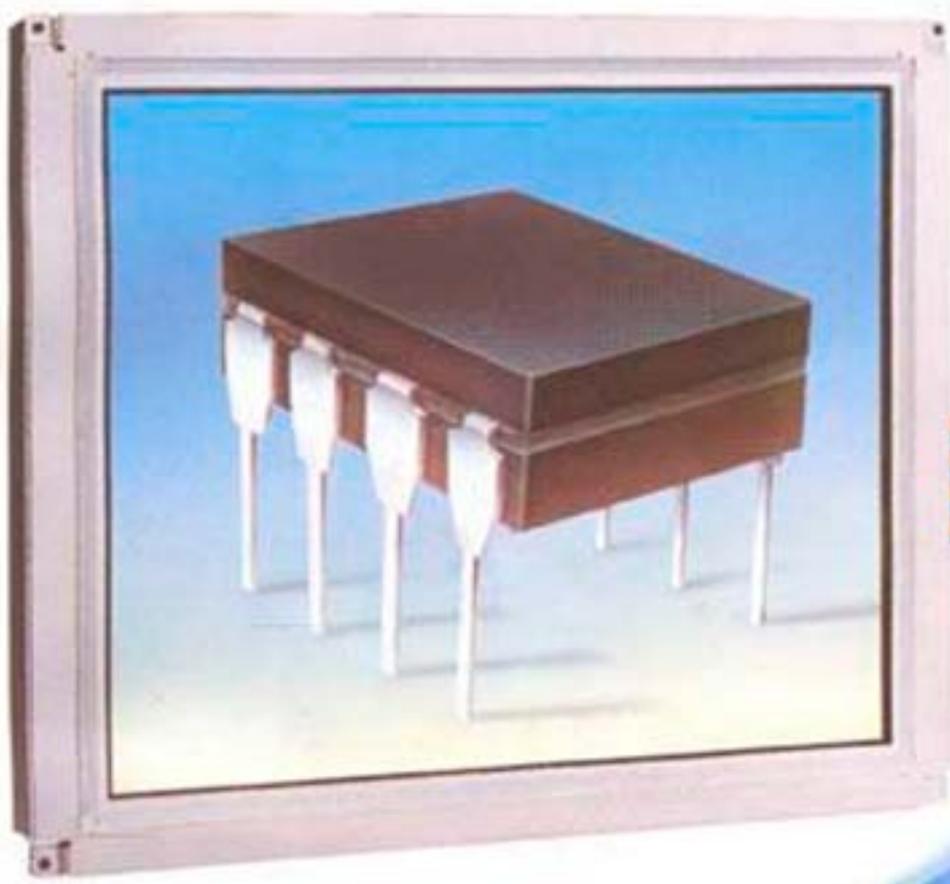


ELECTRÓNICA

NUEVA

Un VCO FM de 80-110 Mhz con DOBLE MÓDULO PLL



10 ESQUEMAS sencillos de PREAMPLIFICADORES BF

TODAS las FUNCIONES del SOFTWARE RFSIM99

LOS MONTAJES MÁS POPULARES
IONTOFORESIS CON MICROPROCESADOR
VALLAS CON DESCARGAS
DE ELECTROSHOCK ALTIMETRO



DIRECCIÓN

C/ Ferraz, 37
Teléf: (91) 542 73 80
Fax: (91) 559 94 17
MADRID 28008

DIRECTOR EDITORIAL:

Eugenio Páez Martín

Diseño Gráfico:

Paloma López Durán

Redactor:

Roberto Quirós García

SERVICIO TÉCNICO

Lunes y Miércoles de 17 a 20 h.

Teléf.: 91 542 73 80

Fax: 91 559 94 17

Correo Electrónico:

tecnico@nuevaelectronica.com

SUSCRIPCIONES

CONSULTAS

PEDIDOS

Teléf.: 91 542 73 80

Fax: 91 559 94 17

Correo Electrónico:

comercial@nuevaelectronica.com

PAGINA WEB:

www.nuevaelectronica.com

FOTOMECÁNICA:

Videlec S.L.

Teléf.:(91) 375 02 70

IMPRESIÓN:

IBERGRAPHI 2002

C/ Mar Tirreno 7

San Fernando de Henares - Madrid

DISTRIBUCIÓN:

Coedis, S.A.

Teléf.:(93) 680 03 60

MOLINS DE REI

(Barcelona)

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

DEPÓSITO LEGAL:

M-18437-1983

Suscripción anual	45,60 Euros
Susc. certificada	70,60 Euros.
Europa	73,80 Euros.
América	143,00 Euros.

Cupón de suscripciones y pedidos en
página 37.

Nº 242

4,80 Euros. (Incluido I.V.A.)

Canarias, Ceuta y Melilla

4,80 Euros (Incluidos portes)

www.nuevaelectronica.com

SUMARIO

VCO FM 80-110 MHz con DOBLE módulo PLL



En este artículo presentamos un oscilador variable modulado en FM que, controlado mediante un doble modulo PLL, cubre una banda comprendida entre 80 MHz y 110 MHz. Si no sabéis como funciona un circuito PLL os aconsejamos leer detenidamente estas páginas.

(LX.1603-4)pag.4

10 SENCILLOS ESQUEMAS de PREAMPLIFICADORES BF

En Electrónica se recurre cada vez más a la utilización de complejos circuitos integrados capaces de desarrollar cualquier función, lo que ocasiona que los esquemas sencillos que utilizan pocos componentes cada vez escaseen más. Por este motivo hemos creído conveniente presentar una gran variedad de esquemas de preamplificadores BF que utilizan componentes simples.....pag.24

CUPÓN DE PEDIDOS Y SUSCRIPCIONESpag.37

EL PROGRAMA RFSIM99 (2)



En revistas anteriores presentamos este potente programa capaz de calcular filtros paso-bajo, paso-alto y pasa-banda, además de visualizar sus curvas de comportamiento en diferentes formatos. En este segundo artículo, que se presenta en dos entregas dada su extensión, mostramos como se calcula la capacidad o la inductancia de un valor +j o -j, como se calcula una bobina y como se diseña una pista de circuito impreso para obtener un valor de inductancia concreto. Además analizamos detalladamente la calculadora que incluye el programa para realizar todos los cálculos relacionados con la RF.

(RF. SIM *2)pag.40

CATÁLOGO DE KITSpag.56

LOS MONTAJES MÁS POPULARES

IONTOFORESIS CON MICROPROCESADOR

Para curar la artritis, ciática, lumbago y desgarros musculares muchos fisioterapeutas optan por utilizar iontoforesis que, al introducir los fármacos en el organismo a través de la epidermis en lugar de hacerlo a través del estómago, hígado y riñones, permite evitar muchos efectos secundarios. La iontoforesis también se utiliza para eliminar la antiestética celulitis.

(LX.1365)pag.59

VALLAS CON DESCARGAS DE ELECTROSHOCK

Las descargas eléctricas generadas por este circuito son absolutamente inofensivas, al tocar la salida con las manos se advierte simplemente un molesto calambre. Debido a que los animales son muy sensibles a estas descargas de corriente, basta con conectar la salida de la bobina de Alta Tensión a una valla para mantenerlos alejados.

(LX.1398)pag.63

ALTÍMETRO 0 - 1.999 METROS

Utilizando modernos sensores de presión se pueden realizar instrumentos capaces de medir la altitud de edificios, colinas o montañas, hasta un máximo de 1.999 metros. En este artículo se presenta un sencillo y muy útil altímetro.

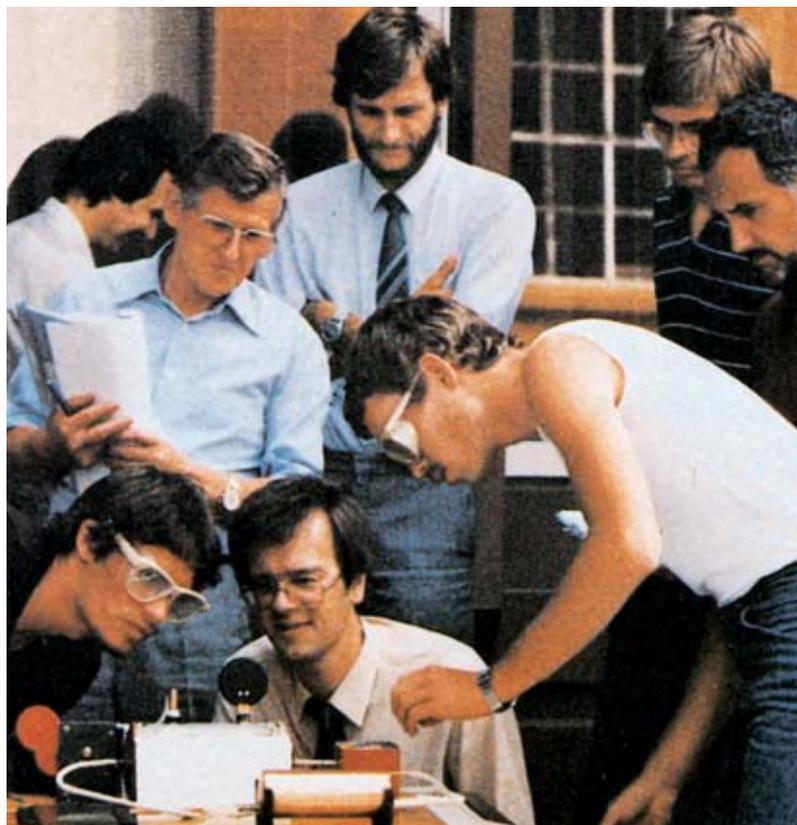
(LX.1444)pag.67

En este número

Quien haya realizado circuitos **VCO**, es decir **Osciladores Variables** o **Generadores de Alta Frecuencia**, observando el título enseguida se dará cuenta de que este artículo presenta un proyecto muy interesante.

Por otro lado, quien no esté familiarizado con los **Osciladores RF** se preguntará seguramente lo que quiere decir **Doble Módulo PLL**. Para que todo el mundo conozca el funcionamiento de estos circuitos explicaremos su funcionamiento de la forma más sencilla y clara posible. Leyendo estas páginas se resolverán todas las dudas y todo el mundo entenderá como funciona un circuito **PLL** con **Doble Módulo**.

Comencemos por el principio, es decir exponiendo a qué hace referencia el acrónimo **PLL (Phase Locked Loop)**. Se trata de un tipo de circuitos que se utilizan únicamente para realizar **osciladores RF** con una frecuencia **muy estable** generada por un **cuarzo**, pudiendo **variar** su valor y **modular** la señal en **FM**.



VCO FM 80-110 MHz

En este artículo presentamos un oscilador variable modulado en FM que, controlado mediante un doble modulo PLL, cubre una banda comprendida entre 80 MHz y 110 MHz. Si no sabéis como funciona un circuito PLL os aconsejamos leer detenidamente estas páginas.

PARA VARIAR la FRECUENCIA se utiliza un DIODO VARICAP

Consideremos un **Oscilador RF** típico que utilice un circuito de sintonía **L/C** (**L=inductancia, C=capacidad**) para generar una frecuencia de unos **110 MHz**, si conectamos en paralelo a **L/C** un **diodo varicap** (ver **DV1** en la Fig.1) para **variar** la **frecuencia** solo hay que modificar la tensión en los contactos de este componente, ya que un diodo varicap **varía** su **capacidad** al **variar** la **tensión** en sus bornes.

En nuestro oscilador hemos utilizado un **diodo varicap** que presenta una capacidad de **17**

TABLA N.1

tensión en el diodo varicap	capacidad del diodo varicap	frecuencia generada
0,0 volt	17 pF	80 MHz
0,5 volt	14 pF	83 MHz
1,0 volt	13 pF	86 MHz
1,5 volt	12 pF	89 MHz
2,0 volt	11 pF	92 MHz
2,5 volt	10 pF	95 MHz
3,0 volt	9 pF	99 MHz
3,5 volt	8 pF	103 MHz
4,0 volt	7 pF	106 MHz
4,5 volt	6 pF	108 MHz
5,0 volt	5 pF	110 MHz



picofaradios con una tensión de **0 voltios** y que baja a **5 picofaradios** cuando se le aplica una tensión positiva de **5 voltios**.

Girando el cursor del **potenciómetro R1** (ver Fig.1) podremos aplicar al **diodo varicap** una tensión variable de **0 voltios** a **5 voltios**, obteniendo las **frecuencias** mostradas en la **Tabla N.1**.

NOTA IMPORTANTE: Los **datos** de esta **Tabla** son aproximados ya que pueden variar significativamente en función de las **capacidades parásitas** del montaje y de la **tolerancia** de los componentes utilizados para la realización de la etapa de **oscilación**.

El objetivo de esta **Tabla** es mostrar como varía la capacidad, y en consecuencia la frecuencia, en función de la tensión: Con una tensión de **0 voltios** se consigue la **máxima capacidad**, que corresponde a la **mínima frecuencia (80 MHz)**, mientras que con una tensión de **5 voltios** se

conseguir una gran **estabilidad** de **frecuencia**, pero con la limitación de tener **una sola frecuencia** por cuarzo. Por lo tanto, si se quisiera realizar un oscilador capaz de proporcionar **frecuencias diferentes** sería necesario utilizar un **enorme número** de **cuarzos**.

Los **cuarzos** son **muy caros** y **no** los hay disponibles en todos los **valores** de **frecuencia**. Este problema se soluciona con los **osciladores VCO** con **PLL**, ya que utilizando un **único cuarzo** pueden generar una **infinidad de frecuencias** perfectamente estables y, además, fácilmente **modulables** en **FM**.

FUNCIONAMIENTO de un CIRCUITO PLL

Para realizar un circuito **PLL** se utilizan circuitos integrados que desarrollan esta función específica. Hay muchos integrados disponibles, nosotros hemos utilizado el **HCF4046**, equivalente al **CD.4046** (ver Fig.2). En el lado izquierdo del esquema mostrado en

con DOBLE módulo PDL

obtiene la **mínima capacidad**, que corresponde a la **máxima frecuencia (110 MHz)**.

En la **Tabla N.1** se puede observar como para obtener una frecuencia de **89 MHz** hay que aplicar al **diodo varicap** una tensión de **1,5 voltios**, mientras que para obtener una frecuencia de **103 MHz** hay que aplicar una tensión de **3,5 voltios**.

Para obtener frecuencias con precisión de decimales, por ejemplo **89,25 MHz** o **103,50 MHz**, hay que aplicar al diodo varicap tensiones con una precisión de **milivoltios**, valores que podremos obtener utilizando **potenciómetros multigiro**.

Incluso así, la frecuencia generada **no es estable**, ya que varía, aunque de modo irrisorio, con la **temperatura** de los **componentes** y con la **tensión** de **alimentación**. Solamente realizando osciladores con **cuarzos** se puede

la Fig.2 se puede observar la etapa **VCO**, que **no** utilizamos, mientras que a la derecha se puede observar la **etapa PLL** que pasamos a describir a continuación.

Como se puede observar, la **etapa PLL** cuenta con dos **terminales** de **entrada** a los que se aplican circuitos lógicos (terminales **3-14**), con un **terminal** de **salida** (terminal **13**) y con un terminal denominado **Locked Detector** (terminal **1**).

Al terminal de entrada **14** del **PLL** (ver **IC6**) se aplica la **frecuencia** de **referencia**, en nuestro caso **12,5 KHz**, que se obtiene de un oscilador de **cuarzo** como se puede ver en la Fig.9 (ver **XTAL** e **IC7**). Al terminal de entrada **3** del **PLL** se aplica la frecuencia generada por el **VCO**, que, dividida mediante un divisor programable (ver Fig.3), hace entrar en este terminal una frecuencia de **12,5 KHz**, es decir idéntica a la que entra en el terminal **14**.

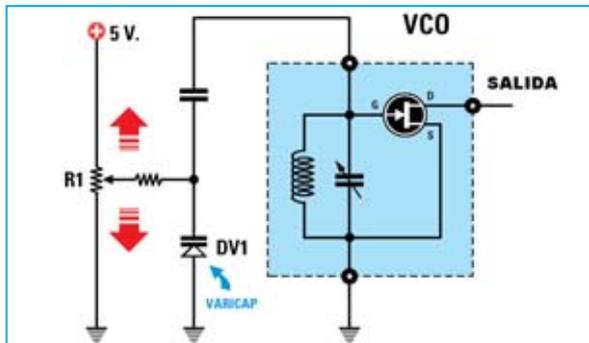


Fig.1 Para variar la frecuencia de un oscilador de Alta Frecuencia se aplica un diodo varicap en paralelo a un circuito de sintonía L/C. Variando la tensión en los contactos del Varicap a través de un potenciómetro cambia su capacidad y, por tanto, la frecuencia de sintonía.

Cuando la **frecuencia** presente en el terminal **14** es igual a la presente en el terminal **3**, de la **salida** (terminal **1**) parten unos impulsos positivos que provocan el encendido del diodo LED **DL1**, confirmando así que la **frecuencia** generada por el **VCO** y la dividida por el **divisor programable** son exactamente iguales.

Si, por cualquier motivo, la frecuencia del **VCO** **variara** unos pocos **Hertzios**, enseguida el **PLL** procedería a modificar la **tensión** del terminal de salida **13** para que sobre el **diodo varicap** llegue un valor de tensión que permita obtener en el terminal de salida del **divisor programable** una **frecuencia** exacta de **12,5 KHz** (ver Fig.3).

Suponiendo que el **divisor programable** ha sido programado para **dividir** la frecuencia generada por la **etapa VCO** entre **7.600**, para conseguir en su salida una frecuencia de **12,5 KHz** es necesario aplicar a su entrada una **frecuencia** que podremos calcular con la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia salida (KHz)} = \text{Factor división} \times 12,5$$

$7.600 \times 12,5 = 95.000 \text{ KHz}$ igual a **95 MHz**
Consultando la **Tabla N.1** podemos observar que para obtener una frecuencia de **95 MHz** es necesario aplicar al **diodo varicap** una tensión de **2,5 voltios**.

Al alimentar el circuito, el integrado **PLL** comenzará a proporcionar en su terminal **13** unos impulsos **positivos** que cargan el

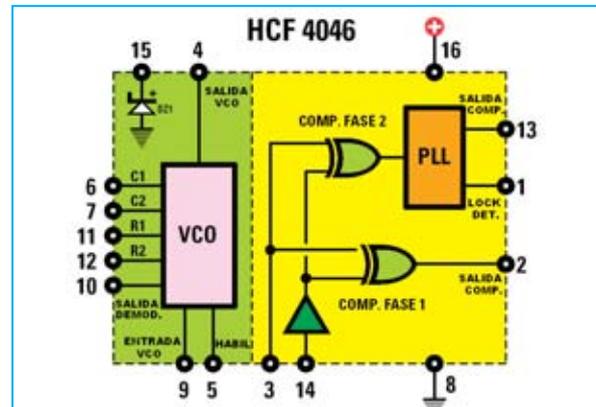


Fig.2 En el interior del integrado HCF.4046 hay una etapa PLL (ver lado derecho) que utilizamos en este proyecto y una etapa VCO (ver lado izquierdo) que no utilizamos.

condensador electrolítico conectado a su salida. Esta tensión parte de **0 voltios** y llega hasta **5 voltios**, alimentando el **diodo varicap** de la **etapa de oscilación**.

La **capacidad máxima** del **diodo varicap** (**17 pF**) comienza a bajar. Una vez alcanzados los **10 pF**, valor con el que se obtiene en la salida de la etapa de oscilación una frecuencia exacta de **95 MHz**, el integrado **PLL** provoca el **encendido** del diodo LED **DL1** conectado al terminal **1**, señalando así que en sus terminales de entrada **3-14** hay exactamente **12,5 KHz**.

En estas condiciones conseguimos una **frecuencia estable** partiendo de la señal generada por el oscilador de **cuartzo**. En efecto, suponiendo que la frecuencia de **95.000 KHz** subiera a **95.080 KHz** a causa de una variación en la **tensión** de alimentación o de una variación de **temperatura**, en la salida del **divisor programable** no encontraremos una frecuencia de **12,50 KHz** sino una ligeramente superior:

$$95.080 : 7.600 = 12,51 \text{ KHz}$$

En estas condiciones el integrado **PLL** procede a **bajar** ligeramente la tensión en el **varicap DV1**. Como consecuencia **baja** la frecuencia de la etapa de oscilación a **95.000 KHz**.

En cambio, si la frecuencia de **95.000 KHz** bajara a **94.850 KHz**, en la salida del **divisor programable** tampoco encontraremos una frecuencia de **12,50 KHz** sino una ligeramente inferior:

$$94.850 : 7.600 = 12,48 \text{ KHz}$$

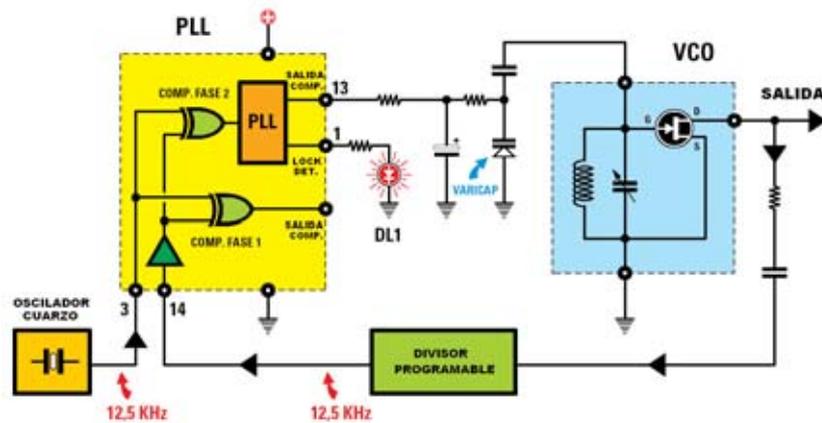


Fig.3 Al terminal 3 de la etapa PLL se aplica una frecuencia de referencia de 12,5 KHz. En el terminal 14 se aplica la frecuencia generada por el VCO, que un Divisor Programable divide hasta obtener 12,5 KHz.

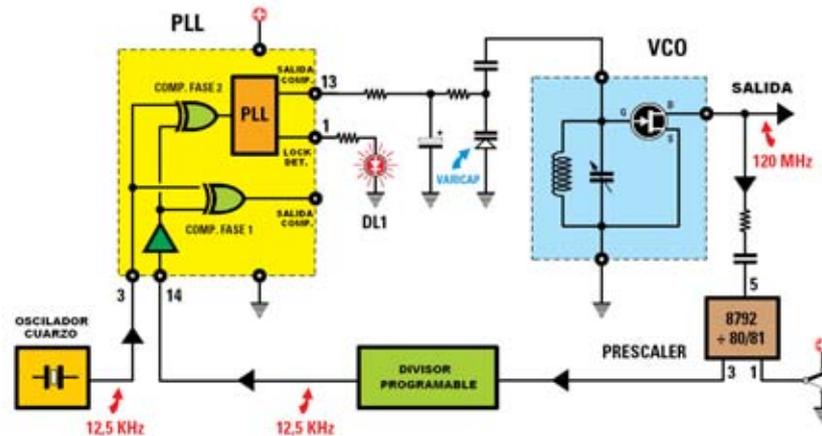


Fig.4 Puesto que la máxima frecuencia que acepta un Divisor Programable está en torno a 5 MHz, para realizar un VCO capaz de superar los 100 MHz es necesario utilizar un Prescaler que divida entre 80-81 veces la frecuencia generada por la etapa de oscilación.

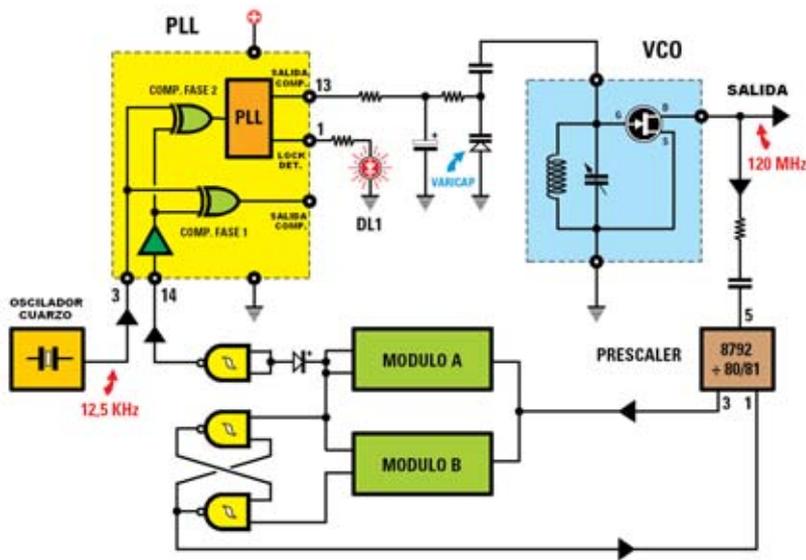


Fig.5 En la Fig.4 hemos reproducido el esquema de un VCO provisto de un Módulo Divisor sencillo. En este esquema se produce el mismo VCO con Prescaler y con un Módulo Divisor doble (ver Módulo A y Módulo B).

En estas condiciones el integrado **PLL** procede a **augmentar** ligeramente la tensión en el **varicap DV1**. Como consecuencia **sube** la frecuencia de la etapa de oscilación a **95.000 KHz**.

VARIANDO el FACTOR de DIVISIÓN varía la FRECUENCIA del VCO

Suponiendo que queremos obtener en la salida del **VCO** una frecuencia de **103.000 KHz**, para conocer el **factor de división** utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Factor división} = \text{KHz VCO} : 12,5$$
$$103.000 : 12,5 = 8.240 \text{ veces (factor de división)}$$

Por tanto para conseguir la frecuencia de **103.000 KHz (103 MHz)** hace falta un **divisor programable** que divida la frecuencia del **VCO** entre **8.240**. En efecto:

$$8.240 \times 12,5 = 103.000 \text{ KHz}$$

Si quisiéramos obtener en la salida del **VCO** una frecuencia de **88.500 KHz** el divisor programable tendría que **dividir** la frecuencia entre:

$$88.500 : 12,5 = 7.080 \text{ veces}$$

En efecto:

$$7.080 \times 12,5 = 88.500 \text{ KHz}$$

Un PRESCALER UHF antes del DIVISOR PROGRAMABLE

Llegado este punto es fácil entender que para conseguir cualquier **frecuencia** basta con aplicar entre la salida del **VCO** y el integrado **PLL** un **divisor programable** que proporcione en su salida un valor exacto de **12,5 KHz** (ver Fig.3).

NOTA: La frecuencia de **12,5 KHz** es la que hemos elegido para nuestro **VCO-PLL**.

En teoría parecería todo solucionado si no se presentara el problema de que la **máxima frecuencia** que un **divisor programable** logra aceptar en su entrada está en torno a **4-5 MHz**. Por lo tanto, si quisiéramos realizar un **VCO** que trabaje a frecuencias superiores a **5 MHz** deberíamos interponer, entre el **VCO** y el **divisor programable**, un **prescaler UHF** capaz de aceptar en su entrada frecuencias hasta **200-250 MHz** y que divida la frecuencia del **VCO** por

un valor fijo de modo que en la salida se obtenga una frecuencia menor de **5 MHz**.

Los **prescaler UHF** disponibles en el mercado son los siguientes:

SP.8785 divide por **21-22**

SP.8793 divide por **40-41**

SP.8792 divide por **80-81**

SP.8710 divide por **100-101**

Nosotros hemos elegido el **SP.8792**.

El prescaler **SP.8792** dispone de **dos terminales de entrada** (ver terminales **5-6** de **IC2** en la Fig.9) que sirven para obtener la señal del **VCO** y de **un terminal de salida** (terminal **3**) del que **sale** la señal **dividida** por **80** o **81** que se aplica a la entrada del **divisor programable** (ver Fig.4).

Además dispone de un **terminal de control** (terminal **1**) que le indica al prescaler el **factor de división** (**80** o **81**). Si este terminal está a **nivel lógico 1** (tensión positiva) el prescaler **divide** por **80** mientras que si está a **nivel lógico 0** (cortocircuitado a masa) el prescaler **divide** por **81**.

Suponiendo que el **VCO** genera una frecuencia de **120 MHz (120.000 KHz)**, dividiendo por **80** obtenemos:

$$120.000 : 80 = 1.500 \text{ KHz}$$

Para conseguir la **frecuencia de referencia** (**12,5 KHz**) el divisor programable debe dividir por:

$$1.500 : 12,5 = 120 \text{ veces}$$

En la Fig.4 se muestra el esquema utilizando un **divisor programable** con un **módulo simple**, mientras que en la Fig.5 se muestra el esquema utilizando un **divisor programable** con un **módulo doble**.

UN oscilador PLL con MÓDULO DOBLE

En el esquema de la Fig.5 se pueden observar claramente los dos **módulos programables**, referenciados como **módulo A** y **módulo B**.

Para la programación del **módulo A** hay que utilizar la siguiente fórmula:

Factor división A = (KHz salida : 80) : 12,5
Suponiendo que queremos obtener del **VCO** una frecuencia de **95.000 KHz (95 MHz)** hay que programar el **módulo A** para que divida la frecuencia del **VCO** entre:

$$(95.000 : 80) : 12,5 = 95 \text{ veces}$$

Si quisiéramos obtener del **VCO** una frecuencia de **103.000 KHz (103 MHz)** hay que programar el **módulo A** para que divida la frecuencia del **VCO** entre:
 $(103.000 : 80) : 12,5 = 103 \text{ veces}$

El **módulo B** solo se utiliza cuando al desarrollar la **fórmula** para programar el **módulo A** se obtiene un resultado con **decimales**.

Por ejemplo, si quisiéramos obtener del **VCO** estas **3 frecuencias**:

$$95.550 \text{ KHz} - 103.250 \text{ MHz} - 107.625 \text{ KHz}$$

Dividiéndolas por **80** obtendríamos un **factor de división** con **decimales**:

$$(95.550 : 80) : 12,5 = 95,55 \text{ veces}$$

$$(103.250 : 80) : 12,5 = 103,25 \text{ veces}$$

$$(107.625 : 80) : 12,5 = 107,625 \text{ veces}$$

Los **decimales** de estas divisiones sirven para programar el **módulo B**, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Factor división B} = (\text{Parte decimal de A} \times 80)$$

Por tanto, para conseguir una frecuencia de **95.550 KHz** hay que programar el **módulo A** con el número **95** y utilizar el resto decimal (**0,55**) para calcular el valor a programar en el **módulo B**:
 $0,55 \times 80 = 44$

NOTA: La parte **decimal** utilizada para calcular el factor del **módulo B** debe estar siempre precedida por **0**.

Para obtener una frecuencia de **103.250 KHz** hay que programar el **módulo A** con el número **103** y utilizar el resto decimal (**0,25**) para calcular el valor a programar en el **módulo B**:
 $0,25 \times 80 = 20$

Por último, para obtener una frecuencia de **107.625**

KHz hay que programar el **módulo A** con el número **107** y utilizar el resto decimal (**0,625**) para calcular el valor a programar en el **módulo B**:
 $0,625 \times 80 = 50$

Con estos tres ejemplos hemos mostrado de forma clara y sencilla el cálculo del valor a programar en los **módulos A y B**.

Resumiendo, las **fórmulas** para obtener los **factores de división** son las siguientes:

$$\text{Factor de división del MÓDULO A} \\ (\text{KHz en salida del VCO} : 80) : 12,5$$

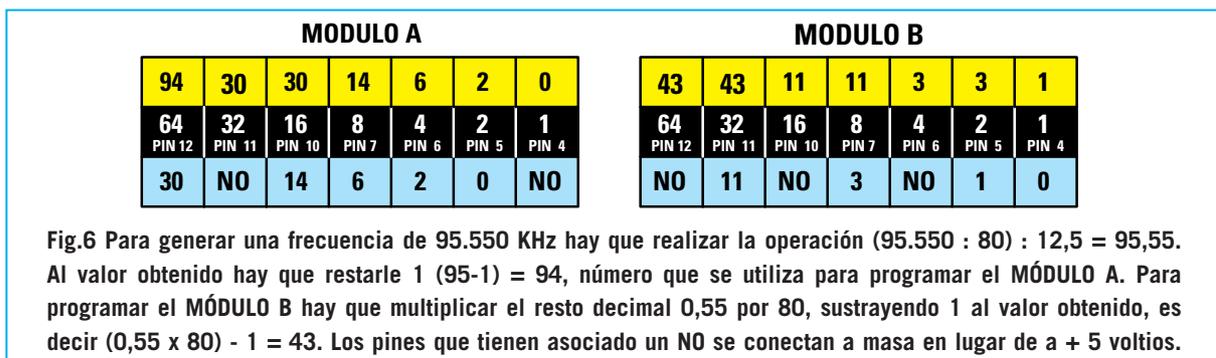
$$\text{Factor de división del MÓDULO B} \\ (\text{Decimales del cálculo de A} \times 80)$$

NOTA: Si al calcular el **factor de división** del **módulo A** no hay ningún **decimal** el **módulo B** no debe ser programado.

Instalando en el **VCO bobinas** con un número **espiras** diferente se pueden conseguir también frecuencias de **27.250 KHz**, **145.100 KHz** o de **150.300 KHz**, realizando los cálculos con el procedimiento que hemos explicado para los **factores de división** de los **módulos A y B**.

CÓMO programar los MÓDULOS A y B

Para calcular el **factor de división** de los **módulos A y B**, es decir de los integrados **HCF.40103** o **CD.40103** (ver **IC3-IC4** en la Fig.9), recordamos que conectando los terminales indicados en la **Tabla N.2** al **positivo** de alimentación (**5 voltios**) se obtienen los siguientes **factores de división**: Estos **factores de división** se suelen denominar **pesos** ya que **sumándolos** se obtiene el **valor** por el que **divide** el integrado.



MODULO A							MODULO B						
102	38	6	6	6	2	0	19	19	19	3	3	3	1
64	32	16	8	4	2	1	64	32	16	8	4	2	1
PIN 12	PIN 11	PIN 10	PIN 7	PIN 6	PIN 5	PIN 4	PIN 12	PIN 11	PIN 10	PIN 7	PIN 6	PIN 5	PIN 4
38	6	NO	NO	2	0	NO	NO	NO	3	NO	NO	1	0

Fig.7 Para generar una frecuencia de 103.250 KHz hay que realizar la operación $(103.250 : 80) : 12,5 = 103,25$. Al valor obtenido hay que restarle 1 $(103-1) = 102$, número que se utiliza para programar el MÓDULO A. Para programar el MÓDULO B hay que multiplicar el resto decimal 0,25 por 80, sustrayendo 1 al valor obtenido, es decir $(0,25 \times 80) - 1 = 19$. Los pines que tienen asociado un NO se conectan a masa en lugar de a + 5 voltios.

MODULO A							MODULO B						
106	42	10	10	2	2	0	49	49	17	1	1	1	1
64	32	16	8	4	2	1	64	32	16	8	4	2	1
PIN 12	PIN 11	PIN 10	PIN 7	PIN 6	PIN 5	PIN 4	PIN 12	PIN 11	PIN 10	PIN 7	PIN 6	PIN 5	PIN 4
42	10	NO	2	NO	0	NO	NO	17	1	NO	NO	NO	0

Fig.8 Para generar una frecuencia de 107.625 KHz hay que realizar la operación $(107.625 : 80) : 12,5 = 107,625$. Al valor obtenido hay que restarle 1 $(107-1) = 106$, número que se utiliza para programar el MÓDULO A. Para programar el MÓDULO B hay que multiplicar el resto decimal 0,625 por 80, sustrayendo 1 al valor obtenido, es decir $(0,625 \times 80) - 1 = 49$. Los pines que tienen asociado un NO se conectan a masa en lugar de a + 5 voltios.

