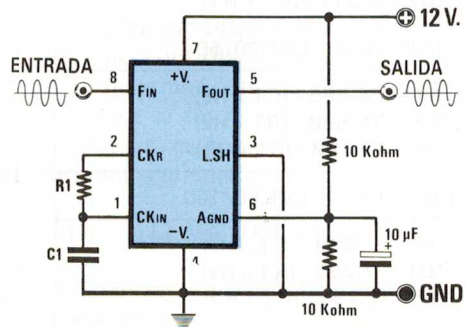


Fig. 10 Si se alimenta el integrado con una tensión "sencilla", hay que enlazar a masa la patilla 3 (LSH) y el condensador C1, mientras que la patilla 6 (A/Gnd) se enlaza a un partidor resistivo formado por dos resistencias de 10.000 ohmios más un electrolítico.

y un condensador de **1 nanofaradio**, y queremos saber cuál será su frecuencia de **corte** partiendo de estos valores.

En la **tabla n.º 4** hemos reflejado todas las fórmulas y vemos que para el integrado **LMF40/100** hay que utilizar:

$$\text{Hz} = 7,299 : (\text{C1} \times \text{R1})$$

Al sustituir en esta fórmula los valores de **R1** y **C1** obtendremos una frecuencia de:

$$7.299 : (1 \times 4,7) = 1.552,9 \text{ Hz}$$

Teniendo en cuenta que el condensador y la resistencia pueden tener una **tolerancia del 10%**, la frecuencia de corte en la práctica difiere en muy poco del valor calculado.

## TOLERANCIAS

Debido a la **tolerancia del condensador** y de la **resistencia** detectaremos siempre una diferencia entre el cálculo teórico y el resultado práctico; por ello, si pretendemos conseguir una frecuencia de corte exacta tenemos que utilizar una **resistencia** de valor **inferior** al calculado y luego, enlazar en serie con ella un **trimmer** para poder corregir estas tolerancias.

Como no se puede enlazar a la **patilla de clock** un frecuencímetro ya que provocaría una variación de la frecuencia generada; por lo tanto, para dar con la frecuencia de **corte** sólo podemos retocar de forma experimental el trimmer hasta observar en la pantalla de un osciloscopio u oír en el altavoz, qué frecuencias sale **atenuada**.

## TENSION DE ALIMENTACION

Estos integrados se pueden alimentar con un tensión **sencilla** o con una tensión **dual** (ver figuras 9-10).

Si se alimenta con una tensión sencilla, aconsejamos emplear una tensión estabilizada de **12 voltios**.

No conviene elevar esta tensión por encima de los **13 voltios** ni reducirla por debajo de los **8 voltios**.

Por el contrario, si se utiliza una tensión dual, aconsejamos emplear una tensión estabilizada de **5 voltios negativos** y una de **5 voltios positivos**.

No conviene alimentar el circuito con tensiones duales inferiores a **4 + 4 voltios** ni superiores a **6 + 6 voltios**.

Si no alimentamos estos integrados con tensiones **estabilizadas**, podemos detectar fluctuaciones en el valor de las frecuencias de corte.

## ATENUACION POR OCTAVAS

En cualquier filtro se indica siempre el **coeficiente de atenuación en dB x octava**.

Aunque ya es sabido que cuanto más elevados son los dB x octava, mayor es la atenuación, muchos lectores nos preguntan todavía que son y cuántas veces hay que atenuar las frecuencias que no interesan.

TABLA N.º 6

Atenuación dB x octava	Dividir voltios x
12 dB	3,98
24 dB	15,84
36 dB	63,09
48 dB	251,18
60 dB	1.000,00

Antes de hablar de **voltios de atenuación**, hemos de puntualizar lo que se entiende por **octavas**.

Las octavas en los filtros **Paso Alto** son las frecuencias **inferiores** a la de **corte** dividida por **2-4-8**.

Por lo tanto, si hemos realizado un paso Alto para una frecuencia de corte de **2.400 Hz**, las octavas inferiores de esta frecuencia serán de:

$$\begin{aligned} 2.400 : 2 &= 1.200 \text{ Hz (primera octava)} \\ 2.400 : 4 &= 600 \text{ Hz (segunda octava)} \\ 2.400 : 8 &= 300 \text{ Hz (tercera octava)} \end{aligned}$$

Las octavas en los filtros **Paso Bajo** son las frecuencias **superiores** a las de la frecuencia de **corte** multiplicadas por **2-4-8**.

Por lo tanto, si hemos realizado un filtro Paso Bajo para una frecuencia de corte de **520 Hz**, las octavas superiores de esta frecuencia serán:

$$\begin{aligned} 520 \times 2 &= 1.040 \text{ Hz (primera octava)} \\ 520 \times 4 &= 2.080 \text{ Hz (segunda octava)} \\ 520 \times 8 &= 4.160 \text{ Hz (tercera octava)} \end{aligned}$$

Sabiendo que las **octavas** son submúltiplos o múltiplos de la frecuencia de **corte**, podremos averiguar de inmediato "cuántas veces" se **atenuan** estas frecuencias dividiendo la amplitud de la señal aplicada en la entrada por el coeficiente de atenuación indicado en la **Tabla n.º 6**.

Si consideramos un filtro **Paso Alto** de **24 dB x octava** calculado para una frecuencia de corte de **2.400 Hz** y en tal entrada aplicamos una frecuencia de **1.200 Hz** (primera octava inferior), que tenga una amplitud de **0,5 voltios**, en salida de este filtro dicha frecuencia tendrá una tensión de tan sólo:

$$0,5 : 15,84 = 0,0315 \text{ voltios}$$

TABLA N.º 7

Frecuencia en Hz	Capacidad C2 in picofaradios
500 - 1.000	33.000
1.000 - 2.000	22.000
2.000 - 3.000	12.000
3.000 - 4.000	10.000
4.000 - 5.000	6.800
5.000 - 6.000	6.800
6.000 - 7.000	6.800
7.000 - 8.000	6.800
8.000 - 9.000	6.800
10.000 - 12.000	6.800
12.000 - 15.000	6.800

Para limpiar la onda dentada presente en la salida del filtro hay que utilizar para C2 (ver fig. 11) una capacidad cuyo valor se escoge en función de la frecuencia de corte. Si se ha realizado un filtro de 1.000 Hz se puede emplear una capacidad de 22.000 pF. Si se ha realizado un filtro variable de 500 a 3.000 Hz conviene utilizar la capacidad para la frecuencia más elevada, es decir para los 3.000 Hz. El valor de este condensador no es crítico.

Si aplicamos una frecuencia de **600 Hz** (segunda octava inferior) también de **0,5 voltios**, tendremos que dividir su amplitud **dos veces** por **15,84**, por lo que tendremos en salida:

$$0,5 : 15,84 : 15,84 = 0,0019 \text{ voltios}$$

En la tercera octava, es decir en la frecuencia de **300 Hz**, tendremos que dividir su amplitud **tres veces** por **15,84** por lo que tendremos:

$$0,5 : 15,84 : 15,84 : 15,84 = 0,000011 \text{ voltios}$$

es decir que esta señal saldrá **atenuada en 0,5 : 0,000011 = 45.454 veces**.

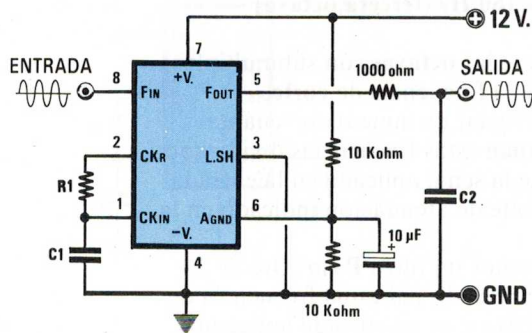


Fig. 11 En la fig. 4 indicábamos que la onda sinusoidal que sale de un filtro digital, siempre está ligeramente "dentada". Para eliminar este dentado basta con aplicar en la salida del filtro una resistencia de 1.000 ohmios y un condensador cuya capacidad se puede consultar en la Tabla n.º 7

Si tomamos como ejemplo un filtro **Paso Bajo** de **24 dB x octava** calculado para una frecuencia de corte de **5.200 Hz** y en dicha entrada aplicamos una frecuencia de **10.400 Hz** (primera octava superior) que tenga una amplitud de **360 milivoltios**, en la salida del filtro tendremos una señal con una tensión de tan sólo:

$$360 : 15,84 = 22,72 \text{ milivoltios}$$

Para averiguar la tensión de la **segunda octava superior**, es decir para la frecuencia de **20.800 Hz**, tendremos que dividir su amplitud **dos veces** por **15,84**, por lo que esta frecuencia saldrá con una tensión de tan sólo:

$$360 : 15,84 : 15,84 = 1,43 \text{ milivoltios}$$

Tras explicar cómo se calcula la atenuación en **tensión** de las octavas, podemos pasar a ofreceros los esquemas que hemos realizado utilizando estos integrados **Switched Capacitor Filters**.

#### FILTRO PASO BAJO 24 dB x octava

Para realizar un filtro **Paso Bajo** con una atenuación de **24 dB x octava**, podemos emplear uno de los integrados siguientes:

- MF4/50
- MF4/100
- LMF40/50
- LMF40/100
- TLC.04
- TLC14

que son equivalentes tanto en cuanto a características como en cuanto a situación de las patillas.

La única diferencia existente entre la serie **MF** y la serie **LMF - TLC** es la frecuencia máxima de trabajo del **clock**.

En la fig. 9 se refleja el esquema de dicho filtro con alimentación **dual** de **5 + 5 voltios** y, en la fig. 10, el mismo esquema eléctrico para utilizar con una alimentación **sencilla** de **12 voltios**.

Por razones prácticas aconsejamos emplear, a ser posible, una tensión **sencilla** estabilizada, sobre todo si se utiliza una frecuencia de **clock externa**.

En la relación de componentes de estos dos esquemas faltan tan sólo dos valores, el de la resistencia **R1** y el del condensador **C1**, que tendremos que calcular en función de la frecuencia de **corte** que deseamos conseguir.

Debemos puntualizar que en la entrada de estos filtros nunca podremos aplicar señales de **BF** que superen en amplitud los **6-7 voltios pico-pico**.

-Lo primero que hay que hacer es consultar en la tabla n.º 4 la capacidad que se ha de escoger para el condensador **C1** en función de la **frecuencia de corte** deseada.

-Entonces podemos calcular el valor de **R1** utilizando la fórmula que obtendremos en la **Tabla n.º 4** correspondiente al integrado que hemos utilizado, que podría ser un MF4/50 - LMF40/100 - TLC.14.

-Teniendo en cuenta que el valor de **R1** que obtendremos con estos cálculos probablemente no será **estándar**, en caso de necesitar una frecuencia de **corte exacta**, aconsejamos emplear una resistencia de valor **inferior** aplicando luego, en serie, un trimmer que, bien regulado, permita conseguir la frecuencia requerida, teniendo en cuenta la tolerancia del condensador **C1**.

-Si, una vez realizado el filtro **Paso Bajo**, se oye por debajo de la señal de BF un **pitido agudo**, tendremos que aplicar en la entrada un filtro **anti-aliasing** (ver fig. 7).

Por lo tanto, el esquema definitivo se modificará tal como se observa en las figuras 6-13.

-En la salida de todo filtro **conviene** aplicar una resistencia de **1.000** ohmios seguida por un condensador enlazado a **masa**, cuya capacidad podemos consultar en la **tabla n.º 7** (ver fig. 11).

Este condensador sirve para eliminar los "escalones" visibles en la fig. 4, con el fin de conseguir una onda perfectamente sinusoidal.

## FILTRO PASO BAJO 700 - 3.000 Hz

Tras una descripción teórica completa de los Filtros **Paso Bajo** digitales, conviene

ofrecer también una realización práctica con un integrado MF4/100, para poder comprobar su eficacia.

El filtro que presentamos es un **Paso Bajo** con una atenuación de **24 dB x octava**, que se puede regular desde un mínimo de **700 Hz** hasta un máximo de **3.200 Hz**, girando de un extremo al otro el cursor del trimmer **R5**.

Los valores indicados en el esquema sólo sirven para los integrados de la serie MF4/100 y TLC.14, ya que si utilizáramos integrados MF4/50 y TLC.04 tendríamos que aumentar la capacidad del condensador **C8** de 150 a 330 pF para centrarse en la frecuencia deseada.

Quienes deseen realizarlo con un integrado MF4/100 para una frecuencia distinta a la que hemos elegido, también tendrán que modificar la capacidad del condensador **C6** y el valor de las resistencias **R5-R6** y calcular el **filtro** formado por IC1 para una frecuencia de corte **superior** a la que se consigue girando el trimmer **R5** al mínimo de su resistencia.

En la fig. 13 se puede observar que la señal que pretendemos "filtrar" se aplica al primer filtro formado por IC1 que, como ya sabemos, sirve para eliminar las **frecuencias imagen** que podrían provocar **pulsaciones** espúreas.

Con los valores que hemos elegido para **C3-R3**, este filtro corta aproximadamente a **3.200 Hz**.

Hemos puntualizado "aproximadamente" ya que en todo montaje, siempre hay que tener en cuenta la **tolerancia** que pueden presentar los condensadores y las resistencias.

