

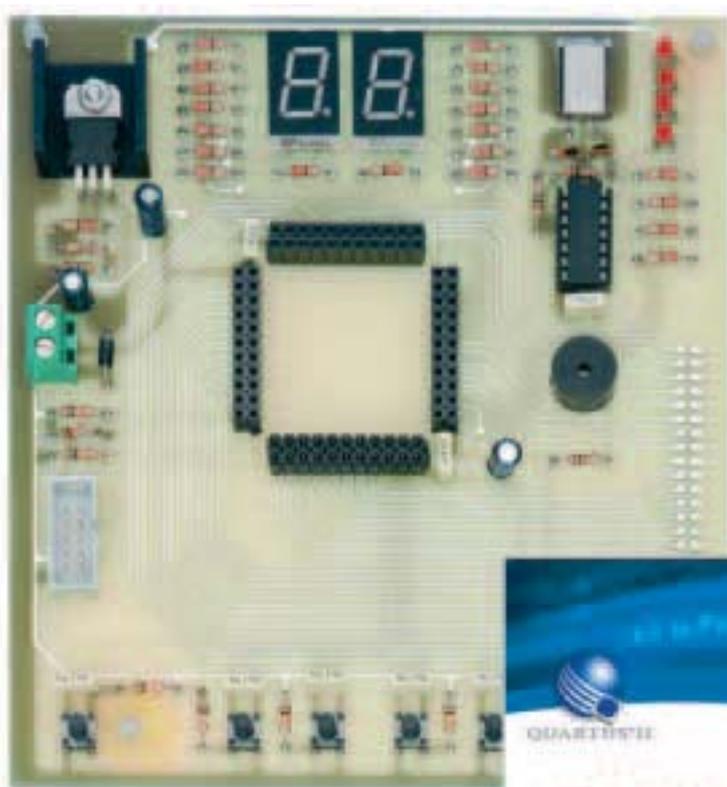
# ELECTRÓNICA

**NUEVA**

GAUSSMETRO para TÉSTER



JUEGO de la VERDAD con DIODOS LED



**SISTEMA DE DESARROLLO PARA CPLD**

**LOS MONTAJES MÁS POPULARES**

- RECEPTOR FM CON 3 INTEGRADOS Y SONIDO HI-FI
- RECEPTOR DE ONDA CORTA DE DOBLE CONVERSIÓN
- VARILIGHT PARA CARGAS INDUCTIVAS



## 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](mailto:tecnico@nuevaelectronica.com)

### SUSCRIPCIONES

### CONSULTAS

### PEDIDOS

Teléf.: 91 542 73 80

Fax: 91 559 94 17

### Correo Electrónico:

[revista@nuevaelectronica.com](mailto:revista@nuevaelectronica.com)

### PAGINA WEB:

[www.nuevaelectronica.com](http://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	50,00 Euros
Susc. certificada	85,00 Euros.
Europa	89,00 Euros.
América	152,00 Euros.

Cupón de suscripciones y pedidos en  
página 37.

Nº 269

5,25 Euros. (Incluido I.V.A.)

Canarias, Ceuta y Melilla

5,25 Euros (Incluidos portes)

# SUMARIO

## PROGRAMADOR para dispositivos CPLD

Con una intervención mínima sobre la estructura del hardware y la utilización de un código estándar base se pueden desarrollar un enorme número de dispositivos electrónicos utilizando lógica programable. La utilización del soldador y de los componentes tradicionales para la realización de circuitos digitales puede pasar a la historia utilizando el dispositivo que presentamos en estas páginas.

(LX 1685-86) ..... pag.4

## JUEGO de la VERDAD con DIODOS LED

¿Cómo podemos saber si alguien nos está engañando o es sincero? Si no disponemos de una máquina de la verdad ni tampoco tenemos la proverbial sabiduría y el equilibrio de juicio del rey Salomón podemos construir este sencillo detector de mentiras.

(LX 1682) ..... pag.30

## CUPÓN DE PEDIDOS Y SUSCRIPCIONES ..... pag.37

## GAUSSMETRO para TÉSTER

Utilizando para visualizar las medidas un téster corriente, preferiblemente digital, se puede construir un económico gaussmetro para determinar la intensidad de cualquier campo magnético, como el generado por una bobina por la que circula una corriente eléctrica.

(LX 1679) ..... pag.40

## CATÁLOGO DE KITS ..... pag.56

## LOS MONTAJES MÁS POPULARES

### Receptor FM con 3 integrados y sonido Hi-Fi

Los amantes de los circuitos poco comunes pueden montar este sencillo receptor que, utilizando únicamente tres circuitos integrados, permite captar todas las emisoras que transmiten en FM en el rango de 88 a 108 MHz. El sonido que emite su altavoz es de alta fidelidad.

(LX 1529) ..... pag.59

### Receptor de Onda Corta de doble conversión

Para captar emisiones de Onda Corta y de Onda Muy Corta se suelen utilizar receptores profesionales que tienen precios muy elevados. Para ayudar a los neófitos a explorar estas bandas presentamos un sencillo y económico superheterodino de doble conversión.

(LX 1532) ..... pag.63

### Varilight para cargas inductivas

Existen infinidad de esquemas de Varilight para cargas resistivas. En cambio cuando se buscan esquemas de Varilight para cargas inductivas, utilizados para alimentar motores o transformadores, se encuentran muy pocos y casi ninguno funciona correctamente. Utilizando un esquema recomendado por SGS-THOMSON hemos logrado conseguir un buen Varilight para cargas inductivas con resultados muy satisfactorios.

(LX 1539) ..... pag.67

[www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com)



# PROGRAMADOR

Con una intervención mínima sobre la estructura del hardware y la utilización de un código estándar base se pueden desarrollar un enorme número de dispositivos electrónicos utilizando lógica programable. La utilización del soldador y de los componentes tradicionales para la realización de circuitos digitales puede pasar a la historia utilizando el dispositivo que presentamos en estas páginas.

## PLD: CPLD y FPGA

**E**l acrónimo **PLD** (**P**rogrammable **L**ogic **D**evice) hace referencia a circuitos integrados digitales programables. La principal característica de este tipo de circuitos es que no se han diseñado para realizar una determinada función lógica sino que pueden ser **programados** para implementar **cualquier función**, más o menos compleja.

Puesto que se trata de productos de **propósito general** no tienen una aplicación única y específica, son **muy flexibles**. Eso sí, suelen ser **más lentos** y disipan **más potencia** que un producto diseñado para desarrollar una **función específica**.

A pesar de esto, por cuestiones principalmente económicas y para enfrentarse a un mercado tecnológicamente cada vez más exigente, esta categoría de productos ha ido poco a poco creciendo hasta alcanzar una **gran cuota de mercado**, en algunos casos incluso **superior** a la de los **microcontroladores**.

En efecto, en los últimos años se ha hecho cada vez más necesaria la posibilidad de poder **reprogramar un circuito** o un **componente individual** para desarrollar distintas funciones **sin modificar** físicamente el **hardware**.

Para responder a esta exigencia se desarrollaron los **microcontroladores**, como las familias **ST6**, **ST7** y **PIC**. Estos dispositivos son reprogramados para ejecutar programas de aplicaciones específicas.

De forma paralela también se están desarrollando muchos **dispositivos de lógica programable**. La diferencia fundamental es que en estos integrados **no se ejecuta un código** sobre un hardware predefinido, como en un microcontrolador, sino que se **reconfigura el hardware** interno del integrado en función de las necesidades (mediante un **código**).