En efecto, conectando al **positivo** de alimentación los terminales que dividen entre **64-16-4-2** se obtiene una **división total** entre **64+16+4+2 = 86**.

Si conectamos al **positivo** los **7 terminales** indicados en la **Tabla N.2** se obtiene una **división total** entre **64+32+16+8+4+2+1 = 127**.

NOTA: En los integrados **40103** hay que **restar 1** al peso total. Tomando en consideración las frecuencias que hemos elegido en nuestros ejemplos, los pesos a programar en los módulos A y B son los siguientes:

- Para obtener **95.550 KHz** (ver Fig.6)
 - Programar el **módulo A** a **95 - 1 = 94**
 - Programar el **módulo B** a **44 - 1 = 43**
- Para obtener **103.250 KHz** (ver Fig.7)

TABLA N.2

patilla 12	divide entre 64
patilla 11	divide entre 32
patilla 10	divide entre 16
patilla 7	divide entre 8
patilla 6	divide entre 4
patilla 5	divide entre 2
patilla 4	divide entre 1

- Programar el **módulo A** a **103 - 1 = 102**
- Programar el **módulo B** a **20 - 1 = 19**

Para obtener **107.625 KHz** (ver Fig.8)

- Programar el **módulo A** a **107 - 1 = 106**
- Programar el **módulo B** a **50 - 1 = 49**

Conociendo el valor de los **pesos** de **A** y **B** se puede obtener el valor de la **frecuencia** que sale del **VCO** realizando las siguientes operaciones:

$$NR = (\text{Peso A} + 1) \times 80$$

El valor calculado **NR** se introduce en la siguiente expresión:

$$\text{KHz} = (NR + \text{Peso B} + 1) \times 12,5$$

Si se quiere conocer la **frecuencia** generada por el **VCO** para un **peso A = 94** y un **peso B = 43** las operaciones a realizar son las siguientes:

$$(94 + 1) \times 80 = 7.600$$

$$(7.600 + 43 + 1) \times 12,5 = 95.550 \text{ KHz}$$

Para un **peso A = 106** y un **peso B = 49** las operaciones serían:

$$(106 + 1) \times 80 = 8.560$$

$$(8.560 + 49 + 1) \times 12,5 = 107.625 \text{ KHz}$$

En las Figs.6-7-8 se reproducen dos **tablas**, una para el **módulo A** y otra para el **módulo B**, en cuya línea **central** se indica el **peso** y el **terminal** correspondiente del integrado **HCF.40103**.

Si, por ejemplo, tomamos los **pesos** necesarios para conseguir una frecuencia de **95.550 KHz**:

$$\text{Peso módulo A} = 95 - 1 = 94$$

$$\text{Peso módulo B} = 44 - 1 = 43$$

Para determinar los terminales del **módulo A** que se han de conectar al **positivo** de alimentación para obtener el **factor de división** deseado, en primer lugar hay que insertar el número en la **primera** casilla de la **izquierda** (sobre el **peso 64**), como se observa en la Fig.6. A continuación realizamos la siguiente **resta**:

$$94 - 64 = 30$$

Ahora escribimos el resultado (**30**) en la casilla inferior y lo llevamos también a la **segunda casilla** de la **primera línea** (sobre el número **32**).

Como la **resta 30-32** no se puede realizar en la casilla inferior escribimos **NO** y llevamos el **30** a la **tercera casilla** de la **primera línea** (sobre el número **16**). Ahora sí se puede realizar la **resta**:

$$30 - 16 = 14$$

A continuación escribimos el resultado (**14**) en la casilla inferior y lo llevamos también a la **cuarta casilla** de la **primera línea** (sobre el número **8**). Realizamos la **resta**:

$$14 - 8 = 6$$

Escribimos el resultado (**6**) en la casilla inferior y lo llevamos también a la **quinta casilla** de la **primera línea** (sobre el número **4**). Realizamos la **resta**:

$$6 - 4 = 2$$

Ahora escribimos el resultado (**2**) en la casilla inferior y lo llevamos también a la **sexta casilla** de la **primera línea** (sobre el número **2**). Realizamos la **resta**:

$$2 - 2 = 0$$

Acto seguido escribimos el resultado (**0**) en la casilla inferior y lo llevamos también a la **séptima casilla** de la **primera línea** (sobre el número **1**). Como la **resta 0-1** no se puede realizar en la casilla inferior escribimos **NO**

Resumiendo, hay que insertar en la **casilla superior** el **número** del que será **sustraído** el **peso** indicado en la **casilla inferior**. Si el resultado de la **resta** es **negativo** en la casilla inferior se pone **NO**, en caso contrario se pone

el **resultado** de la resta. El resultado se va trasladando hacia la derecha **hasta llegar al 0**.

Todos los **terminales** que en la casilla inferior tengan un **número**, incluido el **0**, han de conectarse al **positivo** de alimentación, mientras que los terminales que tengan **NO** en sus casillas correspondientes han de conectarse a **masa**.

De hecho, sumando todos los **pesos** de la **fila central**, **exceptuando** los que tienen en sus casillas inferiores **NO**, obtenemos:

$$64 + 16 + 8 + 4 + 2 = 94$$

que es el **valor** correspondiente al **factor de división** del **módulo A**.

Para determinar los terminales del **módulo B** que se han de conectar al **positivo** de alimentación para obtener el **factor de división** deseado el procedimiento a seguir es análogo al realizado para el **módulo A**. En primer lugar hay que insertar el número (**43**) en la **primera casilla** de la **izquierda** (sobre el **peso 64**), como se observa en la Fig.6 (**módulo B**). Como la **resta 43-64** no se puede realizar en la casilla inferior escribimos **NO** y llevamos el **43** a la **segunda casilla** de la **primera línea** (sobre el número **32**). Ahora sí se puede realizar la **resta**:

$$43 - 32 = 11$$

A continuación escribimos el resultado (**11**) en la casilla inferior y lo llevamos también a la **tercera casilla** de la **primera línea** (sobre el número **16**). Como la **resta 11-16** no se puede realizar en la casilla inferior escribimos **NO** y llevamos el **11** a la **cuarta casilla** de la **primera línea** (sobre el número **8**). Ahora sí se puede realizar la **resta**:

$$11 - 8 = 3$$

Ahora escribimos el resultado (**3**) en la casilla inferior y lo llevamos también a la **quinta casilla** de la **primera línea** (sobre el número **4**).

Como la **resta 3-4** no se puede realizar en la casilla inferior escribimos **NO** y llevamos el **3** a la **sexta casilla** de la **primera línea** (sobre el número **2**). Ahora sí se puede realizar la **resta**:

$$3 - 2 = 1$$

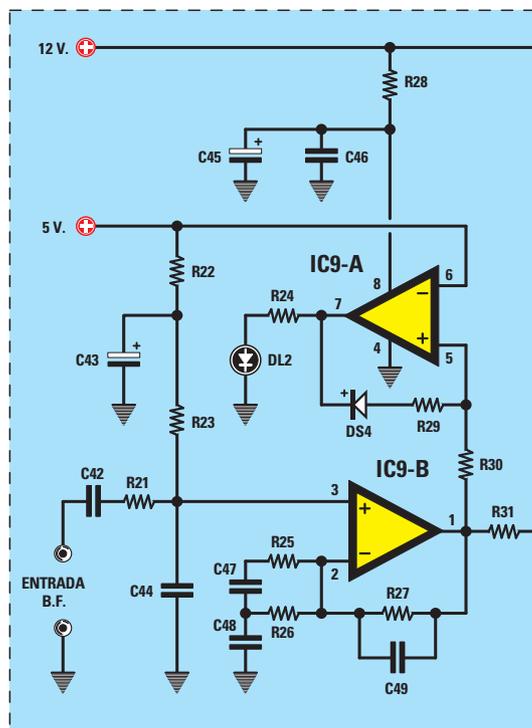
A continuación escribimos el resultado (**1**) en la casilla inferior y lo llevamos a la **séptima**

LISTA DE COMPONENTES LX.1603-LX.1604

R1 = 4.700 ohmios (*)
R2 = 10.000 ohmios (*)
R3 = 100 ohmios (*)
R4 = 10.000 ohmios (*)
R5 = 150 ohmios (*)
R6 = 10 ohmios (*)
R7 = 10.000 ohmios
R8 = 10.000 ohmios
R9 = 100 ohmios
R10 = 100 ohmios
R11 = Red resistencias 10.000 ohmios
R12 = Red resistencias 10.000 ohmios
R13 = 100.000 ohmios
R14 = 1.000 ohmios
R15 = 220 ohmios
R16 = 1 megaohmio
R17 = 10.000 ohmios
R18 = 10.000 ohmios
R19 = 1 megaohmio
R20 = 330 ohmios
R21 = 10.000 ohmios
R22 = 10.000 ohmios
R23 = 10.000 ohmios
R24 = 1.000 ohmios
R25 = 3.300 ohmios
R26 = 10.000 ohmios
R27 = 47.000 ohmios
R28 = 10 ohmios
R29 = 180.000 ohmios
R30 = 47.000 ohmios
R31 = 10.000 ohmios
C1 = Compensador 2-15 pF (*)
C2 = 22 pF cerámico (*)
C3 = 10.000 pF cerámico (*)
C4 = 2,2 pF cerámico (*)
C5 = 10.000 pF cerámico (*)
C6 = 10 microF. electrolítico (*)
C7 = 1.000 pF cerámico (*)
C8 = 68 pF cerámico (*)
C9 = 10.000 pF cerámico (*)
C10 = 120 pF cerámico (*)
C11 = 10 microF. electrolítico (*)
C12 = Compensador 65 pF (*)
C13 = 10 microF. electrolítico (*)
C14 = 10.000 pF cerámico (*)
C15 = 1.000 pF cerámico (*)
C16 = Compensador 65 pF (*)
C17 = Compensador 65 pF (*)
C18 = 100 pF cerámico
C19 = 100.000 pF poliéster
C20 = 4,7 microF. electrolítico
C21 = 100.000 pF cerámico
C22 = 10.000 pF cerámico
C23 = 10.000 pF cerámico
C24 = 6,8 pF cerámico
C25 = 6,8 pF cerámico
C26 = 3.300 pF poliéster

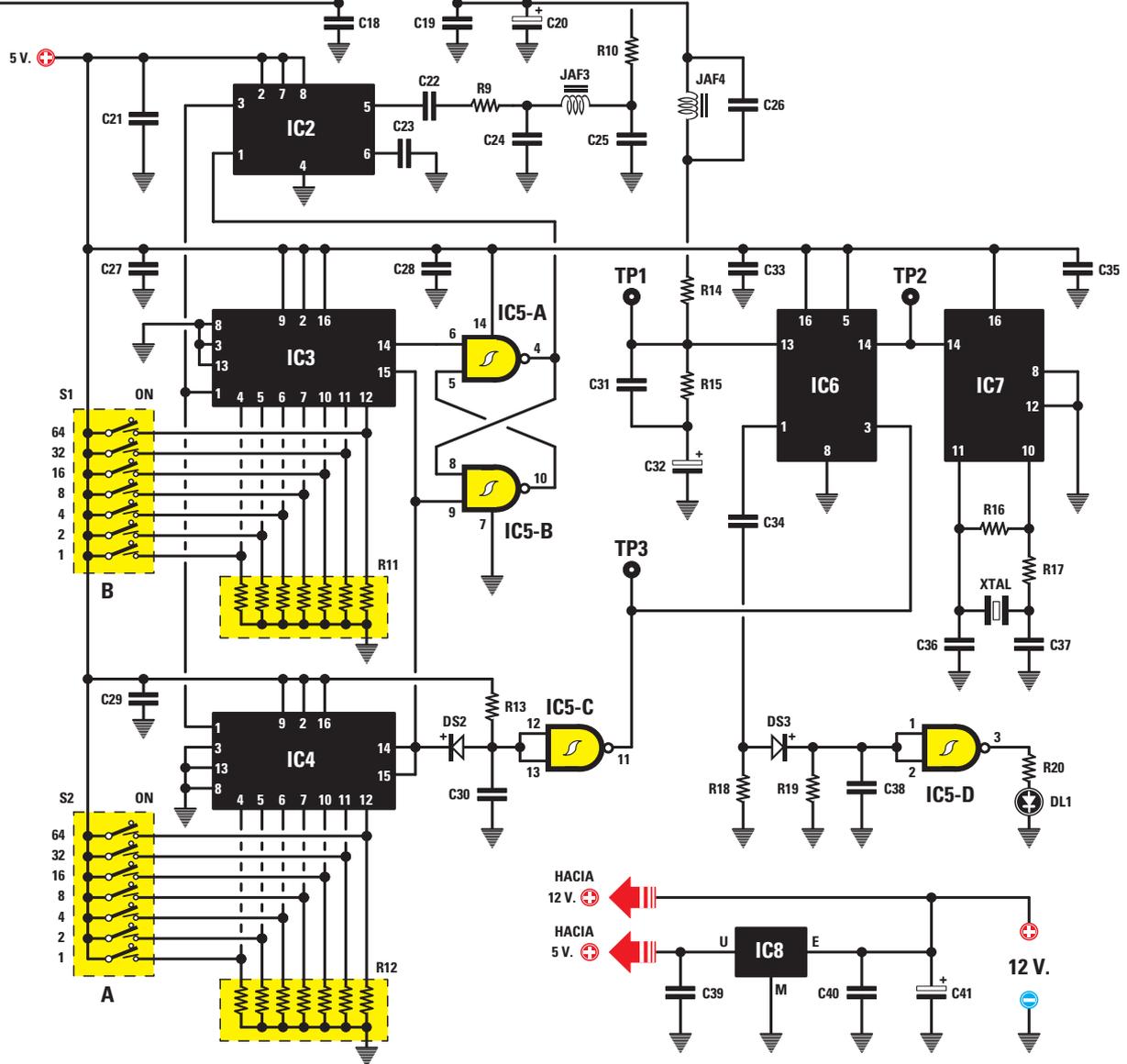
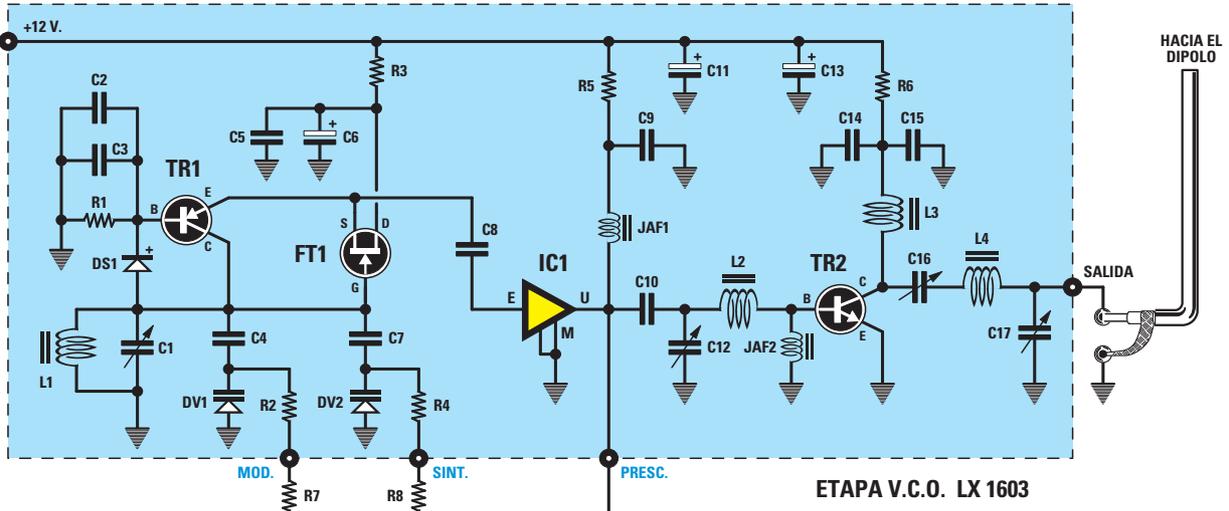
C27 = 100.000 pF poliéster
C28 = 100.000 pF poliéster
C29 = 100.000 pF poliéster
C30 = 470 pF cerámico
C31 = 1 microF. poliéster
C32 = 47 microF. electrolítico
C33 = 100.000 pF poliéster
C34 = 3.300 pF poliéster
C35 = 100.000 pF poliéster
C36 = 22 pF cerámico
C37 = 22 pF cerámico
C38 = 10.000 pF poliéster
C39 = 100.000 pF poliéster
C40 = 100.000 pF poliéster
C41 = 100 microF. electrolítico
C42 = 470.000 pF poliéster
C43 = 10 microF. electrolítico
C44 = 100 pF cerámico
C45 = 10 microF. electrolítico
C46 = 100.000 pF poliéster
C47 = 5.600 pF poliéster
C48 = 470.000 pF poliéster
C49 = 47 pF cerámico
L1 = Bobina 8 espiras sobre núcleo NT30.0 (*)
L2 = Bobina 7 espiras sobre núcleo NT30.0 (*)
L3 = Bobina 8 espiras sobre núcleo NT30.0 (*)

L4 = Bobina 10 espiras sobre núcleo NT30.0 (*)
JAF1 = Impedancia 10 microhenrios (*)
JAF2 = Impedancia 10 microhenrios (*)
JAF3 = Impedancia 0,27 microhenrios
JAF4 = Impedancia 47 milihenrios
XTAL = Cuarzo 3,2 MHz
DS1 = Diodo schottky 1N.5711 (*)
DS2 = Diodo 1N.4148
DS3 = Diodo 1N.4148
DS4 = Diodo 1N.4148
DV1 = Diodo varicap BB222 (*)
DV2 = Diodo varicap BB222 (*)
DL1 = Diodo LED
DL2 = Diodo LED
TR1 = Transistor PNP BSX29 (*)
TR2 = Transistor NPN 2N.3725 (*)
FT1 = FET J310 (*)
IC1 = Amplificador monolítico MAV11 (*)
IC2 = Integrado SP.8792
IC3 = Integrado CMOS 40103
IC4 = Integrado CMOS 40103
IC5 = Integrado CMOS 4093
IC6 = Integrado CMOS 4046
IC7 = Integrado CMOS 4060
IC8 = Integrado L.7805
IC9 = Integrado NE.5532
S1 = DIP-SWITCH 4 + DIP-SWITCH 3
S2 = DIP-SWITCH 4 + DIP-SWITCH 3



ETAPA DE MODULACIÓN

Fig.9 Esquema eléctrico del VCO 80-110 MHz con Doble Módulo PLL. Los componentes marcados con un asterisco (*) se montan en el circuito impreso VCO LX.1603 (ver Fig.10).



casilla de la **primera línea** (sobre el número **1**). Realizamos la **resta**:

$$1 - 1 = 0$$

Al llegar a **0** hemos **completado** la secuencia de operaciones a realizar.

Todos los **terminales** que en la casilla inferior tengan un **número**, incluido el **0**, han de conectarse al **positivo** de alimentación, mientras que los terminales que tengan **NO** en sus casillas correspondientes han de conectarse a **masa**. De hecho, sumando todos los **pesos** de la **fila central**, **exceptuando** los que tienen en sus casillas inferiores **NO**, obtenemos:

$$32 + 8 + 2 + 1 = 43$$

que es el **valor** correspondiente al **factor de división** del **módulo B**.

En la Fig.7 se encuentran las **tablas** de programación de los **módulos A** y **B** para una frecuencia de **103.250 KHz**:

$$\text{Peso módulo A} = 103 - 1 = 102$$

$$\text{Peso módulo B} = 20 - 1 = 19$$

En la Fig.8 se encuentran las **tablas** de programación de los **módulos A** y **B** para una frecuencia de **107.625 KHz**:

$$\text{Peso módulo A} = 107 - 1 = 106$$

$$\text{Peso módulo B} = 50 - 1 = 49$$

Como se ha podido comprobar, con unas sencillas operaciones matemáticas se puede diseñar un **PLL con doble módulo** para realizar cualquier **VCO**.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Una vez explicado detalladamente como funciona un **PLL con doble módulo** podemos presentar un eficaz **VCO** (Oscilador Controlado por Voltaje) modulado en **FM** capaz de cubrir un rango de frecuencia de **80 MHz** a **110 MHz** (ver Fig. 9).

La **salida** de este **VCO** puede ofrecer una **potencia máxima** de unos **300 milivatios**, por lo que se puede utilizar como **radiomicrofono FM**, pudiendo captar su señal con cualquier **receptor FM**. El **alcance**, en función de la **sensibilidad** del **receptor FM**, está en torno a **100 metros**. La señal presente en la salida de este **VCO** puede

utilizarse también para aplicarse a **etapas finales de potencia** de **10-40-100 Vatios**.

Comenzamos la descripción de la **etapa VCO** (ver recuadro **sombreado** en la Fig.9) con la **etapa de oscilación** compuesta por el transistor PNP **TR1** y por el FET **FT1**.

Conectando la **inductancia L1** y el **compensador C1** entre **masa** y el **Colector** del transistor **TR1** y la **Puerta (Gate)** del FET **FT1** el circuito **oscila**, generando una señal **RF** que se amplifica mediante **IC1**.

En **paralelo** al circuito de sintonía **L1-C1** está conectado el **diodo varicap DV2** (controlado por el terminal **13** del **integrado PLL IC6**). De esta forma se obtiene en salida la **frecuencia** programada por los **integrados divisores IC3-IC4**.

También en paralelo al circuito de sintonía **L1-C1** se encuentra un segundo **diodo varicap (DV1)** que, conectado a través de las resistencias **R2-R7-R31** al terminal de salida del operacional **IC9/B**, se utiliza para **modular** la señal en **FM**.

El integrado **IC6**, utilizado como **PLL**, es un **HCF.4046**, si bien puede utilizarse también un **CD.4046**. Los integrados **IC3-IC4** son **divisores programables** tipo **HCF.40103**, en este caso también se pueden utilizar integrados **CD.40103**.

Continuando con la descripción, la señal **RF** generada por el **VCO** es obtenida del **Emisor** de **TR1** y del **Surtidor (Source)** de **FT1** mediante un condensador cerámico de **68 pF (C8)** para ser aplicada al terminal de entrada del minúsculo **amplificador monolítico** de banda ancha **MAV.11 (IC1)**, capaz de amplificar la señal generada por el **VCO** unas **20 veces**.

Del terminal de salida de **IC1** la señal es aplicada a la **Base** del transistor final de potencia **TR2** mediante el **condensador C10**, el **compensador C12** y la **inductancia L2**, que realizan la función de **adaptador de impedancia**.

La señal **RF**, amplificada por el transistor **TR2** unas **10 veces**, se obtiene de su **Colector** para aplicarse al **dipolo emisor** a través de un **cable coaxial** para **TV**, cable que presenta una impedancia característica de **75 ohmios** (ver Fig.20).

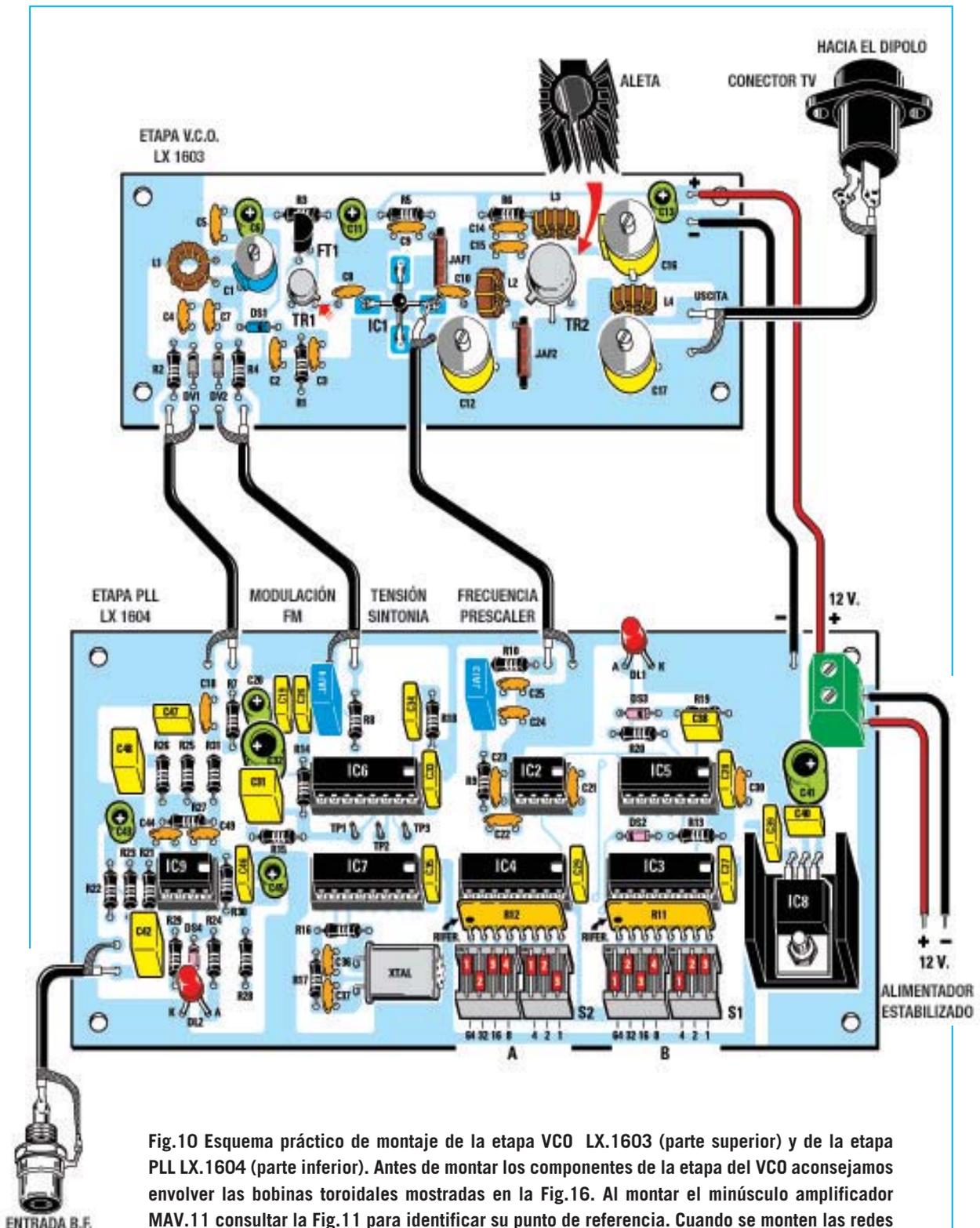


Fig.10 Esquema práctico de montaje de la etapa VCO LX.1603 (parte superior) y de la etapa PLL LX.1604 (parte inferior). Antes de montar los componentes de la etapa del VCO aconsejamos envolver las bobinas toroidales mostradas en la Fig.16. Al montar el minúsculo amplificador MAV.11 consultar la Fig.11 para identificar su punto de referencia. Cuando se monten las redes resistivas R11-R12 en el circuito impreso LX.1604 hay que verificar que el pequeño punto serigrafiado sobre su cuerpo esté orientado hacia la izquierda.

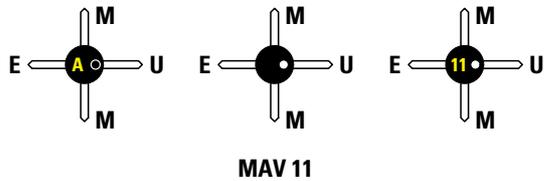


Fig.11 El punto de referencia presente sobre el cuerpo del MAV.11 que identifica la salida (U) es poco visible. En algunos modelos de MAV.11 este punto está situado a la derecha letra A, en otros a la derecha del número 11.

Puesto que la impedancia de salida del transistor **TR2** no tiene el mismo valor de **75 ohmios** que el cable **TV** y que el **dipolo emisor**, hay que **adaptarla**, operación que se realiza mediante los dos **compensadores C16-C17** y la **inductancia L4**.

En este **VCO** hemos adaptado la **impedancia** de salida al valor de **75 ohmios** ya que el **cable coaxial** con esta impedancia es muy común, pudiéndose adquirir en cualquier **ferretería, tienda de TV** o **proveedor de componentes electrónicos**. Una vez completada la descripción del **VCO** vamos a pasar a la descripción de la **etapa PLL** y del **modulador FM**.

Como se puede observar en la Fig.9, del terminal de Salida de **IC1** se obtiene, a través de la resistencia **R10**, un pequeño porcentaje de **señal RF** para aplicarla al terminal **5** del **Prescaler IC2**, es decir del integrado **SP.8792**, pasando a través de un **filtro paso-bajo** compuesto por **C25-C24-JAF3**.

Este filtro paso-bajo **atenúa** las **armónicas** de la frecuencia generada que, si entraran en el divisor **IC2**, podrían interferir con el valor de la frecuencia deseada.

La **frecuencia dividida** por **IC2**, presente en el terminal de **salida 3**, se aplica a los dos terminales **1** de los divisores **programables HCF.40103 (IC3-IC4)**.

La salida del **flip-flop Set-Reset** compuesto por las dos **NAND IC5/A** e **IC5/B** se conecta al

terminal **1** del **prescaler IC2** para fijar el factor de **división** del **doble módulo (80 o 81)**.

La **NAND IC5/C** se utiliza para “**ampliar**” los estrechos impulsos presentes en las salidas de los **divisores programables**, haciendo llegar al terminal **3** de **IC6** (etapa **PLL**) una onda cuadrada con un **duty-cycle** del **50%**.

Al terminal de entrada de **IC6 (14)** llega la frecuencia de referencia de **12,5 KHz** obtenida del integrado **IC7**, un **HCF.4060** utilizado como **divisor** entre **256**, y que junto al **cuarzo XTAL** forma la **etapa de oscilación**.

Aplicando a los terminales **10-11** de **IC7** un **cuarzo** de **3.200 KHz** la frecuencia que sale del terminal **14** queda dividida entre **256**, por tanto obtendremos:

$$3.200 : 256 = 12,5 \text{ KHz}$$

Como ya hemos explicado, aplicando esta frecuencia al terminal **14** del **PLL HCF.4046 (IC6)** cuando en el terminal **3** entre una frecuencia del mismo valor veremos encenderse el **diodo LED DL1** conectado al terminal **1** del **PLL IC6** a través de la **NAND IC5/D** (utilizada como **inversor**).

Si la **frecuencia** que entra en el terminal **3** del **PLL** no es de **12,5 KHz**, es decir no es igual a la que entra en la terminal **14**, el integrado **PLL** procede a variar la tensión del **diodo varicap DV2**, modificando así la frecuencia del **VCO**.

Cuando de la salida de los dos **divisores programables IC3-IC4** sale una frecuencia

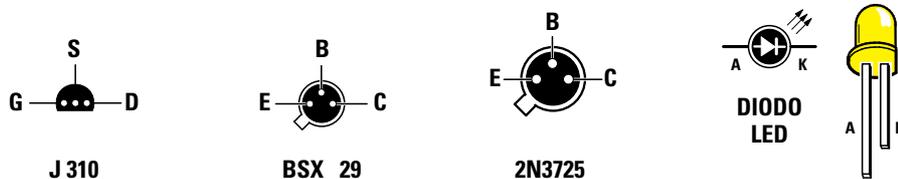


Fig.12 Conexiones, vistas desde abajo, del FET J.310 y de los transistores BSX.29 y 2N.3725. El terminal más largo de los diodos LED es el ánodo, el más corto es el Cátodo.



Fig.13 Fotografía del circuito impreso LX.1603 (VCO) con todos sus componentes montados. Para conectar esta etapa a la etapa PLL hay que utilizar cable coaxial RG.174, teniendo presente que se ha de conectar la malla de protección a los terminales de masa de ambos los circuitos impresos. En el kit se incluye 1 metro de cable coaxial RG.174.

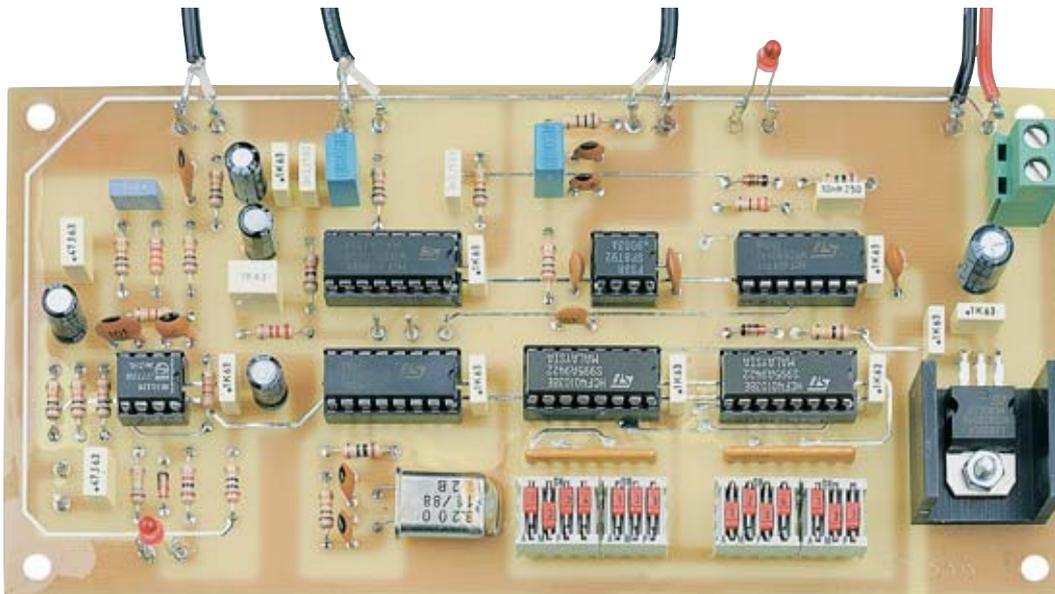


Fig.14 Fotografía del circuito impreso LX.1604 (PLL) con todos sus componentes montados. En la clema de 2 polos situada a la derecha se aplica la tensión de alimentación de 12 voltios, respetando la polaridad (ver Fig.10). Antes de aplicar los 12 voltios de alimentación al PLL hay que posicionar las palancas de los Módulos A-B en el factor de división deseado.

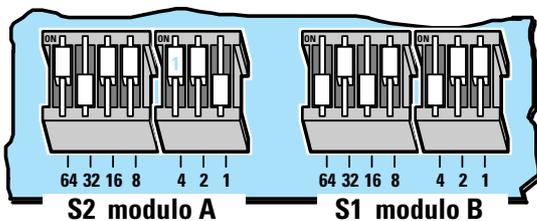


Fig.15 Para obtener el Factor de División deseado hay que mover hacia abajo las palancas que en las que en las Tablas aparece un NO (ver Figs.6-7-8). Esta imagen muestra las posiciones adecuadas para conseguir una frecuencia de 95.550 KHz (ver Fig.6).