De la patilla de salida **6** del operacional marcado IC1 se recoge la señal BF ya filtrada que, mediante el condensador **C5**, se aplica a la entrada del **filtro digital**.

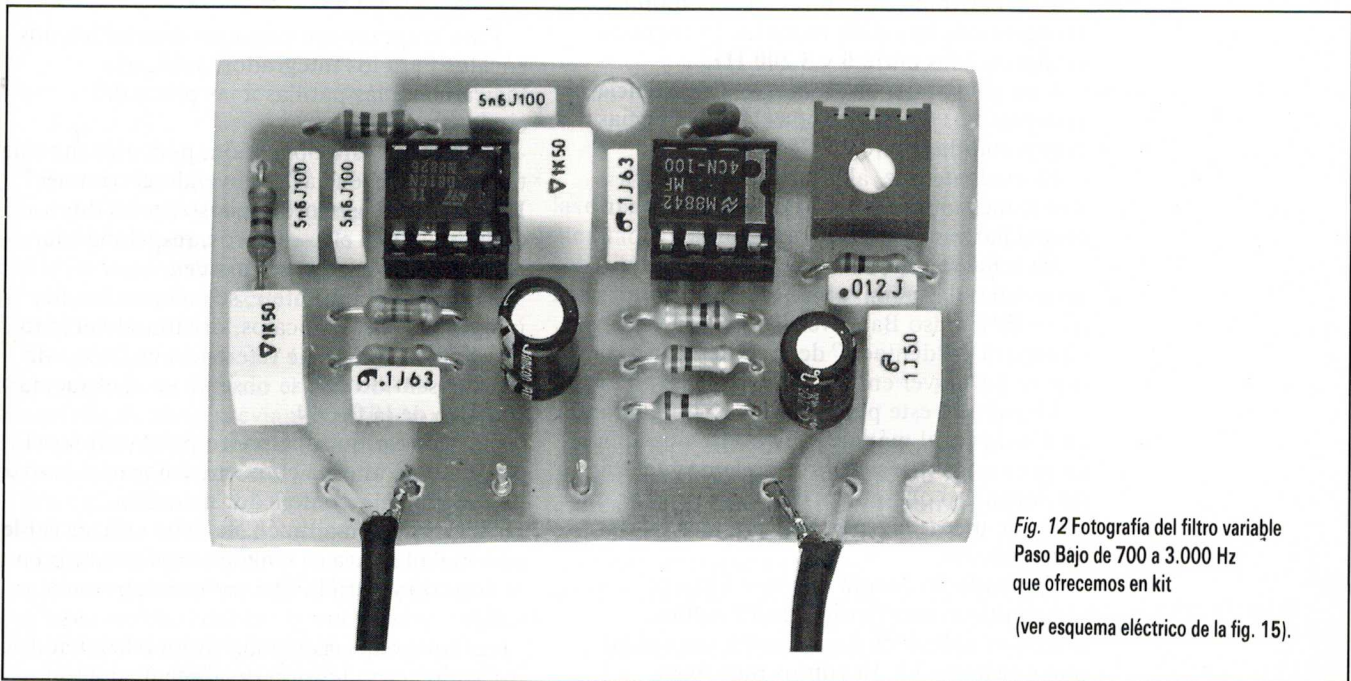


Fig. 12 Fotografía del filtro variable Paso Bajo de 700 a 3.000 Hz que ofrecemos en kit

(ver esquema eléctrico de la fig. 15).

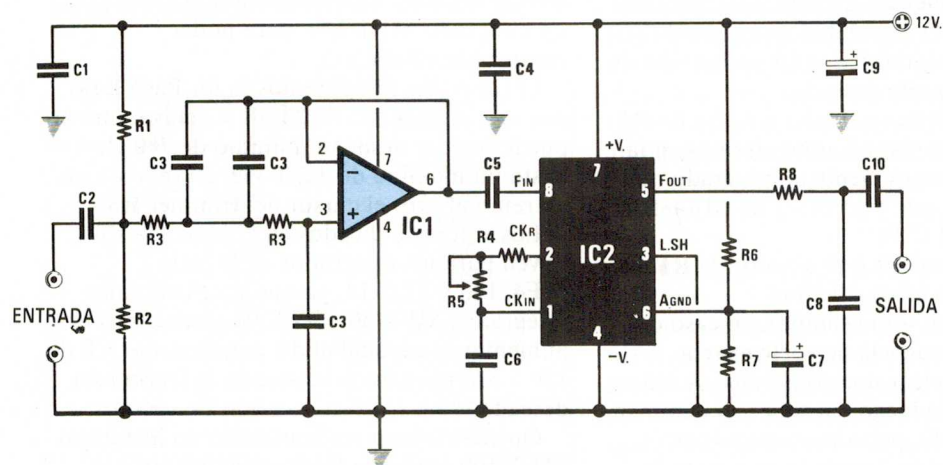


Fig. 13 Quienes de la teoría quieran pasar a la práctica, pueden montar este filtro Paso Bajo variable de 700 a 3.000 Hz, capaz de atenuar 24 dB x octava. En este circuito se incluye el filtro "anti-imagen" (ver IC1) y también el condensador para eliminar el "dentado" de la onda sinusoidal que recogeremos en la salida de este filtro (ver C8).

#### COMPONENTES LX. 1100

R1 = 47.000 ohm 1/4 wat  
 R2 = 47.000 ohm 1/4 wat  
 R3 = 5.600 ohm 1/4 wat  
 R4 = 10.000 ohm 1/4 wat  
 R5 = 47.000 ohm trimmer  
 R6 = 10.000 ohm 1/4 wat  
 R7 = 10.000 ohm 1/4 wat  
 R8 = 1.000 ohm 1/4 wat  
 C1 = 100.000 pF poliester  
 C2 = 1 mF poliester

C3 = 5.600 pF poliester  
 C4 = 100.000 pF poliester  
 C5 = 1 mF poliester  
 C6 = 150 pF a disco  
 C7 = 10 mF eletr. 63 volt  
 C8 = 12.000 pF poliester  
 C9 = 100 mF eletr. 25 volt  
 C10 = 1 mF poliester  
 IC1 = TL.081  
 IC2 = filtro digital tipo MF4/100

De la patilla de salida 5 se recoge la **banda pasante** que se puede determinar de un mínimo de **700 Hz** a un máximo de **3.200 Hz**, girando de un extremo al otro el cursor del trimmer **R5**.

Con el trimmer en su resistencia **mínima**, recogeremos en salida todas las frecuencias comprendidas entre **0 y 3.200 Hz**.

Con el trimmer en su **máxima resistencia**, recogeremos en salida todas las frecuencias comprendidas entre **0 y 700 Hz**.

Es evidente que, al girar este trimmer a posiciones intermedias, podemos estrechar o ensanchar esta banda pasante.

La señal de BF, antes de alcanzar los terminales de **salida**, atraviesa un sencillo filtro **R/C Paso Bajo** (ver R8-C8) que eliminará el "dentado" de la onda sinusoidal que se puede ver en la fig. 4.

Llegados a este punto, todos se preguntarán cuál es la señal **máxima** que podremos aplicar en la entrada de este filtro; podemos aclarar de inmediato que nunca debemos superar un valor de **pico/pico** superior a la tensión de alimentación.

Teniendo en cuenta que este filtro se alimenta con una tensión de **12 voltios**, podemos aplicar cualquier señal sinusoidal que no supere los **10 voltios pico/pico**.

#### REALIZACION PRACTICA

Todos los componentes necesarios para realizar este filtro digital se colocan en el circuito impreso marcado como **LX.1100** (ver fig. 14).

Para empezar aconsejamos montar los dos zócalos para los integrados, soldando lógicamente las patillas a las pistas del circuito impreso.

Finalizada esta operación, podemos montar todas las resistencias incluyendo el trimmer **R5**, los condensadores poliester y los dos condensadores electrolíticos, respetando la polaridad de los dos terminales.

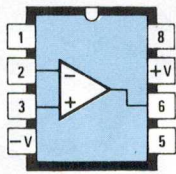
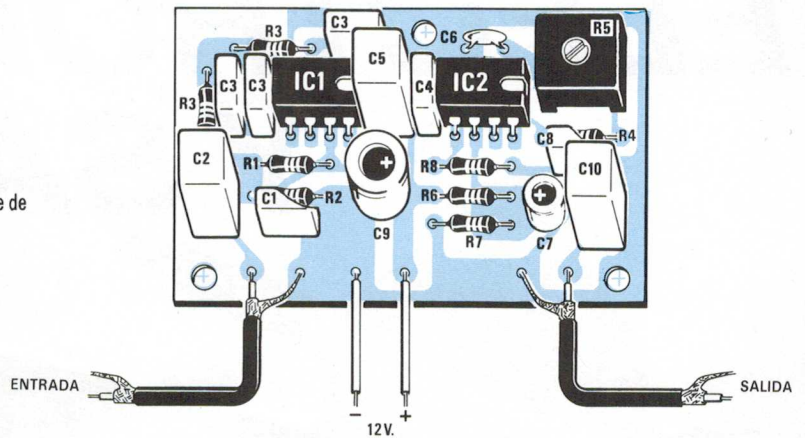
Finalizado el montaje, se colocan los dos integrados en sus zócalos, orientando el lado que lleva la marca de referencia en forma de **U** en el sentido que se observa en el esquema práctico de la fig. 14.

Para evitar que el circuito pueda captar el zumbido de alterna conviene colocarlo dentro de un pequeño contenedor metálico.

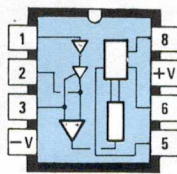
Por esta misma razón, se debe utilizar **cable apantallado** para la señal que aplicaremos en la entrada y para la que recogeremos en la salida.

Aunque en el esquema eléctrico hemos indicado como tensión de alimentación un

Fig. 14 Esquema práctico de montaje del filtro Paso Bajo variable de 700 a 3.000 Hz. La frecuencia de corte se modifica girando lentamente el cursor del trimmer R5 de un extremo al otro.



TL081



MF4

Fig. 15 Conexiones de los dos integrados utilizados en este filtro, vistos desde arriba. El integrado digital utilizado en este proyecto es de la serie 100, es decir un MF4/100.

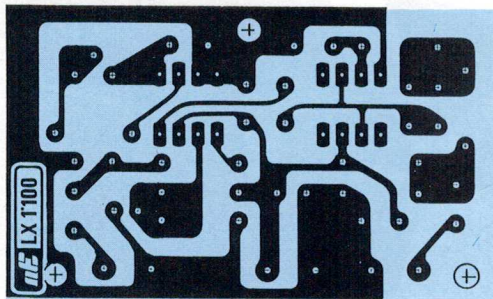


Fig. 16 Dibujo a tamaño natural del circuito impreso visto lado cobre. Utilizando este circuito impreso y los dos integrados TL.081 y MF4/100 incluidos en el kit, podemos realizar filtros con otras frecuencias de corte distintas, modificando solamente los valores de R3-C3-R5-C6-R8-C8.

valor de **12 voltios**, podéis alimentarlo tranquilamente con una tensión de **9 voltios**.

Para comprobar este filtro, se puede aplicar en su salida un osciloscopio y en la entrada un Generador de BF.

Girando la sintonía del Generador BF, se observará que al superar el valor de la **frecuencia de corte** previamente fijado con el trimmer **R5**, la amplitud de la señal de BF desciende con brusquedad.

Por ejemplo, si se aplica en la entrada de este filtro una señal de **5 voltios pico-pico** y se ha ajustado el trimmer **R5** para una frecuencia de corte de **2.400 Hz**, se observará que en la salida todas las frecuencias comprendidas entre **0-2.400 Hz** salen con una amplitud de **5 voltios pico-pico**, mientras que

las superiores salen considerablemente atenuadas, tanto que ya en la primera octava superior (equivalente a **4.800 Hz**), la señal no supera una amplitud de **0,3 voltios**.

#### COSTE DEL KIT

Todo lo necesario para realizar el Filtro Paso Bajo variable de 700 a 3.000 Hz marcado LX 1100 (ver fig. 14) con circuito impreso, un TL081 y un MF4/100, un trimmer, resistencias y condensadores ..... 2.500 ptas.

Coste del circuito impreso exclusivamente ..... 450 ptas.



# UN ESTIMULADOR DE

Aconsejamos a quienes no crean en la eficacia de los anestésicos electrónicos que monten este sencillo aparato y lo prueben personalmente en su mano. Una vez aplicada la "anestesia", podrán pincharse o cortarse sin sentir dolor alguno.

Este anestésico electrónico, no obstante, no se ha pensado para llevar a cabo experimentos sádicos sino para eliminar el dolor durante las intervenciones del dentista para estimular los músculos atrofiados.

Cuántas veces no nos habremos quedado atónitos ante las imágenes de un faquir que se clava agujas en el cuerpo o camina sobre tizones ardientes sin sentir ningún dolor

Si conociéramos su secreto, podríamos ir tranquilamente al dentista, sin temor a sus utensilios ni a la jeringuilla de la anestesia.

Han sido precisamente los dentistas, interesados en insensibilizar una zona del cuerpo sin emplear productos químicos, quienes nos han pedido que preparáramos un anestésico electrónico.