Por esta razón en entornos **PLD** son casi equivalentes las palabras **código** y **circuito**, ya que se utiliza código "para dar forma al circuito". La escritura del código provoca que se **conecten físicamente cables y componentes lógicos** dentro del circuito integrado **PLD**.

Por ejemplo, si se quiere construir un **conta-**

Un aspecto fundamental son los **lenguajes de programación** utilizados. Como veremos en próximos artículos se pueden utilizar **métodos gráficos o esquemáticos**, incorporando funciones lógicas predefinidas interconectadas a gusto de cada uno. Los lenguajes de programación hardware de alto nivel como **VHDL (VHSIC Hardware Description Language)** permiten una completa **portabilidad del código** generado y una **independencia completa del hardware**.

Estas cuestiones implican los siguientes aspectos:

1) El código escrito para el PLD que proponemos puede programar **cualquier circuito PLD** de cualquier fabricante, obviamente siempre que tenga la suficiente lógica y que utilice código estándar.

## para dispositivos **CPLD**

**dor de 12 bits**, con 3 biestables, 12 puertas AND y decodificadores para los displays de 7 segmentos, habría que diseñar y realizar un circuito impreso específico, adquirir los componentes y montarlos en el impreso. Si una vez realizado el circuito se precisara en su lugar un **contador de 16 bits** habría que **tirar** casi todo, **rediseñar** el circuito, **comprar** componentes y **montarlos** de nuevo.

Utilizando **PLDs** este tipo de problemas no aparecerán. En efecto, basta con implementar el circuito deseado con un **software de desarrollo** instalado en un **PC** corriente y **programar** el dispositivo. Si la tipología, el número o la disposición de los componentes cambiara en el futuro bastará con **reprogramar** el dispositivo.

Los **PLDs** tienen, en general, una **elevada capacidad** y un considerable número de **terminales**. Para tener una idea preliminar, en el circuito que proponemos la programación utilizada en el ejemplo utiliza en torno a un **10%** de su capacidad lógica.

Otra característica común a todos los PLD es que **absorben poca corriente** y **cuestan relativamente poco**.

2) Utilizando PLDs **nadie podrá copiar** completamente vuestros circuitos puesto que es necesario el código que programe el microchip.

3) Una vez aprendido el lenguaje y la filosofía base del código se pueden **realizar todo tipo de aplicaciones**. En muchas de ellas no es necesario utilizar microcontroladores y aprender Assembler, utilizando PLDs es más que suficiente.



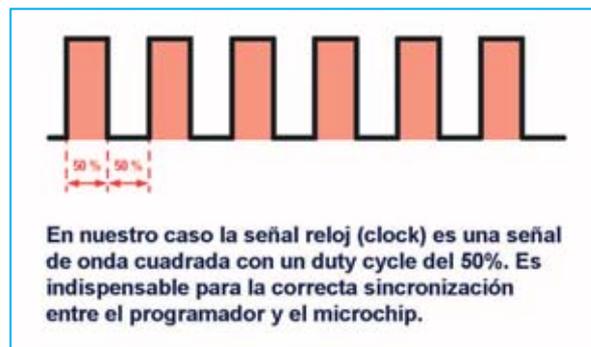
Fig.1 El programa Quartus II, de la compañía Altera, es el sistema integrado de desarrollo para CPLD que proponemos.

## GLOSARIO de TÉRMINOS COMÚNMENTE UTILIZADOS

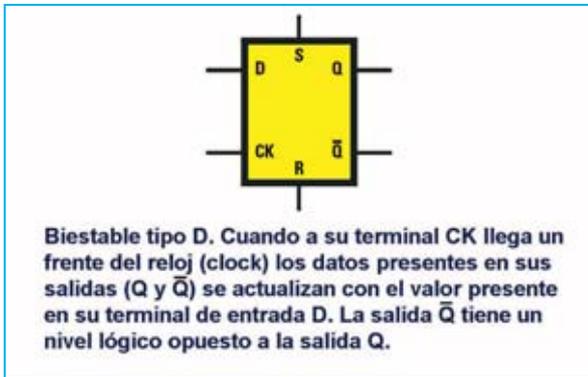
Para evitar que el artículo contenga excesivas indicaciones hemos recogido en este **mini glosario** los términos comúnmente utilizados en relación con el diseño asistido por ordenador y con la electrónica digital. De esta forma el artículo contiene toda la información necesaria para su completa comprensión y se hace más sencilla su lectura.

**CAD (Computer Aided Design):** Este acrónimo referencia a las técnicas y a los programas que permiten a los usuarios realizar proyectos, normalmente relacionados con la ingeniería. En nuestro caso proyectos de circuitos electrónicos.

**Clock:** Señal de onda cuadrada con una frecuencia precisa utilizada para sincronizar los circuitos.



**Flip-flop o Biestable:** Elemento de **memoria** que puede mantener indefinidamente en el tiempo un valor, siempre y cuando esté alimentado. El valor almacenado se actualiza con el valor presente a su entrada en correspondencia con una señal de control (normalmente se utiliza un frente de la señal de clock).



La actualización del valor de las salidas se suele denominar **muestreo**, por tanto la señal de salida es la señal de entrada muestreada.

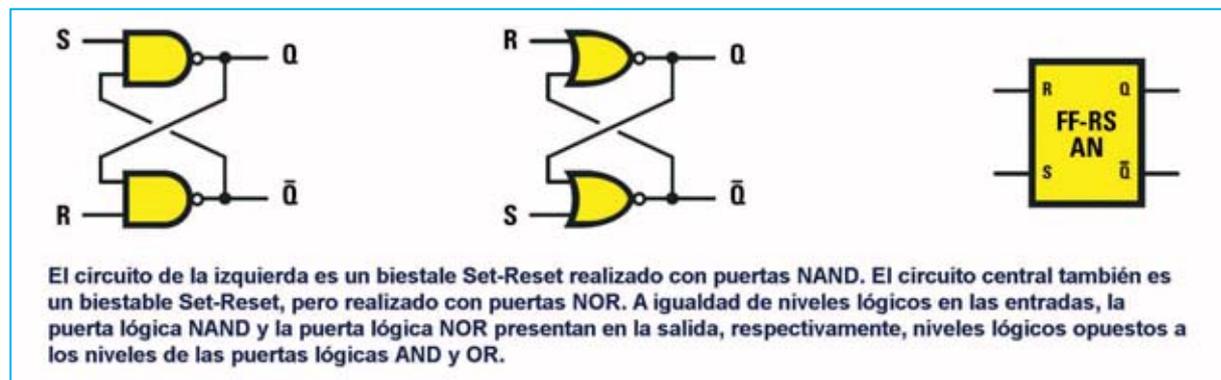
En general un biestable puede ser inicializado, presentar un valor predefinido en la salida antes del primer muestreo, reseteado, presentar en la salida un valor forzado de la entrada principal, habilitado, deshabilitado o sencillamente puede muestrear. Cuando está deshabilitado la salida presenta el último valor muestreado.

A menudo también dispone de una **salida negada** que se identifica con la misma referencia que la **salida normal** pero **suprarayado**.

Existen muchos tipos de biestables, si bien el más común para **almacenamiento** de información es el biestable tipo D.