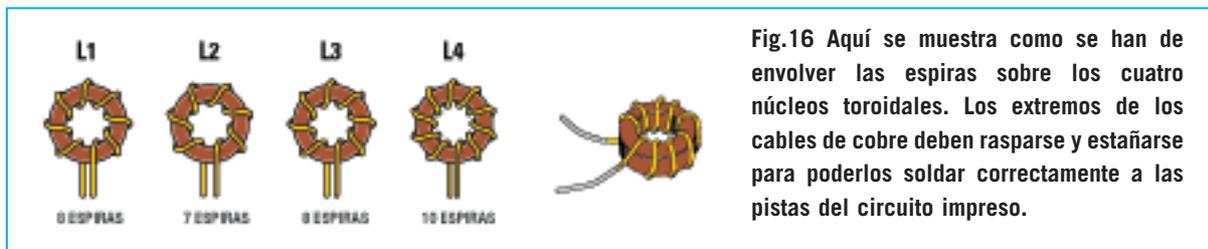


Fig.16 Aquí se muestra como se han de envolver las espiras sobre los cuatro núcleos toroidales. Los extremos de los cables de cobre deben raspase y estañarse para poderlos soldar correctamente a las pistas del circuito impreso.

exacta de **12,5 KHz**, es decir igual a la frecuencia de referencia proporcionada por el **oscilador de cuarzo**, el integrado **IC6** fija la **tensión** que sale del terminal **13** para que la frecuencia generada por el **VCO** permanezca **estable** en el valor requerido.

Cuando el **PLL** logra “engancharse” la frecuencia del **VCO** se enciende el diodo **DL1**, conectado al terminal **1** a través de la **NAND IC5/D**.

Si este diodo LED **no se enciende** significa que se ha cometido un **error**, por ejemplo porque se ha montado el diodo varicap **DV2** al **revés** o porque se ha ajustado el compensador **C1** de tal forma que se ha salido del rango de frecuencia de la bobina **L1** o porque se han **invertido** los terminales del diodo LED **DL1** o bien porque **no** se haya **raspado** el esmalte aislante presente en los cables de los **núcleos toroidales**.

Para modular este **VCO** en **FM** hay que utilizar un segundo **diodo varicap (DV1)** conectado, mediante las resistencias **R2-R7-R31**, al terminal de salida del operacional **IC9/B** presente en la etapa de **modulación**.

El operacional **IC9/B**, utilizado como **preamplificador**, procede a variar, a través de la señal **BF** que sale de su terminal de salida **1**, la capacidad del **diodo varicap DV1** y, por tanto, la **frecuencia de sintonía** del **VCO** en algunos **KHz**.

Para conseguir una **modulación FM** de **+/-75 KHz** hay que aplicar a la entrada del operacional una señal **BF** que alcance un valor de unos **300 milivoltios p/p** ya que si fuera menor escuchemos un sonido muy **débil** con los **receptores FM**. Para evitar este inconveniente podremos aumentar la **ganancia** de la etapa preamplificadora modificando el valor de la resistencia **R27** de **47.000 ohmios** conectada entre la **entrada inversora** y el terminal de **salida**. Puesto que la **ganancia** de esta etapa

se calcula dividiendo el valor de **R27** entre el valor de **R26** y sumando luego **1**, la señal se amplifica:
 $(47.000 : 10.000) + 1 = 5,7 \text{ veces}$

Si el valor del **R27** se aumenta de los actuales **47.000 ohmios** a **150.000 ohmios** obtendremos una **ganancia** de:
 $(150.000 : 10.000) + 1 = 16 \text{ veces}$

De igual forma, utilizando para **R27** un valor de **100.000 ohmios** se obtiene una **ganancia** de **11 veces**.

En la entrada del integrado **IC9/B** se puede aplicar un **micrófono**, la señal obtenida de la toma de **auriculares** de un amplificador **Hi-Fi** o de un reproductor **CD**.

El operacional **IC9/A** se utiliza como detector de **supramodulación**. Si la señal **BF** que llega al **diodo varicap DV1** supera el máximo valor permitido se enciende el **diodo LED DL2** como aviso de que hay que **reducir** la amplitud de la señal **BF** aplicada a la entrada de **IC9/B**.

Para alimentar la etapa **RF** del **VCO**, incluyendo el **modulador FM**, es necesaria una tensión **continua** no estabilizada de unos **12 voltios**, mientras que para alimentar las etapas del **PLL** se precisa una **tensión estabilizada** de **5 voltios** que se obtiene del integrado estabilizador **L7805** (ver **IC8**).

Cuando se monten las diferentes etapas en el circuito impreso **no** hay que preocuparse de controlar cuales se alimentan a **12 voltios** y cuales se alimentan a **5 voltios** ya que las **pistas de cobre** del circuito impreso hacen llegar a cada etapa la tensión requerida.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Para realizar este proyecto son necesarios dos circuitos impresos (ver Fig.10). El circuito impreso **LX.1603** soporta todos los componentes

de la etapa **RF** del **VCO**, mientras que el circuito impreso **LX.1604** soporta todos los componentes de la etapa **PLL** y de **modulación**, incluido el **estabilizador** de tensión.

Antes de iniciar el montaje de los componentes del circuito impreso **LX.1603** aconsejamos envolver las **espiras** sobre los **núcleos toroidales NT30.0** de color **marrón** y de **8 mm** de diámetro (ver Fig.16) utilizando los siguientes datos:

L1: Envolver sobre el núcleo toroidal **8 espiras** utilizando cable de cobre esmaltado de **0,4 mm** de diámetro. Las espiras deben espaciarse de tal forma que cubran toda la circunferencia.

L2: Envolver sobre el núcleo toroidal **7 espiras** utilizando cable de cobre esmaltado de **0,4 mm** de diámetro. Las espiras deben espaciarse de tal forma que cubran toda la circunferencia.

L3: Envolver sobre el núcleo toroidal **8 espiras** utilizando cable de cobre esmaltado de **0,4 mm** de diámetro. Las espiras deben espaciarse de tal forma que cubran toda la circunferencia.

L4: Envolver sobre el núcleo toroidal **10 espiras** utilizando cable de cobre esmaltado de **0,4 mm** de diámetro. Las espiras deben espaciarse de tal forma que cubran toda la circunferencia.

Después de haber envuelto en cada núcleo las **espiras** requeridas hay que raspar los

extremos del cable para **eliminar** la capa de **esmalte aislante** de protección.

La bobina **L1** se monta en el circuito impreso en posición **horizontal** mientras que las bobinas **L2-L3-L4** se montan en posición **vertical**.

Cerca de la bobina **L2** hay que montar las impedancias **JAF1-JAF2**. Una vez instaladas se puede continuar con las **resistencias**, condensadores **cerámicos** y con los tres condensadores **electrolíticos**, respetando en estos la **polaridad + /-**.

Llegado este punto se pueden montar los diodos varicap **DV1-DV2** (color **gris**), orientando el lado de su cuerpo rodeado por una **franja negra** hacia la bobina **L1**, y el diodo schottky **DS1** (color **azul**), orientando su franja de referencia hacia **C2**.

El montaje puede continuar con la instalación de los compensadores: **C1 (15 pF)** es el más **pequeño** y es de color **azul**, mientras que **C12-C16-C17 (65 pF)** tienen un cuerpo más **grande** y son de color **amarillo**.

A continuación se pueden montar **el FET FT1**, orientando su lado **plano** hacia el condensador electrolítico **C6**, y el transistor metálico **TR1**, orientando la pequeña **muesca** que sobresale de su cuerpo hacia la derecha (ver Fig.10). El transistor metálico **TR2**, que tiene dimensiones

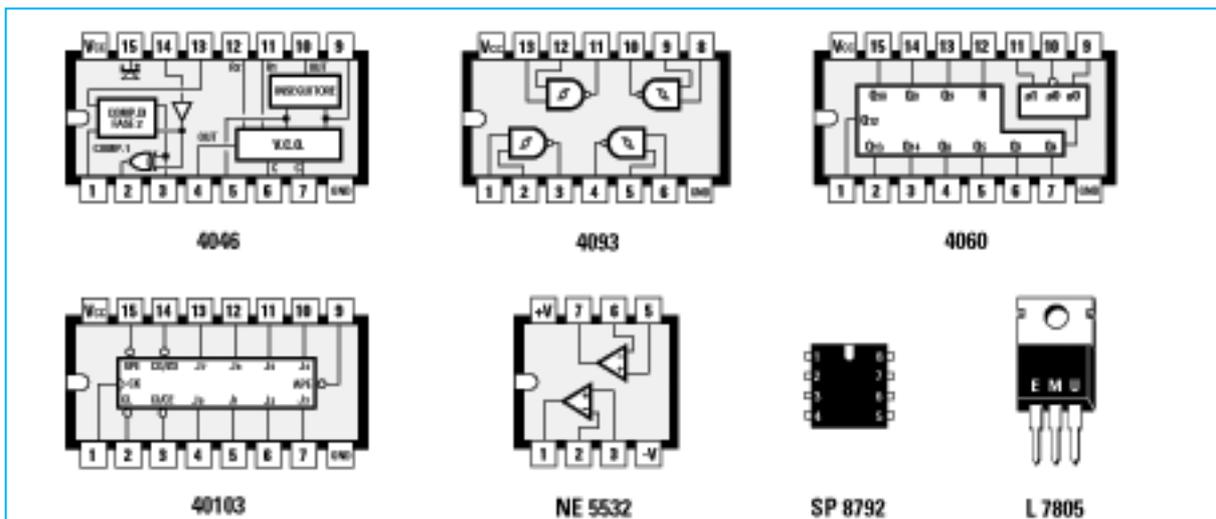


Fig.17 Conexiones de los circuitos integrados utilizados, vistas desde arriba y con la muesca de referencia orientada hacia la izquierda, a excepción del Prescaler SP.8792 que se muestra con la muesca orientada hacia arriba. El estabilizador L.7805 se muestra frontalmente.

mayores, se monta orientando la **muesca** que sobresale de su cuerpo hacia la impedancia **JAF2**.

Los cuerpos del **FET** y de los dos **transistores** no deben hacer contacto con el circuito impreso, han de estar separados unos **4-5 mm**.

Es el momento de montar el minúsculo **amplificador monolítico IC1**, soldando directamente sus **4 terminales** a las pistas de cobre del circuito impreso.

NOTA IMPORTANTE: Este minúsculo amplificador cuenta con **4 terminales** dispuestos en cruz. Localizar el terminal de **salida** puede ser dificultoso ya que el **punto** de referencia resulta **poco visible**.

Como se puede observar en la Fig.11, en algunos casos sobre el cuerpo del amplificador hay una **A** serigrafiada y a la derecha hay un pequeñísimo **punto negro** en relieve que identifica el terminal de **salida**.

Sobre el cuerpo de otros **MAV.11** no aparece ninguna letra, en cambio al lado del terminal de **salida** hay un pequeñísimo **punto negro** o **blanco**. Hay una última posibilidad, encontrar serigrafiado un número **11** y al lado del terminal de **salida** un **punto blanco**.

El terminal situado en el lado opuesto al de **salida** es el terminal de **entrada**. Los otros dos terminales corresponden a **masa**. Después de haber soldado todos los componentes en el circuito impreso

LX.1603 hay que montar en el cuerpo del transistor **TR2** la pequeña **aleta de refrigeración**. Para realizar esta operación hay que **abrir** la aleta ligeramente con un destornillador para que entre, a presión, en el cuerpo del transistor.

Completado el montaje del circuito impreso del **VCO** se puede dejar aparte, de momento, para montar los componentes del circuito impreso **LX.1604**.

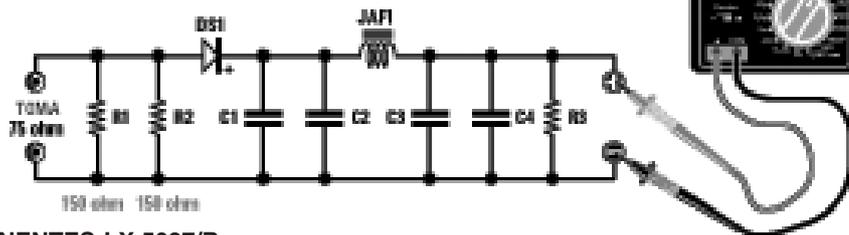
Para empezar aconsejamos montar los **7 zócalos** para los **integrados** y para los **dip-switch S1-S2**, necesarios para programar la **frecuencia**. Debido a que no existen **dip-switch** de **7 palancas** hemos utilizado **dip-switch** de **4** y de **3 palancas**. Cuando instaléis estos dip-switch en el circuito impreso hay que prestar atención a los números impresos en las palancas. Hay que montarlos de forma que se lea **1-2-3-4** y **1-2-3** (ver Fig.15).

Completada esta operación se pueden montar las **resistencias**, incluyendo las dos **redes R11-R12** de **10.000 ohmios**, orientando hacia la **izquierda** el lado de su cuerpo marcado por el **punto de referencia** (ver Fig.10).

El montaje puede continuar con la instalación de los **diodos** de **silicio**, orientando su lado marcado por una **franja negra** como se muestra en el esquema práctico de montaje (ver Fig.10).

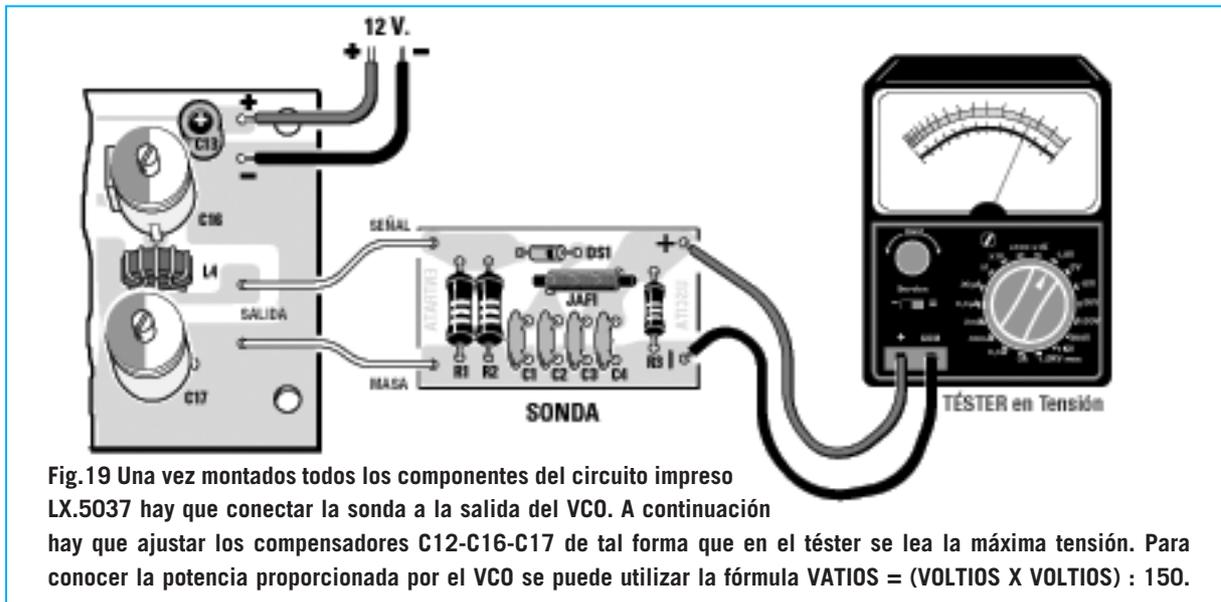
A continuación se pueden montar los **condensadores**, comenzando por los **cerámicos**, conti-

Fig.18 Esquema eléctrico de la Sonda de Carga utilizada para el ajuste del VCO. Cuando solicitéis esta Sonda tenéis que pedir expresamente que las dos resistencias R1-R2 sean de 150 ohmios 1/2 vatio ya que en caso contrario se incluyen dos resistencias de 100 ohmios 1/2 vatio.



LISTA DE COMPONENTES LX.5037/B

- | | | |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| R1 = 150 ohmios 1/2 vatio | C1 = 10.000 pF cerámico | C4 = 1.000 pF cerámico |
| R2 = 150 ohmios 1/2 vatio | C2 = 1.000 pF cerámico | DS1 = Diodo schottky HP.5082 |
| R3 = 68.000 ohmios 1/4 vatio | C3 = 10.000 pF cerámico | JAF1 = Impedancia RF |



nuando con los de **poliéster** para acabar con los **electrolíticos**, respetando en estos últimos la **polaridad** de sus **terminales + /-**.

Ahora se puede montar la **impedancia JAF3 (0,27 microhenrios)** y la **impedancia JAF4 (47 milihenrios)**.

Llegado este punto se puede montar el integrado estabilizador **IC8**, fijando en su cuerpo la pequeña **aleta** de refrigeración en forma de **U**. Para completar el montaje hay que instalar el **cuarzo** de **3,2 MHz**, la **clema** para la entrada de la tensión de **12 voltios** de alimentación y los dos **diodos LED DL1-DL2**, insertando el terminal más largo en correspondencia con la serigrafía de la letra **A**.

Es el momento de introducir los **integrados** en sus correspondientes **zócalos**, orientando hacia la **derecha** la muesca de referencia en forma de **U** presente sobre su cuerpo (ver Fig.10).

CONECTAR la etapa VCO a la etapa PLL

Para este circuito **no** hemos previsto ningún **mueble contenedor** ya que para modificar la frecuencia base hay que manipular los **dip-switch A-B** por lo que sería necesario quitar y poner continuamente la tapa, a menos que se trabaje con una **frecuencia fija**. Inicialmente se pueden fijar los dos circuitos impresos sobre una base de madera o plástico y después elegir un mueble contenedor metálico o de plástico. Como se puede ver en la Fig.10 para conectar

los dos circuitos impresos se utiliza **cable coaxial** (tipo **RG.174**), a excepción de las conexiones de alimentación. Al conectar los cables coaxiales hay que soldar su **mall protectora** al terminal de **masa**. Para los dos cables de alimentación de **12 voltios** hay que respetar la polaridad de las señales **+/-**.

También se puede utilizar cable coaxial **RG.174** para la **entrada** de la **señal BF** y para la toma **hembra TV** que conecta a la **antena dipolo**.

Alguien puede objetar que el cable **RG.174** tiene una **impedancia** característica de **52 ohmios** y que para la conexión entre la **toma TV** y el **dipolo emisor** hemos aconsejado utilizar **cable TV** de **75 ohmios**: El trozo utilizado para conectar la etapa **VCO** a la **toma TV** es tan corto que no puede causar ninguna pérdida **RF**.

Para **ajustar** todos los **compensadores** de la etapa **VCO** hay que conectar a su salida una **sonda** de **carga** de **75 ohmios**, circuito que podréis realizar vosotros mismos siguiendo las indicaciones que exponemos a continuación.

REALIZACIÓN de la SONDA de CARGA

Para realizar la **sonda** de **carga** de **75 ohmios** hacen falta **2** resistencias de **150 ohmios** (ver Fig.18), que, conectadas en **paralelo**, ofrecen un valor de **75 ohmios** (idéntico al valor de la **impedancia** del **cable coaxial** utilizado para **TV**).

La señal **RF** presente en los contactos de las resistencias es rectificada por el diodo **DS1**, un diodo **schottky HP.5082** o **1N.5711**, y nivelada por los condensadores **C1-C2-C3-C4** para poder ser medida con un **téster**.

Para la realización práctica de esta sonda se puede tomar como referencia el esquema práctico mostrado en la Fig.19.

Leyendo en el **téster** conectado a la **sonda de carga** el valor de la tensión proporcionado por el **VCO** se puede calcular el valor de la **potencia** suministrada utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Vatios} = (\text{voltios} \times \text{voltios}) : (\text{ohmios} + \text{ohmios})$$

Suponiendo que en el **téster** se lee una tensión de **7 voltios**, el **VCO** proporciona una **potencia RF** de:

$$(7 \times 7) : (75 + 75) = 0,32 \text{ vatios}$$

En la práctica el valor de la **potencia** suministrada es ligeramente **mayor** ya que en el cálculo no hemos tenido en cuenta la **caída de tensión** de unos **0,4-0,5 voltios** del diodo rectificador incluido en la **sonda de carga**.

AJUSTE de los COMPENSADORES del VCO

Una vez conectada la **sonda de carga** a la salida del **VCO** hay que elegir la **frecuencia** a la que se desea transmitir. Para seleccionarla hay que actuar sobre las **palancas** de los conmutadores **A-B**.

Supongamos que deseáis transmitir a una frecuencia de **95.550 KHz**:

El **módulo A** debe programarse con **peso 94** (95-1)

El **módulo B** debe programarse con **peso 43** (44-1)

Para conseguir un **peso** de **94** hay que posicionar las **palancas** del conmutador **A** como se indica en la Fig.15 (ver **S2**).

Para conseguir un **peso** de **43** hay que posicionar las **palancas** del conmutador **B** como se indica en la Fig.15 (ver **S1**).

Para comenzar el ajuste hay que girar el cursor del **compensador C1** a **mitad de recorrido**. A

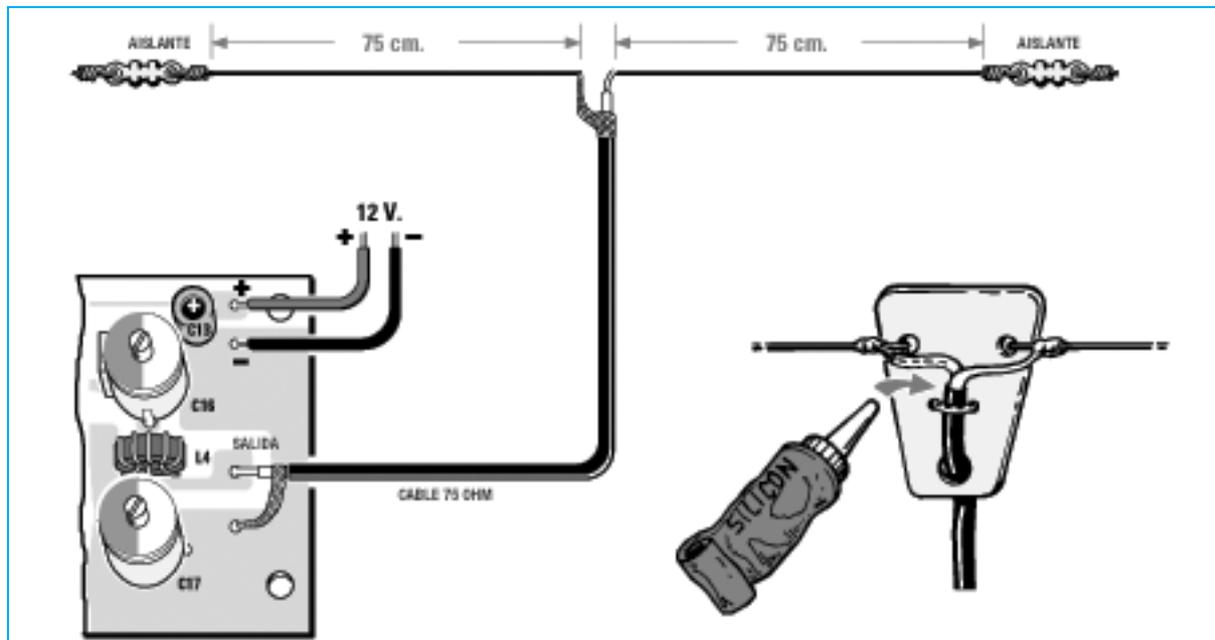


Fig.20 Para emitir la señal del PLL a una distancia de algunas decenas de metros basta con dejar conectada a la salida la Sonda de Carga (ver Fig.19). Para transmitir a una distancia mayor hay que utilizar una antena Dipolo compuesta por dos tramos de cable de cobre de 75 cm de longitud conectados a un cable coaxial TV de cualquier longitud. En los extremos del dipolo hay que aplicar dos aislantes (trozos de plástico). También en el centro del dipolo hay que utilizar un trozo de plástico sobre el que hay que fijar el cable con adhesivo o silicona (ver parte inferior).

continuación hay que alimentar el circuito, el diodo LED **DL1** debe **encenderse** confirmando así que el **VCO** proporciona la **frecuencia** programada.

Si el diodo LED **no** se enciende hay que girar **lentamente** el cursor del compensador **C1** hasta que se encienda.

Para un correcto ajuste también se puede medir, con un **téster**, la tensión **continua** presente en **TP1**, girando el cursor del compensador **C1** de modo que se lea una tensión de unos **2-3 voltios**.

Para continuar el **ajuste** hay que girar el **cursor** del compensador **C12** hasta que el **téster** conectado a la **sonda de carga** indique el **valor máximo** (ver Fig.19).

Si inicialmente se obtiene solo una **tensión** de **2-3 voltios** no hay que preocuparse ya que todavía **no** se han **ajustado** los compensadores **C16-C17**. Puede ocurrir que la **tensión** medida por el **téster** sea mayor de **6 voltios**, en este caso los compensadores **C16-C17** estarán **casualmente** ajustados al valor requerido.

A continuación hay que girar el **cursor** del compensador **C16** hasta encontrar la posición correspondiente a la **máxima tensión** en la salida. Después hay que girar el **cursor** del compensador **C17** hasta encontrar la posición correspondiente a la **máxima tensión** en la salida, unos **7 voltios**.

Por último hay que **retocar** de nuevo, en el orden indicado, los cursores de los compensadores **C12-C16-C17** para ver si se puede conseguir en la **salida** algún **milivoltio** más.

Para realizar el **ajuste** es aconsejable utilizar un pequeño destornillador de **plástico** ya que los **metálicos** introducen una pequeña **capacidad parásita** al tocarlos con las manos.

Dejando la **sonda de carga** conectada a la salida del **VCO** se puede verificar, con un **receptor FM** común, si en la frecuencia de **95,55 MHz** se capta la señal **BF** aplicada a la entrada.

Una vez **completado** el **ajuste** hay que desconectar la **sonda de carga** de la salida del **VCO** y conectar en su lugar un **dipolo** (ver Fig.20).

NOTA: No es aconsejable hacer funcionar el **VCO** sin que a su salida esté conectada la **sonda de carga** o la **antena dipolo** mostrada en la Fig.20.

EL DIPOLO EMISOR

Para **irradiar** la señal generada por el transmisor a una distancia discreta es necesario conectar en el extremo del **cable coaxial** para **TV** un **dipolo** compuesto por **dos brazos** de cable de cobre de **75 cm** de longitud (ver Fig.20).

En el centro de los dos brazos hay que aplicar un **cable coaxial** como el utilizado en las instalaciones de **TV**. La longitud de este cable no es crítica, se puede usar desde un **pequeño trozo** de cable hasta llegar a **40-50 metros**.

PRECIO DE REALIZACIÓN

LX.1603: Precio de todos los componentes necesarios para realizar la **etapa VCO**, incluido el circuito impreso, **FET**, **transistor**, **compensadores**, **núcleos toroidales**, **cable de cobre** para las bobinas, **bornes** y **aleta de refrigeración** para el transistor **TR2** (ver Figs.10-13).....39,35€

LX.1604: Precio de todos los componentes necesarios para realizar la **etapa PLL**, incluido el circuito impreso, **integrados**, **zócalos**, **cuarzo** de **3,2 MHz** y los **dip-switch** necesarios para los **módulos A-B** (ver Figs.10-14).....39,35€

LX.5037/B: Precio de todos los componentes necesarios para realizar la **Sonda de Carga**, incluido el circuito impreso (ver Figs.18-19)3,45€

LX.1603: Circuito impreso.....7,60€

LX.1604: Circuito impreso.....16,15€

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Aunque es arriesgado hacer previsiones, seguramente dentro de algún tiempo nos encontraremos los cajones llenos de **transistores** ya que las Industrias se dedican cada vez más a fabricar **circuitos integrados** complejos y cada vez menos a fabricar componentes simples. Por este motivo cada vez será más difícil hallar esquemas que utilicen transistores individuales.

Ahora bien, desde el punto de vista didáctico es imposible entender cómo funciona un conjunto de muchísimos transistores (circuito integrado) sin entender como funciona uno de forma aislada. Aunque los integrados desarrollan efectivamente funciones muy complejas, es importante entender como funcionan los componentes **simples** que incluyen en su interior para saber lo que hace el conjunto.

De hecho hemos consultado a varios profesores de **Institutos Técnicos** que nos

hemos probado exhaustivamente y que se pueden utilizar en cualquier aplicación.

En los esquemas que presentamos encontraréis las **referencias** de los **transistores** incluidos en el kit, no obstante utilizando cualquier otro transistor de **baja potencia**, tanto europeo como japonés o americano, los esquemas funcionan igualmente.

Ya que estos circuitos también pueden ser realizados por quien tenga poca experiencia, creemos útil proporcionar algunos consejos. Evidentemente para quienes tengan experiencia pueden parecer superfluos:

- Verificar con atención la **polaridad** del transistor utilizado, ya que si el esquema precisa un transistor **NPN** y se instala en su lugar un **PNP**, o viceversa, el preamplificador **no** funcionará.

- Verificar la disposición de los terminales **E-B-C** ya que si se instala un transistor que tiene la

10 SENCILLOS ESQUEMAS

En Electrónica se recurre cada vez más a la utilización de complejos circuitos integrados capaces de desarrollar cualquier función, lo que ocasiona que los esquemas sencillos que utilizan pocos componentes cada vez escaseen más. Por este motivo hemos creído conveniente presentar una gran variedad de esquemas de preamplificadores BF que utilizan componentes simples.

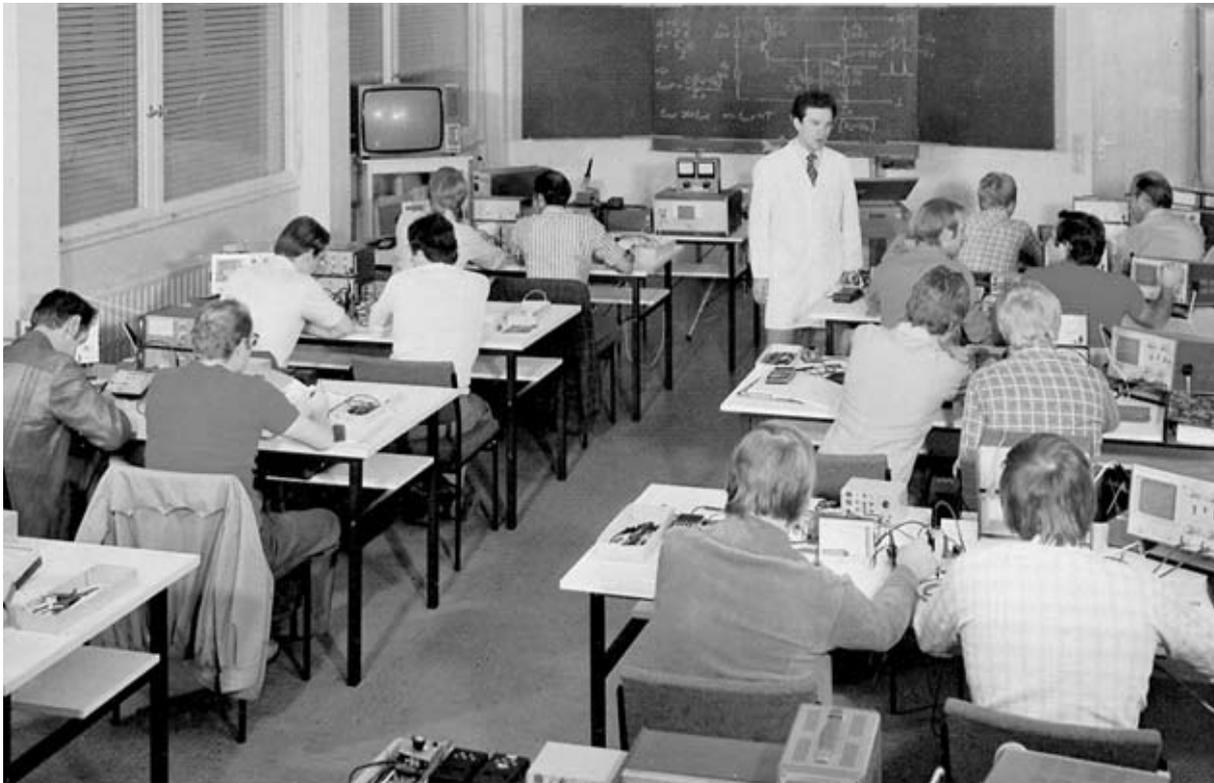
han confirmado este hecho y, al igual que nosotros, piensan que no solo es conveniente, sino **necesario**, no dejar de trabajar con esquemas que utilicen componentes sencillos.

Por estas razones hemos decido publicar un artículo que utilice diferentes componentes simples para realizar **circuitos prácticos** que además puedan utilizarse para profundizar en su funcionamiento. Como resultado vamos a exponer una serie de sencillos **preamplificadores** en **clase A** de **baja distorsión** que

distribución de terminales de modo diferente respecto al instalado en el circuito impreso el preamplificador **no** funcionará.

- En todos los esquemas propuestos hemos elegido un valor de tensión de alimentación de **12 voltios**. No obstante el valor utilizado puede oscilar entre **9 voltios** y **18 voltios**.

- Si se alimenta el preamplificador con una tensión de **9 voltios** en la **salida** se obtiene una señal con una amplitud **menor** a la indicada en las **características técnicas**,



de PREAMPLIFICADORES BF

mientras que si se alimenta con una tensión de **15-18 voltios** en la **salida** se obtiene una señal con una amplitud **mayor**.

- El **trimmer** de **100.000 ohmios** presente en todas las entradas se utiliza exclusivamente para **ajustar** la amplitud de la señal a amplificar. En efecto, si se supera el **nivel máximo** de **entrada** (ver **Tablas de características técnicas**) en salida aparecerá una señal **distorsionada**. Si **no** disponéis de un osciloscopio para controlar la amplitud de la señal aplicada a la entrada, habrá que controlar la distorsión **escuchando** los sonidos reproducidos.

- Para aplicar la señal al terminal de **Entrada** y para obtener la señal del terminal de **Salida** aconsejamos utilizar **cables apantallados**, conectando su **mall**a de **protección** al terminal conectado a la **masa** del circuito impreso, como

se muestra en los esquemas de montaje práctico.

- Si la señal preamplificada tiene un ligero **zumbido** hay que verificar que no se haya conectado la **mall**a de **pantalla** al terminal de la **señal** en lugar de conectarla a **masa**. Si una vez realizada esta comprobación continúa el zumbido es aconsejable encerrar el preamplificador dentro de un pequeño **contenedor metálico** para **apantallarlo**, no olvidando conectar el **metal** del contenedor al terminal de **masa** del circuito impreso.

- Cuando se conecte la **alimentación** al preamplificador hay que verificar que al terminal identificado con el símbolo **+** se aplique **polaridad positiva** y que al terminal identificado con el símbolo **-** se aplique **polaridad negativa**.