Nos han explicado que, a veces, inyectar en el cuerpo humano sustancias químicas para anestesiarlo puede ser peligroso por las

reacciones alérgicas, que pueden desencadenar incluso colapsos peligrosos.

Si se pudiera realizar un anestésico electrónico capaz de bloquear los estímulos dolorosos sin necesidad de inyecciones, se podría emplear tranquilamente incluso con ancianos o niños.

Aunque este anestésico electrónico se ha proyectado para los dentistas, podemos garantizar que lo puede utilizar cualquiera para anestesiar zonas reducidas del cuerpo.

Basta aplicar los dos electrodos en los extremos de la zona que se ha de "dormir" para comprobar que en 5 o 6 minutos se consigue el efecto deseado.

El aparato que presentamos se puede emplear como anestésico o como electroestimulador.

En consecuencia, los dentistas pueden usarlo también para el tratamiento del síndrome miofacial, de los bloqueos de temporales y mandíbulas, es decir de la rigidez, dolor y espasmos musculares y para bajar abscesos de encía, evitando de esta forma muchas molestias a los pacientes tratados; nosotros y los fisioterapeutas

# EFEECTO ANALGESICO



podemos usarlo para aplicar masajes musculares o para reactivar la circulación sanguínea de brazos o piernas.

## Los impulsos anestésicos

La medicina oriental se basa en el principio de la existencia en nuestro cuerpo de dos campos de energía denominados YANG y YING, distribuidos por canales denominados meridianos que no corresponden a los centros arteriales o nerviosos de la medicina tradicional occidental.

Hace más de 4.000 años que los chinos descubrieron que insertando una aguja en un punto concreto de un meridiano se puede conseguir un efecto tonificante, que sirve para curar órganos enfermos o para conseguir un efecto anestésico que insensibiliza ante el dolor.

Incluso los médicos occidentales más

escépticos se han visto obligados a reconocer el efecto curativo y analgésico de esta técnica; y, tras largos años de investigaciones, se ha demostrado científicamente que se pueden conseguir los mismos efectos sin insertar aguja alguna, simplemente excitando la piel con impulsos de baja frecuencia.

Para explicar con palabras sencillas cómo se consigue esta insensibilización al dolor, podemos plantear un ejemplo.

Si, inadvertidamente, nos damos un martillazo en un dedo, sentimos un dolor muy agudo que poco a poco va siendo más tolerable, hasta desaparecer en un plazo de tiempo que varía en cada individuo.

En realidad, cuando el martillo golpea la piel, los receptores nerviosos existentes en la capa subcutánea envían una señal de alarma al cerebro para avisar que en su zona se ha producido un accidente.

El cerebro, al recibir este mensaje, pide al centro químico del cuerpo que produzca una sustancia analgésica llamada beta-endorfina (una sustancia natural que tiene los mismos efectos que la morfina) para su envío a la zona afectada.

Esta sustancia, que absorben exclusivamente los receptores nerviosos que han enviado la señal de alarma, los insensibiliza ante el dolor.

Recientemente se ha descubierto que el cuerpo humano produce distintos tipos de endorfinas, que sirven para calmar dolores de quemaduras, torceduras, heridas, así como los provocados por la ansiedad, etcétera.

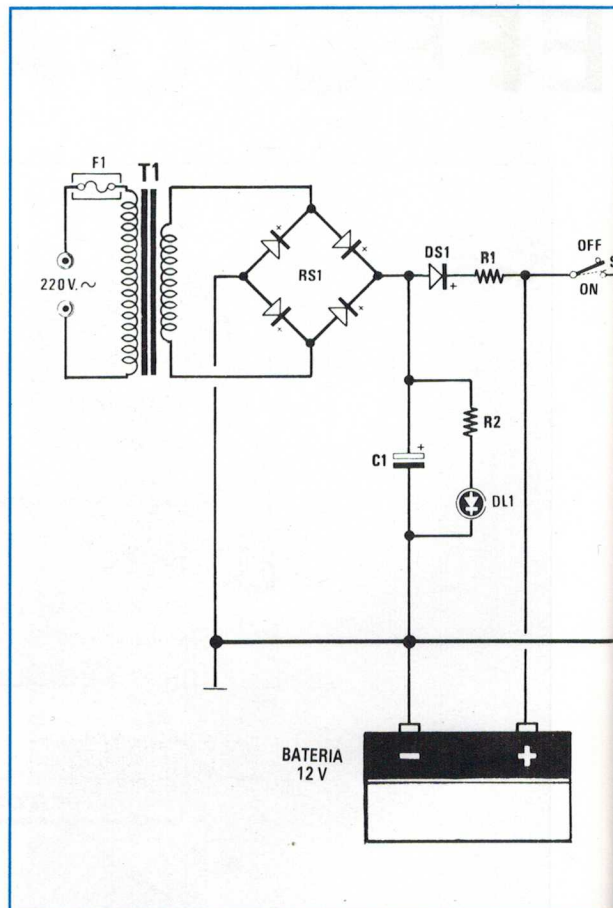
Si excitamos los receptores nerviosos situados debajo la piel con impulsos eléctricos adecuados, estos receptores captan los impulsos como un peligro y envían al cerebro una señal de alarma para que en un plazo de tiempo muy corto se encargue de enviar a la zona beta-endorfinas adecuadas para poder insensibilizarla.

Al conocer la frecuencia a la que reaccionan los sensores para conseguir la liberación de endorfinas, no nos ha resultado difícil realizar un aparato electrónico anestésico.

### Esquema eléctrico del circuito

Observando el esquema eléctrico de la figura 1, nos puede sorprender el hecho de que con un único integrado NE.555 y tres transistores se pueda realizar un circuito capaz de hacer de anestésico, analgésico y electroestimulador.

El secreto para conseguir esta triple función



no radica en la complejidad del esquema sino en las características de los impulsos y las del transformador de salida T1.

Para conseguir un efecto anestésico y analgésico hay que generar entre 45 y 46 impulsos por segundo con una duración de 14 milisegundos.

Para conseguir un efecto electroestimulante hay que generar entre 5 y 6 impulsos por segundo con 14 milisegundos de duración.

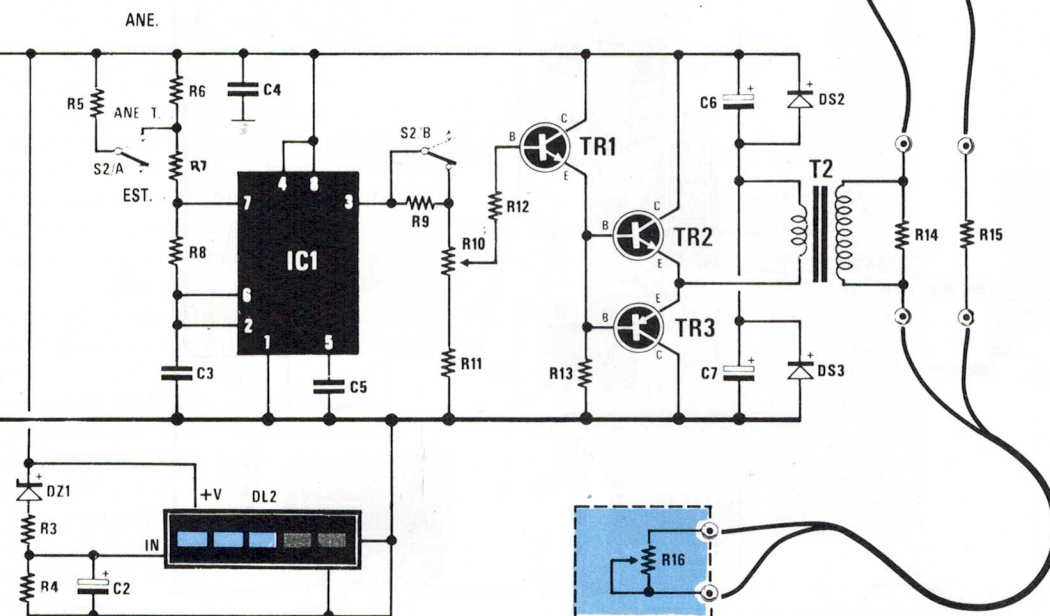
A cada impulso positivo debe seguir un impulso negativo, para impedir el efecto de hábito de los receptores nerviosos y para evitar también que en los puntos en que se aplican las plaquitas conductoras se produzca una concentración de iones de sodio en proximidad de la placa positiva y una concentración de iones de cloro en las cercanías de la placa negativa.

Si el impulso positivo no fuera seguido por un impulso negativo, se produciría ácido clorhídrico bajo la placa positiva e hidróxido de sodio bajo la placa negativa.

El transformador elevador T2, modelo T005.01, realizado con láminas de silicio de gránulos orientados, tiene que tener una relación de espiras de 1 a 27.

En la figura 1 se puede ver que el integrado NE.555 se utiliza como oscilador astable, cuya frecuencia se determina con el valor de la capacidad del condensador de poliéster C3 de 1 microfaradio y con las resistencias situadas entre la patilla 7 y el positivo de alimentación,

Fig. 1 Esquema eléctrico del circuito que desarrolla la doble función de Anestésico y de Electroestimulador. Para respetar las normas vigentes tendremos que alimentar este aparato mediante una pequeña batería de 12 voltios. La toma de 220 voltios de la red sólo sirve para recargar la batería.



### COMPONENTES LX1097

- \*R1 = 47 ohm 5 wat
- \*R2 = 1.000 ohm 1/4 wat
- \*\*R3 = 470 ohm 1/4 wat
- \*\*R4 = 1.500 ohm 1/4 wat
- R5 = 8.200 ohm 1/4 wat
- R6 = 220.000 ohm 1/4 wat
- R7 = 6.800 ohm 1/4 wat
- R8 = 8.200 ohm 1/4 wat
- R9 = 15.000 ohm 1/4 wat
- R10 = 10.000 ohm pot. lin.
- R11 = 4.700 ohm 1/4 wat
- R12 = 1.000 ohm 1/4 wat
- R13 = 470 ohm 1/4 wat
- R14 = 10.000 ohm 1/4 wat
- R15 = 1.000 ohm 1/4 wat
- R16 = 47.000 ohm pot. lin.
- \*C1 = 100 mF elect 25 volt
- \*\*C2 = 4,7 mF elect 63 volt
- C3 = 1 mF poliéster
- C4 = 100.000 pF poliéster
- C5 = 10.000 pF poliéster
- C6 = 100 mF elect 25 volt
- C7 = 100 mF elect 25 volt
- \*DS1 = diodo tipo 1N.4007
- DS2 = diodo tipo 1N.4150
- DS3 = diodo tipo 1N.4150
- \*RS1 = puente rect. 100V 1A
- \*\*DZ1 = zener 10V 1/2 wat
- \*DL1 = diodo led
- \*\*DL2 = barra diodo led
- TR1 = NPN tipo BC.238
- TR2 = NPN tipo BC.238
- TR3 = PNP tipo BC.328
- IC1 = NE.555
- \*T1 = transformador 6 vatios  
sec. 12V 0,5A (T006.01)
- T2 = transformador 6 vatios  
sec. 8V 0,5A (T005.01)
- S1 = interruptor
- S2 = conmutador
- \*F1 = fusible autorec.

Todos los componentes precedidos de un asterisco se montan en el circuito impreso LX1097/C. Todos los componentes precedidos de dos asteriscos se montan en el circuito impreso LX1097/B

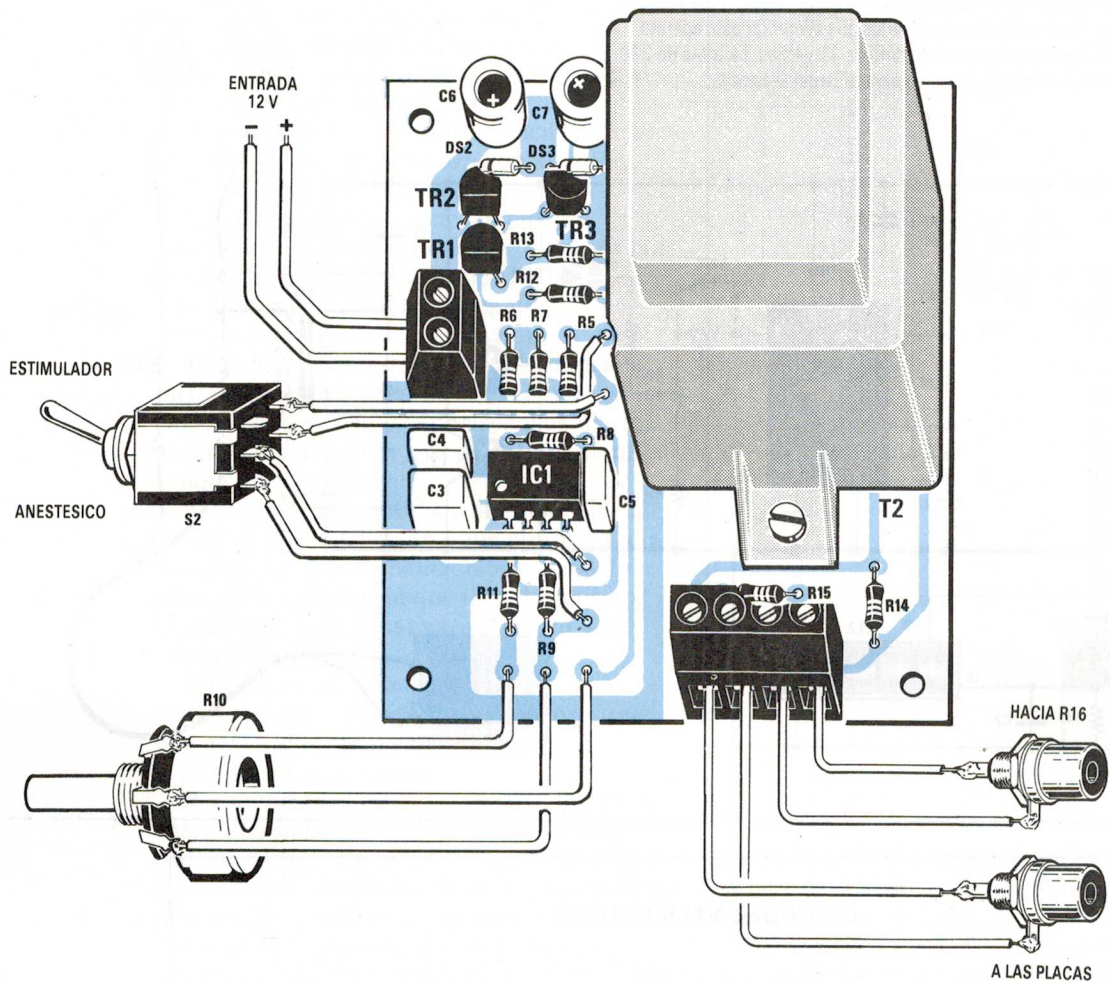


Fig. 2 Esquema práctico de montaje del circuito marcado LX1097. El transformador T2 va con resina dentro de un contenedor de plástico, para aislarlo y que sea insensible a la humedad. De la regleta de 4 polos situada abajo salen los dos cables para las placas de goma conductora y los que enlazan con el potenciómetro R16 (ver la figura 4).