**I/O (Input/Output):** Señales que comunican un bloque con el mundo exterior a éste.

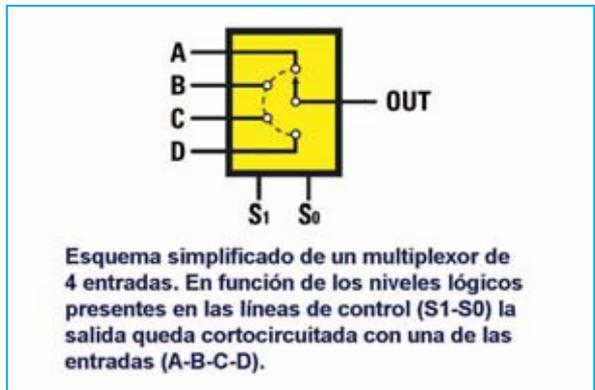
**Lógica:** Se suele sobrentender que lleva implícito el adjetivo **booleana**, es decir sistema basado en dos posibles valores (**verdadero** o **falso**). A estos valores se les suelen asociar términos numéricos para manipularlos con ex-



presiones matemáticas, comúnmente se asocia **1** a verdadero y **0** a falso.

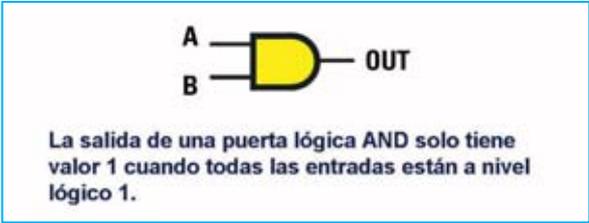
**Multiplexor:** Componente que tiene dos o más entradas principales, una única salida y un número de entradas de control dependiente del número de entradas principales. Con las señales de **control** se **selecciona** una única **entrada**, cuyo valor se lleva a la salida.

Si, por ejemplo, se tienen **4 entradas principales** son necesarias **2 señales de control** para **seleccionar** una de las entradas. Cuando las señales de control toman el valor "00" se lleva a la salida el valor presente en la primera entrada, con "01" el valor presente en la segunda entrada, con "10" el valor presente en la tercera entrada y con "11" el valor presente en la cuarta entrada.



**Puerta AND:** Puerta lógica que tiene una única salida y dos o más entradas. La salida solo toma el valor "1" cuando **TODAS** las entradas tienen un nivel "1", si no es así la salida toma valor "0".

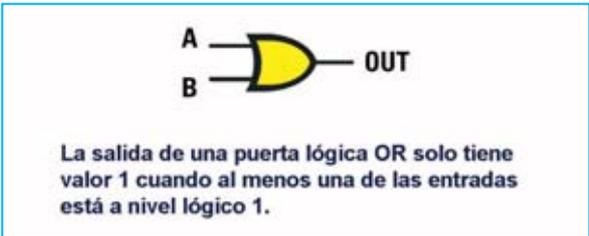
**Puerta NOT:** Puerta lógica que tiene una única salida y una única entrada. El valor de la salida es el **inverso** del valor de la entrada, es decir la salida



toma valor "1" cuando la entrada tiene valor "0" y toma valor "0" cuando la entrada tiene valor "1".

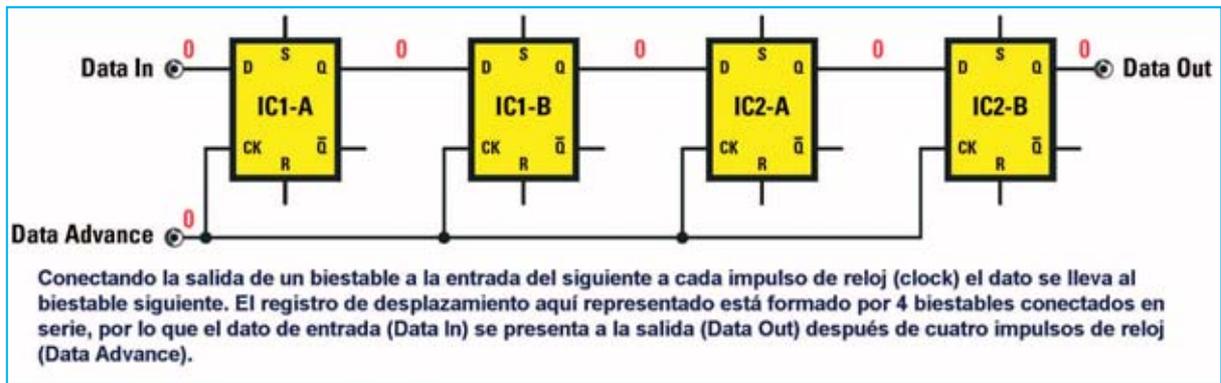


**Puerta OR:** Puerta lógica que tiene una única salida y dos o más entradas. La salida solo toma el valor "1" cuando **AL MENOS UNA** las entradas tiene un nivel "1", si no es así la salida toma valor "0".



**Señal:** Una variación de tensión o de corriente en un conductor. Si no indicamos lo contrario nos referiremos a **señales digitales binarias**, es decir a señales que solo pueden tomar dos valores (**0 voltios** o **Vcc**).

Los cambios de valor (de 0 a Vcc o de Vcc a 0) se denominan **frentes** o **flancos**. Los dos valores de tensión se asocian a los valores lógicos "0" y "1", que representan un **bit** (binary digit).



Se denomina frente o flanco de **subida** al paso de “0” a “1” y frente o flanco de **bajada** al paso de “1” a “0”.

**Shift-register (Registro de desplazamiento):** Grupo de **registros** conectados en **serie**, con la salida del anterior conectada a la entrada del siguiente. A cada pulso de reloj (clock) el dato almacenado en un flip-flop pasa al siguiente de la cadena.

Se puede utilizar, por ejemplo, para **retardar** un dato un cierto número de pulsos de reloj (clock), tantos como el número de registros conectados en serie.

En el ejemplo mostrado en esta misma página “**Data in**” aparecerá en la salida “**Data out**” después de cuatro impulsos de reloj “**Data Advance**”.

**Vcc:** En general, tensión de alimentación. En nuestra tarjeta tiene un valor de **3,3 voltios**.

## CPLD y FPGA

Hay muchos y diferentes **PLDs** disponibles comercialmente, desde los más sencillos y antiguos, como las **PAL (Programmable Array Logic)** y las **GAL (Generic Array Logic)** a los más complejos y de última generación, como los **CPLD (Complex Programmable Logic Device)** y las **FPGA (Field Programmable Gate Array)**. Sobre estos últimos basamos este y próximos artículos.

Las **PAL** contienen **filas** de puertas **AND** y **OR**, elementos fundamentales de cualquier función lógica, con **interconexiones programables** para realizar circuitos lógicos combinacionales, **sin** disponibilidad de **biestables**, ni por lo tanto de realización de **circuitos secuenciales**. Las **GAL** son sencillamente **PAL** borrables y **reprogramables**.

Los diferentes fabricantes han ido desarrollando arquitecturas cada vez más potentes y funcionales, que frecuentemente unen características de diversas tecnologías, lo que hace difícil trazar la frontera entre un chip **CPLD** y **FPGA**.

Los **CPLD** retoman la arquitectura de las **PAL**, con múltiples **filas** de **OR** y **AND**, añadiendo **registros** que pueden ser excluidos, **modos avanzados** de **interconexión** y, a menudo, una **memo-**

**ria interna no volátil** para el almacenamiento del código o simplemente a disposición del usuario.

Disponen de potentes **bloques de lógica combinatoria LE (Logic Elements)** integrados en una red de **canales predefinidos de interconexión** con **pequeños retardos controlados** para permitir la implementación de complejos esquemas lógicos **secuenciales** de **alta velocidad**.

Por este motivo la densidad de integración de estos componentes no logra alcanzar niveles muy elevados. Los chips **CPLD** comerciales integran hasta unos **2.000 LE**, para capacidades superiores hay que pasar a las **FPGA**.