PREAMPLIFICADOR con 2 transistores NPN (LX.1590)

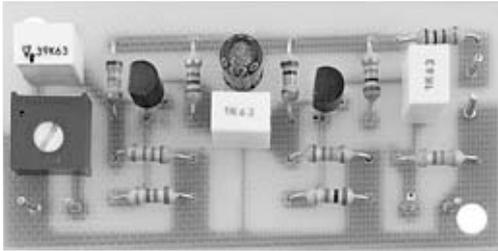


Fig.1 Fotografía del preamplificador montado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación:	9 a 18 voltios
Absorción de corriente a 12 voltios:	4 miliamperios
Máxima señal de entrada:	130 milivoltios p/p
Máxima señal de salida a 12 voltios:	8 voltios p/p
Banda de trabajo:	10 Hz a 150 KHz
Ganancia media:	60 veces

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 18.000 ohmios
- R3 = 2.200 ohmios
- R4 = 2.700 ohmios
- R5 = 220 ohmios
- R6 = 100.000 ohmios
- R7 = 12.000 ohmios
- R8 = 10.000 ohmios
- R9 = 1.000 ohmios
- R10 = 100 ohmios
- R11 = 47.000 ohmios
- C1 = 390.000 ohmios
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 1 microF. poliéster
- C4 = 1 microF. poliéster
- TR1 = Transistor NPN BC.547
- TR2 = Transistor NPN BC.547

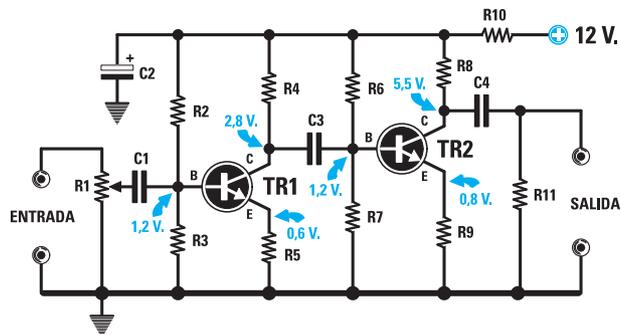


Fig.2 Esquema eléctrico y lista de los componentes requeridos para el montaje. Los valores de tensión mostrados en el esquema se han tomado alimentando el circuito con una tensión de 12 voltios.

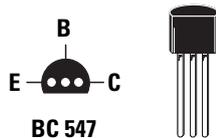


Fig.3 Conexiones de los terminales E-B-C del transistor BC.547, vistas desde abajo.

Esquema de un preamplificador clásico compuesto por dos transistores **NPN**. Este circuito proporciona una **ganancia** de unas **60 veces**, siendo adecuado para amplificar señales muy débiles que no superen el valor de **130 milivoltios pico/pico**, valor que corresponde a: $130 : 2,828 = 46$ **milivoltios eficaces**

En el kit se incluyen dos transistores **NPN** tipo **BC.547**. Estos transistores se pueden reemplazar por cualquier otro transistor de baja potencia **NPN** que tenga la misma disposición de terminales **E-B-C** (ver Fig.3).

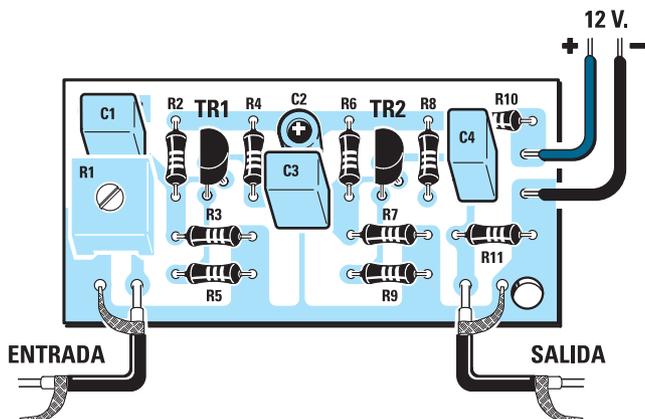


Fig.4 Esquema práctico de montaje del preamplificador LX.1590.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1590: Todos los componentes mostrados en la fotografía y en el esquema práctico de la Fig.4, **incluido** el circuito impreso y cable apantallado para conectar las señales de entrada y salida6,85 €

LX.1590: Circuito impreso1,90 €
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

PREAMPLIFICADOR con 2 transistores NPN (LX.1591)

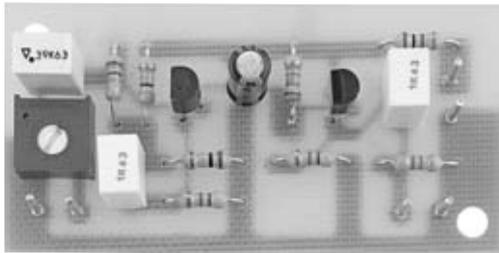


Fig.1 Fotografía del preamplificador montado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación:	9 a 18 voltios
Absorción de corriente a 12 voltios:	1,5 miliamperios
Máxima señal de entrada:	2 voltios p/p
Máxima señal de salida a 12 voltios:	8 voltios p/p
Banda de trabajo:	10 Hz a 300 KHz
Ganancia media:	4 veces

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 470.000 ohmios
- R3 = 150.000 ohmios
- R4 = 100.000 ohmios
- R5 = 22.000 ohmios
- R6 = 4.700 ohmios
- R7 = 4.700 ohmios
- R8 = 100 ohmios
- R9 = 47.000 ohmios
- C1 = 390.000 pF poliéster
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 1 microF. poliéster
- C4 = 1 microF. poliéster
- TR1 = Transistor NPN BC.173
- TR2 = Transistor NPN BC.173

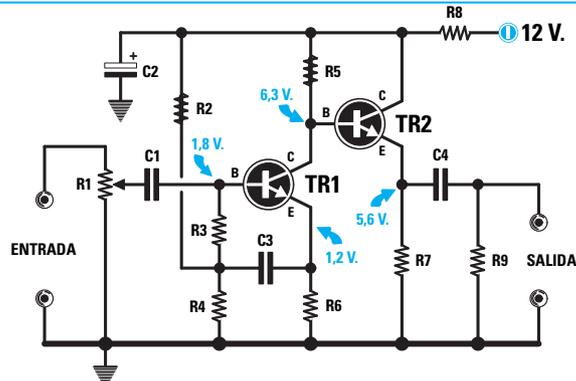


Fig.2 Esquema eléctrico y lista de los componentes requeridos para el montaje. Si se quiere reducir la banda pasante a 20 KHz hay que conectar un condensador de 68 nanofaradios entre la Base y el Emisor de TR2.

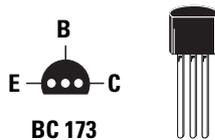


Fig.3 Conexiones de los terminales E-B-C del transistor BC.173, vistas desde abajo.

Esquema de un preamplificador compuesto por dos transistores **NPN** conectados **directamente**, es decir sin ningún condensador. La salida se obtiene del **Emisor** de TR2. Este circuito es adecuado para amplificar señales de **media potencia** ya que tiene una ganancia de **4 veces**. Si a la entrada se aplica una señal con amplitud mayor de **2 voltios p/p** hay que atenuarla girando el cursor del trimmer R1.

En el kit se incluyen dos transistores **NPN** tipo **BC.173**. Estos transistores se pueden reemplazar por cualquier otro transistor de baja potencia **NPN** que tenga la misma disposición de terminales **E-B-C** (ver Fig.3).

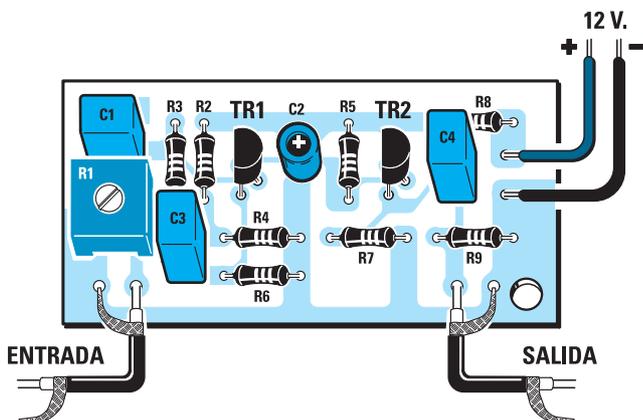


Fig.4 Esquema práctico de montaje del preamplificador LX.1591.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1591: Todos los componentes mostrados en la fotografía y en el esquema práctico de la Fig.4, **incluido** el circuito impreso y cable apantallado para conectar las señales de entrada y salida6,85 €

LX.1591: Circuito impreso1,90 €
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

PREAMPLIFICADOR con 2 transistores NPN (LX.1592)

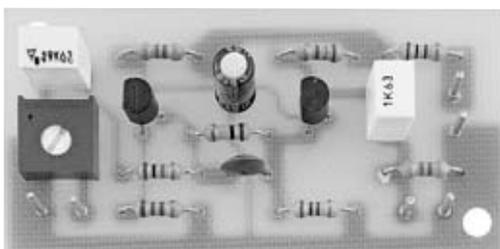


Fig.1 Fotografía del preamplificador montado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación:	9 a 18 voltios
Absorción de corriente a 12 voltios:	2,8 miliamperios
Máxima señal de entrada:	150 milivoltios p/p
Máxima señal de salida a 12 voltios:	7,5 voltios p/p
Banda de trabajo:	10 Hz a 50 KHz
Ganancia media:	50 veces

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 10.000 ohmios
- R3 = 47.000 ohmios
- R4 = 120 ohmios
- R5 = 100.000 ohmios
- R6 = 2.200 ohmios
- R7 = 270 ohmios
- R8 = 100 ohmios
- R9 = 47.000 ohmios
- C1 = 390.000 pF poliéster
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 120 pF cerámico
- C4 = 1 microF. poliéster
- TR1 = Transistor NPN BC.547
- TR2 = Transistor NPN BC.547

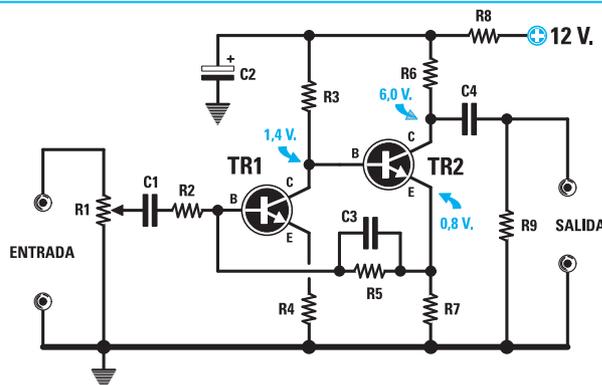


Fig.2 Esquema eléctrico y lista de los componentes requeridos para el montaje. Los valores de tensión mostrados en el esquema se han tomado alimentando el circuito con una tensión de 12 voltios.

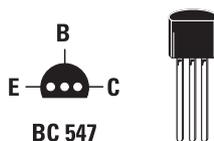


Fig.3 Conexiones de los terminales E-B-C del transistor BC.547, vistas desde abajo.

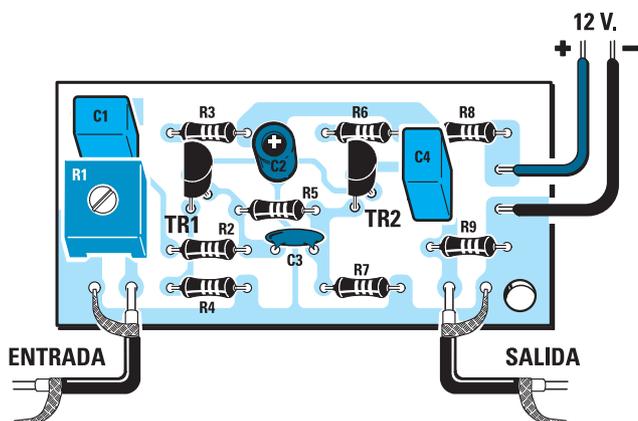


Fig.4 Esquema práctico de montaje del preamplificador LX.1592.

Esquema de un preamplificador compuesto por dos transistores **NPN** conectados **directamente**. La salida se obtiene del **Colector** de **TR2**. Este circuito es adecuado para amplificar señales de **baja-media potencia** ya que tiene una ganancia de **50 veces**.

Si a la entrada se aplica una señal con amplitud mayor de **150 milivoltios p/p** hay que atenuarla girando el cursor del trimmer **R1**.

En el kit se incluyen dos transistores **NPN** tipo **BC.547** o equivalentes.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1592: Todos los componentes mostrados en la fotografía y en el esquema práctico de la Fig.4, **incluido** el circuito impreso y cable apantallado para conectar las señales de entrada y salida6,85 €

LX.1592: Circuito impreso1,90 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

PREAMPLIFICADOR con 2 transistores NPN (LX.1593)

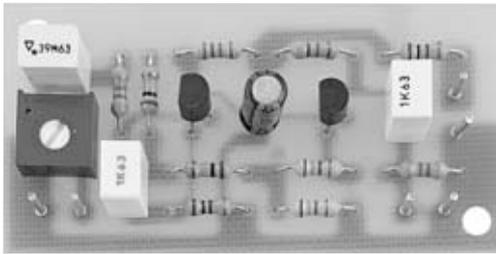


Fig.1 Fotografía del preamplificador montado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación:	9 a 18 voltios
Absorción de corriente a 12 voltios:	1,5 miliamperios
Máxima señal de entrada:	30 milivoltios p/p
Máxima señal de salida a 12 voltios:	7,5 voltios p/p
Banda de trabajo:	10 Hz a 40 KHz
Ganancia media:	250 veces

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 47.000 ohmios
- R3 = 82.000 ohmios
- R4 = 560 ohmios
- R5 = 4.700 ohmios
- R6 = 680 ohmios
- R7 = 680 ohmios
- R8 = 100 ohmios
- R9 = 47.000 ohmios
- R10 = 100.000 ohmios
- R11 = 100.000 ohmios
- C1 = 390.000 pF poliéster
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 1 microF. poliéster
- C4 = 1 microF. poliéster
- TR1 = Transistor NPN BC.547
- TR2 = Transistor NPN BC.547

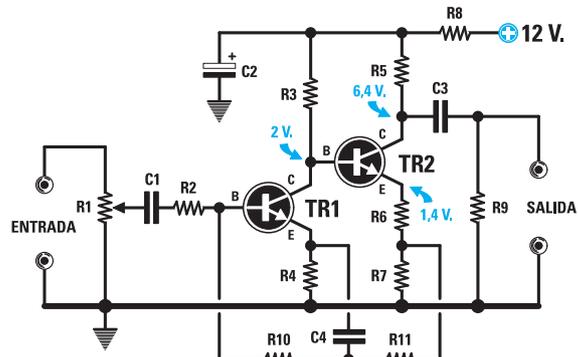


Fig.2 Esquema eléctrico y lista de los componentes requeridos para el montaje. Los valores de tensión mostrados en el esquema se han tomado alimentando el circuito con una tensión de 12 voltios.

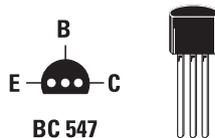


Fig.3 Conexiones de los terminales E-B-C del transistor BC.547, vistas desde abajo.

Esquema de un preamplificador de elevada ganancia compuesto por dos transistores **NPN** tipo **BC.547** (o equivalentes) conectados directamente. Este circuito proporciona una **ganancia** de unas **250 veces**, siendo adecuado para amplificar señales muy débiles que no superen el valor de **30 milivoltios pico/pico**, valor que corresponde a:
 $30 : 2,828 = 10,6$ **milivoltios eficaces**

En el kit se incluyen dos transistores **NPN** tipo **BC.547**. Estos transistores se pueden reemplazar por cualquier otro transistor de baja potencia **NPN** que tenga la misma disposición de terminales **E-B-C** (ver Fig.3).

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1593: Todos los componentes mostrados en la fotografía y en el esquema práctico de la Fig.4, **incluido** el circuito impreso y cable apantallado para conectar las señales de entrada y salida6,85 €

LX.1593: Circuito impreso1,90 €
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

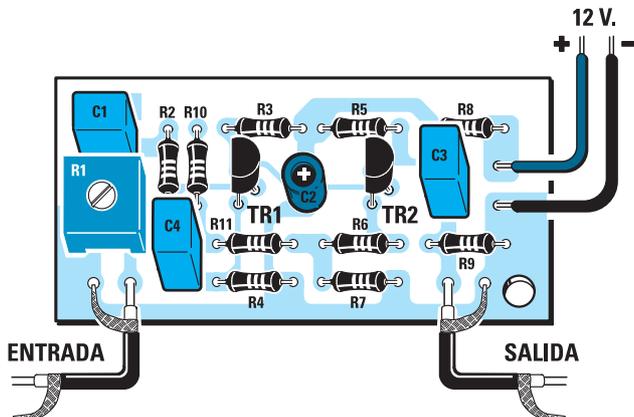


Fig.4 Esquema práctico de montaje del preamplificador LX.1593.

PREAMPLIFICADOR con 2 transistores NPN (LX.1594)

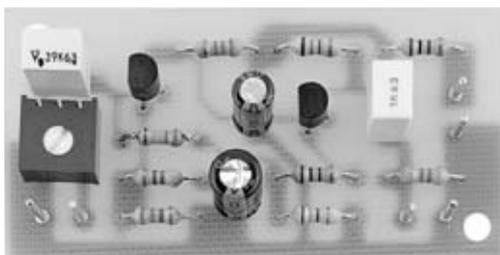


Fig.1 Fotografía del preamplificador montado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación:	9 a 18 voltios
Absorción de corriente a 12 voltios:	2,8 miliamperios
Máxima señal de entrada:	50 milivoltios p/p
Máxima señal de salida a 12 voltios:	6 voltios p/p
Banda de trabajo:	10 Hz a 120 KHz
Ganancia media:	120 veces

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 33.000 ohmios
- R3 = 3.300 ohmios
- R4 = 470 ohmios
- R5 = 1.800 ohmios
- R6 = 100 ohmios
- R7 = 680 ohmios
- R8 = 100 ohmios
- R9 = 47.000 ohmios
- R10 = 330.000 ohmios
- C1 = 390.000 pF poliéster
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 100 microF. electrolítico
- C4 = 1 microF. poliéster
- TR1 = Transistor NPN BC.547
- TR2 = Transistor NPN BC.547

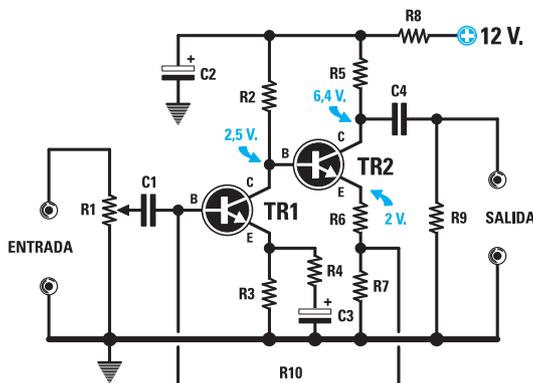


Fig.2 Esquema eléctrico y lista de los componentes requeridos para el montaje. Para reducir la banda pasante a 40 KHz hay que conectar un condensador de 100 pF en paralelo a la resistencia R10.

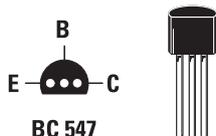


Fig.3 Conexiones de los terminales E-B-C del transistor BC.547, vistas desde abajo.

Esquema de un preamplificador compuesto por dos transistores **NPN**. Este circuito proporciona una **ganancia** de unas **120 veces**, siendo adecuado para amplificar señales débiles que no superen el valor **50 milivoltios pico/pico**, valor que corresponde a:

$$50 : 2,828 = 17,6 \text{ milivoltios eficaces}$$

En el kit se incluyen dos transistores **NPN** tipo **BC.547**. Estos transistores se pueden reemplazar por cualquier otro transistor de baja potencia **NPN** que tenga la misma disposición de terminales **E-B-C** (ver Fig.3).

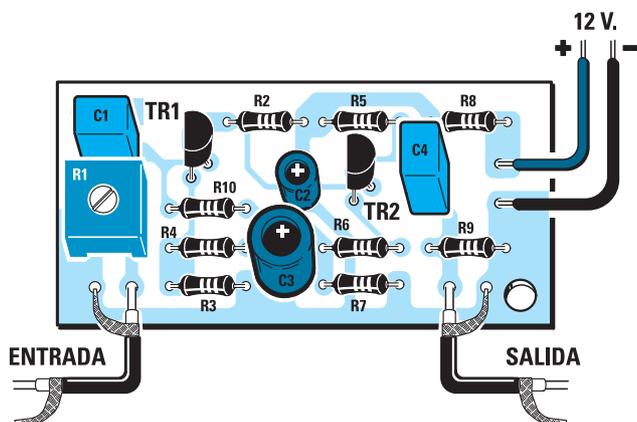


Fig.4 Esquema práctico de montaje del preamplificador LX.1594.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1594: Todos los componentes mostrados en la fotografía y en el esquema práctico de la Fig.4, **incluido** el circuito impreso y cable apantallado para conectar las señales de entrada y salida.....6,85 €
LX.1594: Circuito impreso.....1,90 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

PREAMPLIFICADOR con 2 transistores NPN (LX.1595)

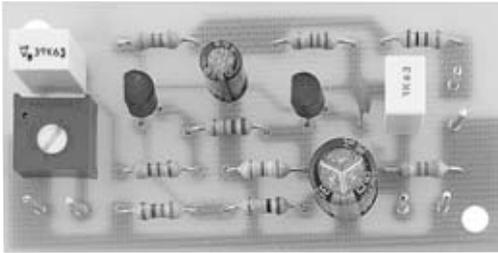


Fig.1 Fotografía del preamplificador montado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación:	9 a 18 voltios
Absorción de corriente a 12 voltios:	2 miliamperios
Máxima señal de entrada:	40 milivoltios p/p
Máxima señal de salida a 12 voltios:	9 voltios p/p
Banda de trabajo:	10 Hz a 90 KHz
Ganancia media:	225 veces

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 4.700 ohmios
- R3 = 27.000 ohmios
- R4 = 47.000 ohmios
- R5 = 330 ohmios
- R6 = 100.000 ohmios
- R7 = 3.300 ohmios
- R8 = 390 ohmios
- R9 = 100 ohmios
- R10 = 47.000 ohmios
- C1 = 390.000 pF poliéster
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 150 pF cerámico
- C4 = 1 microF. poliéster
- C5 = 220 microF. electrolítico
- TR1 = Transistor NPN BC.547
- TR2 = Transistor NPN BC.547

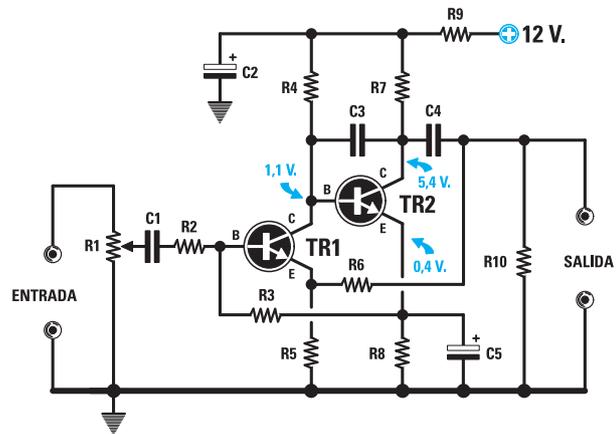


Fig.2 Esquema eléctrico y lista de los componentes requeridos para el montaje. Los valores de tensión mostrados en el esquema se han tomado alimentando el circuito con una tensión de 12 voltios.

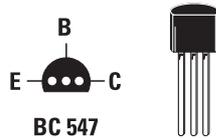


Fig.3 Conexiones de los terminales E-B-C del transistor BC.547, vistas desde abajo.

Esquema de un preamplificador compuesto por dos transistores **NPN**. Este circuito proporciona una **ganancia** de unas **225 veces**, siendo adecuado para amplificar señales muy débiles que no superen el valor de **40 milivoltios pico/pico**, valor que corresponde a:
 $40 : 2,828 = 14,1$ milivoltios eficaces

En el kit se incluyen dos transistores **NPN** tipo **BC.547**. Estos transistores se pueden reemplazar por cualquier otro transistor de baja potencia **NPN** que tenga la misma disposición de terminales **E-B-C** (ver Fig.3).

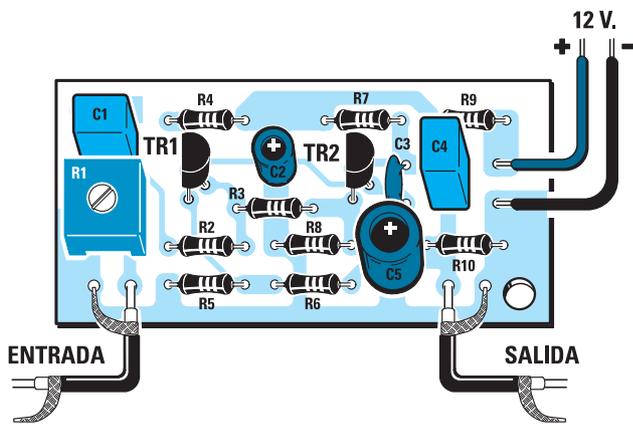


Fig.4 Esquema práctico de montaje del preamplificador LX.1595.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1595: Todos los componentes mostrados en la fotografía y en el esquema práctico de la Fig.4, **incluido** el circuito impreso y cable apantallado para conectar las señales de entrada y salida6,85 €
LX.1595: Circuito impreso1,90 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

PREAMPLIFICADOR con 2 transistores NPN (LX.1596)

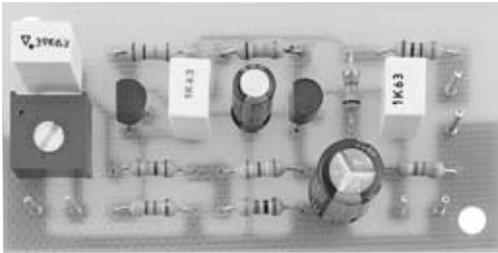


Fig.1 Fotografía del preamplificador montado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación:	9 a 18 voltios
Absorción de corriente a 12 voltios:	0,8 miliamperios
Máxima señal de entrada:	200 milivoltios p/p
Máxima señal de salida a 12 voltios:	8 voltios p/p
Banda de trabajo:	10 Hz a 200 KHz
Ganancia media:	40 veces

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 150.000 ohmios
- R3 = 270.000 ohmios
- R4 = 4.700 ohmios
- R5 = 180.000 ohmios
- R6 = 390 ohmios
- R7 = 1.000 ohmios
- R8 = 6.800 ohmios
- R9 = 100 ohmios
- R10 = 47.000 ohmios
- C1 = 390.000 pF poliéster
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 1 microF. poliéster
- C4 = 220 microF. electrolítico
- C5 = 1 microF. poliéster
- TR1 = Transistor NPN BC.547
- TR2 = Transistor NPN BC.547

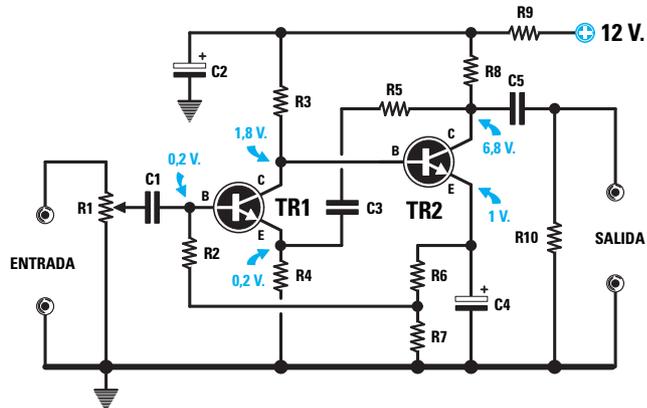


Fig.2 Esquema eléctrico y lista de los componentes requeridos para el montaje. Para reducir la banda pasante a 40 KHz hay que conectar un condensador de 22 pF en paralelo a la resistencia R5.

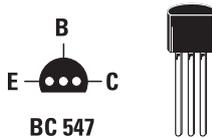


Fig.3 Conexiones de los terminales E-B-C del transistor BC.547, vistas desde abajo.

Esquema de un preamplificador compuesto por dos transistores **NPN** muy parecido al **LX.1595**. Este circuito proporciona una **ganancia** de unas **40 veces**, siendo adecuado para amplificar señales que no superen el valor de **200 milivoltios pico/pico**, valor que corresponde a: $200 : 2,828 = 70,7$ milivoltios eficaces

En el kit se incluyen dos transistores **NPN** tipo **BC.547**. Estos transistores se pueden reemplazar por cualquier otro transistor de baja potencia **NPN** que tenga la misma disposición de terminales **E-B-C** (ver Fig.3).

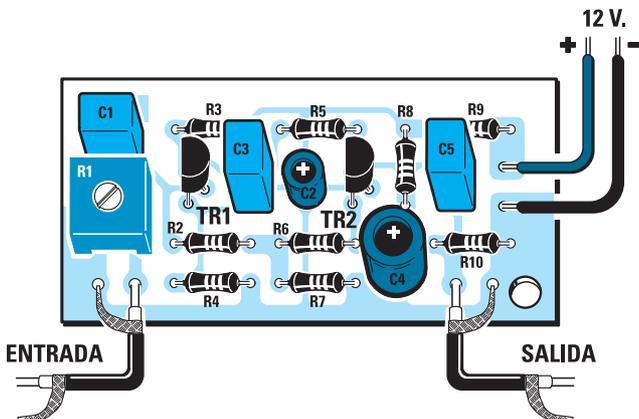


Fig.4 Esquema práctico de montaje del preamplificador LX.1596.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1596: Todos los componentes mostrados en la fotografía y en el esquema práctico de la Fig.4, **incluido** el circuito impreso y cable apantallado para conectar las señales de entrada y salida6,85 €
LX.1596: Circuito impreso1,90 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

PREAMPLIFICADOR con 1 FET y un transistor PNP (LX.1597)

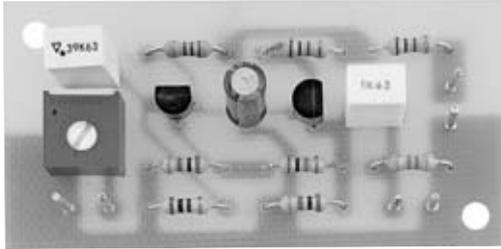


Fig.1 Fotografía del preamplificador montado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación:	9 a 18 voltios
Absorción de corriente a 12 voltios:	0,7 miliamperios
Máxima señal de entrada:	1,5 voltios p/p
Máxima señal de salida a 12 voltios:	9 voltios p/p
Banda de trabajo:	10 Hz a 150 KHz
Ganancia media:	6 veces

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 1 megaohmio
- R3 = 560 ohmios
- R4 = 1.000 ohmios
- R5 = 10.000 ohmios
- R6 = 100 ohmios
- R7 = 1.000 ohmios
- R8 = 100 ohmios
- R9 = 47.000 ohmios
- C1 = 390.000 pF poliéster
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 1 microF. poliéster
- FT1 = FET J.310
- TR1 = Transistor PNP BC.327

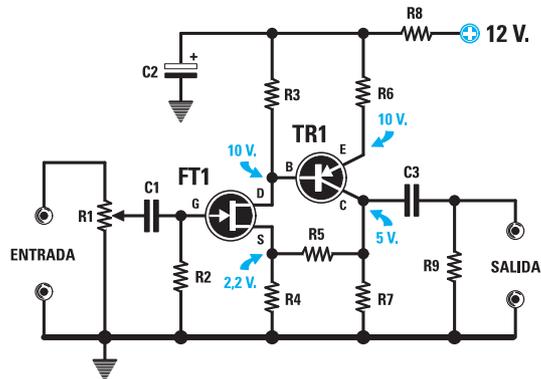


Fig.2 Esquema eléctrico y lista de los componentes requeridos para el montaje. Para reducir la banda pasante a 40 KHz hay que conectar un condensador de 1 nF entre los terminales B-C de TR1.

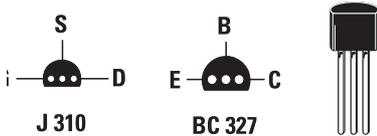


Fig.3 Conexiones de los terminales G-S-D del FET J.310 y de los terminales E-B-C del transistor BC.327, vistas desde abajo.

Esquema de un preamplificador que utiliza como etapa de entrada un **FET** y un transistor **PNP** conectados directamente. Este circuito proporciona una **ganancia** de unas **6 veces**, siendo adecuado para amplificar señales de media potencia que no superen el valor de **1,5 voltios pico/pico**.

La señal que se obtiene del **Colector** del transistor **TR1** puede alcanzar una amplitud máxima de **9 voltios pico-pico**, valor que corresponde a:

$$9 : 2,828 = 3,18 \text{ voltios eficaces}$$

En el kit se incluye un **FET** tipo **J.310** y un transistor **PNP** tipo **BC.237**. Este transistor se puede reemplazar por cualquier otro transistor **PNP** que tenga la misma disposición de terminales **E-B-C** (ver Fig.3).

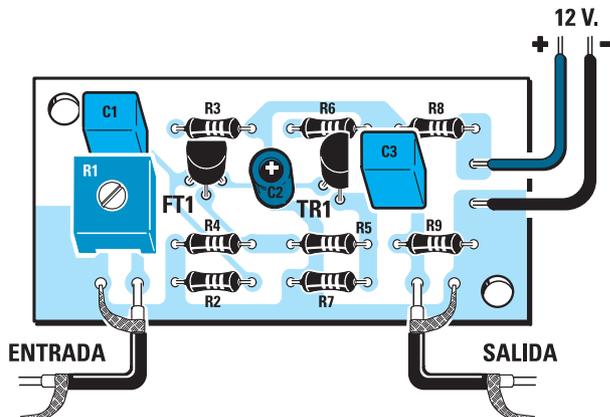


Fig.4 Esquema práctico de montaje del preamplificador LX.1597.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1597: Todos los componentes mostrados en la fotografía y en el esquema práctico de la Fig.4, **incluido** el circuito impreso y cable apantallado para conectar las señales de entrada y salida6,85 €

LX.1597: Circuito impreso1,90 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

PREAMPLIFICADOR con 2 FET (LX.1598)

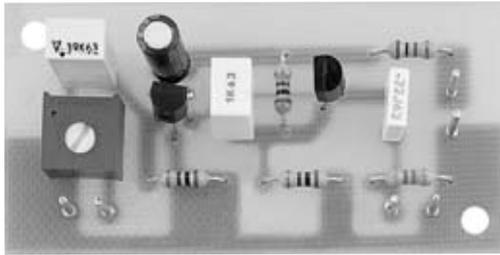


Fig.1 Fotografía del preamplificador montado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación:	9 a 20 voltios
Absorción de corriente a 12 voltios:	38 miliamperios
Máxima señal de entrada:	150 milivoltios p/p
Máxima señal de salida a 12 voltios:	6 voltios p/p
Banda de trabajo:	10 Hz a 200 KHz
Ganancia media:	40 veces

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 1 megaohmio
- R3 = 1 megaohmio
- R4 = 1 megaohmio
- R5 = 100 ohmios
- R6 = 47.000 ohmios
- C1 = 390.000 pF poliéster
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 1 microF. poliéster
- C4 = 220.000 pF poliéster
- FT1 = FET J.310
- FT2 = FET J.310

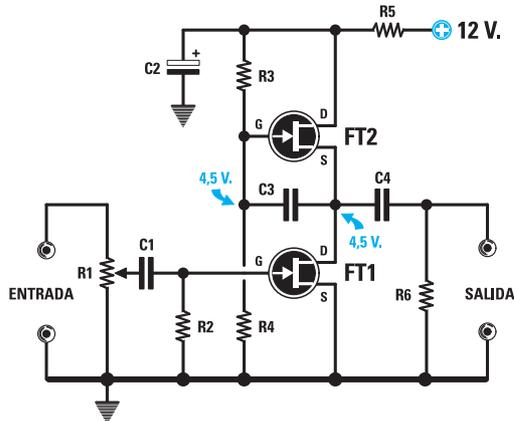


Fig.2 Esquema eléctrico y lista de los componentes requeridos para el montaje. Para reducir la banda pasante a 40 KHz hay que conectar un condensador de 390 pF entre los terminales G-D del FET FT1.