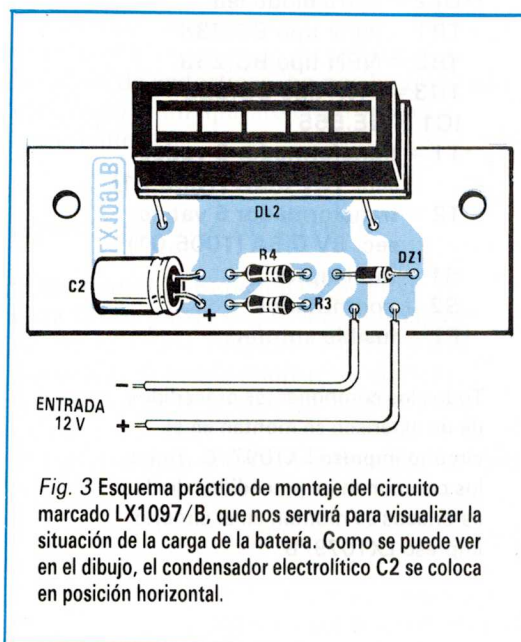


Fig. 3 Esquema práctico de montaje del circuito marcado LX1097/B, que nos servirá para visualizar la situación de la carga de la batería. Como se puede ver en el dibujo, el condensador electrolítico C2 se coloca en posición horizontal.

es decir, las resistencias R5, R6 y R7.

Como necesitamos una frecuencia de unos 46 Hz para conseguir el efecto anestésico y una de unos 5 Hz para conseguir el efecto estimulante, aplicaremos en paralelo con la resistencia de 220.000 ohmios (ver R6) una segunda resistencia de 8.200 ohmios (ver R5) mediante el interruptor S2/A.

Cuando el interruptor S2/A está cerrado se consigue la frecuencia anestésica, cuando está abierto la frecuencia de electroestimulación.

Este interruptor está combinado con S2/B, que vemos en paralelo con la resistencia de 15.000 ohmios (ver R9), conectada en la patilla de salida 3 del NE.555.

En la función de anestésico, esta resistencia

tiene que estar cortocircuitada, mientras que en la función electroestimulante tiene que estar insertada, ya que la corriente que ha de circular sobre la parte que se va a estimular debe ser menor.

En el cursor del potenciómetro R10 recogemos los impulsos generados por el NE.555, que se aplican a la base del transistor TR1, que a su vez gobierna la etapa final de potencia formada por dos transistores NPN y PNP, marcados TR2 y TR3.

Desde los emisores de los dos transistores finales, la señal se transfiere al primario del transformador T1.

Del secundario de T1 se recoge la señal, que se aplica a las dos plaquitas de goma conductora mediante un potenciómetro de 47.000 ohmios (ver R16) que el paciente tiene a su disposición para que él mismo pueda dosificar la corriente en función de su sensibilidad.

Una vez aplicadas las placas conductoras en la zona que interesa, antes de encender el aparato, hay que girar al mínimo los dos potenciómetros R10 y R16 y luego, tras encenderlo, hay que girar lentamente el potenciómetro R10 hacia el máximo (es decir hacia R9) hasta que el paciente sienta un ligero hormigueo.

Dejamos entonces el mando del potenciómetro R10 y decimos al paciente que gire lentamente su mando (potenciómetro R16) desde mínimo hacia el máximo para aumentar la sensación de hormigueo.

Transcurridos unos 2 minutos, el hormigueo ya no se siente por efecto de las beta-endorfinas; entonces hay que pedir al paciente que gire más el potenciómetro R16 hacia el máximo para notar el hormigueo con más intensidad y excitar con mayor intensidad los receptores nerviosos, para que avisen al cerebro que debe aumentar la producción de beta-endorfinas.

Tras unos minutos, la sensibilidad al dolor se reduce aún más con lo que el paciente no nota hormigueo; entonces, hay que aumentar de nuevo la intensidad girando el potenciómetro R16.

La zona tratada quedará totalmente anestesiada en un tiempo que, según los individuos, puede variar entre un mínimo de 6 minutos y un máximo de 10.

Teniendo en cuenta que no es admisible el introducir las placas conductoras en el interior de la boca para anestesiar las encías con aparatos alimentados directamente con tensión de red de 220 voltios, tendremos que alimentar nuestro aparato con una batería de 12 voltios de 1,1 a 1,2 amperios/hora.

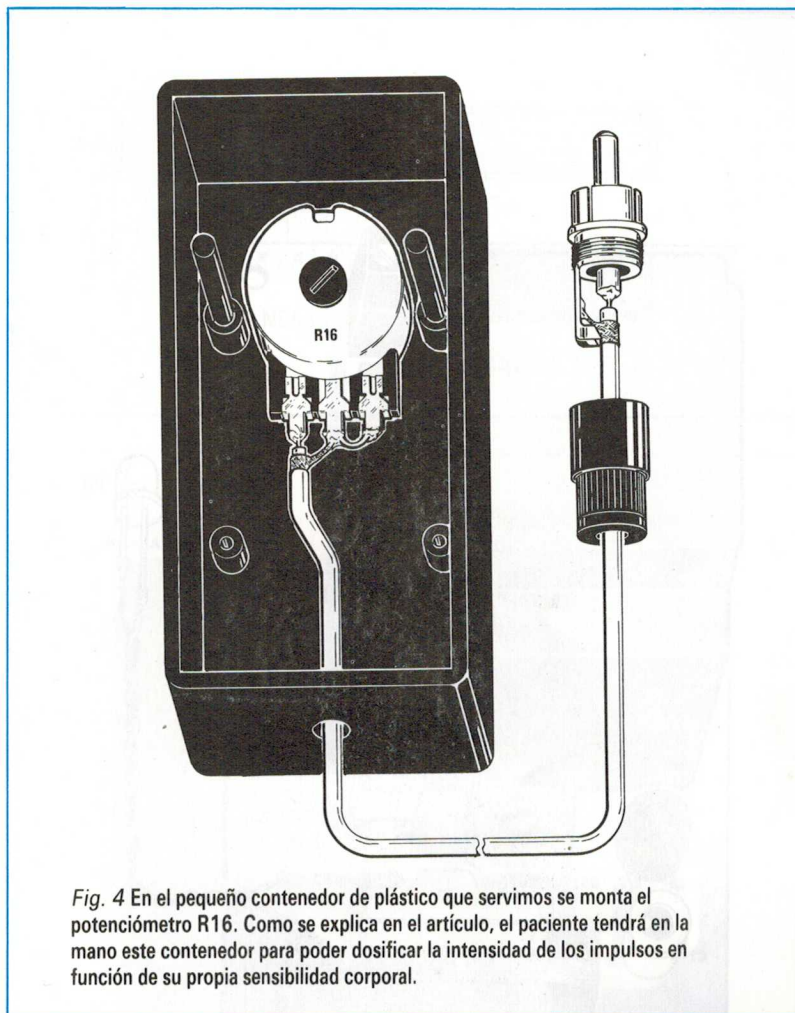


Fig. 4 En el pequeño contenedor de plástico que servimos se monta el potenciómetro R16. Como se explica en el artículo, el paciente tendrá en la mano este contenedor para poder dosificar la intensidad de los impulsos en función de su propia sensibilidad corporal.

Dentro del mueble, además del generador de impulsos, hemos incluido un voltímetro de barra de diodos led para visualizar la situación de carga de la batería.

Para evitar el tener que sacar la batería cada vez que se descarga, hemos preferido incluir dentro del mueble un cargador de baterías.

Cuando veamos que en el voltímetro sólo se encienden 2 o 3 diodos led, podemos enchufar en la parte trasera la toma hembra del cable de la red de 220 voltios y dejarla enchufada durante 6 o 7 horas.

La recarga se efectuará todas las noches, situando el interruptor de encendido S1 en posición OFF.

Importante: finalizada la carga, hay que desenchufar de la parte trasera del aparato el cable de red.

Por motivos de seguridad, no se debe utilizar nunca el aparato, ni con un paciente ni con uno mismo, cuando está enchufado a la red de 220 voltios.

Para terminar, diremos que todo el circuito consume menos de 80 miliamperios (incluyendo el voltímetro de diodos led), por lo que una batería cargada de una capacidad de 1,1 amperios, nos permitirá emplear el aparato durante todo un día.

## Realización práctica

Para realizar este electroestimulador y anestésico, se necesitan tres circuitos impresos de una cara, que hemos marcado como LX1097, LX1097/B y LX1097/C.

El primero de ellos, marcado como LX1097/C (ver la figura 7) sirve para realizar el cargador de baterías.

El segundo, identificado como LX1097/B (ver la figura 7) sirve para realizar el circuito de control de la situación de carga de la batería.

El tercero, marcado LX1097 (ver la figura 8) sirve para realizar el anestésico y electroestimulador.

El circuito para recarga de la batería LX1097/C es un circuito complementario, que se puede excluir en caso de disponer ya de un cargador de baterías independiente.

Se puede comenzar el montaje por el circuito base, es decir el LX1097, instalando en el circuito impreso todos los componentes que se pueden ver en la figura 2.

Como es costumbre, empezaremos con el zócalo para el integrado ICI, soldando en el lado contrario todos los terminales a las pistas de cobre.

Finalizada esta operación, se pueden montar los dos diodos de silicio marcados DS2 y DS3 con el lado marcado con una franja negra hacia la izquierda, como se puede ver en la misma figura 2.

En estos diodos en lugar de una franja negra pueden aparecer 4 de distintos colores, en cuyo caso hay que tomar como referencia la franja amarilla, orientándola hacia la izquierda.

Se pueden montar a continuación todas las resistencias y los condensadores de poliéster, comprobando cuidadosamente la capacidad indicada en su cuerpo.

Siguiendo con los condensadores, se montan los electrolíticos respetando, como es lógico, la polaridad positiva y negativa de los dos terminales.

A continuación, se pueden montar los tres transistores TR1, TR2 y TR3, teniendo en cuenta que TR1 y TR2 son dos transistores NPN del tipo BC.238 y que TR3 es un PNP del tipo BC.328, por lo que antes de soldarlos al circuito impreso hay que comprobar que el

cerca del transformador T1.

A veces, con las "prisas" se confunden los dos números 238 y 328 y, como es lógico, al terminar el montaje el circuito no funciona.

Por otra parte, no debemos olvidarnos de orientar la parte plana del cuerpo de los transistores TR1 y TR2 hacia el conector de dos polos y la del transistor TR3 hacia el diodo DS3.