Las **FPGA** están basadas en **bloques lógicos LC (Logic Cells)**, elementos con menor potencialidad que los **LE** de los **CPLD**, inmersos en una compleja **red de interconexión** más o menos **segmentada**.

El bloque lógico **varía** bastante entre diversos **fabricantes**, pudiendo ser implementado con arquitecturas radicalmente diferentes.

Entre estas arquitecturas está la basada en bloques compuestos por una **LUT (Look-Up Table)** de **4 entradas** y **1 salida**, elemento que tiene el aspecto de una **tabla de la verdad** booleana con **4 bits de entrada** y **1 bit de salida**, más un **registro** eventualmente excluible.

Estos bloques son **más pequeños** que los **LE** de los **CPLD**, por lo que se puede integrar en un mismo chip un número bastante **mayor** de bloques.

Es bastante frecuente que los chips **FPGA** dispongan de una **memoria volátil** y de una **memoria no volátil**, incluso en los más avanzados se puede encontrar integrado un **microcontrolador**.

Las capacidades de integración pueden llegar a más de **100.000 LC**. De hecho con esta tecnología se pueden implementar **microprocesadores** para **ordenadores personales**.

Como confirmación del hecho que supone la poco visible frontera entre los chips **CPLD** y **FPGA**, el chip que presentamos aquí pertenece la categoría **CPLD**, pero además dispone de funciones **LUT** de **cuatro entradas**, una característica normalmente relacionada con las **FPGA**.

## ALTERA MAX II EPM240T100C5N

El dispositivo presente en la **Tarjeta de prueba LX.1686** pertenece a la categoría de los **CPLD**. Se trata del **MAX II EPM240T100C5N**, fabricado por **Altera**, empresa líder en el sector de los circuitos de lógica programable.

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

El microchip está construido con tecnología de **0,18  $\mu\text{m}$** , **6 niveles de metalización interna** y tiene una capacidad de **240 LE**. Aunque es el más pequeño de su categoría dispone de un elevado número de **terminales (100)**, de los que **80** están a disposición del usuario, divididos en **seis bancos**.

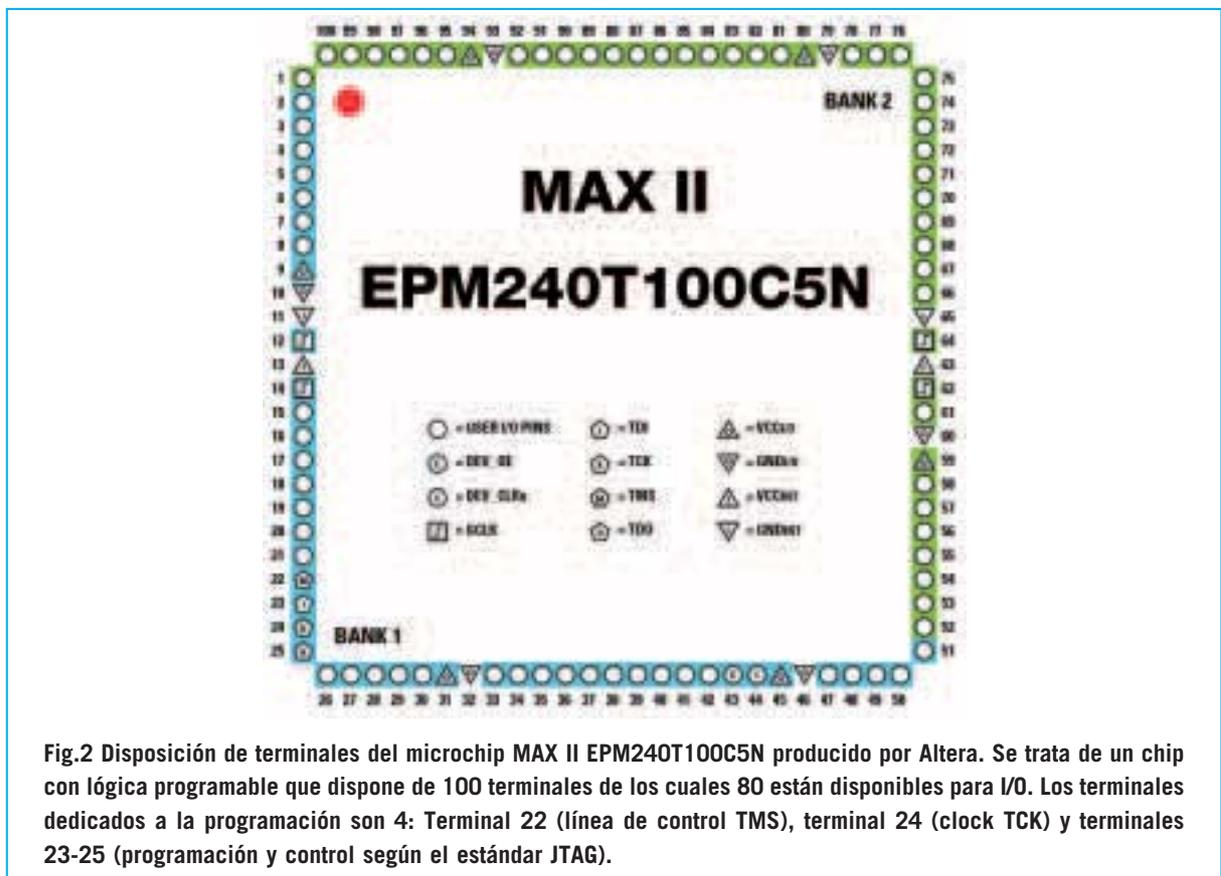
Entre los terminales hay algunos que pueden utilizarse como terminales normales o bien explotando una **función específica**. Hay cuatro con una distribución interna “en árbol” para alcanzar todos los puntos del microchip con pequeños **retardos**, muy útiles, por ejemplo, para

transportar varias señales de reloj. Hay un terminal de reinicio (**reset**) que **borra** todos los registros internos y un terminal que pone todas las salidas en estado de **alta impedancia (output-enable)**. La disposición de todos los terminales se muestra en la Fig.2.

Se trata de un microchip **muy rápido**, no es difícil superar los **200 MHz**. Para **nuestros propósitos** hemos utilizado un cuarzo de **20 MHz**, valor más que suficiente para una introducción a este nuevo mundo y muy lejos de su límite de funcionamiento. De esta forma incluso un circuito no muy bien optimizado podrá funcionar sin problemas.

Posee **dos memorias internas no volátiles** que mantienen los datos en ausencia de alimentación: La **CFM (Configuration Flash Memory)** y la **UFM (User Flash Memory)**.

La primera se utiliza para almacenar la **programación** de la tarjeta mientras que la segunda, con una capacidad de **8.197 bits**, se utiliza como **memoria de usuario** no volátil con un **ancho de palabra programable hasta 16 bits**.



Gracias a la **CFM** no se necesita una memoria externa para la programación. El **MAX II** es **autosuficiente**, está disponible inmediatamente y en cualquier momento, **manteniendo** los **datos** en **ausencia** de **alimentación**.

Permite **programación ISP** (In System Programmability), es decir se puede programar **sin modificar el hardware** y **mientras está funcionando** una programación anterior diferente a la nueva.

El **interior** del microchip funciona con una tensión de **1,8 voltios**, ahora bien puesto que dispone de reguladores internos ha de **alimentarse externamente** con una tensión no mayor de **3,3 voltios**, justo la tensión a la que opera nuestra tarjeta.