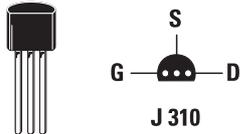


Fig.3 Conexiones de los terminales G-S-D del FET J.310, vistas desde abajo.

Esquema de un preamplificador compuesto por dos **FET**. Este circuito proporciona una **ganancia** de unas **40 veces**, siendo adecuado para amplificar señales que no superen el valor de **150 milivoltios pico/pico**, valor que corresponde a:

$$150 : 2,828 = 53,0 \text{ milivoltios eficaces}$$

En el kit se incluyen dos **FET** tipo **J.310**. Estos FET se pueden reemplazar por cualquier otro que tenga la misma disposición de terminales **G-S-D** (ver Fig.3).

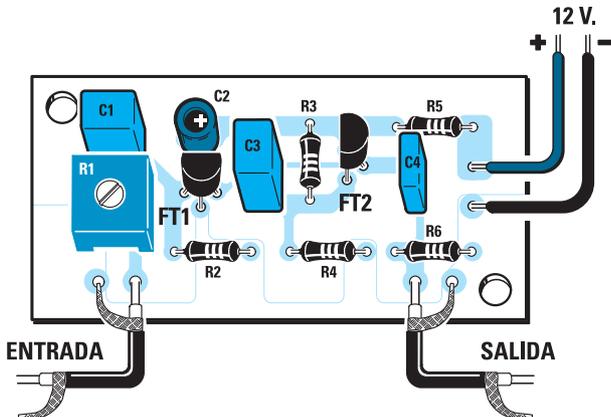


Fig.4 Esquema práctico de montaje del preamplificador LX.1598.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1598: Todos los componentes mostrados en la fotografía y en el esquema práctico de la Fig.4, **incluido** el circuito impreso y cable apantallado para conectar las señales de entrada y salida7,70 €

LX.1598: Circuito impreso1,90 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

PREAMPLIFICADOR con 2 FET (LX.1599)

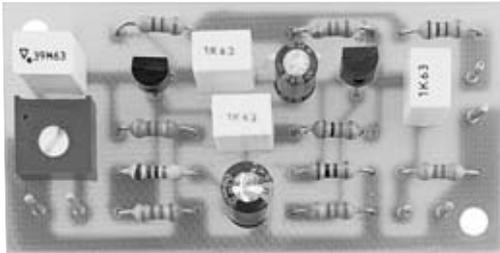


Fig.1 Fotografía del preamplificador montado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación:	9 a 20 voltios
Absorción de corriente a 12 voltios:	2 miliamperios
Máxima señal de entrada:	600 milivoltios p/p
Máxima señal de salida a 12 voltios:	4 voltios p/p
Banda de trabajo:	10 Hz a 200 KHz
Ganancia media:	7 veces

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 47.000 ohmios
- R3 = 4.700 ohmios
- R4 = 3.300 ohmios
- R5 = 150 ohmios
- R6 = 1 megaohmio
- R7 = 10.000 ohmios
- R8 = 3.300 ohmios
- R9 = 3.300 ohmios
- R10 = 100 ohmios
- R11 = 47.000 ohmios
- C1 = 390.000 pF poliéster
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 1 microF. poliéster
- C4 = 100 microF. electrolítico
- C5 = 1 microF. poliéster
- C6 = 1 microF. poliéster
- FT1 = FET J.310
- FT2 = FET J.310

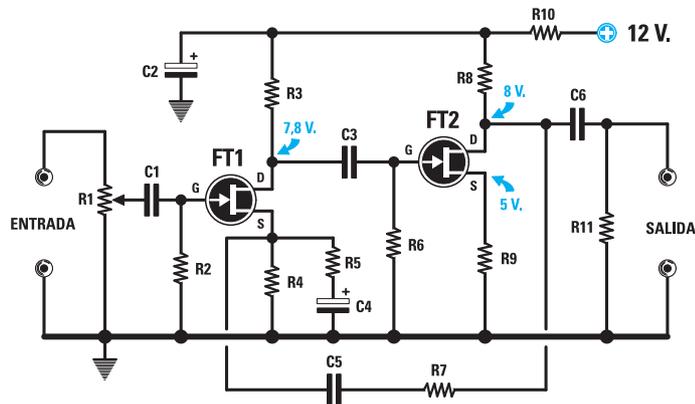


Fig.2 Esquema eléctrico y lista de los componentes requeridos para el montaje. Para reducir la banda pasante a 30 KHz hay que conectar un condensador de 1 nF entre el terminal D del FET FT1 y el terminal D del FET FT2.

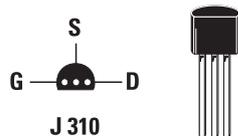


Fig.3 Conexiones de los terminales G-S-D del FET J.310 vistas desde abajo.

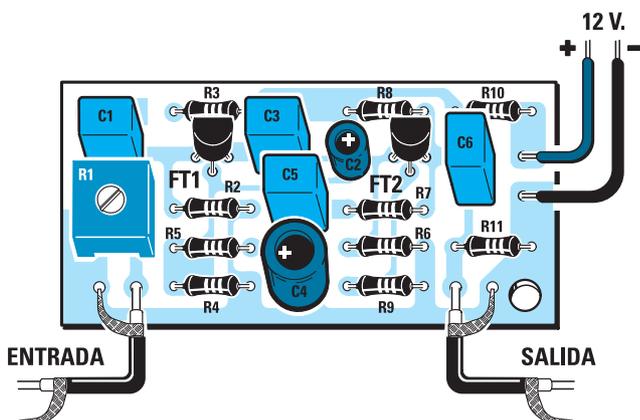


Fig.4 Esquema práctico de montaje del preamplificador LX.1599.

Esquema de un preamplificador compuesto por dos **FET**. Este circuito proporciona una **ganancia** de unas **7 veces**, siendo adecuado para amplificar señales de media potencia que no superen el valor de **600 milivoltios pico/pico**, valor que corresponde a:

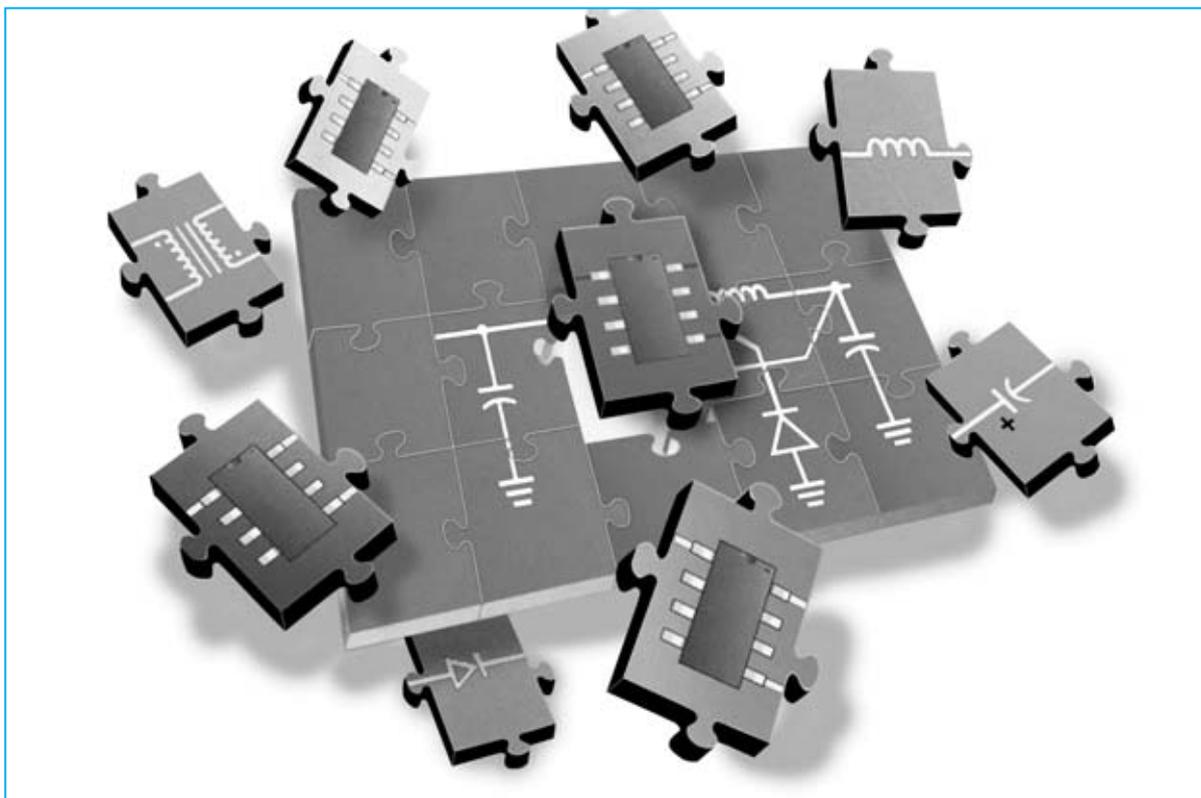
$$600 : 2,828 = 212 \text{ milivoltios eficaces}$$

En el kit se incluyen dos **FET** tipo **J.310**. Estos FET se pueden reemplazar por cualquier otro que tenga la misma disposición de terminales **G-S-D** (ver Fig.3).

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1599: Todos los componentes mostrados en la fotografía y en el esquema práctico de la Fig.4, **incluido** el circuito impreso y cable apantallado para conectar las señales de entrada y salida10,30 €
LX.1599: Circuito impreso.....1,90 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.



EL PROGRAMA

En revistas anteriores presentamos este potente programa capaz de calcular filtros paso-bajo, paso-alto y pasa-banda, además de visualizar sus curvas de comportamiento en diferentes formatos. En este segundo artículo, que se presenta en dos entregas dada su extensión, mostramos como se calcula la capacidad o la inductancia de un valor $+j$ o $-j$, como se calcula una bobina y como se diseña una pista de circuito impreso para obtener un valor de inductancia concreto. Además analizamos detalladamente la calculadora que incluye el programa para realizar todos los cálculos relacionados con la RF.

Las personas que nos han solicitado el **CD-ROM** con el programa **RFSim99** y que lo han instalado en su ordenador para trabajar con **filtros** nos han felicitado por haber difundido este programa tan **potente**, ya que a muchas personas les ha permitido resolver problemas de otra forma prácticamente irresolubles.

Con el programa **RFSim99** se pueden realizar muchas más operaciones de las presentadas en el primer artículo (ver Revistas **N.238** y **N.239**).

Con este segundo artículo, dividido en dos entregas por motivos de espacio, completamos **todas las funciones**. Estas funciones adicionales, al igual que las primeras, no son solo útiles para los **técnicos diseñadores**, también lo son para los **estudiantes de Institutos Técnicos** y aún más para los **aficionados**, que pueden diseñar **fácilmente** complejos circuitos electrónicos sin tener que manejar las decenas de complejas fórmulas matemáticas utilizadas para el diseño de filtros.

Hay que tener en cuenta que con la sola **lectura** de los artículos no se apreciará completamente la potencia y versatilidad del programa, esto sucederá cuando lo instaléis en vuestro ordenador y lo utilizéis, en un primer momento siguiendo nuestras instrucciones para aprender a utilizarlo, y posteriormente por vuestra cuenta.

Antes de empezar el desarrollo específico del artículo vamos a exponer un **breve resumen** de las funciones desarrolladas en el primer artículo, ya que no todo el mundo tiene a su disposición las revistas correspondientes (Revistas **N.238** y **N.239**).

Para las personas que no tengan experiencia en el uso del ordenador aconsejamos seguir el proceso de instalación del programa que hemos explicado pormenorizadamente en el primer artículo, proceso que genera los **tres iconos** de acceso al programa en el **Escritorio** de Windows (ver Fig.1).

Una vez instalado **RFSim99** en el ordenador, para **ejecutar** el programa solo hay que hacer **doble click** sobre el icono **RFSim99**. Automáticamente aparecerá en la parte superior de la pantalla la imagen mostrada en la Fig.2.

Haciendo click sobre el icono **[16] Filter Assistant** se abre una ventana configurable que incluye un pequeño **esquema** con valores de **capacidad** e **inductancia** (ver Fig.3).

Se trata de un filtro con unos valores predeterminados para **10 MHz**. Es un **esquema inicial** a partir del cual se ajustan los valores para diseñar un filtro con las características que se deseen simplemente cambiando los valores inicialmente establecidos.

Bajo el dibujo del esquema eléctrico se encuentran los valores modificables que podemos ajustar (ver Fig.3):

RFSIM99 (2)

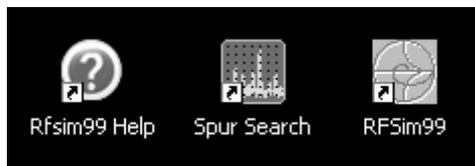


Fig.1 Una vez instalado el software incluido en el CDRom CDR99 aparecerán en la pantalla estos iconos. Para ejecutar el programa hay que hacer doble click sobre el icono RFSim99.



Fig.2 Después de hacer doble click en el icono RFSim99 de la Fig.1 aparece la pantalla principal del programa. Bajo el título de la ventana "RFSim99 - unnamed.cct" hay un menú con 8 opciones. En la línea inferior hay 16 iconos de acceso directo que hemos descrito en detalle en el primer artículo. En la imagen hemos añadido números para identificar las funciones en el texto del artículo.

Filter Type (Tipo de filtro): Hay que seleccionar **Butterworth** o **Chebyshev**.

Topology (Topología): Hay que seleccionar una opción entre **Low Pass** (paso-bajo), **High Pass** (paso-alto) y **Band Pass** (pasa-banda).

First Branch (Rama principal): En este apartado se selecciona la disposición de componentes del filtro. Las opciones son **Series** (serie o filtro en T) y **Parallel** (paralelo o filtro en ?).

Center Frequency (Frecuencia central): Esta opción se utiliza **exclusivamente** para **filtros pasa-banda** indicando la frecuencia central del filtro. Si se selecciona otro tipo de filtro la casilla permanece **inactiva** y su contenido aparece difuminado.

Bandwidth (Ancho de banda): Valor de la **frecuencia de corte** en el caso de haber seleccionado un filtro **paso-bajo** o **paso-alto**. Si se ha seleccionado un filtro **pasa banda** el valor corresponde al **ancho de banda** del filtro. El valor y la unidad (KHz, MHz, GHz) se han de escribir desde el teclado, teniendo presente que la letra precedente a **Hz** ha de escribirse en **mayúsculas**.

Number of Poles (Número de polos): Normalmente en este apartado aparece el número **3**, que corresponde a un filtro de **3 polos** con el que se consigue una **atenuación de 18 dB x octava**. Los valores válidos son los números incluidos entre **1** y **15**, si bien los más comunes son **3, 4, 5** y **6**. Con el número **4** se consigue una **atenuación de 24 dB x octava**, con el número **5** se consigue una **atenuación de**

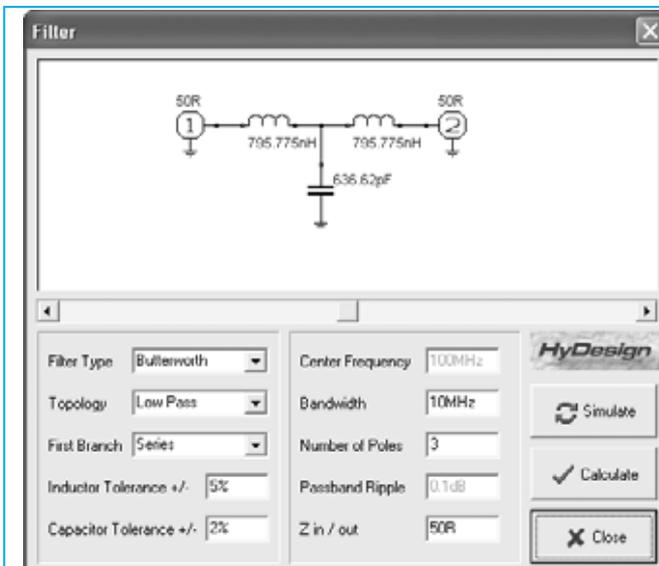


Fig.3 Si en la ventana de la Fig.2 hacemos click en el icono N.16 se abre esta ventana (FILTER) que presenta un esquema eléctrico en correspondencia a los valores presentes en los apartados inferiores. En el apartado **TOPOLOGY** se elige el tipo de filtro, mientras que en el apartado **BANDWIDTH** hay que introducir el valor de la frecuencia.

Fig.4 Para calcular un filtro paso-bajo con una frecuencia de 145 MHz hay que seleccionar **LOW PASS** en el apartado **TOPOLOGY** y escribir el valor de la frecuencia en el apartado **BANDWIDTH**, es decir 145 MHz. A continuación hay que hacer click sucesivamente en **CALCULATE**, **SIMULATE** y en **OK** (ventana **WARNING**).

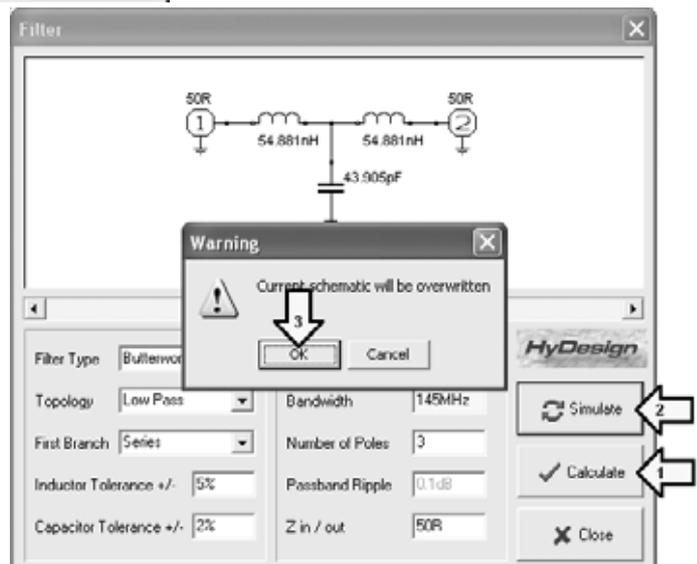
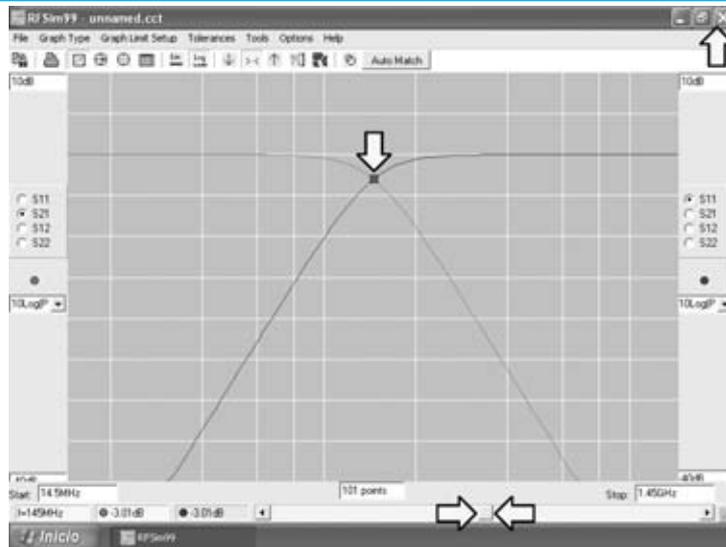


Fig.5 Al cerrar la ventana FILTER se muestra la curva de comportamiento del filtro, como se observa en esta imagen. Para ver la frecuencia de corte hay que mover el cursor de la barra de desplazamiento horizontal inferior (marcado con dos flechas indicadoras) hasta hacer coincidir los dos puntos en el punto central de corte de las dos curvas.



30 dB x octava, mientras que con el número **6** se consigue una **atenuación de 36 dB x octava**.

picofaradios, es decir valores **no estandarizados** (ver Fig.4).

GRÁFICO de comportamiento de un FILTRO

Para diseñar un filtro con unas características concretas solo hay que ajustar los valores anteriormente expuestos, por ejemplo para un filtro **paso-bajo** de **145 MHz** hay que escribir este número en la opción **Bandwidth** (ver Fig.4) y seleccionar **Low Pass** en la opción **Topology**. A continuación hay que hacer click en **Calculate** (ver flecha N.1), luego sobre **Simulate** (ver flecha N.2) y, por último, en la opción **OK** del recuadro **Warning** (ver flecha N.3).

Para las **inductancias** es posible encontrar o realizar valores de **54-55 nanohenrios**, mientras que para el **condensador** se podrían utilizar varias opciones: Utilizar un condensador con valor estándar de **47 picofaradios**, conectar en paralelo **dos condensadores de 22 pF** para obtener un valor de **44 picofaradios** o bien utilizar un condensador de **39 pF**.

Una vez realizadas estas operaciones aparecerá automáticamente en la pantalla el **gráfico de comportamiento** del filtro (ver Fig.5).

Modificando el valor de un componente cambia la **curva** de comportamiento del filtro. Para realizar esta operación hay que proceder como se indica a continuación:

Si se desea que el gráfico ocupe **toda la pantalla** hay que hacer click sobre el pequeño icono en forma de rectángulo (**maximizar**) situado en la parte superior-derecha, entre el icono **X (cerrar)** y el icono **_ (minimizar)**. Para hacer **desaparecer** el gráfico de la pantalla hay que hacer click sobre el icono con forma de **X (cerrar)**.

- Cuando aparezca la ventana mostrada en la Fig.5 hay que **cerrarla**. Al desaparecer la curva de la pantalla se visualiza el **esquema eléctrico** del filtro (ver Fig.6).

MODIFICAR los valores del FILTRO

Como se puede observar, para realizar un filtro **paso-bajo** con una frecuencia de **145 MHz** hacen falta dos **inductancias** de **54,881 nanohenrios** y un **condensador** de **43,905**

- Haciendo click sobre el botón **Tune** (ver parte superior-izquierda) nuevamente aparecerá el gráfico mostrado en la Fig.5.

- Si volvemos a **cerrar** nuevamente el gráfico volverá aparecer el esquema eléctrico, pero esta vez el **cursor del ratón** ha cambiado de forma ya que tiene al lado la palabra **Tune** (ver Fig.6).

- Ahora hay que llevar el cursor del ratón sobre el **símbolo del componente** que se desea **modificar** y hacer **click**.

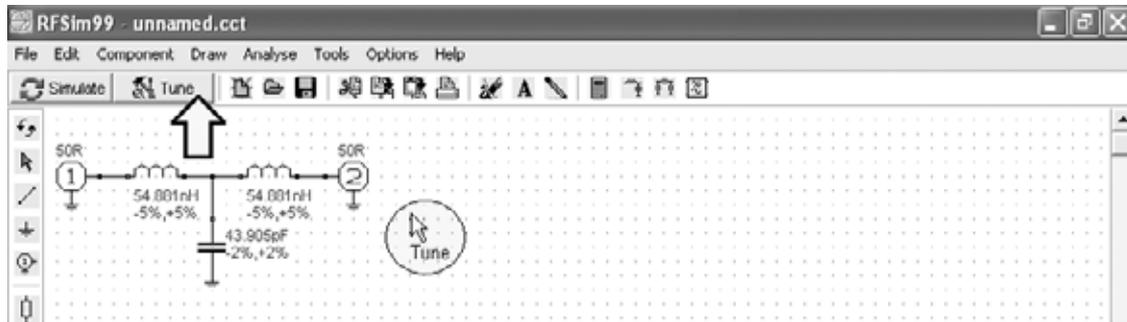


Fig.6 Al cerrar el gráfico mostrado en la Fig.5 (haciendo click sobre el icono "X" de la parte superior-derecha) en la pantalla quedará únicamente el esquema eléctrico. Ahora, haciendo click en el icono TUNE, el cursor del ratón aparece con la palabra Tune asociada, permitiendo modificar el valor de las inductancias y de las capacidades del Filtro. Para diseñar filtros "reales" hay que cambiar los valores calculados por valores comerciales estandarizados.

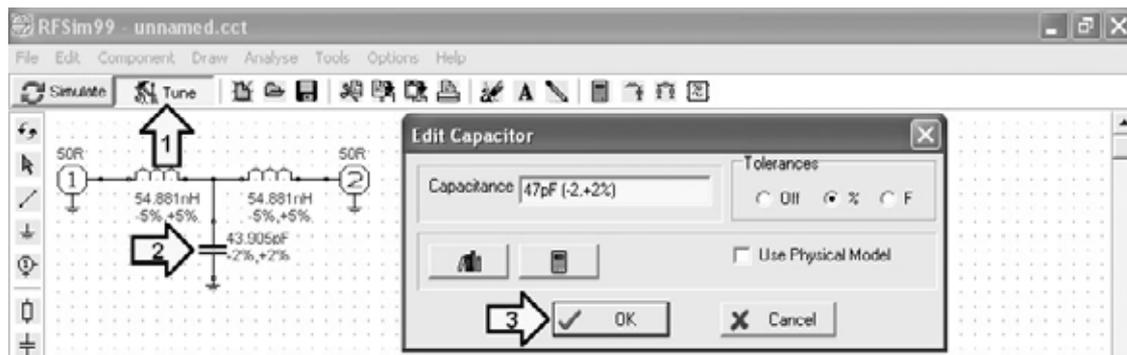


Fig.7 Para modificar el valor del condensador de 43,905 pF hay que llevar el cursor del ratón sobre el símbolo gráfico del componente y hacer click, automáticamente aparece la ventana del EDIT CAPACITOR. En el apartado CAPACITANCE hay que escribir el valor estándar de 47 pF y, a continuación, hacer click en OK. Si no se abre la ventana CAPACITANCE significa que no se ha seleccionado correctamente el símbolo del condensador.



Fig.8 Para modificar el valor de las inductancias de 54,88 nH hay que llevar el cursor del ratón sobre el símbolo gráfico del componente y hacer click, automáticamente aparece la ventana del EDIT INDUCTOR. En el apartado INDUCTANCE hay que escribir el valor estándar de 55 nH y, a continuación, hacer click en OK. Esta operación debe repetirse para ambas inductancias, de modo que en el esquema eléctrico aparezcan los nuevos valores.

- Se puede comenzar reemplazando el valor del **condensador** de **43,905 pF** por **47 pF**, haciendo click sobre su símbolo eléctrico. Al lado aparece la ventana **Edit Capacitor** (ver Fig.7), en la que hay que **reemplazar** el número **43,905** por **47**, es decir el valor de la nueva capacidad. A continuación hay que hacer click en **OK**.

- Automáticamente aparecerá en pantalla el **gráfico de comportamiento** del filtro que responde al nuevo valor introducido (ver Fig.9). Al cerrar la ventana **Edit Capacitor** y la ventana del gráfico de comportamiento volveremos a la pantalla de edición del **esquema eléctrico**.

- Para reemplazar al valor de las **dos inductancias** de **54,881 nH** por las estándar de **55 nH** hay que proceder de forma análoga, esto

es, seleccionar **Tune**, hacer click sobre el **símbolo del componente** y modificar el valor en la ventana **Edit Capacitor** (ver Fig.8). A continuación hay que hacer click en **OK**. Este proceso se ha de realizar para cada una de las dos inductancias.

- Después de cada modificación aparece en la pantalla el **gráfico de comportamiento** del filtro que responde al nuevo valor introducido (ver Fig.9). Al cerrar la ventana **Edit Inductor** y la ventana del gráfico de comportamiento volveremos a la pantalla de edición del **esquema eléctrico**.

- Una vez obtenido el gráfico modificado con los nuevos valores de inductancia y capacidad, moviendo el **cursor** de la **barra de desplazamiento horizontal** inferior (marcado en las Figs.9-10 con dos flechas indicadoras)

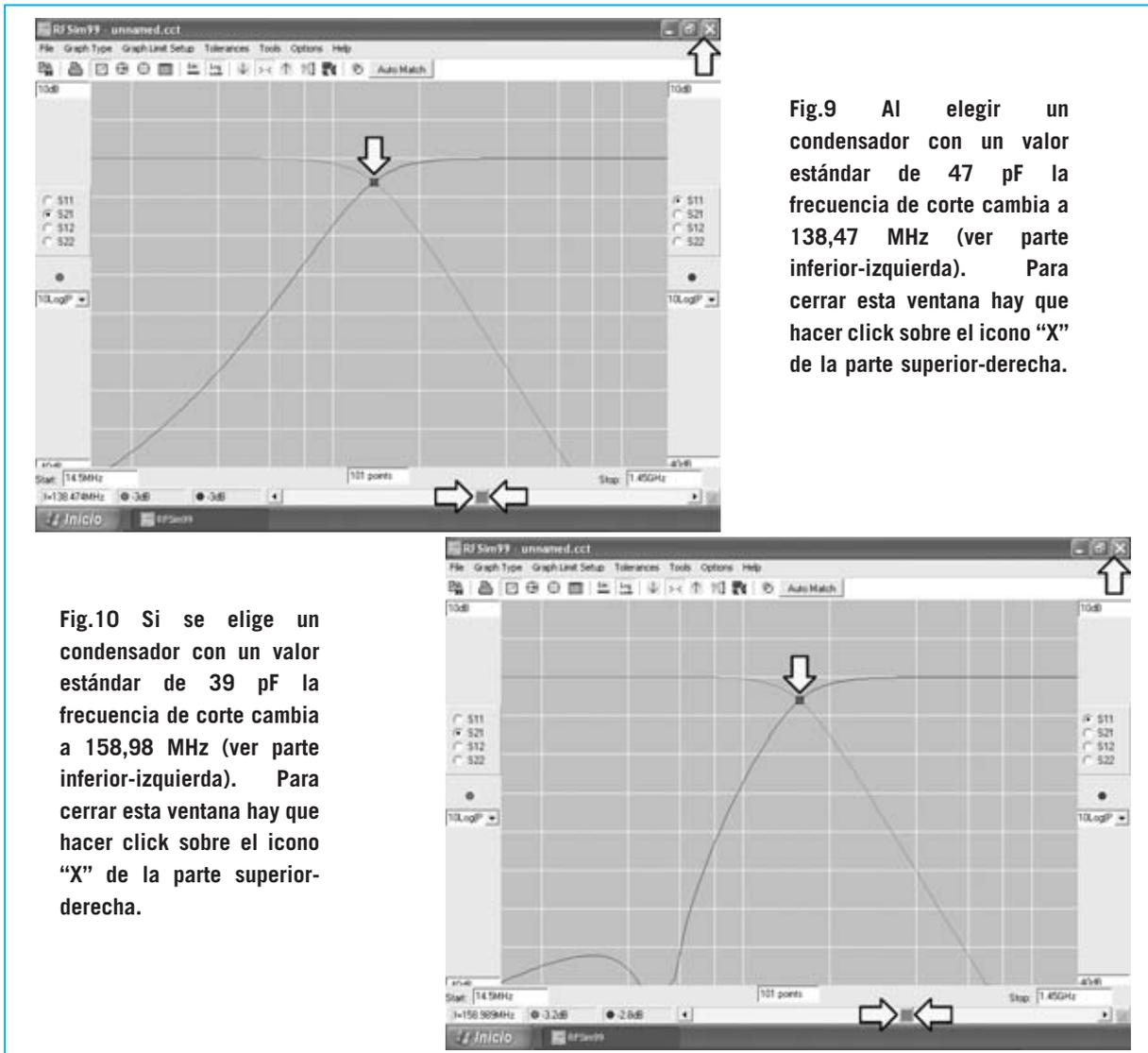


Fig.9 Al elegir un condensador con un valor estándar de 47 pF la frecuencia de corte cambia a 138,47 MHz (ver parte inferior-izquierda). Para cerrar esta ventana hay que hacer click sobre el icono "X" de la parte superior-derecha.

Fig.10 Si se elige un condensador con un valor estándar de 39 pF la frecuencia de corte cambia a 158,98 MHz (ver parte inferior-izquierda). Para cerrar esta ventana hay que hacer click sobre el icono "X" de la parte superior-derecha.

se desplazan en el gráfico los dos puntos indicadores correspondientes a la **frecuencia** seleccionada con la barra. Haciendo coincidir los dos puntos en el **punto central** de corte de las dos curvas se obtiene el valor de la **frecuencia de corte**.

- Inicialmente elegimos una frecuencia de corte de **145 MHz**, pero, al modificar el valor de la capacidad y de las inductancias, el valor se ha reducido a **138,474 MHz** (ver Fig.9). Si en vez de utilizar un condensador de **47 pF** utilizamos uno de **39 pF** la frecuencia de corte aumenta a **158,989 MHz** (ver Fig.10).

Para **desactivar** la función **Tune** basta con hacer click sobre el botón **Tune** de la pantalla principal.

NOTA: Si se quieren **mover** las diferentes **ventanas** de sitio basta con situar el cursor del ratón sobre la **barra del título** de la ventana, pulsar el botón izquierdo del ratón y desplazar la ventana al nuevo sitio elegido sin soltar el botón del ratón hasta que la ventana esté en el lugar deseado.

CONSEJOS ÚTILES

A continuación exponemos una **breves notas** muy útiles para comprender ciertos aspectos prácticos importantes.

Para nuestro ejemplo hemos elegido una **frecuencia de corte** de **145 MHz**. Es posible que al cambiar los valores de los condensadores que hemos propuesto, **47 pF** y **39 pF**, los valores que os presente el programa no coincidan exactamente con los veis aparecer en nuestras pantallas (**138,474 MHz** y **158,989 MHz**).

Si esto sucede es algo **normal**, ya que los componentes tienen una **tolerancia** que el programa **RFSIM99** también **simula**.

Además, si se monta de forma práctica un filtro, hay que tener en cuenta que los **circuitos impresos** tienen **capacidades parásitas**, que aunque son prácticamente despreciables, pueden hacer variar **ligeramente** el funcionamiento del filtro sobre el correspondiente al valor teórico propuesto.

TUNE en gráficos de SMITH y coordenadas POLARES

La función **Tune** que hemos descrito en relación a los gráficos de comportamiento de los filtros, puede utilizarse también para los **gráficos de Smith** y para las curvas de comportamiento del filtro en **coordenadas polares**.

Para conocer este tipo de gráficos a fondo es aconsejable leer el primer artículo sobre **RFSIM99** presentado en las Revistas **N.238** y **N.239**.

VALORES de las IMPEDANCIAS “+j”Y “-j”

Para pasar de la **curva** de comportamiento en **ejes X-Y** al **gráfico de Smith** (ver Fig.11) hay que hacer click sobre el **4º icono** de la **barra de iconos** (marcado con una flecha indicadora en la imagen).

Una vez que en pantalla está el **gráfico de Smith** en la parte derecha aparecen dos recuadros:

Series Equivalent
Parallel Equivalent

con una serie de valores asociados. A continuación, a través de unos ejemplos prácticos, vamos a aclarar el significado de estas indicaciones, así como los valores de **impedancia (+j y -j)** de los recuadros situados a la **izquierda** del gráfico.