Finalizada esta operación, se monta la regleta de 2 polos que sirve para la entrada de 12 voltios y la de 4 polos, que sirve para

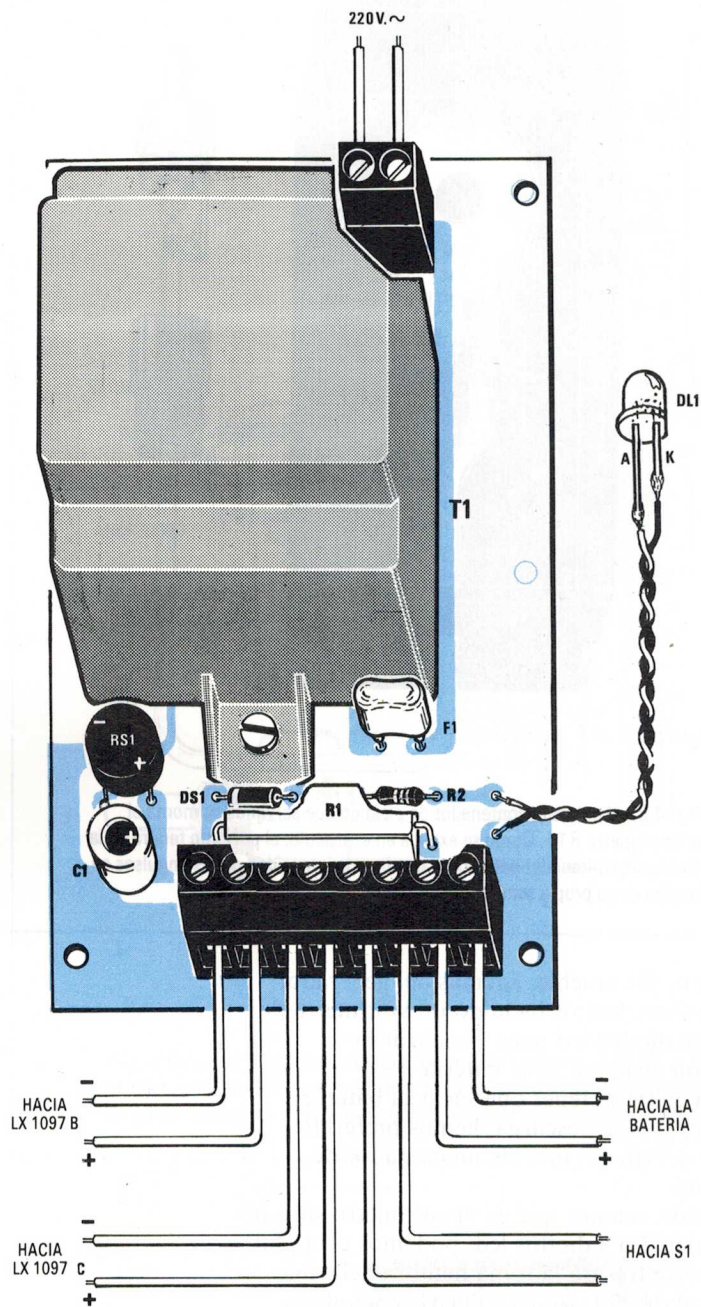


Fig. 5 Esquema práctico de montaje del circuito LX1097/C, necesario para recargar la batería. Aquellos que tengan un cargador de baterías independiente, pueden excluir este circuito. De la regleta de 8 polos, salen en el lado izquierdo los dos cables +/- para alimentar el circuito base LX1097 y el de visualización marcado LX1097/B. Los dos cables indicados "hacia S1" van al interruptor de alimentación de 12 voltios (ver el esquema eléctrico de la figura 1) y los otros dos, situados a la derecha, van a la batería de 12 voltios.

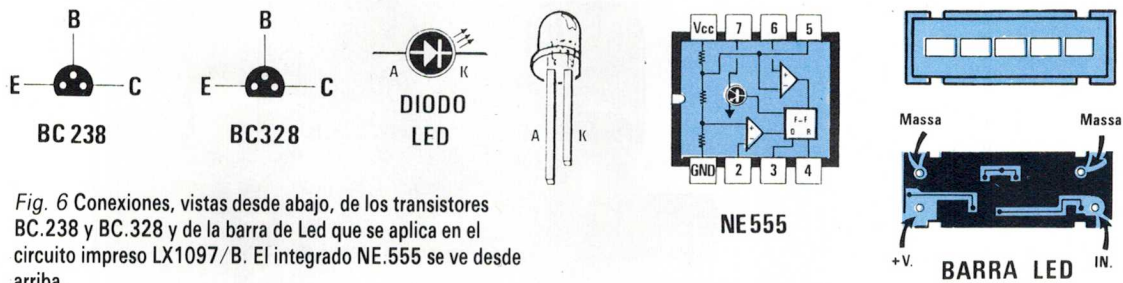


Fig. 6 Conexiones, vistas desde abajo, de los transistores BC.238 y BC.328 y de la barra de Led que se aplica en el circuito impreso LX1097/B. El integrado NE.555 se ve desde arriba.

salida hacia las dos placas de goma conductora y para los dos cables que se han de conectar al potenciómetro R16 encerrado en el pequeño contenedor de plástico (ver la figura 4).

Por último, se monta el transformador T2. Como en su cuerpo los terminales de salida no son simétricos, no hay peligro de montar el arrollamiento primario donde debe ir el secundario, ya que los terminales sólo encajan en el circuito en la posición correcta.

Una vez encajados los terminales del transformador en sus orificios, se sujeta primero el cuerpo con tornillo y tuerca y luego se procede a la soldadura.

Terminada esta operación, se encaja en su zócalo el integrado IC1, con la marca de referencia en forma de 0 hacia los dos condensadores C3 y C4.

Llegados a este punto, se deja a un lado este circuito para montar los componentes que se pueden ver en la figura 5 en el circuito impreso LX1097/C, correspondiente al cargador de baterías.

En primer lugar podemos montar el diodo de silicio DS1, con la parte rodeada por una franja blanca hacia el puente rectificador RS1, montando luego la resistencia R2 y, por último, la resistencia de hilo marcada R1 de 47 ohmios.

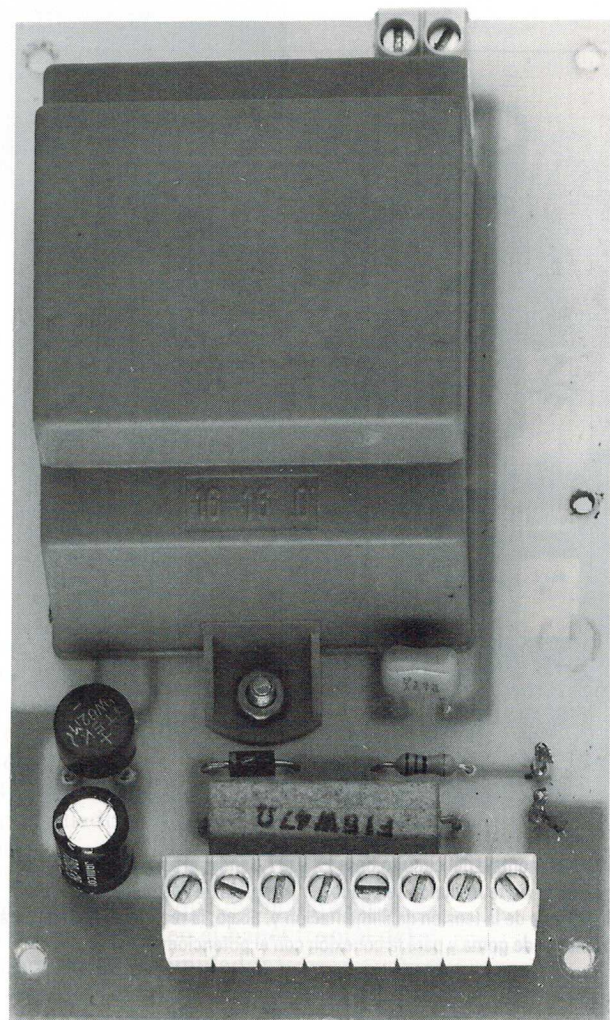
En el lado izquierdo del circuito impreso se monta el puente rectificador RS1 y el condensador electrolítico C1, respetando la polaridad positiva y negativa de sus dos terminales.

En el lado derecho se monta el pequeño fusible autorrecuperante F1 que, como se puede ver en la misma figura 5, tiene la forma de un pequeño condensador de poliéster.

Muchos lectores que todavía no conocen este fusible se preguntarán qué ventajas tiene: podemos decir que este fusible, en presencia de un cortocircuito, interrumpe la tensión sin quemarse y la restablece en cuanto se elimina el cortocircuito.

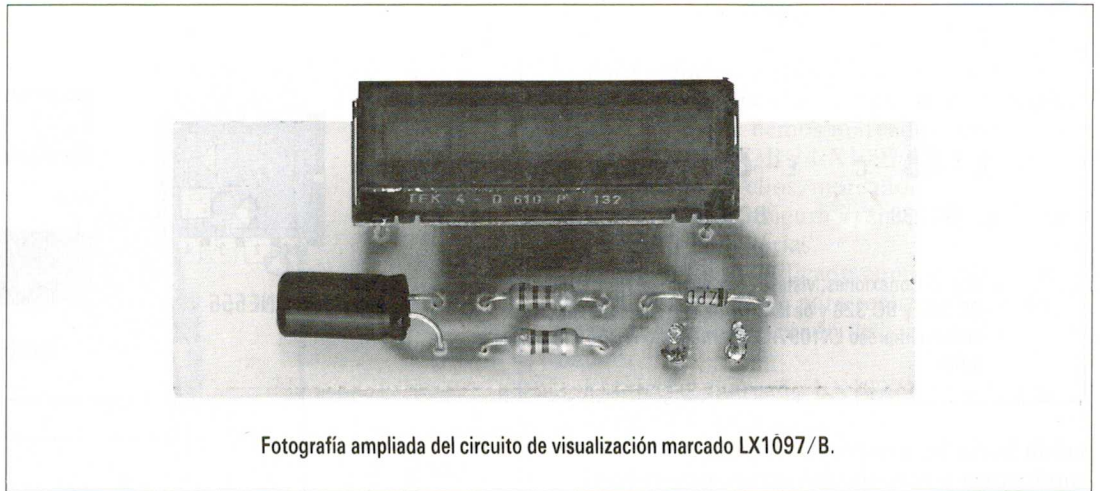
Por lo tanto, a diferencia de lo que ocurre con los fusibles corrientes que cuando se queman hay que cambiarlos, este fusible tiene una duración ilimitada.

En la parte superior de este circuito

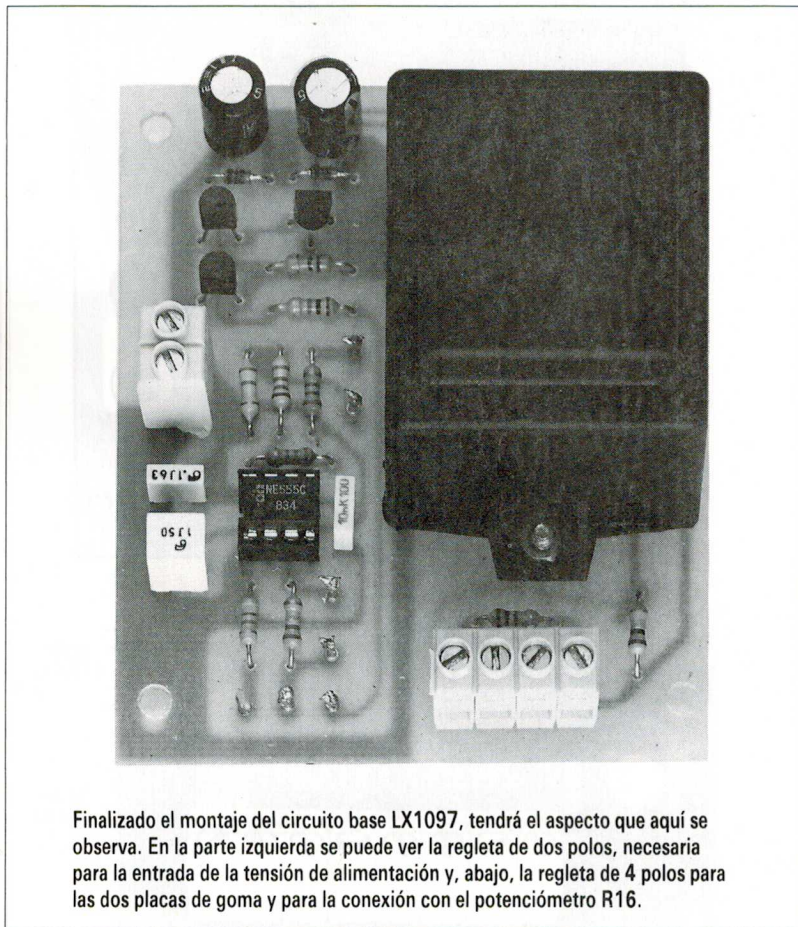


Fotografía del cargador de baterías marcado LX1097/C. Obsérvese abajo a la derecha, junto al transformador de alimentación, el pequeño fusible "automático" que se encarga de interrumpir la tensión de red en presencia de un cortocircuito y de restablecerla cuando este cortocircuito desaparece.





Fotografía ampliada del circuito de visualización marcado LX1097/B.



Finalizado el montaje del circuito base LX1097, tendrá el aspecto que aquí se observa. En la parte izquierda se puede ver la regleta de dos polos, necesaria para la entrada de la tensión de alimentación y, abajo, la regleta de 4 polos para las dos placas de goma y para la conexión con el potenciómetro R16.

impreso se monta la regleta de 2 polos que sirve para entrar con la tensión de red de 220 voltios y, en la parte inferior, la regleta de 8 polos que sirve para las conexiones externas.

Partiendo de izquierda a derecha, los dos primeros hilos sirven para llevar la tensión de alimentación al circuito LX1097/B (ver en la figura 3 los dos cables marcados con la indicación Entrada +/-).