Los **terminales de salida** pueden proporcionar una **corriente máxima** de **25 mA**, permitiendo, por ejemplo, el encendido de un **diodo LED** sin necesidad de amplificación externa.

Es importante tener presente que no se han de superar **130 mA por banco**. Si, por ejemplo, quisiéramos **15 mA** por terminal, en un **banco** solo podríamos utilizar **8 terminales** para no poner en riesgo el microchip.

El aparato está programado en modo **JTAG** (Joint Test Action Group) por nuestro **programador LX.1685** para conectar el **puerto paralelo** de un

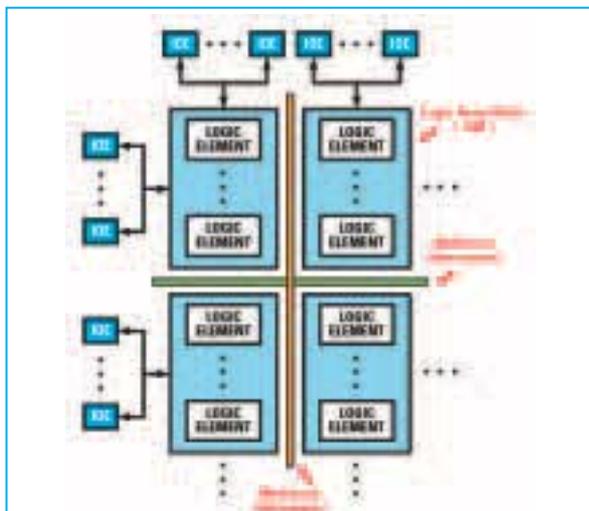


Fig.3 Esquema de bloques interno del MAX II. Nuestro dispositivo tiene una estructura de matriz basada en el direccionamiento de 4 líneas y 6 columnas que implementan un total de 240 LE.

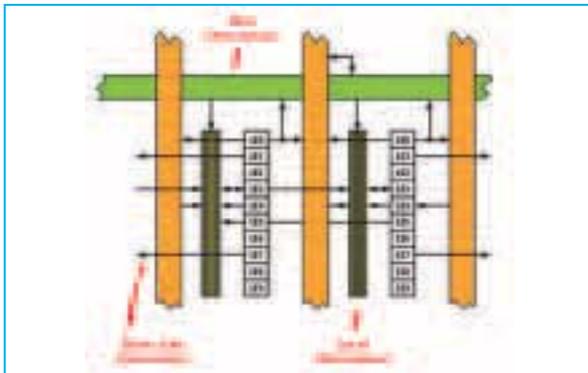


Fig.4 Cada LAB contiene 10 LE que se interconectan gracias a una red local (Local Interconnect) más rápida que los grandes buses utilizados para realizar conexiones entre distintos LAB situados a gran distancia entre sí (Row Interconnect).

PC. Utiliza **4 terminales** para la programación de este modo (terminales **22-23-24-25**).

## ESTRUCTURA INTERNA

El **esquema de bloques interno** se muestra en la Fig.3. Aunque para programarlo correctamente no es necesario conocer su estructura interna, al menos hasta que se realicen circuitos de cierta complejidad, es de mucha utilidad para entender como funcionan en general las lógicas programables tomando como base nuestro dispositivo.

Para implementar la función deseada el **MAX II** dispone de una estructura de **matrices** basada en el **direccionamiento de líneas y columnas (MultiTrack Interconnect)** para conectar los **Logic Array Blocks (LAB)** que contienen cada uno **diez Logic Elements (LE)**.

En nuestro dispositivo se utilizan **6 columnas** y **4 líneas** para un total de **24 LAB**, esto es **240 LE**. En el exterior se encuentran los **IOE (I/O Elements)**, **buffers bidireccionales** para los terminales de entrada/salida que ofrecen varios modos de funcionamiento (**trigger Schmitt**, niveles lógicos **TTL**, niveles lógicos **CMOS**, etc.).

En la Fig.4 se muestra la estructura de un **LAB**. Se pueden observar los **diez LE** interconectados entre sí gracias a una **red local** muy veloz en la que se encuentran las señales de **control** para las conexiones en **cascada**.

Por ejemplo, si una función lógica necesita utilizar **4 LE** en cascada para ser implementada, en vez de utilizar las **grandes líneas globales** que pueden conectar los **LAB** a gran distancia (representadas en **verde** y en **naranja** en la Fig.4) se pueden utilizar las conexiones locales más rápidas.

Además dispone de **conexiones locales** entre **LAB adyacentes (DirectLink)**, y también para los **terminales exteriores**.

Cada **LE** puede controlar otros **30 LE** situados en **LAB adyacentes** más los **10** contenidos en el propio **LAB**.

El **programa de compilación y programación** explotará automáticamente las características de la arquitectura implementando en bloques adyacentes las funciones más grandes y que necesitan mayor lógica, **optimizando** así los retardos de propagación de la señal y aumentando de esta forma la frecuencia a la que puede funcionar el circuito.

Cada **LAB** puede tener a lo sumo **26 posibles entradas** más otras **10** procedentes de la salida de cada **LE**. Además, hay toda una serie de señales de control global dedicado (**clock**, **reset**, **enable**, etc.).

## LE: LOGIC ELEMENTS

Profundizando más en el nivel de abstracción nos encontramos la más pequeña **unidad lógica** de la arquitectura del **MAX II**, la **base** en la que se implementan las **funciones lógicas** descritas a alto nivel con **VHDL** o con el **esquemático**.

Analizando esta estructura se puede entender como es posible la **transformación** del **código** escrito en un **PC** en **hardware**.

El punto de partida es el esquema mostrado en la Fig.5. El bloque principal es la Look-Up Table (**LUT**) de **cuatro entradas**, capaz de implementar cualquier función de cuatro variables de entrada y una de salida simplemente realizando su **tabla de la verdad**.

Para entender el funcionamiento tomemos, por ejemplo, una **LUT** de **dos entradas** programadas para desarrollar la sencilla función **AND** con **dos variables**. La tabla de la verdad de una AND es la siguiente:

Entrada B	Entrada A	Salida (OUT)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