Cuando se habla de **impedancia** generalmente se acostumbra a asociarla a la **resistencia óhmica**, esto no es del todo cierto ya que está formada por un componente **resistivo** y por un componente **inductivo**.

También hay que tener presente que la **reactancia** es tipo **capacitivo** cuando delante de la letra **j** hay un signo - (-j), en cambio la **reactancia** es tipo **inductivo** cuando delante de la letra **j** hay un signo + (+j)

Por tanto, se puede deducir que la impedancia correspondiente a la **frecuencia** de sintonía puede tener un reactancia **capacitiva (-j)** o una reactancia **inductiva (+j)**.

Para aclarar estas cuestiones exponemos a continuación una serie de ejemplos prácticos.

Fig.11 Para ver el gráfico mostrado en la Fig.9 en formato de GRÁFICO DE SMITH hay que hacer click en el 4º icono de la barra de iconos (marcado en la imagen con una flecha indicadora). Si el filtro está calculado para 145 MHz en la columna izquierda aparecen los valores 10R y +j20R, mientras que en la columna derecha aparece el valor +j20R que corresponde a 21,95 nH.

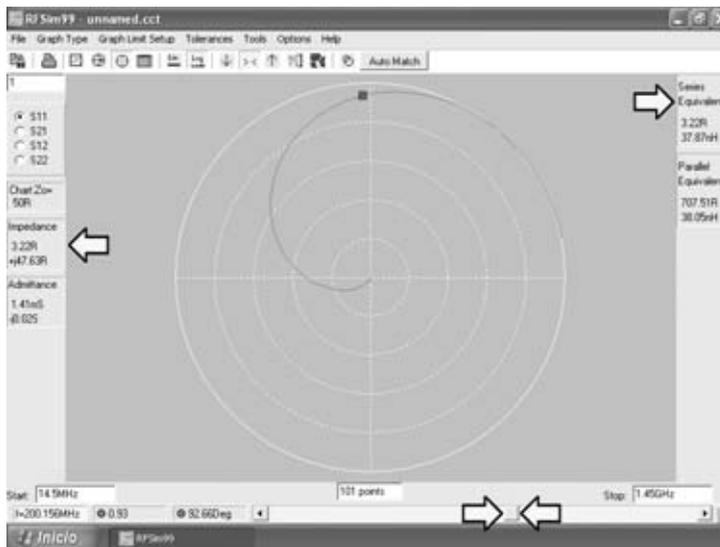
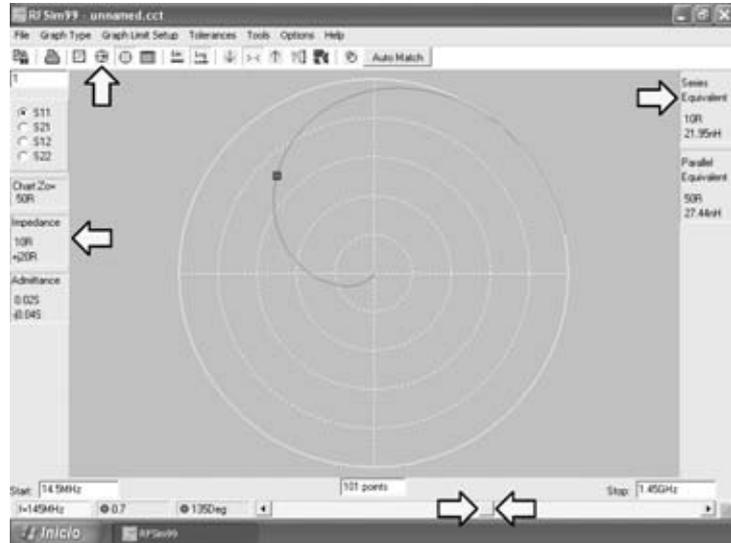
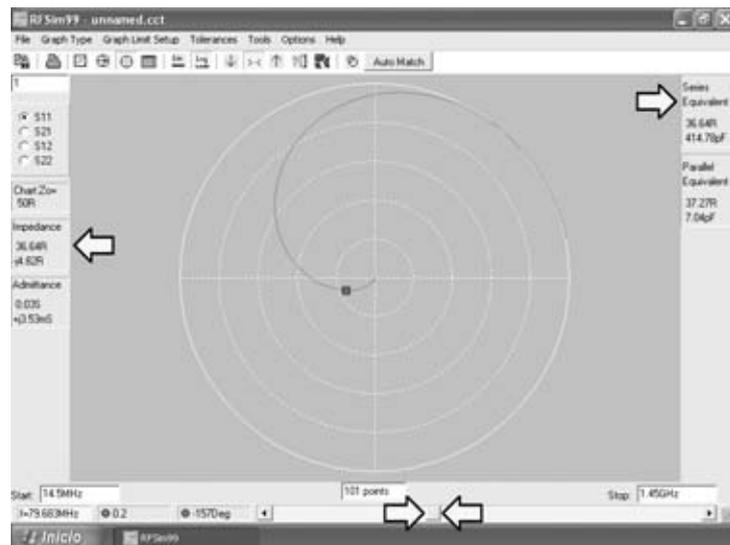


Fig.12 Moviendo el cursor de la barra de desplazamiento horizontal inferior se puede ajustar la frecuencia a 200,156 MHz. En la columna izquierda aparecen los valores 3,22R y +j47,63R, mientras que en la columna derecha aparece el valor +j47,63R que corresponde a 37,87 nH.

Fig.13 Moviendo el cursor de la barra de desplazamiento horizontal inferior se puede ajustar la frecuencia a 79,683 MHz. En la columna izquierda aparecen los valores 36,64R y -j4,82R, mientras que en la columna derecha aparece el valor -j4,82R que corresponde a una capacidad de 414,78 pF.



EJEMPLO 1

Partiendo del **gráfico de Smith** de la Fig.11 correspondiente a un filtro **paso-bajo** de **145 MHz**, en la columna de la **izquierda** se encuentran los siguientes valores:

Chart Zo = 50R (impedancia en ohmios)
10R (componente **resistivo** en **ohmios**)
+j 20R (reactancia **inductiva** en **ohmios**)

El valor positivo **+j 20R** indica que la **reactancia** es de tipo **inductivo**.

Para determinar el valor de **inductancia** al que corresponden estos **+j 20R** se puede utilizar cualquiera de las siguientes fórmulas:

$$nH = (\text{reactancia} + j \times 1000) : (6,283 \times \text{MHz})$$

$$mH = \text{reactancia} + j : (6,283 \times \text{MHz})$$

Insertando en la primera fórmula los datos correspondientes a **+j** se obtiene:

$$(20 \times 1000) : (6,283 \times 145) = 21,95 \text{ nanohenrios}$$

Si ahora observamos la columna de la derecha, en el recuadro **Series Equivalent** se encuentran los siguientes valores:

$$10 \text{ R}$$
$$21,95 \text{ nH (nanohenrios)}$$

Por tanto, para la **frecuencia** de **145 MHz** este circuito tiene un componente **resistivo** de **10 ohmios** y un componente **inductivo** de **21,95 nanohenrios**.

EJEMPLO 2

Ahora vamos a mover el **cursor** de la **barra de desplazamiento horizontal** inferior de tal forma que la indicación de la **frecuencia** presente en el lado **izquierdo** de la pantalla pase a **200,156 MHz** (ver Fig.12). Los valores presentes en la columna de la izquierda ahora son los siguientes:

Chart Zo = 50R (impedancia en ohmios)
3,22R (componente **resistivo** en **ohmios**)
+j 47,63R (reactancia **inductiva** en **ohmios**)

El valor positivo **+j 47,63R** indica que la **reactancia** es de tipo **inductivo**.

Para determinar el valor de **inductancia** al que corresponden estos **+j 47,63R** utilizamos la fórmula:

$$nH = (\text{reactancia} + j \times 1000) : (6,283 \times \text{MHz})$$

Insertando en la fórmula los datos correspondientes se obtiene:

$$(47,63 \times 1000) : (6,283 \times 145) = 38,87 \text{ nanohenrios}$$

Si ahora observamos la columna de la derecha, en el recuadro **Series Equivalent** se encuentran los siguientes valores:

$$3,22 \text{ R}$$
$$37,87 \text{ nH (nanohenrios)}$$

Por tanto, para una **frecuencia** de **200,156 MHz** este circuito tiene un componente **resistivo** de **3,22 ohmios** y un componente **inductivo** de **37,87 nanohenrios**.

EJEMPLO 3

A continuación vamos a mover de nuevo el **cursor** de la **barra de desplazamiento horizontal** inferior, de tal forma que la indicación de la **frecuencia** presente en el lado **izquierdo** de la pantalla pase a **79,683 MHz** (ver Fig.13). Los valores presentes en la columna de la izquierda ahora son los siguientes:

Chart Zo = 50R (impedancia en ohmios)
36,64R (componente **resistivo** en **ohmios**)
-j 4,82R (reactancia **capacitiva** en **ohmios**)

El valor negativo **-j 4,82R** indica que la **reactancia** es de tipo **capacitivo**.

Para determinar el valor al que corresponden estos **-j 4,82R** utilizamos la fórmula:

$$pF = 159.300 : (\text{reactancia} - j \times \text{MHz})$$

Insertando en la fórmula los datos correspondientes se obtiene una **reactancia capacitiva** de:

$$159.300 : (4,82 \times 79,683) = 414,76 \text{ pF}$$

Si observamos la columna de la derecha, en el recuadro **Series Equivalent** se encuentran los siguientes valores:

$$36,64 \text{ R}$$
$$414,78 \text{ pF}$$

Por tanto, para una **frecuencia** de **79,683 MHz** este circuito tiene un componente **resistivo** de **36,64 ohmios** y un componente **capacitivo** de **414,78 pF**.

Fig.14 Si, partiendo de la ventana mostrada en la Fig.4, seleccionamos en el apartado FIRST BRANCH la opción PARALLEL, se presenta este esquema eléctrico, con 1 inductancia y 2 condensadores de valores diferentes al esquema mostrado en la Fig.4. La frecuencia también es de 145 MHz.

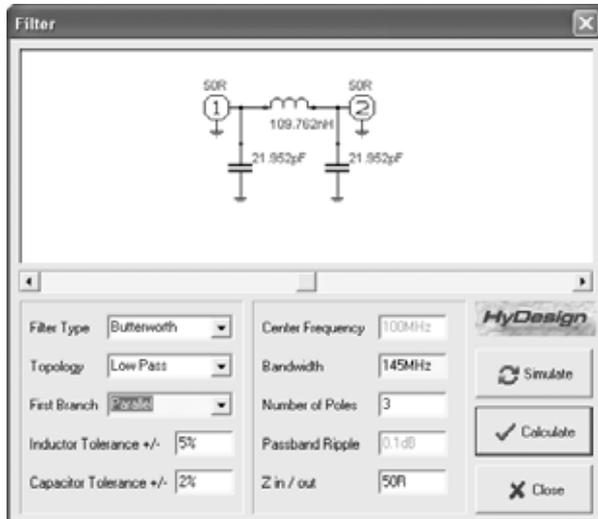


Fig.15 Al cerrar el gráfico mostrado en la Fig.14 (haciendo click sobre el icono "X" de la parte superior-derecha) en la pantalla quedará únicamente el esquema eléctrico. Para reemplazar los valores de impedancia y de capacidad por valores estándares hay que proceder como se indica en las Figs.6-7-8. Al concluir aparece la ventana mostrada en la Fig.16.



NOTA: Se puede observar que hay una pequeñísima diferencia entre el valor calculado (414,76) y el valor presentado (414,78). Esta diferencia está ocasionada por el **redondeo** en el cálculo, es totalmente **irrelevante**.

Inductancia: De 109,792 a 110 NH
Condensadores: De 21,952 a 22 pF

EJEMPLO 4

Como último ejemplo proponemos un filtro **paso-bajo** con una frecuencia de **145 MHz** pero, en la ventana "**Filter**", en lugar de seleccionar en la opción Rama Principal (**First-Branch**) Serie (**Series**) vamos a seleccionar Paralelo (**Parallel**).

Después de hacer click en **Calculate**, luego sobre **Simulate** y, por último, en la opción **OK** del recuadro **Warning** (ver flecha N.3), aparecerá en la pantalla la curva de comportamiento del filtro.

Una vez introducidos los datos en la pantalla aparece el esquema eléctrico reproducido en la Fig.14 con los siguientes valores:

Inductancia = 109,762 nH
Condensadores = 21,952 pF

Una vez obtenido el gráfico con los nuevos valores de inductancia y capacidad hay que mover el **cursor** de la **barra de desplazamiento horizontal** inferior hasta que coincidan los dos puntos en el **punto central** de corte de las dos curvas, obteniendo así el valor de la **frecuencia de corte** (ver Fig.16): **f = 145 MHz**.

A continuación vamos a cambiar los valores, con el procedimiento descrito en el primer artículo y repasado brevemente en este mismo artículo, a los siguientes (ver Fig.15):

Los valores presentes en la columna de la izquierda son los siguientes:

Impedance
49,14R (componente **resistivo** en **ohmios**)
-j 99,78R (reactancia **capacitiva** en **ohmios**)

El valor negativo **-j 99,78R** indica que la **reactancia** es de tipo **capacitivo**.

Para determinar el valor al que corresponden estos $-j 99,78R$ utilizamos la fórmula:

$$pF = 159.300 : (\text{reactancia } -j \times \text{MHz})$$

Insertando en la fórmula los datos correspondientes se obtiene una **reactancia capacitiva** de:

$$159.300 : (99,78 \times 79,683) = 11 \text{ pF}$$

Si observamos la columna de la derecha, en el recuadro **Series Equivalent** se encuentran los siguientes valores:

49,14 R
11 pF

Por tanto, para una **frecuencia** de **145 MHz** este circuito tiene un componente **resistivo** de **49,19 ohmios** y un componente **capacitivo** de **11 pF**.

Moviendo el **cursor** de la **barra de desplazamiento horizontal** se pueden obtener **valores** para **diferentes frecuencias**.

NOTA: Si al realizar pruebas con otras frecuencias se observan pequeñas **diferencias** entre los valores calculados y los valores presentados, son totalmente irrelevantes (están ocasionadas por los **redondeos** en los cálculos).

LA CALCULADORA de RFSim99

RFSim99 incluye una herramienta de **cálculo** muy potente y tremendamente útil para realizar cálculos relacionados con los **filtros, frecuencias** y **RF**. Haciendo click en el icono **N.13** del menú le reproducido en la Fig.2 se abre la ventana **RF Calculator** (ver Fig.18). Esta ventana dispone de **5 pestañas**:

- Resonance/Reactance**
- Return Loss/VSWR**
- Signal Level**
- Thermal noise**
- Freq/Wavelength**

En primer lugar vamos a trabajar con cálculos de **Frecuencia de resonancia**, para lo cual hay que

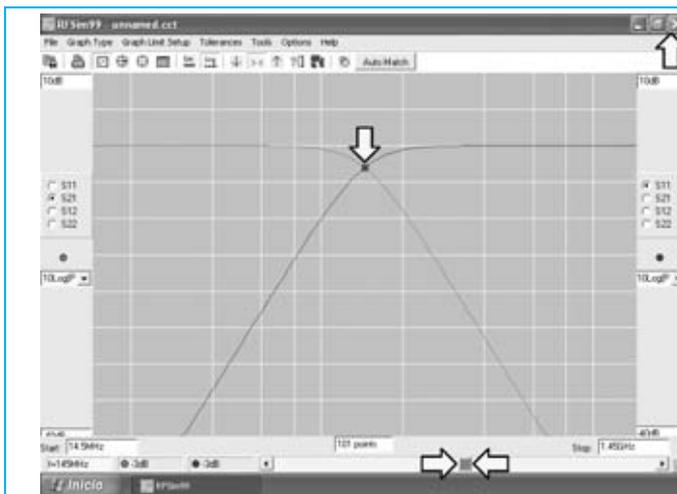
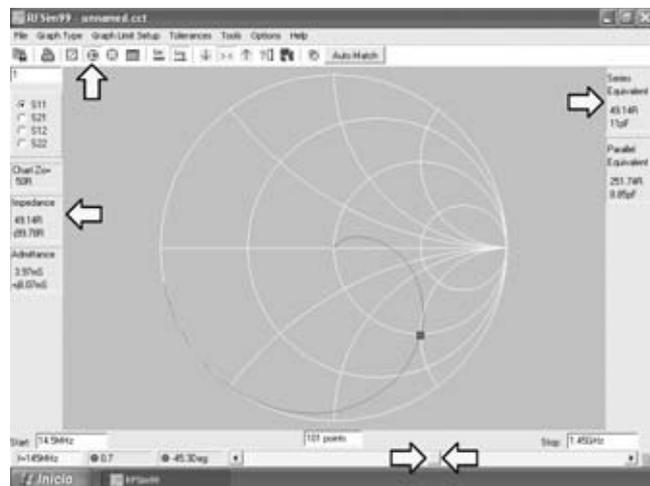


Fig.16 Para ver la frecuencia de corte del filtro solo hay que mover el cursor de la barra de desplazamiento horizontal inferior (marcado en la imagen con dos flechas indicadoras). Para cerrar esta ventana hay que hacer click sobre el icono "X" de la parte superior-derecha.

Fig.17 Haciendo click sobre el icono del GRÁFICO DE SMITH aparece esta imagen. Moviendo el cursor de la barra de desplazamiento horizontal inferior a 145 MHz en la columna izquierda aparecen los valores 49,14R y $-j99,78R$, que corresponden a 11 picofaradios (ver columna derecha).



seleccionar la pestaña **Resonance/Reactance**. A continuación, llevando el **cursor** del ratón a **Resonant Frequency**, vamos a sustituir la frecuencia de **100 MHz** por **28 MHz** (ver Fig.19). Una vez introducido el nuevo valor hay que pulsar **ENTER** en el teclado. Automáticamente en la ventana se muestran los siguientes valores:

Reactance = 50 R
Inductance = 284,205 nH
Capacitance = 113,682 pF

Estos son los valores **ideales** para que un circuito **L/C** resuene a una frecuencia de **28 MHz**. Estos valores **no** corresponden a los que hay disponibles de forma **estándar**, por lo que hay que **ajustarlos**.

Para ajustar el valor de la **inductancia** hay que sustituir, en el apartado **Inductance**, el valor de **284,205 nH** por **280 nH** (ver Fig.20). Una vez introducido el nuevo valor hay que pulsar **ENTER** en el teclado.

Para ajustar el valor de la **capacidad** hay que sustituir, en el apartado **Capacitance**, el valor de **113,682 pF** por **120 pF** (ver Fig.20). Una vez introducido el nuevo valor hay que pulsar **ENTER** en el teclado.

Una vez efectuados los cambios se presenta el valor correspondiente a la frecuencia para los nuevos valores: **27,457 MHz**. La diferencia entre el valor **inicial (28 MHz)** y el correspondiente a los valores **estándar (27,457 MHz)** es tan **pequeña** que resulta incluso más significativa la desviación introducida por las **tolerancias**.

NOTA: Al reemplazar los valores hay que tener mucho cuidado con las **unidades de medida**.

Veamos otro ejemplo de cálculo de **Frecuencia de resonancia**. Vamos a introducir una frecuencia de **146 MHz** (ver Fig.21). Una vez introducido el nuevo valor hay que pulsar **ENTER** en el teclado. Automáticamente en la ventana se muestran los siguientes valores:

Reactance = 50 R
Inductance = 54,505 nH
Capacitance = 21,802 pF

Estos son los valores **ideales** para que un circuito **L/C** resuene a una frecuencia de **146 MHz**. Esto

valores **no** corresponden a los que hay disponibles de forma **estándar**, por lo que hay que **ajustarlos**.

Para la inductancia (**Inductance**) se puede elegir un valor de **54 nH** (ver Fig.22), pulsando **ENTER** después de cambiarlo. Para la capacidad (**Capacitance**) se puede elegir un valor estándar de **22 pF**, pulsando igualmente **ENTER** después de introducirlo.

Con estos valores la frecuencia de resonancia pasa a ser **146,02 MHz** (ver Fig.22), un valor más que aceptable en línea con el original de **146 MHz**.

Al realizar estas modificaciones también varía ligeramente la **reactancia XL-XC**, baja de un valor de **50R** a **49,543R**. También en este caso se trata de una **variación** que no tiene la menor importancia.

NOTA: Haciendo click sobre el icono con forma de **candado** situado a la derecha de cada apartado se **fija** el valor correspondiente permaneciendo **inalterado**.

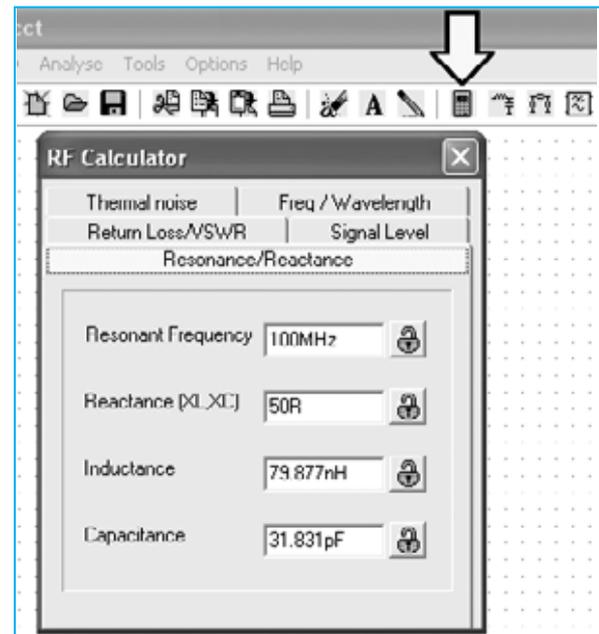


Fig.18 Haciendo click sobre el icono con forma de calculadora (marcado con una flecha indicadora) aparece la ventana **RF CALCULATOR**, herramienta que incluye múltiples posibilidades de cálculo. Con la función **RESONANCE/REACTANCE** se pueden obtener los valores de inductancia y capacidad de un circuito de resonancia para una frecuencia determinada. En este ejemplo se ha utilizado una frecuencia de 100 MHz.

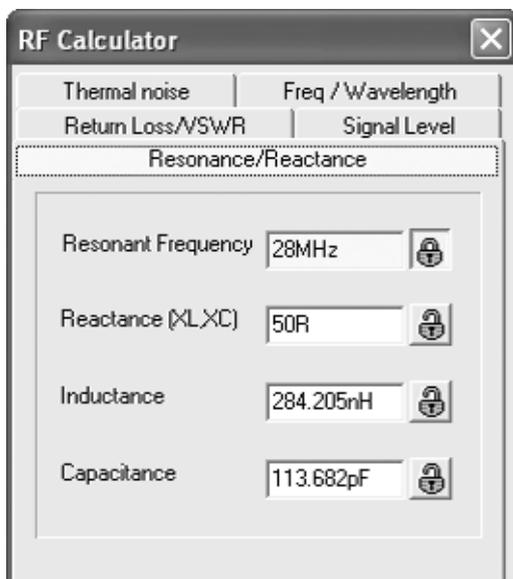


Fig.19 Si en el apartado RESONANT FREQUENCY escribimos 28 MHz y luego pulsamos ENTER, la calculadora indicará que para trabajar a esta frecuencia de resonancia se necesita un circuito compuesto por una inductancia de 284,205 nH y por un condensador de 113,682 pF.

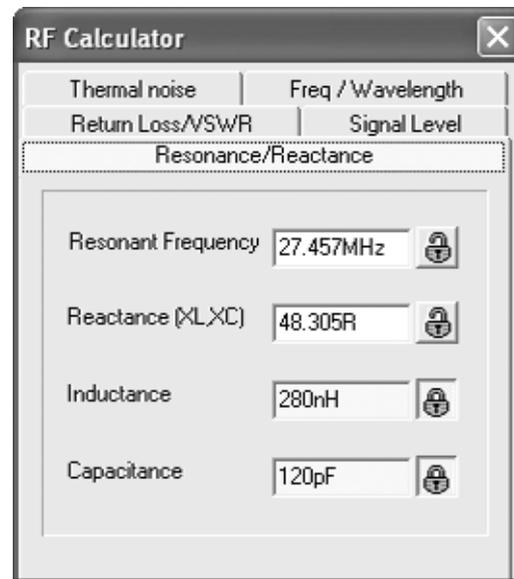


Fig.20 Introduciendo en el apartado INDUCTANCE un valor estándar de 280 nH y en el apartado CAPACITANCE un valor estándar de 120 pF, en el apartado RESONANT FREQUENCY aparecerá automáticamente un valor de 27,457 MHz, que es el valor de la frecuencia a la que resuena el circuito con los valores introducidos.

En los circuitos de sintonía siempre se conecta un **compensador** en **paralelo** a la **inductancia** para poder ajustar la **capacidad**. Utilizando esta calculadora se puede determinar fácilmente el **rango** de **frecuencias** al que se sintoniza el circuito conociendo el valor **mínimo** y el valor **máximo** de la **capacidad** del compensador.

Hay que tener presente que a los valores obtenidos con estos cálculos hay que **sumar** las **capacidades parásitas** de las **conexiones** y de las **pistas de cobre** del circuito impreso utilizado.

A título meramente informativo, exponemos a continuación las expresiones utilizadas por la calculadora para obtener los valores de **Frecuencia - Inductancia - Capacidad**:

$$\begin{aligned} \text{Frec. (MHz)} &= 159.000 : \sqrt{\text{nH} \times \text{pF} \times 1.000} \\ \text{pF} &= 25.300.000 : (\text{MHz} \times \text{MHz} \times \text{nH}) \\ \text{nH} &= 25.300.000 : (\text{MHz} \times \text{MHz} \times \text{pF}) \end{aligned}$$

Sin duda el uso de esta **Calculadora** es muy simple, permitiendo conocer de forma

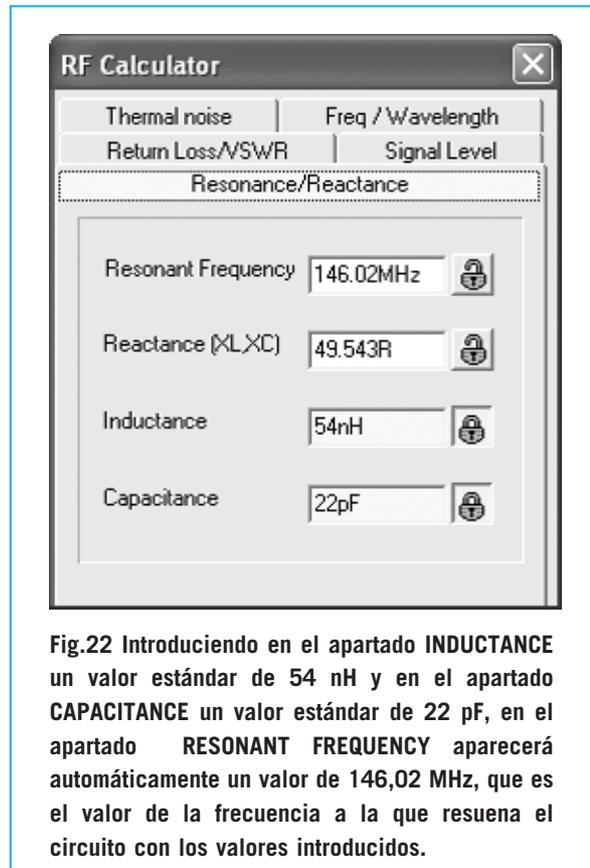
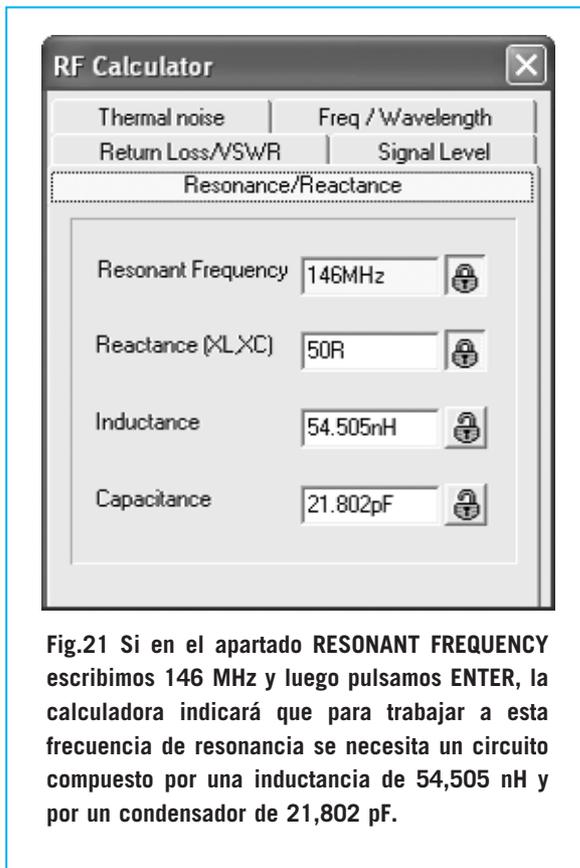
inmediata el valor de la **frecuencia de sintonía** en función de la **inductancia** y de la **capacidad**.

FUNCIÓN Signal Level

La función **Signal Level** es otra de las herramientas de la calculadora de **RFSim99**. Haciendo click sobre la pestaña **Signal Level** se pueden realizar transformaciones entre las diferentes unidades utilizadas para medir el nivel de una señal: **dBm**, **vattios** (o submúltiplos **mW / μW**), **tensión eficaz** (volts rms) o **tensión pico-pico** (Volts pk-pk).

Para utilizarla solo hay que introducir el **valor** deseado en **uno** de los **4** apartados y pulsar **ENTER**, automáticamente se presenta el valor convertido en el resto de unidades. Por ejemplo, si en el apartado **dBm** escribimos **10 dBm** (ver Fig.23), en cuanto se pulse **ENTER** aparecen los valores convertidos:

$$\begin{aligned} \text{Watts} &= 0,01\text{W} \text{ (10 mW)} \\ \text{Volts rms} &= 0,707 \text{ Vrms} \\ \text{Volts pk-pk} &= 2 \text{ Vpk-pk} \end{aligned}$$



Si en el apartado **dBm** escribimos **15 dBm** (ver Fig.24), en cuanto se pulse **ENTER** aparecen los nuevos valores convertidos:

Watts = 0,032W (32 mW)
Volts rms = 1,257 Vrms
Volts pk-pk = 3,557 Vpk-pk

Si ahora escribimos en el apartado **dBm** un valor de **-20 dBm** (ver Fig.25), en cuanto se pulse **ENTER** aparecen los nuevos valores convertidos:

Watts = 10 uW (10 microvatios)
Volts rms = 0,022 Vrms
Volts pk-pk = 0,063 Vpk-pk

Las conversiones pueden realizarse en **cualquier sentido**, por ejemplo si en el recuadro **Watts** escribimos **330uW (330 microvatios)**, en cuanto se pulse **ENTER** aparecen los nuevos valores convertidos (ver Fig.26):

dBm = -4.815
Volts rms = 0,128 Vrms
Volts pk-pk = 0,363 Vpk-pk

La calculadora realiza las conversiones de forma rápida y precisa. De hecho también se incluyen herramientas de uso mucho más **específico**:

Return Loss - VSWR
Thermal noise
Freq-Wavelength

Al tratarse de herramientas específicamente diseñadas para **técnicos de RF** no vamos a desarrollar su uso en este artículo, ya que tienen escaso interés para el resto del público. No obstante precisamos que un técnico RF las encontrará útiles y las podrá utilizar de forma tan sencilla como la función **Signal Level**.

CONTINÚA EN LA PRÓXIMA REVISTA

PRECIO DE REALIZACIÓN

El programa **RFSim99**, incluido en el CDROM **CDR99**, libre de virus y preparado para autoejecución.....13,60 €

(el precio no incluye I.V.A).

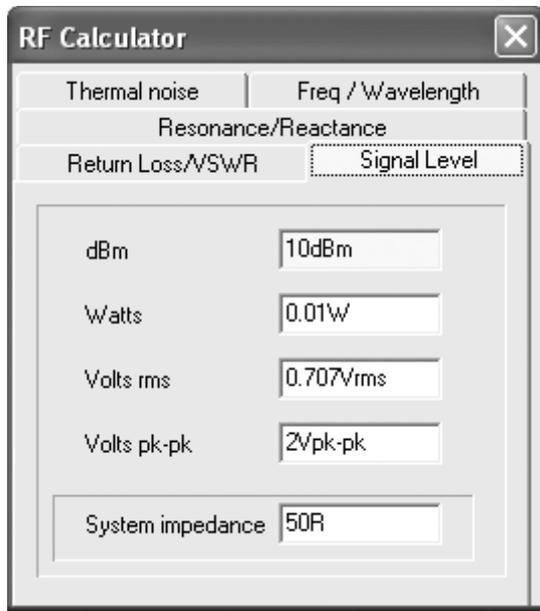


Fig.23 Una vez seleccionada la función SIGNAL LEVEL, si en el apartado dBm escribimos 10 dBm y, a continuación, pulsamos ENTER, aparecen automáticamente los valores correspondientes en vatios (Watts), tensión eficaz (Volts RMS) y tensión pico-pico (Volts pk-pk).

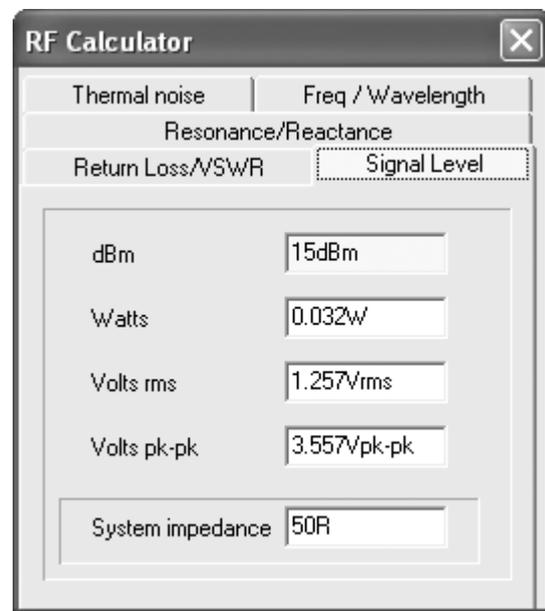


Fig.24 Si en el apartado dBm escribimos 15 dBm y, a continuación, pulsamos ENTER, aparecen automáticamente los valores correspondientes en vatios (Watts), tensión eficaz (Volts RMS) y tensión pico-pico (Volts pk-pk).

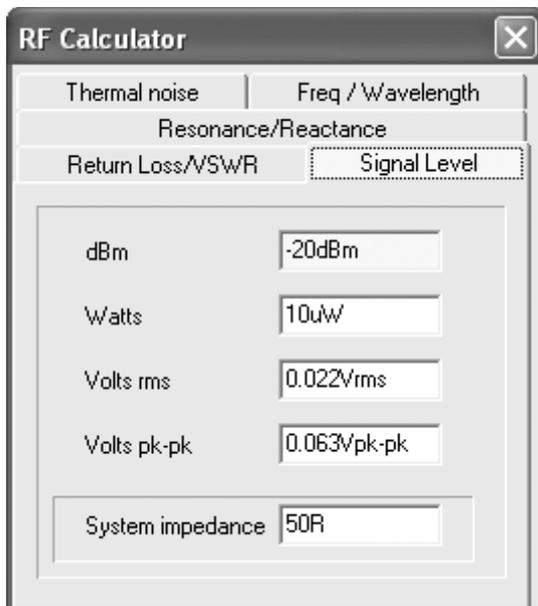


Fig.25 Si en el apartado dBm escribimos un valor negativo, por ejemplo -20 dBm y, a continuación, pulsamos ENTER, también aparecen automáticamente los valores correspondientes: 10 microvatios, 0,022 voltios eficaces (rms) y 0,063 voltios pico-pico.