Los siguientes dos hilos sirven para llevar la tensión de alimentación al circuito impreso LX1097 (ver en la figura 2 los dos hilos marcados Entrada +/- que van a la regleta de 2 polos).

Los dos hilos siguientes sirven para conectar el interruptor S1, que se utiliza para proporcionar tensión al LX1097.

Los dos últimos hilos de la derecha se conectan a la batería de 12 voltios.

Todos estos hilos, excluyendo los que van al interruptor S1, van marcado con el signo positivo y negativo para evitar que se inviertan al conectarlos a los circuitos impresos correspondientes.

Para ello, aconsejamos emplear siempre un cable rojo para el positivo y uno negro para el negativo.

Para terminar este circuito nos falta montar el transformador T1. Como al igual que el transformador T2 tiene las patillas asimétricas, no hay peligro de montarlo en posición errónea.

Una vez finalizado este circuito se deja a un lado, para tomar el circuito impreso LX1097/B.

El montaje de este circuito se puede empezar con el diodo zener DZ1, con el lado rodeado por una franja negra hacia la derecha (ver la figura 3), pasando luego a las dos resistencias R3 y R4.

Al montar el condensador electrolítico C2 no debemos olvidar, antes de soldar sus terminales, que hay que situarlo en posición horizontal.

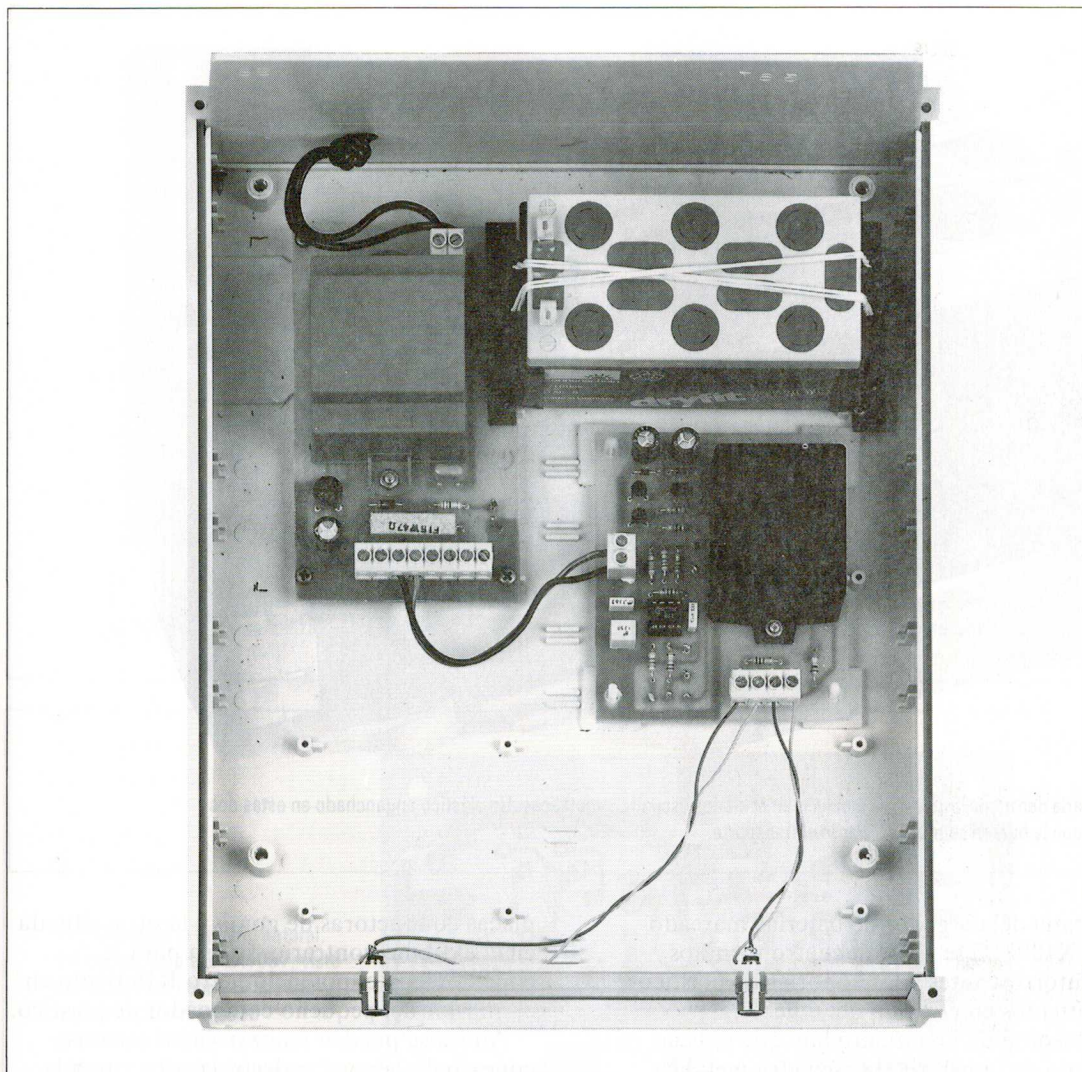
El último componente que se ha de montar en este circuito es la barra de diodos led DL2.

Como también esta barra tiene cuatro terminales asimétricos (ver la figura 6) es difícil montarla en sentido equivocado.

No se ha de apoyar la barra sobre el circuito, sino que se debe situar a una distancia de unos 9 mm, si deseamos que su cuerpo sobresalga por la ranura situada en el panel frontal.

Para fijarla a la distancia exacta, podemos

En esta fotografía se puede ver la posición en que se ha de colocar la batería de 12 voltios, el circuito base LX1097 y el circuito cargador de baterías marcado LX1097/C.



introducir provisionalmente en los dos orificios los pernos de los dos distanciadores de plástico autoadhesivos de 10 mm de longitud (sin quitar el papel de protección del adhesivo), apoyar los distanciadores sobre el panel del mueble, luego sacar el cuerpo de la barra por la ventana y, entonces, soldar al circuito sus cuatro terminales.

Una vez realizada esta operación, hay que soldar a los terminales de alimentación marcados con + y - un trozo de cable bicolor rojo-negro, con una longitud de unos 20 cm, ya que una vez fijado este circuito impreso en el panel de aluminio ya no se puede poner si no se saca el circuito de los pernos de los distanciadores.

Estos dos cables, como es fácil suponer, van a enlazar con los 2 primeros polos de la izquierda de la regleta existente en el circuito impreso LX1097.

### El potenciómetro R16

Ya hemos mencionado que al paciente se le da el mando del potenciómetro R16 para que él mismo pueda dosificar la intensidad de los

impulsos, girando el mando en sentido horario o antihorario. Para ello se utiliza un pequeño contenedor de plástico.

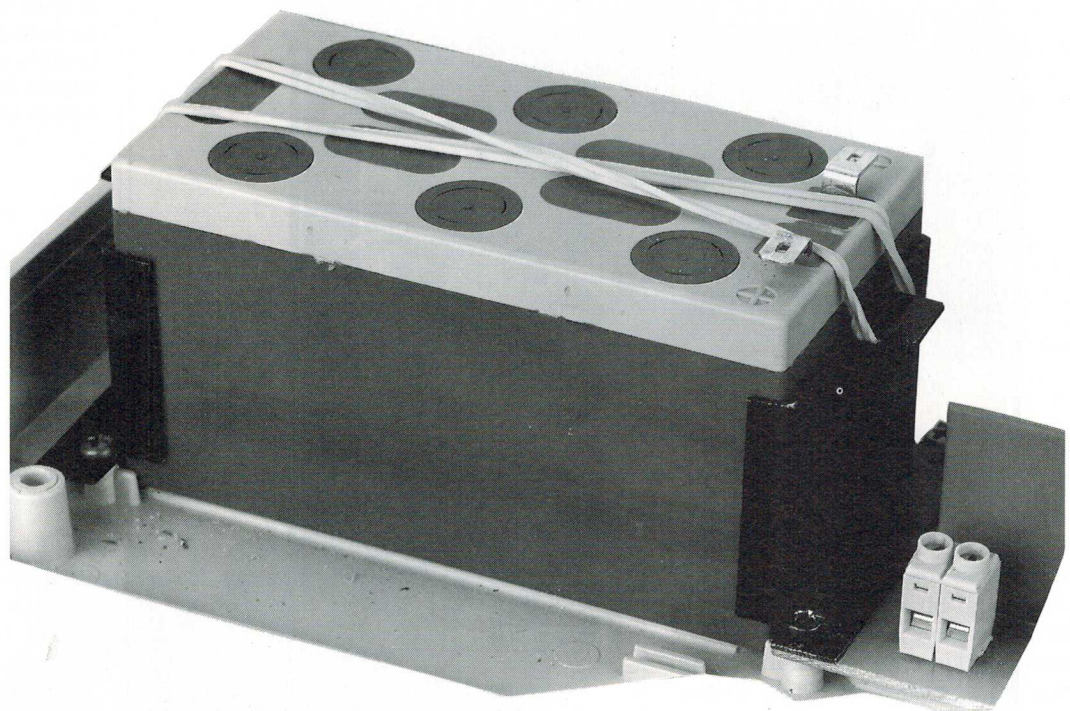
Dentro de este contenedor colocaremos el potenciómetro R16 de 47.000 ohmios (ver la figura 4), conectando sus terminales a un cable apantallado de 1 metro de longitud o algo más.

El extremo de este cable va soldado a un conector macho RCA que se enchufa en la toma hembra situada en el panel frontal del aparato anestésico-estimulador.

### El montaje en el mueble

Los tres circuitos que ya se han montado se han de fijar en el interior del mueble de plástico tipo consola, que tiene la denominación MO1097.

Como se puede ver en las fotografías, la



Para sujetar la batería dentro del mueble, se incluyen en el kit dos escuadras metálicas. Un elástico enganchado en estas dos escuadras impide que la batería se mueva durante el transporte.

etapa del cargador de baterías marcado LX1097/C se fija con cuatro tornillos autorroscantes a los soportes de plástico situados en el plano del mueble.

Sobre dicho circuito hay que aplicar, en el lado de la batería, la escuadra metálica incluida en el kit.

En el lado contrario se fija una escuadra idéntica: luego, en este hueco, se coloca la batería de 12 voltios, sujetándola con un simple elástico enganchado en las lengüetas de dichas escuadras.

A propósito de la batería, aconsejamos no soldar nunca los dos cables rojo y negro a sus terminales, ya que el calor del soldador podría dañarla; para esta conexión se deben utilizar dos enganches faston incluidos en el kit.

El circuito base, marcado LX1097, se coloca en las cercanías de la batería, fijándolo al mueble con los cuatro distanciadores de plástico autoadhesivos de 5 milímetros de altura, también incluidos en el kit.

Una vez encajados los pivotes de estos distanciadores en los cuatro orificios del circuito impreso, se puede quitar el papel de protección de las bases y apoyar el conjunto sobre el plano del mueble, ejerciendo una ligera presión.

Tras haber montado estos dos circuitos en el mueble, se puede sacar el panel delantero de plástico para abrir dos orificios de 6 mm de diámetro, que se utilizarán para encajar dos conectores hembra RCA.

Una de estas tomas se emplea para las dos

placas conductoras de goma y la otra, situada en el extremo contrario, se usa para la conexión con el potenciómetro R16 fijado en el interior del pequeño contenedor de plástico.

Ahora se pueden realizar ya las escasas conexiones aéreas, es decir, las que van a la batería, las que van a las dos tomas hembra RCA y las de las regletas, tratando de no invertir el cable positivo con el negativo.

En el pequeño panel de aluminio ya perforado y serigrafiado se fija el interruptor de encendido S1, el de cambio de la función anestésica a la función estimuladora, marcado S2, el diodo led DL1 de indicación de la recarga de la batería y el circuito de visualización marcado LX1097/B.

Para fijar el circuito impreso LX1097/B a dicho panel, se utilizan los dos distanciadores de plástico con base autoadhesiva de 10 mm de altura.

En la tapa del mueble consola se fija también el potenciómetro R10 (ver las fotografías).

Los dos paneles de aluminio presentes en la parte frontal del mueble se sujetan al mismo mediante tornillos autorroscantes o con algunas gotas de pegamento para plástico y metal.