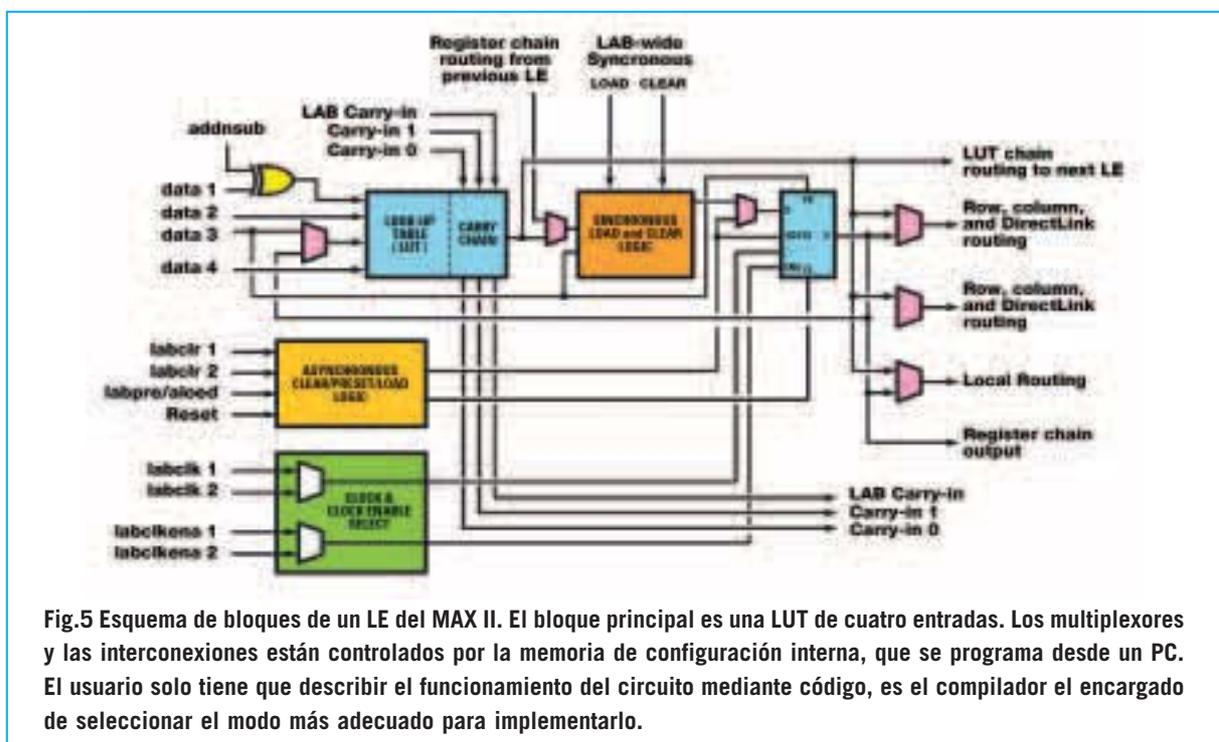


Fig.5 Esquema de bloques de un LE del MAX II. El bloque principal es una LUT de cuatro entradas. Los multiplexores y las interconexiones están controlados por la memoria de configuración interna, que se programa desde un PC. El usuario solo tiene que describir el funcionamiento del circuito mediante código, es el compilador el encargado de seleccionar el modo más adecuado para implementarlo.

Esto es exactamente lo que hay que programar en la **LUT** para desarrollar la función.

Extendiendo el concepto se puede entender como una **LUT** de **cuatro entradas** puede expresar cualquier función de **cuatro variables** y una salida según su **tabla de la verdad** que será extrapolada por el **compilador** a partir del **código escrito**.

En el ejemplo este podría ser el resultado de la compilación de una **línea de código**:

**OUT = A and B**

Gracias a las señales **carry-in**, **carry-out** y a las **funciones disponibles** para cada **LUT** es posible ampliar la complejidad del circuito a funciones de **más de cuatro variables** y **más de una salida**.

En la **LUT** hay un completo **registro programable** que incluye la lógica necesaria para las funciones de **reset**, **preset** y **enable**, gracias a las cuales, como veremos, es posible crear **lógica secuencial** y **máquinas de estados**.

Todos los bloques restantes son **multiplexores**, necesarios para realizar la **programación** del **LE** y para realizar las **conexiones** con el exterior a través de la **red local** o **global**.

Por ejemplo, el multiplexor situado **bajo el registro** sirve bien para **excluirlo**, y, por lo tanto, para hacer pasar el dato directamente por la **LUT** a otro bloque, o bien para **incluirlo**.

Todos estos multiplexores e interconexiones están controlados por la **memoria de configuración** interna del **MAX II**, es decir la memoria que programaremos con el PC.

Es importante tener presente que el modo en el que se programan los controles es prácticamente **invisible al usuario**, ya que solo se tiene que preocupar de describir correctamente el funcionamiento de su circuito mediante el **código**. El **compilador** interpretará el código y a **elegirá el modo más adecuado** para implementarlo.

No obstante también es posible **intervenir manualmente**, por ejemplo eligiendo la disposición de los **LE** en el circuito. Este tipo de actuaciones solo se hacen para **optimizar en profundidad** el proyecto y una vez que se tiene un gran dominio del entorno.

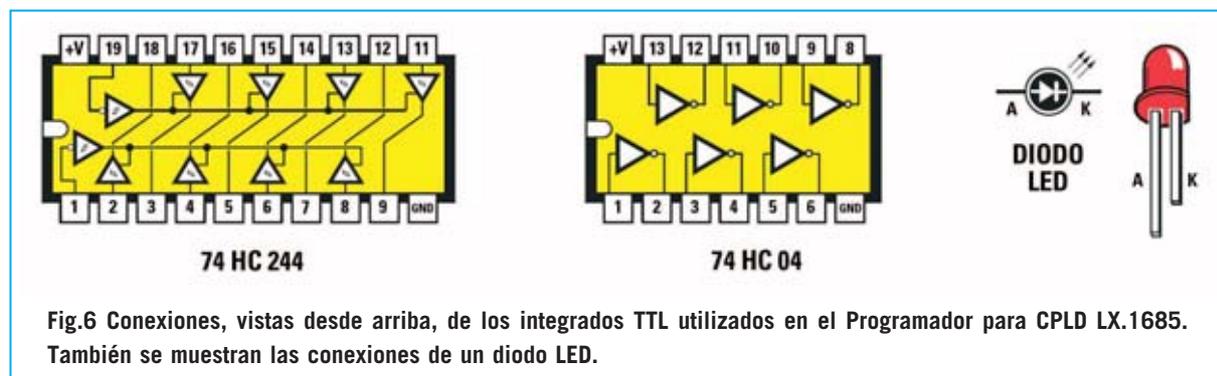
Para terminar indicamos que cada **LE** tiene **dos modos de funcionamiento** (**normal** y **aritmética dinámica**). El modo para una aplicación concreta **es elegido** por el **compilador** en base al código a implementar.

El **modo normal** es el más común, implementa funciones generales. El **modo aritmética dinámica** es útil cuando se trata de implementar funciones aritméticas como sumas, diferencias, contadores, acumuladores, comparadores, con un **grado de paralelismo superior a uno**.

## ESQUEMA ELÉCTRICO del PROGRAMADOR

Como se puede observar en el esquema eléctrico de la Fig.7 el **Programador para CPLD** utiliza el **puerto paralelo** para comunicarse con el ordenador (ver CONN.1).