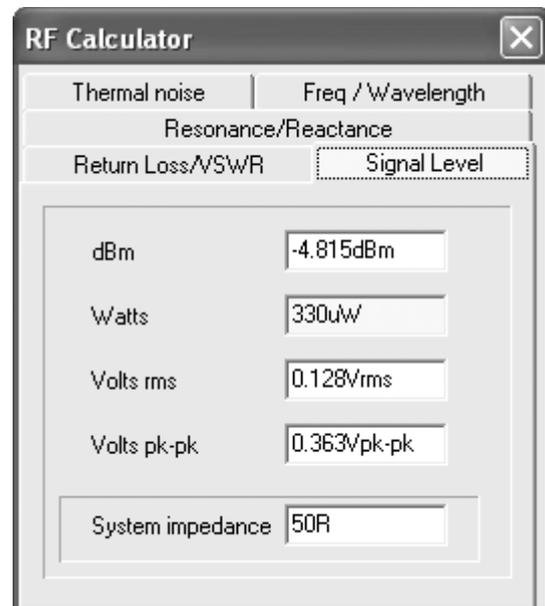


Fig.26 Esta calculadora permite realizar las conversiones en cualquier sentido. En efecto, si en el apartado Watts escribimos 300 uW y, a continuación, pulsamos ENTER, aparecen automáticamente los valores correspondientes en el resto de apartados.

RADIO RHIN

**EL
MAYOR**

AUTOSERVICIO

de componentes electrónicos

- TV, VIDEO Y SONIDO PROFESIONAL.
- ANTENAS, SEMICONDUCTORES, KITS, SONORIZACIÓN...ETC.
- CABLES Y CONEXIONES INFORMÁTICAS.

RADIO RHIN



ALAMEDA URQUIJO 32
48010 BILBAO

94 443 17 04

Fax: 94 443 15 50

e-mail: radiatorhin@elec.euskalnet.net

FAMILIA	Código	Descripción	PVP	Revista	Mueble	
TELECOMUNICACIONES	LX 1349	Simple TX-FM para la gama 144-146 MHz	46,43€	170	*	
	LX 1489	Transmisor en CW de 12 vatios en 3 MHz	41,60€	207		
	LX 1555	Radiomicrofono de onda Media	45,65€	229	*	
EMISIÓN	LX 1029	VFO válido de 2 a 200 MHz	36,36€	95		
	LX 1385	VFO programable modulado FM 26-160 MHz	143,46€	182	*	
	LX 1447-48	Timbre portátil red eléct.Emisor/receptor	27,02€	193	Incluido	
	LX 1462	Activador para transmitir en SSB	86,13€	200	*	
	LX 1463	Final RF de 1 vatio	22,84€	199		
	LX 1464	Oscilador para SSB	11,66€	199		
	LX 1490	Microtransmisor FM en 170-173 MHz	112,70€	209	*	
	LX 1557	Transmisor Audio/Vídeo a 2,4 GHz de 20 milivatios	103,70€	232	Incluido	
	ANT.24.8	Antena emisora/receptora para banda 2,4 GHz	96,55€	232		
	LX 1565	VFO programable de 50 180MHz con micro ST7	97,65€	233	Incluido	
	LX.1566	Etapa VCO de 100 mW de potencia	60,50€	233		
	LX 5039	Superheterodino para onda media	63,29€	193	*	
	KM 1507	Emisor radiomicrofono FM en 423 MHz	46,90€	214	*	
	EMISIÓN T.V	LX 1413	Modulador VHF para TV sin Euroconector	29,54€	184	Incluido
KM 1445		Transmitir en 49 canales TV en gama UHF	131,77€	196		
EMISIÓN F.M.	LX 010	Emisora de FM de 1 vatio	40,05€	72-144		
	LX 5036	Radiomicrofono FM Banda 88-108 MHz	15,24€	189		
EMISIÓN C.B.	LX 5037	Sonda de carga para LX 5036	3,43€	189		
	LX 5040	Transmisor 27 MHz modulado en AM	33,78€	196		
	LX 5041	Transmisor 27 MHz modulado AM Modulador	26,17€	196		
EMISIÓN COMPLEMENTOS	LX 5042	Transm.27 MHz mod, AM sonda de carga	4,33€	196		
	LX 1248	Codificador estéreo	96,01€	145		
RECEPCIÓN	LX 662	Mini receptor FM	32,45€	23		
	LX 887	Superheterodino didáctico para OM	58,90	64		
	LX 1295	Receptor AM-FM para la gama 110-180 mHz	130,81€	157	*	
	LX 1346	Receptor AM-FM de 38 MHz a 860 MHz	256,66€	171	*	
	KM1450	Módulo SMD para LX. 1451	29,54€	195	*	
	LX 1451	Sintonizador para onda media y FM estéreo	78,52€	195		
	LX 1452	Etapa display para LX 1451	57,40€	195		
	LX 1453	Circuito de ajuste para LX 1451	12,68€	195		
	LX 1519	Recibir onda media con dos integrados	35,10€	217	Incluido	
	LX 1529	Receptor FM con solo 3 integrados	51,80€	221		
	LX 1558-58/B	Receptor para la banda de 2,4 GHz	198,70€	232	Incluido	
	KM 1508	Receptor Radiomicrofono en FM 423 MHz	83,40€	214	*	
	RECEP.O/CORTA O/LARGA	LX 1532	Redescubrir la fascinante Onda Corta	57,95€		
		LX 1467	E.Alimentación + conmutación para KM1466	46,43€	199	
	RECEP.COMPLEMENTOS	KM 1466	Preamplificador de antena de 20 a 450 MHz	5,49€	199	
	SATELITES METEREOLÓGICOS		Parábola rejilla con antena para METEOSAT	164,98€	119	
			ANTENA para satélites polares (doble V)	64,91€	116	
		PREAMPLIFICADOR satélites polares	37,56€	116		
LX 1148		Interface DSP para JVFX	168,88€	125	*	
LX 1375		Receptor para Meteosat y polares	337,53€	180	Incluido	
TV.970		Convertor de frecuencia para meteosat	158,22€	180		
LABORATORIO FRECUENCIMETROS	LX 1374	Frecuencímetro digital que lee hasta 2 GHz	167,08€	177	*	
	LX 1374/D	Placa premontada de SMD para LX 1374	29,54€	177		
	LX 1525	Frecuencímetro de 550 MHz con LCD	73,70€	219	Incluido	
	LX 1526	Fuente de alimentación LX.1525	23,70€	219		
	LX 1572	Frecuencímetro de 2,2 GHz con 10 dígitos	121,85€	236	Incluido	
	LX 5047	Medidor de frecuencia analógico	44,72€	204	Incluido	
	LX 5048	Medidor de frecuencia digital de 5 dígitos	139,25€	203	Incluido	
	LX 1142	Generador de ruido 1MHz.-2GHz.	79,93€	122	*	
LABORATORIO GENERADORES	LX 1234	Generador de VFO sintetizado 1,2 GHz	69,63€	142	*	
	LX 1234/B	Etapa de conmutación completa LX 1234	89,40€	142		
	LX 1235	Módulos para LX 1234	24,04€	142		
	LX 1344	Etapa de comando	124,89€	170	*	
	LX 1345	Etapa base	168,76€	170		
	LX 1464	Oscilador para SSB	11,66€	199		
	LX 1542	Generador BF con tres formas de ondas	86,10€	222	*	
	LX 1543	Frecuencímetro digital	62,30	222		
	LX1563	Generador de señal RF 40 KHz -13,5 MHz	60,50	233	Incluido	
	LX 1151	Generador de BF	31,07€	124	*	
LABORATORIO GENERADOR BF	LX 1337	Generador de BF	56,56€	166	*	
	LX 1513	Generador Sweep B.F.	91,30€	214	*	
	LX 5031	Generador de señal BF	39,67€	178	Incluido	
	LX 5032	Generador de señal BF	55,71€	178	Incluido	
	LX 1351	Gen.de monoscopio TV/MONITOR VGA	126,57€	171		
	LX 1125	Medidor flujo magnético	56,04€	119		
LAB.GENERADOR TV LABORATORIO MEDIDORES	LX 1192	Impedancímetro y Reactancímetro	179,31€	134	*	
	LX 1310	Medidor de campos electromagnéticos	84,44€	159	Incluido	
	LX 1393	Para medir imped. característica de antena	25,33€	185		
	LX 1421	Localizador de terminales de un transistor	46,85€	187	Incluido	

FAMILIA	Código	Descripción	PVP	Revista	Mueble
	LX 1431	Analizador RF para osciloscopio	105,48€	192	*
	LX 1432	Fuente de Alimentación para LX 1431	37,98€	192	
	LX 1435- /B	Contaminación e. irradiada por enlaces RF	115,60€	193	
	LX 1512	Medidor de Tierra	66,20€	215	*
	LX 1518	Medir la ESR de un condensador electrolítico	36,85€	216	
	LX 1522	Como controlar el valor de una inductancia	38,60€	216	
	LX 1538	Trazador de curvas para Transistores-Fet,SCR etc.	122,85€	224	*
	LX 1556	Voltímetro-Amperímetro digital	74,30€	232	*
	LX 1570	Termómetro a distancia	126,15€	235	incluido
	LX 1576	Inductancímetro de 0,1 a 300 microHenrios	60,50€	237	
LAB. COMPROBADORES	LX 1272	Comprobador de Mospower Mosfet e IGBT	23,65€	152	
	LX 5014	Comprobador de transistores	61,60€	160	incluido
LAB. COMPLEMENTOS	LX 5019	Comprobador para SCR y TRIAC	72,15€	166	incluido
	LX 1169	Preamplificador 400 KHz.- 2GHz.	27,05€	128	
	LX 1456	Preamplificador de antena de 0,4 a 50 MHz	18,18€	197	
SONIDO HI-FI	LX 1113	Ampl. HI-FI estéreo con válvulas. EL34	325,63€	115	*
SONIDO AMPLIFICADORES	LX 1114	Ampl. HI-FI estéreo con válvulas KT88	371,43€	115	
	LX 1115	Fuente de alimentación para LX 1113	142,08€	115	
	LX 1239	Vú-meter para amplificadores	18,00€	115	
	LX 1240	Fuente de alimentación para LX 1240	56,28€	142	
	LX 1240	Amplificador estéreo para EL 34	159,00€	142	*
	LX 1257	Fuente de alimentación para LX 1256	69,72€	148	
	LX 1258	V-Meter para LX 1256	39,85€	148	
	LX 1309	Amplificador a válvulas para auriculares	139,25€	160	*
	LX 1320	Amplificador compacto a válvulas	171,89€	161	*
	LX 1321	Etapa final para LX 1320	421,91€	161	
	LX 1322	Etapa Vu-meter para LX 1320	62,51€	161	
	LX 1323	Fuente de alimentación para LX 1320	179,70€	161	
	LX 1471	Final estéreo Hi-Fi de 110+110 vatios musicales	75,25€	211	incluido
	LX 1472	Amplificador HI-FI de 200 W con finales IGBT	66,25€	213	*
	LX 1473	Final con mospower de 38-70 vatios RMS	44,20€	212	*
	LX 1553	Amplificador SUB-WOOFER con filtro DIGITAL	171,10€	231	*
	LX 1577	Amplificador HI-FI 30 vatios RMS sobre 8 Ohmios	39,75€	236	*
	LX 1578	Etapa de alimentación para LX.1577	51,55€	236	
	LX 5043	Convertir la gama de 27 MHz en onda media	26,17€	197	
SONIDO HI-FI PREVIOS	LX 1139	Etapa entrada LX 1140	46,28€	122	
	LX 1140	Previo estéreo a válvulas	214,26€	122	*
	LX 1141	Etapa alimentación LX 1140	82,94€	122	
	LX 1149	Previo Hi-Fi a Fet	63,23€	125	
	LX 1150	Previo Hi-Fi a Fet	53,88€	125	*
SONIDO HI-FI COMPLEM.	LX 1169	Amplificador de 400 khz a 2 GHz	27,05€	128	
	LX 1073	Filtro estéreo paso alto	24,04€	104	
	LX 1074	Filtro estéreo paso bajo	23,14€	104	
	LX 1198-/B	Filtro cross-over estéreo	71,73€	135	*
	LX 1241	Mezclador a fet	58,45€	144	*
	LX 1242	Mezclador a fet (00es)	44,78€	144	
	LX 1275	Micrófono para escuchar a distancia	40,51€	154	
	LX 1282	Compresor ALC estéreo	98,75€	153	
	LX 1357	Ecuilizador RIAA con filtro antiruido	36,30€	174	
	LX 1564	Karaoke con efecto eco	63,10€	234	*
FUENTES DE ALIMENTACION	LX 1131	Fuente de Alimentación 3-18 V 2A.	27,05€	121	
	LX 1138	Cargador de baterías plomo	84,74€	122	
	LX 1364	Al. de 2,5 a 25 V. max.5 amp. Etapa base	61,90€	175	*
	LX 1364/B	Al. de 2,5 a 25 V. max.5 amp. Etapa final	16,50€	175	
	LX 1364/C	Al.de 2,5 a 25 V. max.5 amp.Etapa voltímetro	39,88€	175	
	LX 1449	Inversor de 12 volt. CC a 220 volt. AC 50 Hz	202,54€	197	*
CARGADORES	LX 1545	Alimentador estabilizado	78,95€	226	*
	LX 1069	Cargador de baterías de niquel-cadmio	64,91€	103	*
	LX 1428	Cargador bat. automáticos con diodos SCR	121,07€	190	
	LX 1479	Cargador de pilas NI-MH	109,71€	201	*
SEGURIDAD	LX 1396	RADAR antirrobo de 10 gHz	50,49€	184	incluido
ALARMAS	LX 1424	Antirrobo banda UHF 433,9 MHz transmisión	56,98€	190	incluido
	LX 1425	Antirrobo banda UHF 433,9 MHz recepción	60,76€	190	incluido
	LX 1506	Alarma por sensor volumétrico	40,40€	209	*
SEGURIDAD SIRENAS	LX 5025	Sirena bitonal digital	19,41€	170	
SEG. COMPLEMENTOS	LX 5027	Contador 2 cifras	27,86€	172	
	LX 5028	Contador 2 cifras	25,33€	172	
SEGURIDAD DETECTORES	LX 1216	Detector para fugas de gas	77,74€	137	
	LX 1287	Detector para micrófonos	35,46€	155	
	LX 1407	Nuevo y eficaz contador geiger	139,25€	185	incluido
	LX 1433	Buscador de cables instalaciones eléctricas	16,47€	192	incluido
	LX 1465	Sensible detector de metales	88,60€	216	*
	LX 1517	Detector de fugas para Micro-ondas	34,75€	217	incluido
	LX 1568	Emisor de Barrera de Rayos infrarrojos	10,40€	234	incluido
	LX 1569	Receptor de Barrera de Rayos infrarrojos	20,75€	234	incluido

FAMILIA	Código	Descripción	PVP	Revista	Mueble
MEDICINA ELECTRÓNICA	LX 559	Detector de acupuntura	17,13€	8	
	LX 654	Acupuntura portátil	23,14€	24	
	LX 811	Electromagnetoterapia reforzada en A.F.	66,71€	55/147	*
	LX 811/B	Disco radiante para LX 811	12,32€	55	
	LX 950	Electromagnetoterapia en baja frecuencia	49,58€	77	*
	LX 950/B	Difusor para LX 950	10,82	77	
	MP 950	Difusor magnético	10,82€	77	
	LX 987	Etapas de potencia para LX 950	21,34€	85	
	LX 1003	Estimulador analgésico	41,47€	90	
	LX 1010	Iones negativos para coche	39,07€	90	
	LX 1072	Banda radiante para LX 811	15,93€	104	
	LX 1146	Magnetoterapia BF alta eficacia	212,01€	123	incluido
	MP 90	Difusor magnético	28,25€	123	
	LX 1176	Cargador de baterías para LX 1175	37,83€	129	
	LX 1293	Magnetoterapia de AF	156,11€	157	incluido
	PC 1293	Paño radiante para LX.1293	37,98€	157	
	LX 1343	Depurador antipolución	101,27€	169	incluido
	LX 1365	Nueva lontoforesis con microprocesador	75,97€	175	*mo 1365
	LX 1365/B	Circuito display	24,91€	175	
	LX 1365/P	Placa de aplicación	16,47	175	
	LX 1387	Tens, electromedicamento elimina el dolor	84,74€	181	*
	LX 1387/B	Placa de visualización	40,93€	181	
	LX 1408	Tonificar los músculos con la electrónica	118,16€	186	
LX 1480	Ionoterapia	106,38€	202	incluido	
LX 1480-B	Etapas Voltmetro para LX.1480	36,66€	202		
LUCES-ILUMINACIÓN	LX 1011	Generador de albas y ocasos digital 1 salida	61,90€	91	
	LX 1061	Luces tremolantes	50,49€	107	
	LX 1326	Luz que apaga y se enciende gradualmente	47,69€	165	*
	LX 1493	Generador de Alba y ocaso	101,27€	206	incluido
MISCELANEA	LX 1025	Termostato con relé	44,47€	96	
	LX 1182	Temporizador variable	46,43€	130	
	LX 1238	Circuito simulador de rayos	35,79€	143	
	LX 1259	Ahuyentador de mosquitos	44,75€	151	Incluido
	LX 1332	Ahuyenta-ratones ultrasónico	39,25€	167	*
	LX 1398	Vallas con descargas de Electroshock	27,02€	186	
	LX 1562	Alimentador PWM para TRENES ELECTRICOS	112,35€	232	*
	LX 5035	Reloj digital	84,44€	185	*
	LX 5044	Temporizador con el NE.555	24,07€	198	*
	LX 5045	Temporizador con el NE.555	26,17€	198	
CIRCUITOS DIDÁCTICOS	LX 1325	Programador para MICRO ST6 60/65	84,44€	165	*
	LX 1329	Entrenador para ST6/60-65	32,09€	166	
	LX 1329/B	Interface para ST6/60-65	14,36€	166	
	LX 1546	Programador para ST7-lite 09	26,65€	227	
	LX 1547	Entrenador para LX.1546	53,60€	227	
	LX 1548	Tarjeta experimental reloj para ST7	23,70€	228	
LX1549	Tarjeta experimental display para ST7	36,05€	228		
CIRCUITOS TELÉFONO	LX 1510	Excitar un relé con un teléfono	109,10€	213	*
	KM 1515	Leer y escribir en las tarjetas sim de los móviles	78,95€	216	
MANDO A DISTANCIA	LX 1409	Telemando codificado de 4 canales Transmisor	24,49	184	incluido
	LX 1410	Telemando codificado de 4 canales Receptor	58,24	184	*
	LX 1411	Salida de 2 relés para el LX.1410	21,94	184	
	LX 1412	Salida de 4 relés para el LX.1410	32,06	184	
	LX 1474	Mando a distancia a 433 MHz via radio -Transmisor	63,80	199	incluido
	LX 1475	Mando a distancia a 433 MHz via radio - Receptor	84,44	199	incluido
	LX 1501	Mando Emisor codificado a través de red eléctrica	58,15€	210	incluido
LX 1502	Receptor de LX1501	64,65€	210	incluido	
ORDENADORES	LX 1574	Programador de EPROM para puerto paralelo	82,95€	237	
	LX 1575	Etapas de soporte para LX 1574	31,10€	237	

¡MAS DE 800 MONTAJES DISPONIBLES! www.nuevaelectronica.com

Nº238 - ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A. *Esta lista anula las anteriores.* * consultar precio del mueble 91 542 73 80

Para curar la artritis, ciática, lumbago y desgarros musculares muchos fisioterapeutas optan por utilizar lontoforesis que, al introducir los fármacos en el organismo a través de la epidermis en lugar de hacerlo a través del estómago, hígado y riñones, permite evitar muchos efectos secundarios. La lontoforesis también se utiliza para eliminar la antiestética celulitis.



FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

El **Generador de lontoforesis LX.1365** ha sido adquirido por muchos **fisioterapeutas, médicos y esteticistas**. Dada su gran difusión y la preocupación cada vez mayor que tenemos todos por la salud, hemos decidido publicar en esta sección los kits de **electromedicina** más populares, entre los que, sin duda, se encuentra este Generador de lontoforesis de **tiempo e intensidad programable**.

Las aplicaciones electrónicas para medicina requieren **procesos de control** muy específicos y en muchos casos, como el que nos ocupa, aplicar **señales eléctricas** muy específicas a la **epidermis** a través de **placas de goma**. Estas razones motivan que la mayoría de estos dispositivos estén controlados por un **microprocesador** (ver **IC1** en el esquema eléctrico) expresamente programado para desarrollar las funciones requeridas.

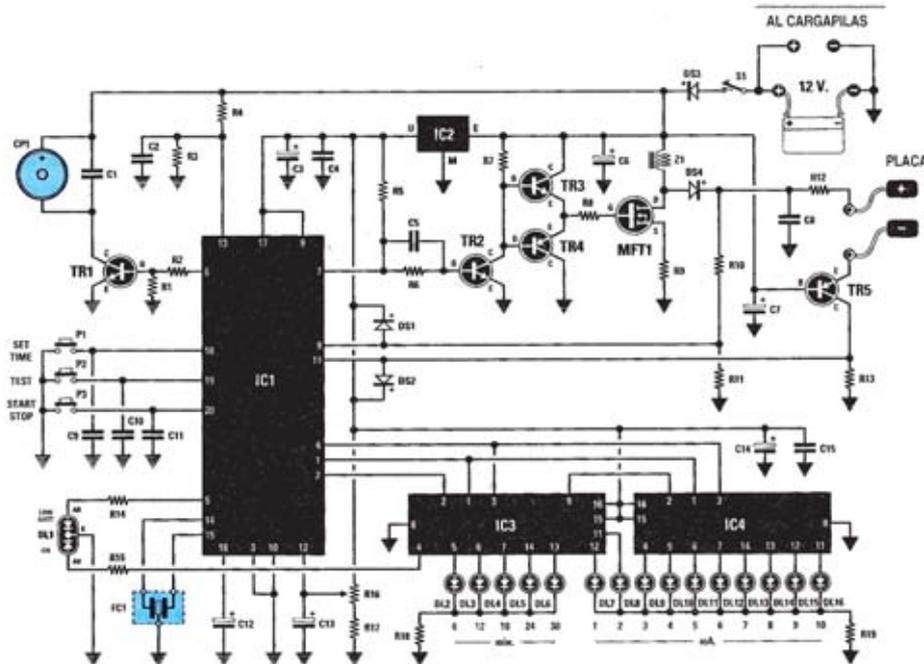
Pasando a los detalles del esquema eléctrico, el pulsador **P1** se conecta a la patilla **18** del microprocesador **IC1**, cada vez que se pulse el **tiempo** de aplicación aumentará en **6 minutos (6-12-18-24-30)**, al pasar de **30 minutos** comienza nuevamente por **6**. Una vez establecido el tiempo hay que seleccionar la corriente a aplicar, para ajustarla hay que mantener pulsado el botón **Test (P2)**, conectado a la patilla **19** de **IC1**, y girar el mando del potenciómetro **R16** (el valor de la corriente seleccionada se visualiza a través de los diodos LED del panel con la referencia **1-2-3-4-5-6-7-8-9-10 mA**).

Una vez seleccionados los minutos y la corriente a aplicar hay que pulsar el botón **Start/Stop (P3)** para empezar a aplicar la señal a las placas. Los **diodos LED** informarán, mediante su encendido, del **tiempo restante** para concluir la cuenta. Al llegar a cero la capsula piezoeléctrica **CP1** emitirá una señal sonora. Después de haber pulsado el botón **Start/Stop** se puede variar **manualmente** el valor de la corriente actuando sobre el potenciómetro **R16** sin pulsar el botón **Test**. Hay que tener en cuenta que hemos añadido al circuito una función **automática** que responde a objetivos que aconseja la Medicina: La corriente seleccionada no se aplica de forma instantánea, asciende desde 0 al valor seleccionado para aplicarla progresivamente.

Cuando el generador está en funcionamiento pulsando el botón **Start/Stop** se oirán **5 pitidos** emitidos por **CP1** que avisan de la **interrupción** de la aplicación de la señal. Los diodos LED indicativos del valor de corriente se **apagarán** como aviso de que en las placas **no** hay ninguna tensión. Además el **tiempo programado se anula**.

En el circuito hemos añadido una **función automática complementaria**: Una vez que se ha comenzado a aplicar el tratamiento, si se desconectan las **gomas** o los **bornes** de conexión al circuito se **detiene** automáticamente avisando con un **pitido** sonoro. En este caso el tiempo programado **no** se borra. Volviendo a conectar el borne o la placa y pulsando **P3 Start/Stop** la cuenta se **reanuda** hasta llegar al tiempo programado.



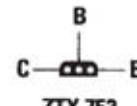


Esquema eléctrico y lista de componentes del circuito para lantoforesis por Microprocesador. También se muestra la disposición de terminales de los semiconductores utilizados.

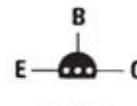


AR K AV

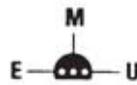
LED BICOLOR



ZTX 753



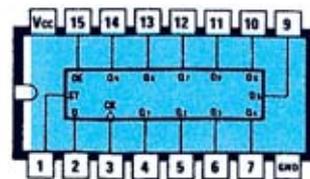
BC 328
BC 547



MC 78L05



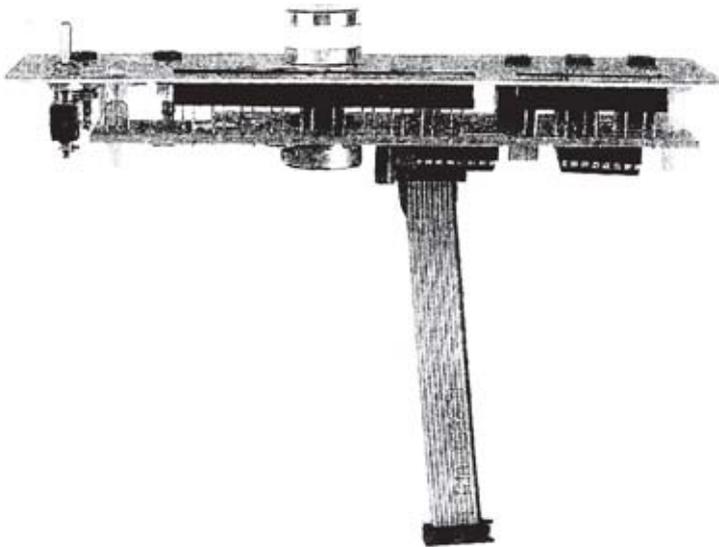
PHP 8N50



4094



BARRA LED



**LISTA DE COMPONENTES
LX.1365**

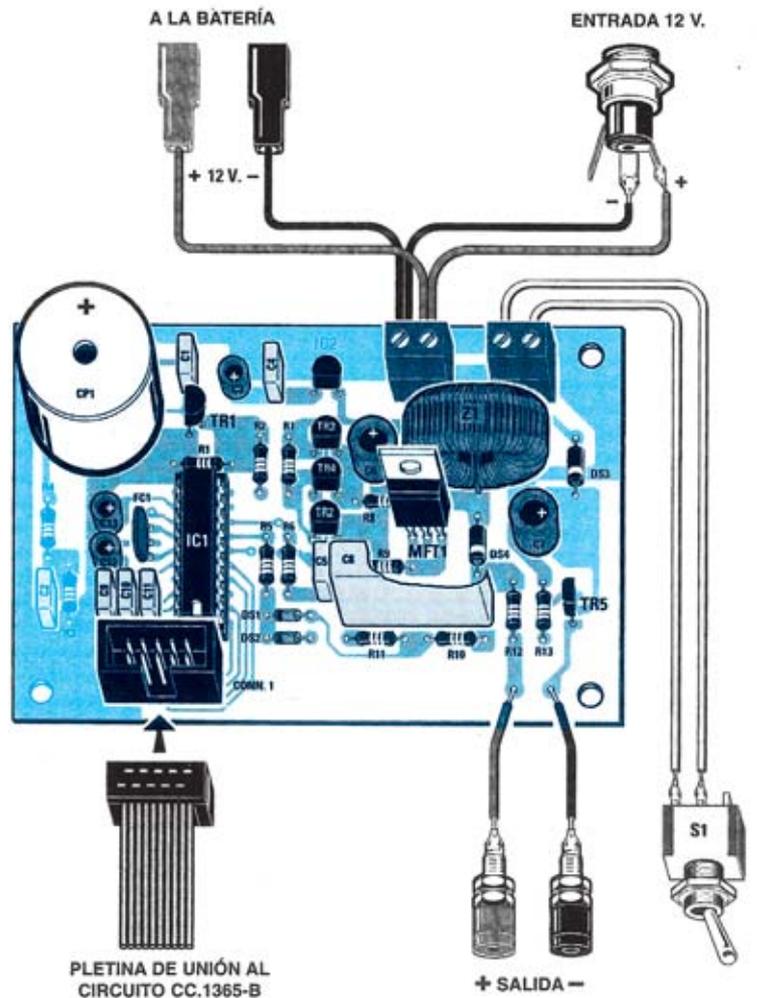
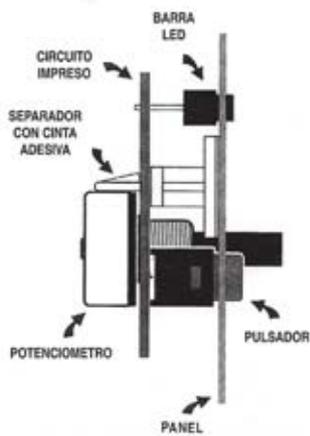
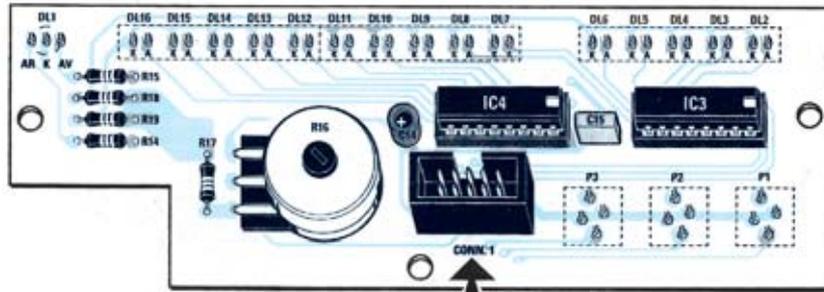
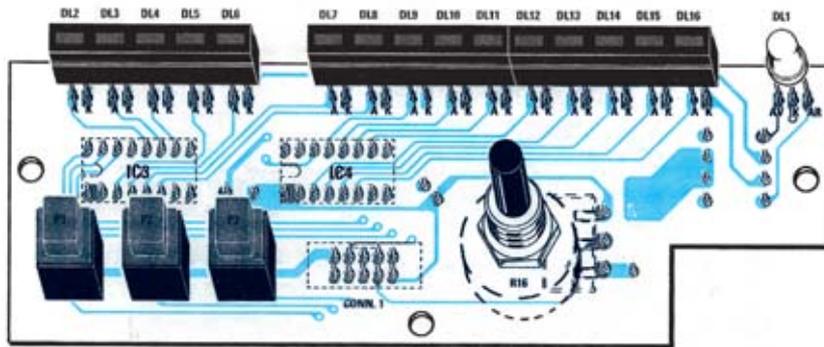
- R1 = 4.700 ohm
- R2 = 10.000 ohm
- R3 = 2.200 ohm
- R4 = 5.600 ohm
- R5 = 12.000 ohm
- R6 = 4.700 ohm
- R7 = 470 ohm
- R8 = 33 ohm
- R9 = 1 ohm
- R10 = 220.000 ohm
- R11 = 4.700 ohm
- R12 = 1.000 ohm
- R13 = 470 ohm
- *R14 = 680 ohm
- *R15 = 220 ohm
- *R16 = 4.700 ohm pot Lin.
- *R17 = 220 ohm
- *R18 = 220 ohm
- *R19 = 220 ohm
- C1 = 100.000 pF poliester

- C2 = 100.000 pF poliester
- C3 = 10 mF electrolítico
- C4 = 100.000 pF poliester
- C5 = 5.600 pF poliester
- C6 = 100 mF electrolítico
- C7 = 220 mF electrolítico
- C8 = 1 mF poliester 250 V.
- C9 = 100.000 pF poliester
- C10 = 100.000 pF poliester
- C11 = 100.000 pF poliester
- C12 = 1 mF electrolítico
- C13 = 1 mF electrolítico
- *C14 = 10 mF electrolítico
- *C15 = 100.000 pF poliester
- FC1 = reson. ceram. 8 MHz
- Z1 = impedancia mod. VK20.01
- DS1 = diodo tipo 1N.4150
- DS2 = diodo tipo 1N.4150
- DS3 = diodo tipo 1N.4007
- DS4 = diodo tipo BY11/800
- *DL1 = diodo led bicolor
- *DL2-DL6 = barra 5 led

- *DL7 - DL11 = barra 5 led
- *DL12 - DL16 = barra 5 led
- TR1 = NPN tipo BC.547
- TR2 = NPN tipo BC.547
- TR3 = NPN tipo BC.547
- TR4 = PNP tipo BC.328
- TR5 = PNP tipo ZTX.753
- MFT1 = Mosfet tipo PHP.8N50
- IC1 = EP.1365
- IC2 = Integrato tipo uA.78L05
- *IC3 = integrado C/Mos tipo 4094
- *IC4 = integrado C/Mos tipo 4094
- CP1 = Buzzer 12 volt
- *CONN.1 = conector 10 p.
- *P1-P3 = pulsador
- S1 = interruptor

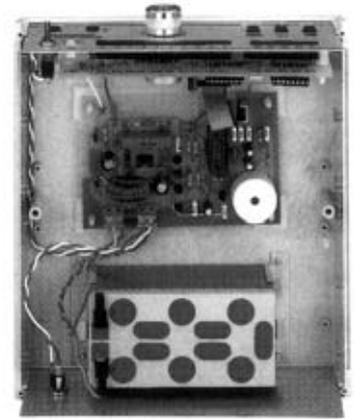
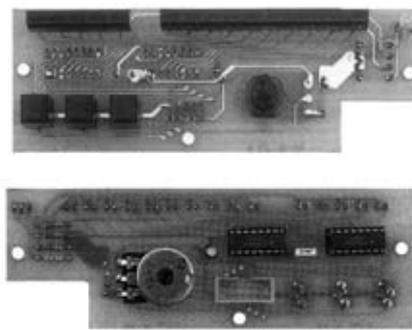
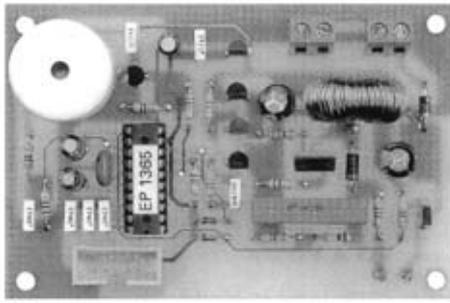
Nota = Todas las resistencias don de 1/4 wat.