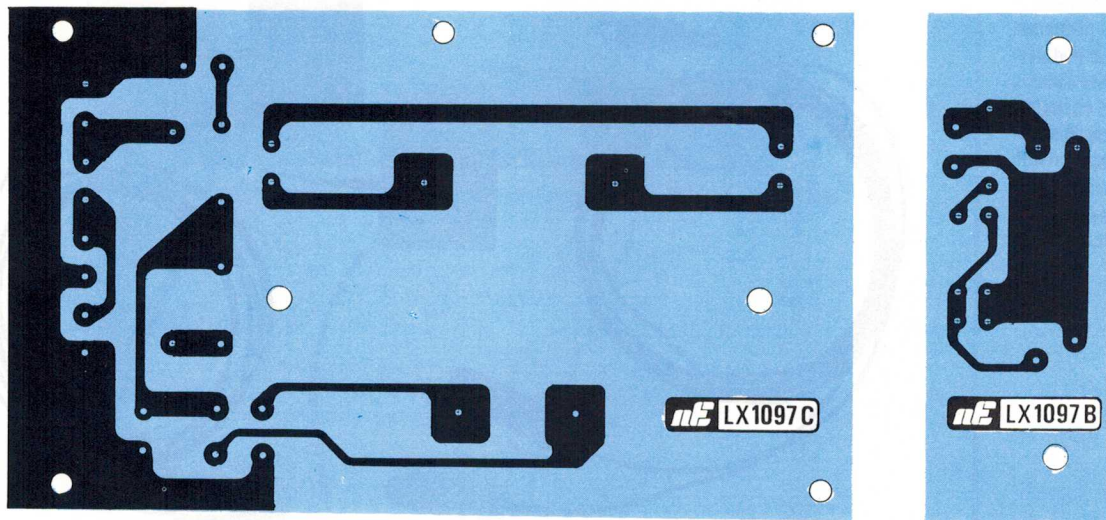
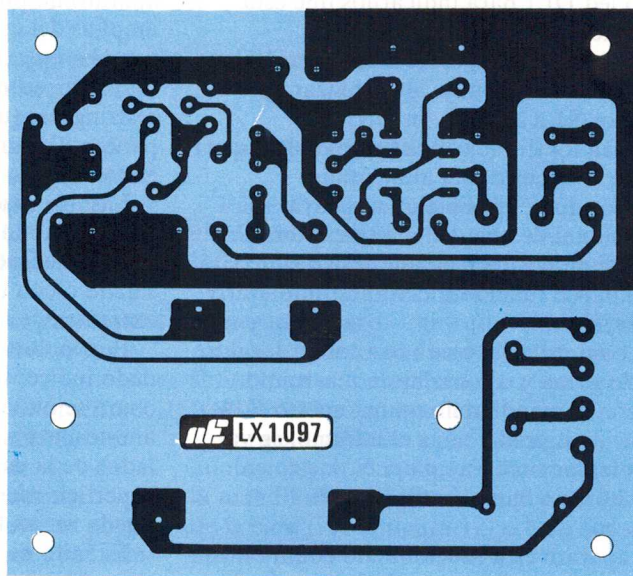


Fig. 7 Dibujo, a tamaño natural, del circuito impreso marcado LX1097/C, que se utiliza para el cargador de baterías, y del circuito impreso LX1097/B, que se utiliza para el circuito de visualización. Estos circuitos están vistos desde el lado del cobre.

Fig. 8 Dibujo, a tamaño natural, del circuito impreso LX1097, visto por el lado del cobre. El circuito impreso que servimos va perforado y lleva en el lado contrario un dibujo serigrafado de los componentes con su correspondiente sigla para facilitar el montaje.



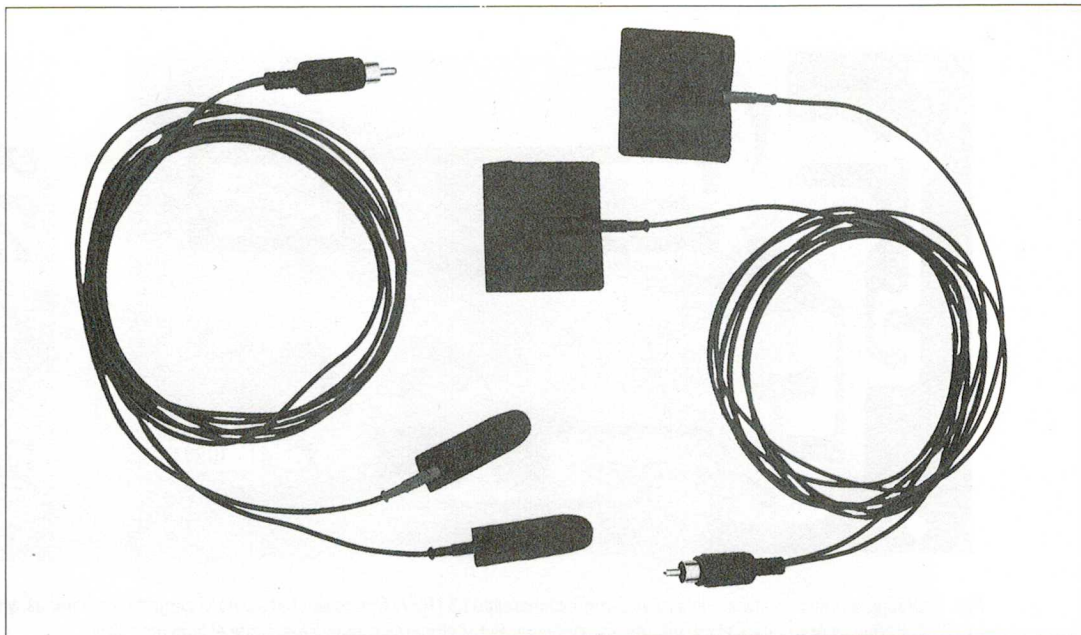
Finalizadas todas estas operaciones, hay que realizar la conexión entre el potenciómetro R10 y los tres terminales existentes en el circuito impreso LX1097 tratando de no invertirlos; luego, la conexión entre el doble interruptor S2 y los terminales de ese mismo circuito impreso (ver la figura 2), comprobando que, efectivamente, cuando se abren los dos contactos situados a la izquierda de S2 se cierran los dos contactos situados a la derecha, o a la inversa.

Por desgracia, con las prisas de terminar un montaje, se cometen errores precisamente en las conexiones más sencillas. Siguiendo con el montaje, conectaremos los dos cables rojo y negro, que previamente hemos soldado al circuito impreso LX1079/B, a la regleta de 8 polos situada en el circuito LX1097/C, tratando de no invertir la polaridad.

Por último, conectaremos los dos terminales del diodo led DL1 al circuito impreso LX1097/C tratando de no invertir los dos cables (ver en la figura 5 el terminal A más largo que el K).

Terminadas todas las conexiones, antes de dar tensión al circuito, conviene repasar bien el montaje y luego ya se puede comprobar este aparato anestésico y electroestimulador.

En esta fotografía presentamos la forma y tamaño de las dos pequeñas placas conductoras que se aplican en el interior de la boca (ver la figura 10) para anestesiar las encías o un diente y las de mayor tamaño que se utilizan como analgésico-anestésico y como electroestimulador.



Al enchufar el aparato a una toma de red de 220 voltios, debe encenderse de inmediato el diodo led DLI para indicarnos que está funcionando el cargador de baterías.

Si al principio no se tiene una batería, el circuito funciona igual y, al desplazar el interruptor S1 a la posición ON, se encenderán los diodos de la barra de led, que avisa que el circuito está alimentado.

Un error que es posible que se haya cometido es el de invertir el interruptor S2, con lo que en posición de anestésico el aparato puede funcionar como estimulador y al contrario.

Para comprobarlo basta con tomar las dos placas de goma y colocarlas en una mano; luego, con el mando del potenciómetro R16 de intensidad girado hacia el mínimo, se va girando lentamente este potenciómetro en sentido horario hasta sentir un ligero hormigueo.

Si el aparato está funcionando como anestésico se siente un hormigueo porque la frecuencia es más alta, si funciona como estimulador se siente como ligeros pinchazos ya que la frecuencia es más baja.

Si se descubre que el interruptor S2 se ha montado del revés, no hay más que desatornillar, girarlo y colocarlo en sentido contrario al anterior.

### Uso anestésico del circuito

Para activar la función de anestésico, la palanca del interruptor S2 debe situarse en la

posición marcada con tal nombre.

Puntualizaremos de inmediato que este aparato no puede anestesiar superficies amplias del cuerpo. En consecuencia, no se puede emplear para anestesiar una pierna o un brazo, sino que sirve tan solo para zonas restringidas (una mano, un dedo, una pantorrilla, una mandíbula, una mejilla, etcétera).

Las dos placas de goma conductoras, seleccionando las del tamaño más pequeño, tras humedecerlas con agua ligeramente salada o con un gel se colocan en ambos extremos de la zona que se desea anestesiar.

Por lo tanto, si se pretende anestesiar el dedo índice, se han de aplicar las placas tal como se indica en la figura 9; si se pretende anestesiar un diente, hay que aplicarlas a los lados de la encía, manteniéndolas pegadas a la superficie mediante un algodón, como se puede ver en la figura 10.

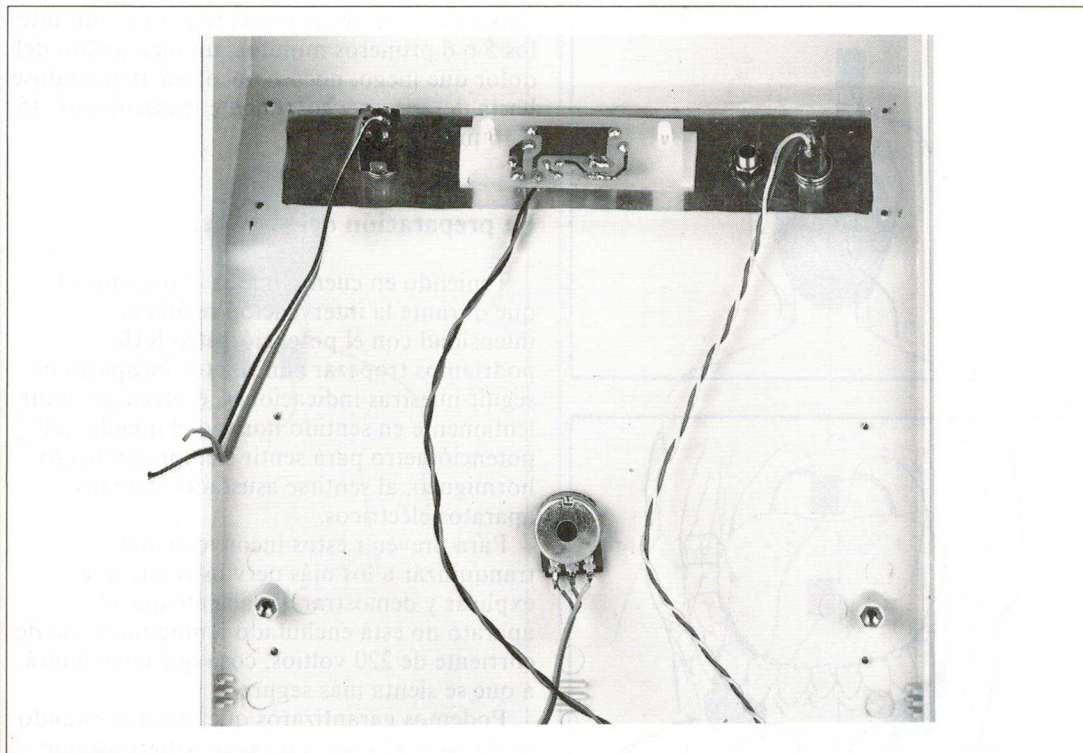
El éxito de este aparato de anestesia electrónica en las consultas de los dentistas se basa en el hecho de que no tiene contraindicaciones y en que permite al paciente dosificar la intensidad de los impulsos en función de la sensibilidad personal, ya que el potenciómetro R16 está en sus manos.

Si durante la intervención del dentista el paciente siente todavía un ligero dolor, puede girar el mando en sentido horario para incrementar el efecto anestésico.

Nota: no debe emplearse durante el embarazo, con personas que lleven instalado un marcapasos, ni en sujetos que padezcan epilepsia.

### Utilización como analgésico

Para activar la función de analgésico, la



El circuito LX1097/B se fija al panel de aluminio ya perforado mediante dos distanciadores de plástico autoadhesivos. En la parte central de este mueble se fija también el potenciómetro R10.

palanca del interruptor S2 también se debe situar en posición marcada como anestésico.

Las dos placas más grandes de goma conductora, tras haber sido humedecidas o untadas con gel, se mantienen apoyadas sobre la piel con dos tiras de esparadrapo.

Antes de encender el aparato, hay que girar los dos potenciómetros R10 y R16 al mínimo (sentido antihorario).

Una vez encendido el aparato, se gira R10 hasta notar un ligero hormigueo en la zona que se ha de tratar.

Entonces se puede girar el potenciómetro R16 en sentido horario para incrementar el hormigueo sin que resulte molesto.

Transcurridos 3 ó 4 minutos, es decir, cuando ya no se sienta el hormigueo, se puede aumentar la intensidad hasta volver a sentirlo.

En un plazo comprendido entre 6 y 10 minutos notaremos la desaparición total de todo dolor en la zona tratada.

En estas condiciones, llegarán a la zona tratada las beta-endorfinas que producen el efecto analgésico deseado, eliminando los dolores cervicales, los debidos a fracturas, herpes, reumatismos, ciáticas, etcétera, que podrían ser tan insoportables que incluso impedirían dormir.

Puntualizaremos que una intervención analgésica, elimina el dolor pero no cura. Para curarse hay que utilizar otros aparatos como, por ejemplo, la magnetoterapia en AF

o en BF, ya presentadas en la revista.

### Uso como estimulador

Para activar la función de electroestimulación, hay que situar el interruptor S2 en la posición estimulador.

Para estimular los músculos de un miembro —pierna o brazo— hay que situar las dos placas de goma conductora de tamaño grande sobre los dos extremos de la zona que se va a tratar (ver las figuras 14 a 16).