**NOTA:** Quienes deseen profundizar en el funcionamiento del **puerto paralelo** del PC pue-



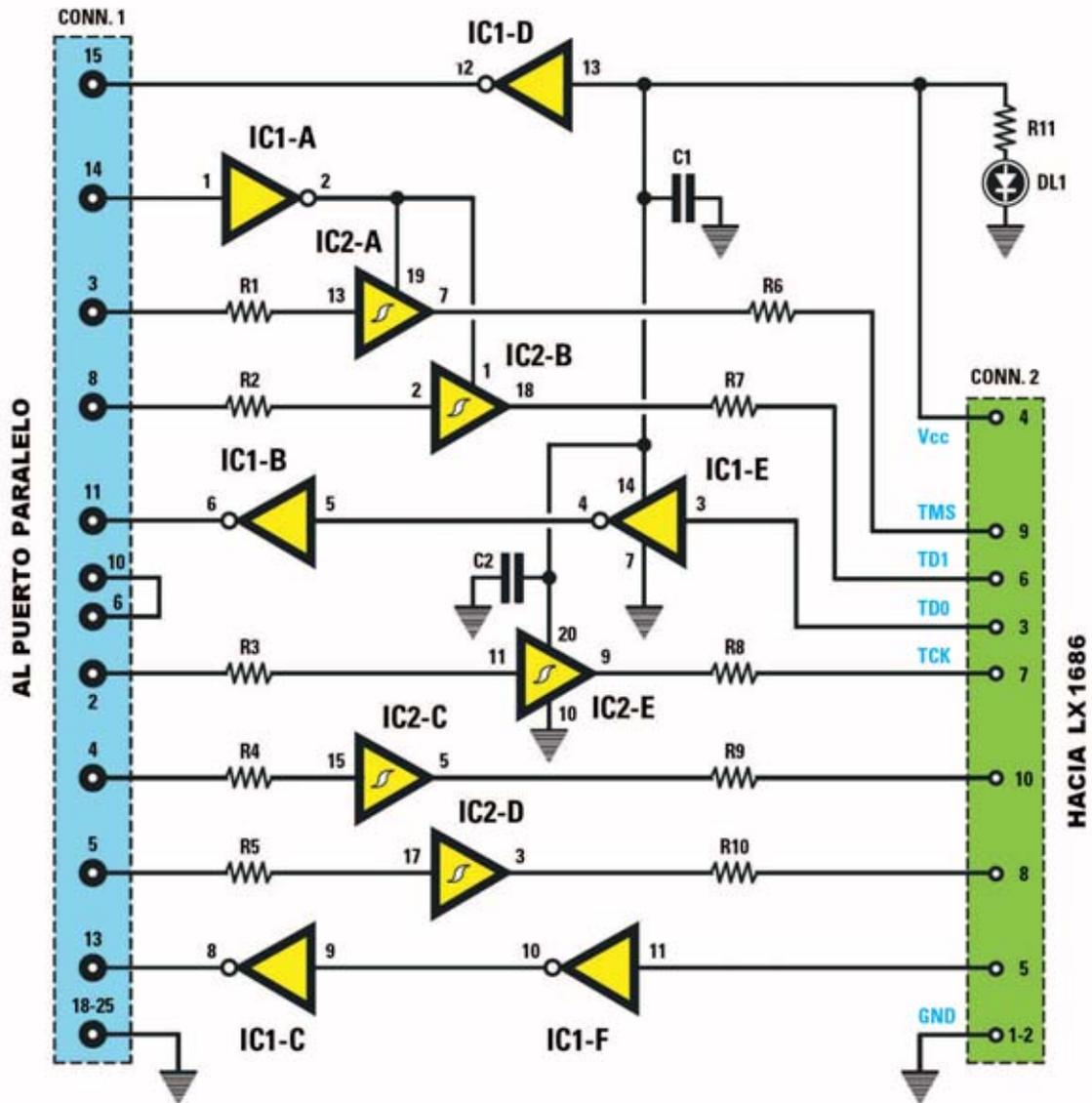


Fig.7 Esquema eléctrico del Programador LX.1685. Explotando las prestaciones del puerto paralelo de un PC, que puede utilizarse como multicanal serie, es posible utilizar el protocolo de comunicación estándar JTAG. Esta placa recibe la tensión de alimentación (3,3 voltios) de la Tarjeta de prueba LX.1686 a través del terminal 4 del conector CONN.2.

#### LISTA DE COMPONENTES LX.1685

R1 = 100 ohmios	R10 = 33 ohmios
R2 = 100 ohmios	R11 = 470 ohmios
R3 = 100 ohmios	C1 = 100.000 pF poliéster
R4 = 100 ohmios	C2 = 100.000 pF poliéster
R5 = 100 ohmios	DL1 = Diodo LED
R6 = 33 ohmios	IC1 = Integrado TTL 74HC04
R7 = 33 ohmios	IC2 = Integrado TTL 74HC244
R8 = 33 ohmios	CONN.1 = Conector 25 terminales
R9 = 33 ohmios	CONN.2 = Conector 10 terminales

NOTA: Todas las resistencias utilizadas en este circuito son de 1/4 vatio.

den leer el artículo asociado al **Téster para puerto paralelo** publicado en la **revista N°241**.

Con el software adecuado es posible transformar **cada línea** de datos del puerto (**D0-D7**) en una **conexión serie individual**. Un ejemplo de esta aplicación es el software de gestión para el **Excitador FM 88-108 MHz KM.1619** presentado en la **revista N°247**.

La **alimentación** de los dos integrados del programador se realiza a través de la **Tarjeta de prueba**, cuyo funcionamiento se describe posteriormente en este mismo artículo, a través del **terminal 4 (Vcc)** del conector **CONN.2**. Desde el mismo punto se alimenta el diodo LED **DL1**, cuya función es indicar, mediante su encendido, que el programador está alimentado correctamente.

El **protocolo de comunicación** entre el **programa** proporcionado por **Altana** y el **CPLD** está definido por el **estándar JTAG** que, sin profundizar en detalles, prevé la **programa-**

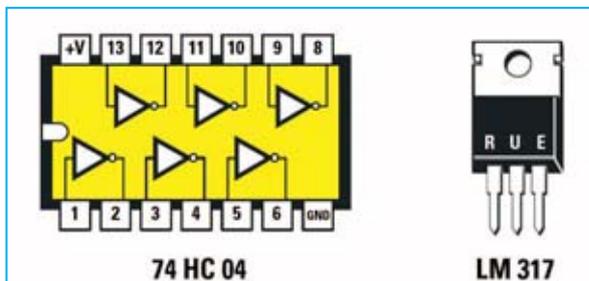


Fig.8 Conexiones, vistas desde arriba, del integrado TTL 74HC04, que, junto al cuarzo, constituyen el oscilador para el reloj interno del CPLD. Las conexiones del integrado LM.317, que junto a las resistencias R1-R2-R3 estabilizan la tensión a 3,3 voltios, se muestran vistas frontalmente.

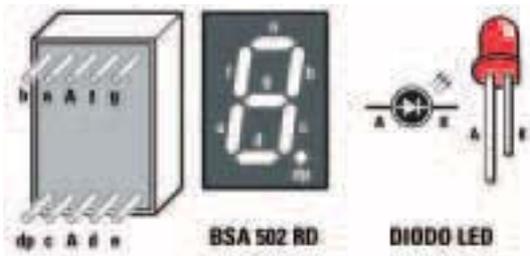


Fig.9 Conexiones, vistas por detrás, del display de 7 segmentos BSA 502 RD. El terminal más corto de los diodos LED (cátodo) se conecta al CPLD mediante una resistencia limitadora.

#### LISTA DE COMPONENTES LX.1686

- R1 = 220 ohmios
- R2 = 180 ohmios
- R3 = 180 ohmios
- R4 = 100 ohmios
- R5 = 220 ohmios
- R6 = 220 ohmios
- R7 = 220 ohmios
- R8 = 220 ohmios
- R9 = 220 ohmios
- R10 = 220 ohmios
- R11 = 220 ohmios
- R12 = 220 ohmios
- R13 = 220 ohmios
- R14 = 220 ohmios
- R15 = 220 ohmios
- R16 = 220 ohmios
- R17 = 220 ohmios
- R18 = 220 ohmios
- R19 = 220 ohmios
- R20 = 220 ohmios
- R21 = 220 ohmios
- R22 = 220 ohmios
- R23 = 220 ohmios
- R24 = 220 ohmios
- R25 = 10.000 ohmios
- R26 = 10.000 ohmios
- R27 = 10.000 ohmios
- R28 = 1 Megaohmio
- R29 = 1.000 ohmios
- R30 = 10.000 ohmios
- R31 = 10.000 ohmios
- R32 = 10.000 ohmios
- R33 = 10.000 ohmios
- R34 = 10.000 ohmios
- C1 = 10 microF. electrolítico
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 10 microF. electrolítico
- C4 = 100.000 pF poliéster
- C5 = 100.000 pF poliéster
- C6 = 100.000 pF poliéster
- C7 = 22 pF cerámico
- C8 = 22 pF cerámico
- C9 = 10.000 pF poliéster
- C10 = 10.000 pF poliéster
- C11 = 10.000 pF poliéster
- C12 = 10.000 pF poliéster
- C13 = 10.000 pF poliéster
- DS1 = Diodo 1N.4007
- DL1-DL4 = Diodos LED
- DISPLAY1-2 = BSA 502 RD (ánodo común)
- IC1 = Integrado LM.317
- IC2 = Integrado TTL 74HC04
- IC3 = CPLD MAX II EPM240T100C5N
- XTAL1 = Cuarzo 20 MHz
- P1-P5 = Pulsadores
- BUZZER = Cápsula piezoeléctrica 12V
- CONN.1 = Conector 10 terminales

NOTA: Todas las resistencias utilizadas en este circuito son de 1/4 vatio.