MONTAJE Y AJUSTE



Esquema de montaje práctico de la placa base LX.1365 y de la placa auxiliar con los controles e indicadores LX.1365/B (vista delantera y trasera).





Aspecto final de las placas LX.1365 y 1365/B (vista delantera y trasera). También se muestra el montaje en el mueble que ha de solicitarse expresamente ya que no está incluido en el kit.

Para realizar el Generador de Iontoforesis se necesitan **dos circuitos impresos** de doble cara: El **LX.1365**, circuito que soporta los componentes principales, y el **LX.1365/B**, circuito que soporta los mandos de control y los indicadores luminosos. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

Zócalos: Al montar los **zócalos** para los circuitos integrados **IC1** (LX.1365), **IC3** e **IC4** (LX.1365/B) hay que respetar la muesca de referencia presente en la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho esta o para no provocar cortocircuitos.

Resistencias: Cuando se monten las **resistencias** que incluyen los circuitos **R1-R13** (LX.1365), **R14-R15**, **R15-R18** (LX.1365/B) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores. En el caso del **potenciómetro lineal R16** (LX.1365/B) el valor se controla mediante la serigrafía impresa sobre su cuerpo, además hay que tener en cuenta que se instala directamente en el circuito impreso (ver esquema de montaje práctico).

Condensadores: Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar los de **poliéster C1-C2**, **C4-C5**, **C8-C11** (LX.1365) y **C15** (LX.1365/B) no hay que preocuparse por la polaridad ya que carecen de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos C3**, **C6-C7**, **C12-C13** (LX.1365) y **C14** (LX.1365/B) sí hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

Semiconductores: Todos los semiconductores se alojan en la placa LX.1365. Al realizar el montaje de los **diodos (DS1-DS4)** hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color negra como se indica en el esquema de montaje práctico. Para el montaje de los **transistores (TR1, TR2, TR3, TR4 y TR5)**, del **circuito integrado IC2** y del **MOSFET MFT1**

hay que soldarlos respetando la disposición de terminales, para lo cual hay que orientarlos como se indica en el esquema de montaje práctico.

Diodos LED: Todos los diodos LED se alojan en la placa LX.1365/B. Al montarlos hay que respetar la polaridad. Este circuito incluye **tres barras de 5 diodos LED (DL2-DL6, DL7-DL11 y DL12-DL16)** y un diodo LED bicolor (**DL1**) que se sueldan directamente al circuito impreso con la orientación mostrada en el esquema de montaje práctico.

Conectores: La placa LX.1365 incluye **dos клемas de 2 polos** para la conexión de la tensión de alimentación (conectores a la batería interna y al conector para la toma externa de 12 voltios) y para el interruptor de encendido (**S1**). Los **2 bornes** para la conexión de las **placas de goma** se fijan en el panel del mueble y se sueldan al circuito impreso a través de dos cables. Para la conexión con la placa LX.1365/B se incluye un conector de **10 terminales (CONN.1)** que ha de soldarse orientando su muesca de referencia hacia la parte **inferior**. La placa LX.1365/B incluye un conector de **10 terminales (CONN.1)** para la conexión a la placa LX.1365 que ha de soldarse orientando su muesca de referencia hacia la parte **superior**.

Interruptores y pulsadores: El **interruptor** de encendido (**S1**) se fija con una tuerca en el panel frontal del mueble, posteriormente hay que soldarlo, con dos pequeños trozos de cable, al circuito impreso (ver esquema de montaje). Los **pulsadores (P1, P2 y P3)** se sueldan directamente en la cara de las pistas del circuito impreso.

Circuitos integrados con zócalo: Los integrados **IC1** (LX.1365), **IC3** e **IC4** (LX.1365/B) se han de introducir en sus correspondientes zócalos haciendo coincidir las muescas de referencia en forma de **U** de los integrados con la de los zócalos.

PRECIOS Y REFERENCIAS

LX.1365: Todos los componentes necesarios para la realización de la placa base LX.1365, incluido circuito impreso, excluido el mueble contenedor, la batería y las placas	75,97 € + IVA
LX.1365/B: Todos los componentes necesarios para la realización de la placa auxiliar LX.1365/B incluido circuito impreso	24,91 € + IVA
MO.1365: Mueble con panel frontal perforado y serigrafiado	16,47 € + IVA
Dos placas de goma PC2.33X con base de tela	16,47 € + IVA
Batería recargable 12 V - 1,1 A/H	27,35 € + IVA
CC.1365: Circuito impreso	12,50 € + IVA
CC.1365/B: Circuito impreso	11,90 € + IVA

Las descargas eléctricas generadas por este circuito son absolutamente inofensivas, al tocar la salida con las manos se advierte simplemente un molesto calambre. Debido a que los animales son muy sensibles a estas descargas de corriente, basta con conectar la salida de la bobina de Alta Tensión a una valla para mantenerlos alejados.



FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

En primer lugar hay que tener en cuenta que las **descargas eléctricas** proporcionadas por este generador no son en absoluto peligrosas, ni para el hombre ni para los animales, por consiguiente se puede tranquilamente conectar el circuito a una **valla**. Las descargas generadas producen los mismos efectos que la descarga eléctrica que a menudo se produce cuando se baja del coche, descarga que **no** es peligrosa, aunque resulte bastante molesta.

Como se puede observar en el esquema eléctrico para realizar este circuito se necesita tan sólo un transistor, un Tiristor SCR, un DIAC, un transformador elevador y una **bobina de alta tensión** de coche. De todos estos componentes, el único que **no** se suministra es la **bobina de alta tensión**, ya que resulta más económico comprarla directamente en una tienda de recambios para automóviles o en un desguace, donde se puede adquirir por una cantidad ridícula. A este circuito se le puede conectar cualquier marca de bobinas.

El transistor **TR1**, conectado al bobinado del primario del transformador **T1**, actúa como etapa osciladora con una frecuencia de **30-40 KHz**. Del secundario de este transformador se obtiene una tensión de unos **250 voltios** con una bajísima corriente que se rectifica con el diodo **DS3** y se nivela con el condensador electrolítico **C4**.

A través de la resistencia bobinada **R6**, la tensión se aplica al terminal de la **bobina auto** marcado con el signo + o con el número **15**. El terminal contrario, normalmente marcado con el signo - o con el número **1**, está conectado el **Ánodo** del tiristor **SCR1**. El terminal **K** (C todo) se conecta a **masa**, mientras que su terminal **Gate** (Puerta) se conecta al DIAC.

Cuando la tensión en el condensador electrolítico **C5** alcanza un valor de unos **30 voltios**, el DIAC comienza a conducir activando así el terminal **Gate** (Puerta) de **SCR1** que, al entrar en conducción cortocircuita a **masa** el terminal - de la **bobina auto**. De este modo la tensión almacenada en el condensador electrolítico **C4** se **descarga** en el primario de la **bobina auto** generando en la salida una descarga eléctrica de alta tensión que se puede hacer llegar a los alambres de una cerca. El circuito no genera una descarga eléctrica continua sino **una** descarga por **segundo**.

La etapa osciladora puede alimentarse con una tensión **continua** comprendida entre **10 y 15 voltios**, por tanto en el campo se podrá usar para su alimentación la batería de un coche. Ya que su absorción está entorno a los **0,4 amperios**, la batería permanecerá cargada durante unas **150 horas**, manteniendo el circuito en funcionamiento solo durante la **noche** bastará con cargar la batería cada **15 días**.

Se puede alimentar el circuito con los **220 voltios** de la tensión de red, siempre que se utilice un alimentador estabilizado que suministre en salida una tensión de **12 voltios** y una corriente mínima de **0,5 amperios**.

Si alguien piensa modificar el esquema eléctrico sustituyendo la **etapa osciladora** compuesta por el transistor **TR1** y por el transformador **T1** por un transformador con un **primario de 220 voltios** y un **secundario de 250 voltios**, es mejor que **no** lo haga, ya que cuando se cierre **SCR1** se encontrará en el secundario del transformador una elevada tensión extra que al descargarse en el primario estropeará el transformador.



MONTAJE Y AJUSTE

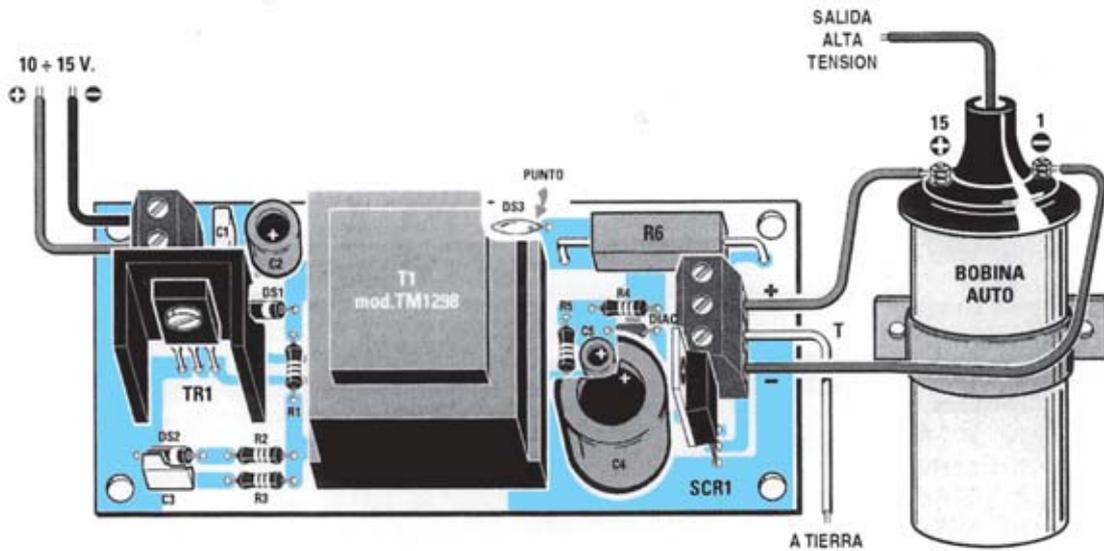


Fig.2: Esquema práctico de montaje del generador de descargas eléctricas. Este circuito puede alimentarse con una batería de 12 voltios o bien con un alimentador estabilizado 12 voltios 0,5 amperios.

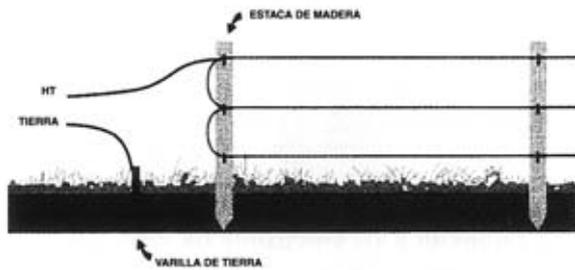


Fig.4: Si las estacas de la cerca son de madera se puede poner en cada estaca dos o tres hilos metálicos sin usar ningún aislante. El hilo marcado como HT va conectado al terminal central de la bobina.

Fig.5: Si las estacas de la cerca son metálicas hay que aislarlas utilizando aislantes cerámicos o plásticos. Además conviene introducir la bobina dentro de un contenedor de plástico y colocarlo junto a las estacas.

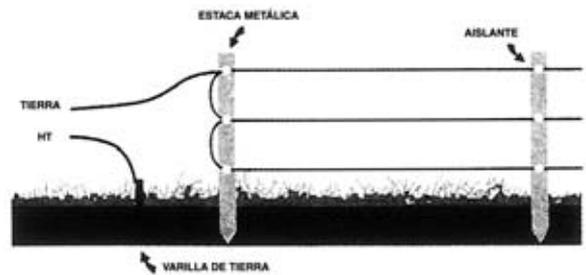
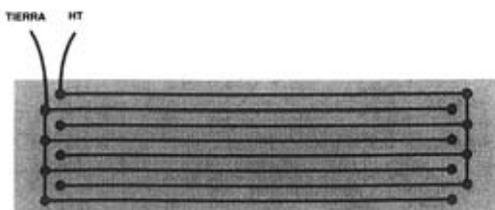
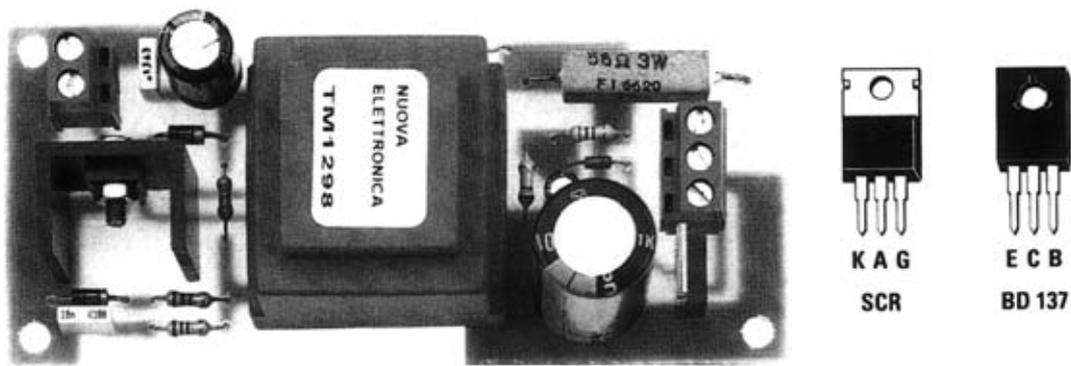


Fig.6: Para proteger el alféizar de las palomas basta con extender en una tabla de madera una serie de hilos de cobre esmaltado separándolos 3-4 cm.





Aspecto final del circuito LX.1398 con todos sus componentes montados.

Para realizar el generador de descargas elctricas de alta tensi n se necesita **un circuito impreso** de una cara: El **LX.1398**, circuito que soporta todos los componentes, a excepci n de la bobina de coche de alta tensi n (no incluida en el kit). Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

Resistencias: Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1-R6**) hay que controlar su valor hmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores para **R1-R5**. La resistencia bobinada de potencia **R6** tiene impreso el valor directamente sobre su cuerpo.

Condensadores: Hay que controlar su valor a trav s de la serigraf a impresa en su cuerpo. Al montar los de **poliéster (C1, C3)** no hay que preocuparse por la polaridad ya que carecen de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos (C2, C4-C5)** s hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

Semiconductores: Al realizar el montaje de los **diodos DS1-DS2** hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color **blanca** como se indica en el esquema de montaje pr ctico. La orientaci n de **DS3** se controla a trav s de un **punto** de referencia impreso sobre su cuerpo. El **DIAC** no tiene polaridad, por lo que puede montarse en cualquier sentido. Para el montaje del **transistor (TR1)** y del **Tiristor SCR (SCR1)** hay que soldarlos respetando la disposici n de terminales, para lo cual hay que orientarlos tal y como se indica en el esquema de montaje pr ctico. El **transistor (TR1)** ha de fijarse verticalmente con su **aleta de refrigeraci n** utilizando un **tornillo** y su **tuerca**.

Conectores: El circuito incluye **una clema de 2 polos**, utilizada para conectar la tensi n de alimentaci n, y **una clema de 3 polos**, utilizada para conectar la bobina de alta tensi n de coche y para la conexi n a tierra.

Elementos diversos: Adem s de los componentes ya relacionados, el circuito incluye un **transformador (T1)** que se monta directamente en el circuito impreso instal ndose en la nica orientaci n que permiten sus terminales de conexi n.

MONTAJE EN EL MUEBLE: En el kit no incluye mueble contenedor.

AJUSTE Y PRUEBA: Una vez que se disponga de la **bobina de coche** hay que conectarla al circuito como se indica en el esquema de montaje pr ctico. El hilo marcado con una **T**, conectado al borne central de la clema, se conecta a **tierra**. Para probar el circuito se puede acercar el cable de tierra a **1 cm** de la salida de la **bobina de alta tensi n**, al alimentar el circuito se ver saltar la chispa cada segundo confirmando que el circuito funciona perfectamente.

UTILIZACI N: Para electrificar una cerca hay que enterrar a una profundidad de unos **5-10 cm** una **varilla metálica** a la que hay que conectar el cable de **tierra** que proviene del orificio central de la clema situada en el circuito impreso.

De la salida de la **bobina de alta tensi n** se obtiene la tensi n que hay que conectar a los hilos met licos de las estacas de la valla. Si los estacas son de madera no es necesario aislar los hilos, si en cambio son met licas hay que aislarlos del metal con aislantes de cer mica o de pl stico.

Es aconsejable introducir el circuito, incluida la **bobina de coche**, dentro de una caja de pl stico. Esta se puede encontrar en cualquier tienda que venda material para instalaciones elctricas.

PRECIOS Y REFERENCIAS

LX.1398: Todos los componentes necesarios para la realizaci n del kit, incluido circuito impreso, **excluida** la bobina de alta tensi n (HT) para coches**27,02 € + IVA**
CC.1398: Circuito impreso**6,01 € + IVA**

Revista de aparici n del kit: N.186

Utilizando modernos sensores de presión se pueden realizar instrumentos capaces de medir la altitud de edificios, colinas o montañas, hasta un máximo de 1.999 metros. En este artículo se presenta un sencillo y muy útil altímetro.



FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

Este altímetro utiliza un sensor de precisión **XFPM.115KP** de **Tohoku Fulkura**, una industria japonesa especializada en sensores de presión para barómetros y altímetros. En el interior del sensor hay un **enlace piezoeléctrico** que al variar la presión modifica la tensión de salida. En concreto, las tensiones que salen de este **sensor** a las distintas alturas para una **presión atmosférica media** se pueden observar en la tabla adjunta.

Como se puede notar, de **0** a **1.999 metros** hay una variación de tensión de sólo **0,9176 voltios**. Por cada **metro** de variación de altitud hay una variación de tensión de sólo **0,9176 : 1.999 = 0,000459 voltios**

Para medir estas tensiones se utiliza **milivoltímetro inversor de precisión**, en el que el número que aparece en el display **aumenta** de manera proporcional a la tensión **decreciente** que llega a su entrada.

Antes de continuar hay que precisar que en una **localidad** que está a **200 metros** del nivel del mar, al ajustar el milivoltímetro para que marque **000**, hay que tener en cuenta que luego habrá que sumar siempre **200 metros** respecto a la altura que marque el display, por ejemplo si marca 50 metros: **50 + 200 = 250 metros**

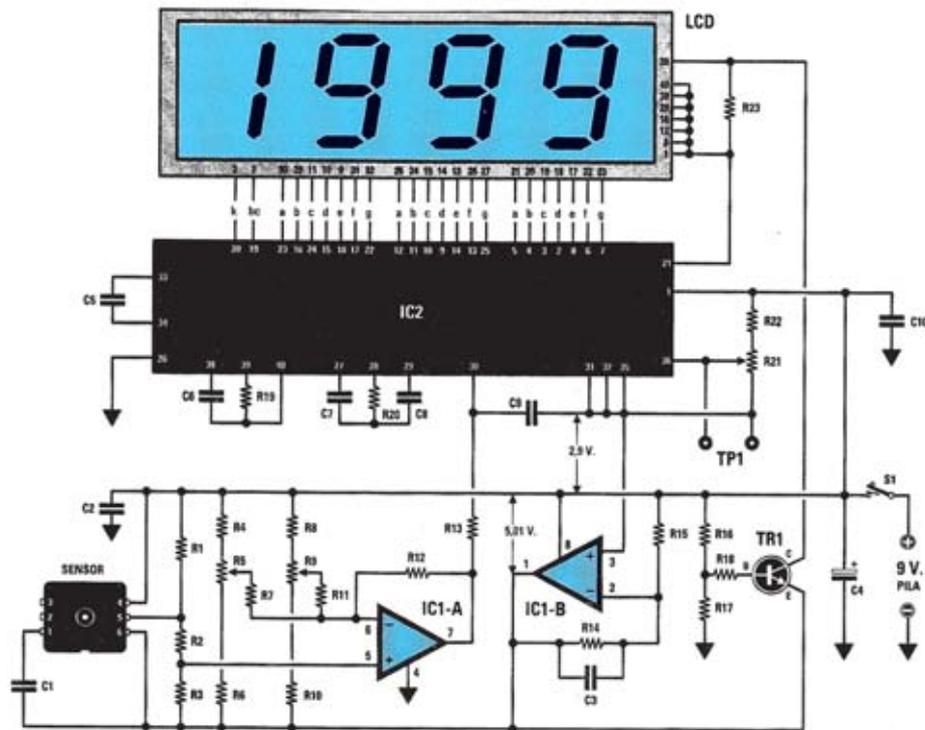
En este circuito se utiliza como integrado estabilizador **negativo** el operacional **IC1/B**. Como se puede notar, la patilla **6** de **masa** del sensor **no** está conectada al **negativo** de la pila de **9 voltios**, sino a la patilla de salida **1** de **IC1/B**. El motivo para utilizar este operacional en vez de un estabilizador **negativo** normal del tipo **uA.7905** es que utilizando un integrado **uA.7905** se absorbe mucha más corriente.

Puesto que de la patilla **32** del integrado **IC2** que gobierna el display **LCD**, sale una tensión **estabilizada negativa** de **2,9 voltios** a **0** cuando la pila está medio descargada, se utilizan estos **2,9 voltios** como tensión de referencia. El operacional **IC1/B** se utiliza como amplificador **inversor** con una **ganancia** de **1,73 veces**, por lo tanto de su patilla de salida **1** se obtiene una tensión estabilizada **negativa** de **2,9 x 1,73 = 5,01 voltios**, tensión que se aplica a la patilla **6** del **sensor**.

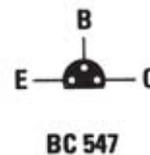
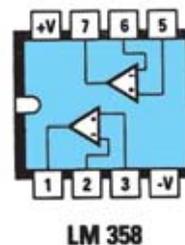
De la patilla **5** de este **sensor** sale una tensión de **4,083 voltios** al nivel del mar, con una **presión** atmosférica **media**, tensión que baja a **3,165 voltios** a **1.999 metros**. Dicha tensión se aplica a través de la resistencia **R2** a la patilla **no inversora 5** del operacional **IC1/A**, que se utiliza para **poner a cero** el **milivoltímetro**. De hecho, para hacer aparecer en el display del milivoltímetro el número **000** cuando en la patilla **5** de **IC1/A** hay una tensión de **4,083 voltios**, hay que aplicar a la patilla **inversora 6** una tensión **positiva** que se encargue de llevar la patilla de entrada **30** de **IC2** al mismo valor de tensión que hay en la patilla **32**. Cuando la tensión de la salida del sensor **disminuye** al **aumentar** la altitud, el **número** que aparece en el display **aumenta**, porque la patilla **30** de la entrada de **IC2** es **inversora**.

El trimmer multigiro **R9** permite realizar la puesta a cero en la **altitud** donde nos encontramos, mientras que el pequeño potenciómetro **R5** permite ajustar el valor de la **presión atmosférica** que puede incidir en la medida.

El transistor **TR1** hace aparecer en el display la palabra **LO-BAT** cuando la pila de **9 voltios** tiene que ser sustituida porque está **descargada**.



Esquema eléctrico y lista de componentes del altímetro. También se muestra la disposición de terminales de los semiconductores utilizados y del Display LCD.

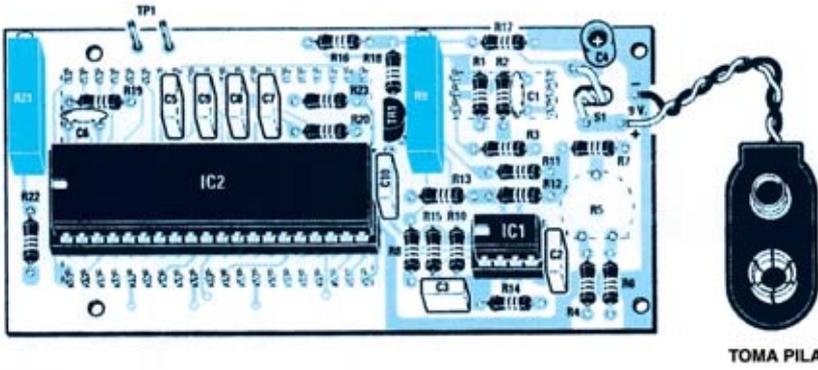


LISTA DE COMPONENTES LX.1444

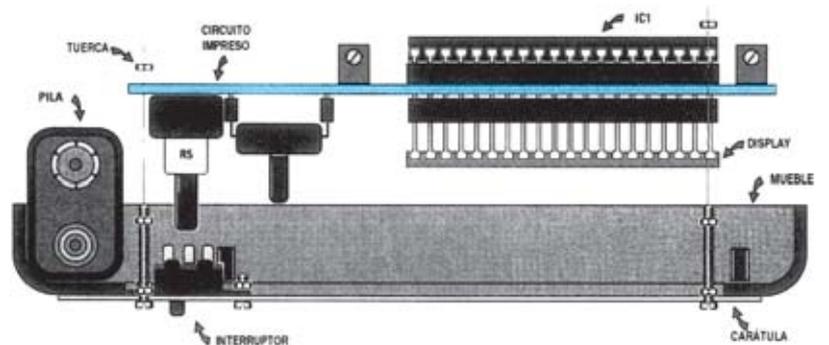
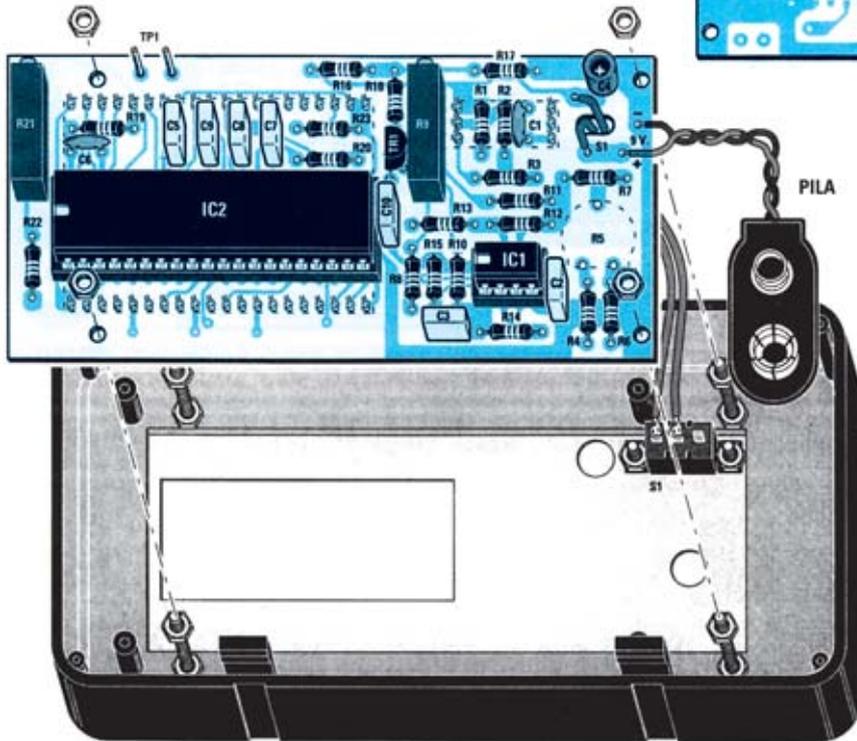
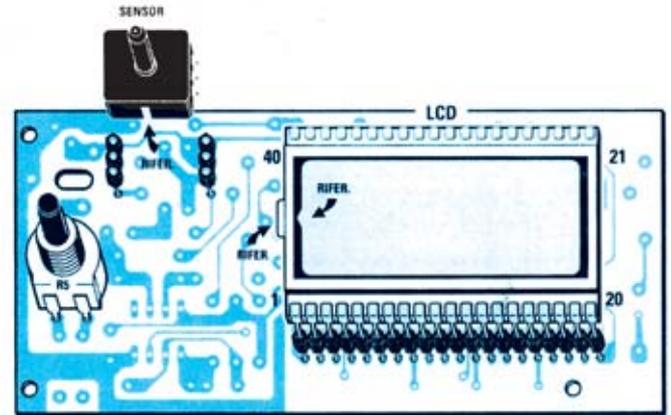
R1 = 3.900 ohm
 R2 = 200.000 ohm 1%
 R3 = 200.000 ohm 1%
 R4 = 499.000 ohm 1%
 R5 = 100.000 ohm potenc. CERMET
 R6 = 499.000 ohm 1%
 R7 = 1 megaohm 1%
 R8 = 15.000 1%
 R9 = 10.000 ohm trimmer 10 g.
 R10 = 6.810 ohm 1%
 R11 = 200.000 ohm 1%
 R12 = 200.000 ohm 1%
 R13 = 1 megaohm
 R14 = 22.000 ohm 1%
 R15 = 30.100 ohm 1%
 R16 = 47.000 ohm
 R17 = 27.000 ohm
 R18 = 47.000 ohm
 R19 = 100.000 ohm

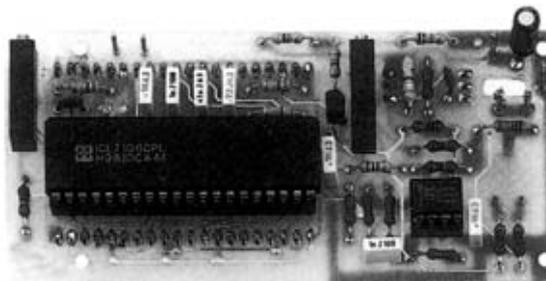
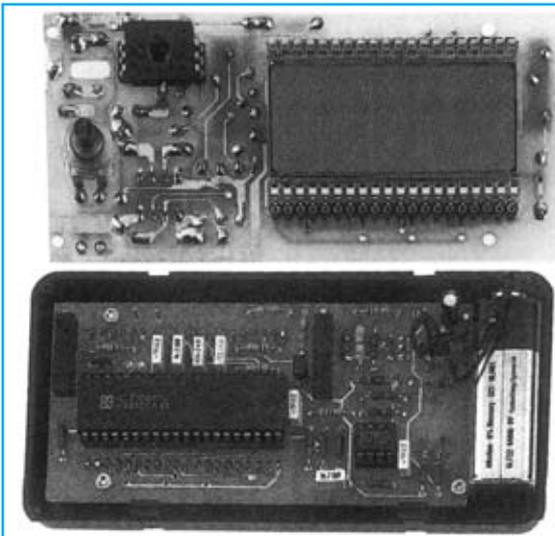
R20 = 470.000 ohm
 R21 = 100.000 ohm trimmer 10 g.
 R22 = 200.000 ohm 1%
 R23 = 100.000 ohm
 C1 = 680 pF cerámico
 C2 = 100.000 pF poliéster
 C3 = 1.000 pF poliéster
 C4 = 22 microF. electrolítico
 C5 = 100.000 pF poliéster
 C6 = 100 pF cerámico
 C7 = 220.000 pF poliéster
 C8 = 47.000 pF poliéster
 C9 = 1.000 pF poliéster
 C10 = 100.000 pF poliéster
 TR1 = NPN tipo BC.547
 IC1 = integrado tipo LM.358
 IC2 = integrado tipo ICL.7106
 LCD = display LCD tipo S5018/P
 SENSOR = rev. de presión tipo XFPM-115KP
 S1 = interruptor

MONTAJE Y AJUSTE



Esquema de montaje práctico del altímetro LX.1444 (vista delantera y trasera) y esquema de instalación en el mueble contenedor (incluido en el kit).





Aspecto final del circuito LX.1444 con todos sus componentes montados (vista delantera y trasera). También se muestra el circuito una vez instalado en el mueble.

Para realizar este proyecto se necesita **un circuito impreso** de doble cara: El **LX.1444**, circuito que soporta todos los componentes. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

Zócalos: Al montar los **zócalos** para los circuitos integrados **IC1** e **IC2** hay que respetar la muesca de referencia presente en la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho esta o para no provocar cortocircuitos.

Resistencias: Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1-R4, R6-R8, R10-R20, R22-R23**) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores tradicional (**4 bandas de color**) y de una tabla de colores de **resistencias de precisión (5 bandas de color)**. En el caso de los **trimmer multigiro (R9, R21)** y del **potenciómetro (R5)** el valor se controla mediante la serigrafía impresa sobre su cuerpo. El potenciómetro **R5** se ha de soldar directamente en la cara de las pistas del circuito impreso acortando su eje a una longitud de **10 mm**.

Condensadores: Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar los de **poliéster (C2-C3, C5, C7-C10)** y los **cerámicos (C1, C6)** no hay que preocuparse por la polaridad ya que carecen de ella. En cambio, al montar el condensador **electrolítico (C4)** se hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

Semiconductores: Al realizar el montaje del **transistor (TR1)** hay que soldarlo respetando la disposición de terminales, para lo cual hay que orientar su lado **plano** tal y como se indica en el esquema de montaje práctico.

Conectores: El único conector incluido es el **portapilas de 9 voltios** cuyos cables se sueldan al circuito impreso.

Interruptores y conmutadores: El **interruptor de encendido (S1)** se ha de fijar en el panel frontal mediante dos tornillos y sus correspondientes tuercas, soldando

sus terminales al circuito impreso mediante dos cables.

Circuitos integrados con zócalo: Los integrados **IC1** e **IC2** se han de introducir en sus correspondientes zócalos haciendo coincidir las muescas de referencia en forma de **U** de los integrados con la de los zócalos.

Elementos diversos: Además de los componentes ya relacionados el kit incluye un **display LCD** y **dos conectores** de tira que hacen la función de zócalo y el sensor de precisión **XFPM.115KP** y **dos conectores** de tira que también hacen la función de zócalo. Estos elementos se han de montar en la cara de las pistas del circuito impreso (ver esquema de montaje práctico).

MONTAJE EN EL MUEBLE: En el kit se incluye el mueble de plástico al que hay que fijar el interruptor **S1** con dos tornillos con sus correspondientes tuercas. La instalación de la tarjeta en el mueble se ha de hacer siguiendo las indicaciones detalladas de forma precisa en el esquema de montaje práctico.

AJUSTE: Utilizando un **téster**, hay que conectar sus puntas a los terminales **TP1** del circuito impreso, después hay que girar el cursor del trimmer **R21** de **100.000 ohmios** hasta leer una tensión de **0,46 voltios**. Una vez obtenida esta tensión, hay que girar el eje del potenciómetro **R5** hasta la **mitad** de recorrido, luego el cursor del trimmer **R9** de **10.000 ohmios** hasta leer en el display el número **000** (si en la fase de ajuste aparece **-000**, se puede considerar válido porque el máximo **error** es de **0,5 metros**). Una vez **ajustado** el altímetro, si se enciende al día siguiente se puede ver aparecer en el display **002** o **-002**, lo que significa que ha cambiado la **presión atmosférica**, por lo tanto para que aparezca de nuevo el número **000** se lo hay que girar el eje del potenciómetro **R5** de puesta a cero.

UTILIZACIÓN: Para medir la altura con respecto al punto donde se estableció en **cero** solo hay que encender el aparato y leer la medida directamente en el Display LCD.

PRECIOS Y REFERENCIAS

LX.1444: Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido circuito impreso y mueble contenedor **75,97 € + IVA**
CC.1444: Circuito impreso **9,38 € + IVA**

Revista de aparición del kit: N.195