Para el tratamiento de síntomas miofaciales, o bloqueos de la articulación de la mandíbula, se coloca una placa a cada lado de la cara (ver la figura 12) o bien ambas en el mismo lado.

Como es lógico, la superficie epidérmica sobre la que se aplicarán las placas debe limpiarse de grasa, maquillaje, etcétera, con un algodón.

Las superficies de las dos placas de goma se han de humedecer con agua ligeramente salada o con gel y luego se mantienen apoyadas sobre la piel mediante esparadrapos.

Cuando se aplica la electroestimulación en la zona de la cara, hay que explicar al paciente que está previsto y es normal que su ojo vea puntos luminosos provocados por la contracción muscular.

La eficacia de este método queda confirmada por el dato estadístico que afirma que en el 95% de los casos reduce la tensión muscular y el dolor en 30 minutos aproximadamente. Puntualizaremos que, durante la electroestimulación de cualquier

Fig. 9 Si no creéis que este sencillo circuito pueda anestesiar una pequeña superficie del cuerpo, podéis probar a aplicar una placa en la palma de la mano y la otra en el extremo de un dedo. Transcurridos unos 6 minutos o algo más, el dedo quedará totalmente insensibilizado al dolor.

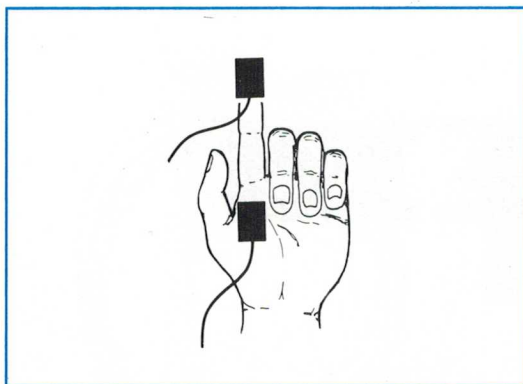


Fig. 10 Los dentistas pueden utilizar este aparato para anestesiar una encía o un diente que se ha de tornear. Las dos pequeñas placas humedecidas con agua ligeramente salada, se mantienen pegadas a la zona que se ha de anestesiar mediante dos pequeños trozos de algodón hidrófilo.

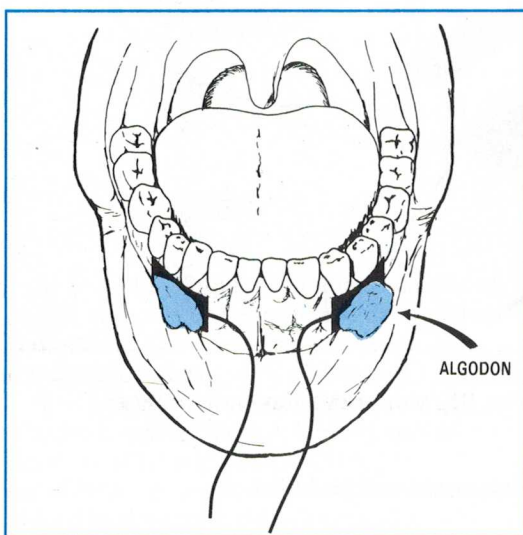


Fig. 11 Aplicando las dos placas grandes en la cara y seleccionado en el aparato la función "electroestimulador" se pueden curar los síndromes miofaciales, los bloqueos de la articulación de la mandíbula, e incluso los abscesos de las encías.

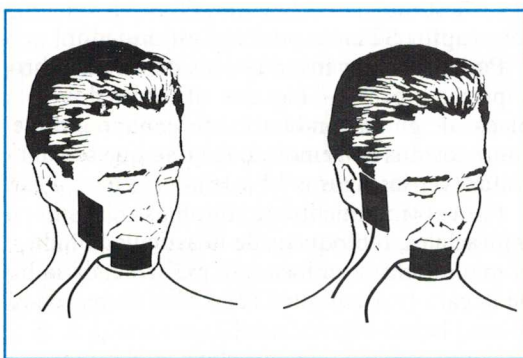
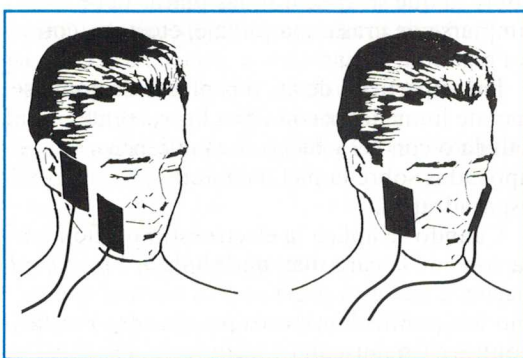


Fig. 12 Al aplicar las dos placas grandes en la cara y con el aparato en la función "anestésico" se puede eliminar el dolor de muelas o los dolores de encías. El efecto anestésico desaparecerá pocos minutos después de apagar el aparato.



músculo dolorido, el paciente notará, durante los 5 o 6 primeros minutos, un incremento del dolor que luego, poco a poco, irá atenuándose hasta desaparecer totalmente transcurridos 15 o 16 minutos.

### La preparación del paciente

Teniendo en cuenta que es el paciente el que durante la intervención regula la intensidad con el potenciómetro R16, podríamos tropezar con sujetos incapaces de seguir nuestras indicaciones, es decir, de girar lentamente en sentido horario el mando del potenciómetro para sentir siempre un ligero hormigueo, al sentirse asustados ante los aparatos eléctricos.

Para prevenir estos inconvenientes y tranquilizar a los más nerviosos hay que explicar y demostrar al paciente que el aparato no está enchufado a ninguna toma de corriente de 220 voltios, cosa que contribuirá a que se sienta más seguro.

Podemos garantizaros que, incluso estando enchufado a la red, no existe peligro ya que las placas de goma están aisladas eléctricamente mediante dos secundarios, el del transformador de red T1 y el del transformador de salida T2.

Es preferible no utilizar nunca con los pacientes el térmico "aparato eléctrico" porque establecerán una relación con las descargas eléctricas y sentirán miedo.

Es mejor utilizar el térmico "aparato electrónico", que tiene un efecto más tranquilizador, porque se asocia con objetos inofensivos, habituales en nuestra vida diaria: el reloj, la calculadora, el mando a distancia, etcétera.

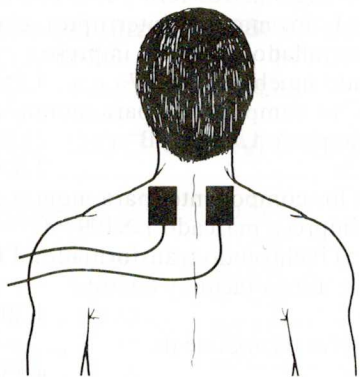
A aquellos que demuestren cierta desconfianza ante las placas que han de meterse en la boca debido a los cables que las unen al aparato, podéis decir una pequeña mentira: que sirven para recoger y no para aplicar impulsos al cuerpo.

Antes de encender el aparato, hay que girar al mínimo tanto el mando del aparato como el que se entrega al paciente.

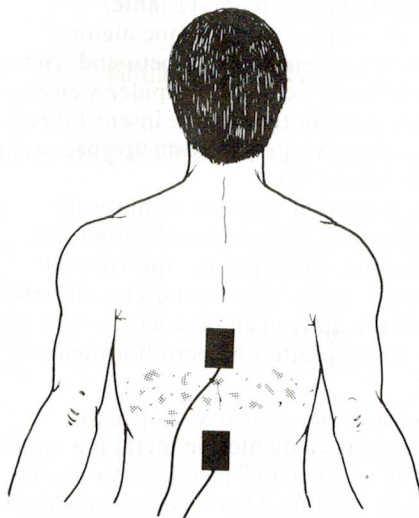
Entonces se puede encender el aparato con el interruptor S1, con lo que se encenderá la barra de diodos led que indica la situación de carga de la batería y, muy lentamente, se gira el mando R10 hasta que el paciente advierte un ligero hormigueo.

Luego se explica al paciente que tiene que girar el mando de su aparato (ver R16) para incrementar ligeramente este hormigueo y que, cuando no lo note, tendrá que girarlo más para recuperar de nuevo la sensación.

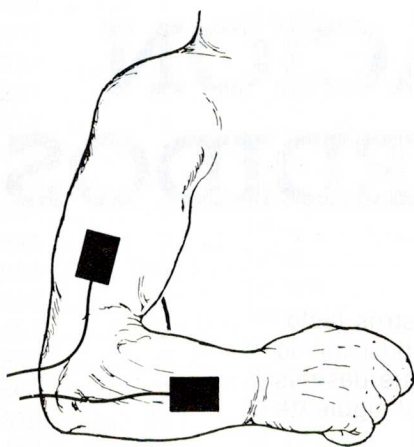
Para los dentistas puntualizaremos que al aplicar el torno a un diente, al pasar del esmalte a la dentina el paciente puede sentir un ligero dolor: en este caso hay que decirle que gire un poco más su potenciómetro en sentido



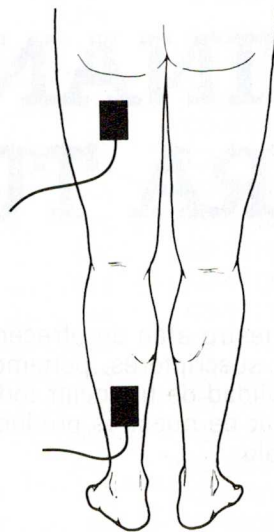
*Fig. 13* Aplicando las dos placas grandes en los dos lados del cuello, se pueden eliminar en menos de 5 minutos los dolores cervicales. Podemos mantener las placas pegadas a la piel utilizando esparadrapo.



*Fig. 15* Quienes padezcan dolores de espalda o Herpes zoster (fuego de San Antonio) puede aplicar las dos placas en la zona afectada, con el aparato en la función anestésico. Puntualizaremos que este aparato elimina el dolor, pero no cura.



*Fig. 14* Con el aparato en la función de anestésico se pueden eliminar dolores provocados por fracturas. En la función electroestimulante se puede emplear para reactivar la función de un músculo atrofiado.



*Fig. 16* Con el aparato en la función de electroestimulación se puede reactivar la circulación sanguínea de un miembro e incluso masajear un músculo. En la función de anestésico, se puede utilizar para aliviar los dolores de reumatismo o ciática.



horario, para incrementar la intensidad de los impulsos anestésicos.

A veces ocurre que el paciente, una vez a gusto, se olvida de girar el potenciómetro; de esta forma, las beta-endorfinas se atenúan reduciendo el efecto anestésico.

No olvidemos, además, que algunos pacientes pueden producir beta-endorfinas en gran cantidad y con gran rapidez y en pocos minutos quedan totalmente insensibilizados al dolor, mientras que otros sujetos necesitan mucho más tiempo.

Por lo general, en 6 u 8 minutos de tratamiento se logra una anestesia total.

Conviene, como norma, informar al paciente —sobre todo cuando los electrodos de goma se apoyan en las encías— que puede notar en ese punto un ligero hormigueo o picor.

Nunca deben aplicarse las placas conductoras en dientes de metal o a ambos lados de un “puente” metálico, ya que los impulsos pasarán a través de este cuerpo conductor con lo que no podrán excitar los receptores nerviosos.

Si algún paciente se queja de un picor más fuerte en un lado de la boca que en el otro, se pueden invertir los cables de salida del aparato.

Si esta sensación más fuerte se nota en el lado en que se ha de usar el tornillo, aconsejamos no invertirlo.

## COSTE DEL KIT

Todos los componentes para montar en el circuito impreso LX 1097 (ver fig. 2) incluyendo transformador T2, tomas de salida, potenciómetros R10 y R16 con mueble de la fig. 4, dos mandos, interruptor, clavija, cable apantallado y circuito impreso, excluyendo mueble MO1097 ..... 4.950 ptas.

Todos los componentes para montar en el circuito impreso LX1097/B (ver fig. 3) ..... 2.800 ptas.

Todos los componentes para montar en el circuito impreso marcado LX1097/C (ver fig. 5) incluyendo transformador T1, cordón de alimentación y circuito impreso ..... 4.300 ptas.

La batería recargable de 12 voltios ..... 4.550 ptas.

1 Mueble MO1097 ..... 6.900 ptas.

1 par de cables rojo/negro para uso médico con clavijas para enlazar las dos placas ..... 1.340 ptas.

1 par de placas pequeñas esterilizadas ..... 350 ptas.

1 par de placas grandes ..... 610 ptas.

Coste del circuito impreso del LX1097 ..... 1.150 ptas.

Coste del circuito impreso del LX1097/B ..... 300 ptas.

Coste del circuito impreso del LX1097/C ..... 1.350 ptas.

# FINANCIACION PARA TUS PEDIDOS

En nuestro afán de ofrecer ventajas a nuestros lectores y suscriptores, ponemos a vuestra disposición la posibilidad de financiar todos los pedidos que deseéis realizar de nuestros productos, en arreglo al siguiente ejemplo:

**Importe de la financiación:** 39.539 ptas. (Electromaster)

**A pagar en tres meses:** 13.555 ptas. al mes

**A pagar en seis meses:** 6.921 ptas. al mes

**A pagar en doce meses:** 3.607 ptas. al mes

**Teléfonos de información: (91) 571 68 57 - 58 - 59**