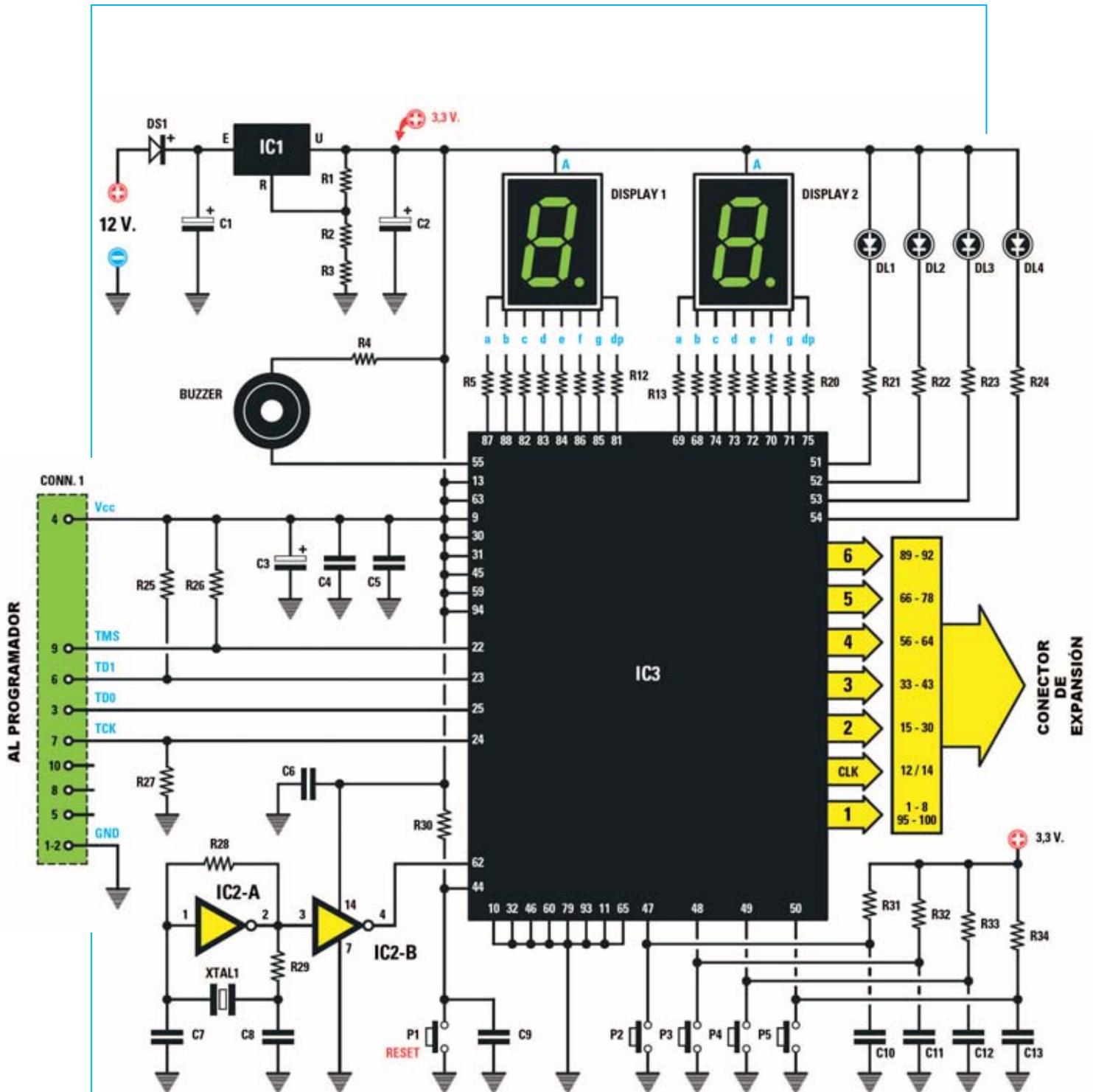


Fig.10 Esquema eléctrico de la Tarjeta de prueba LX.1686. El programa test.pof, incluido en el CD-ROM CDR1685, permite verificar la correcta programación del CPLD. Los pulsadores P2-P4 activan el buzzer, controlan los displays y los diodos LED. El pulsador P1, conectado al terminal 44 del CPLD, reinicia el microchip. Hemos previsto la instalación de un conector de expansión para vuestras futuras tarjetas.

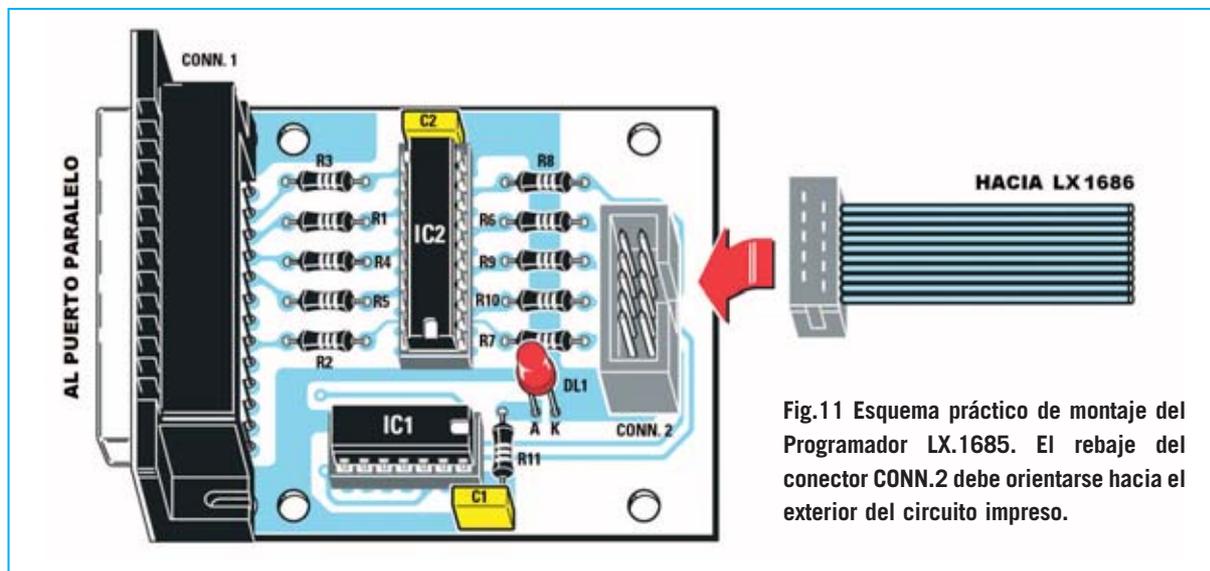


Fig.11 Esquema práctico de montaje del Programador LX.1685. El rebaje del conector CONN.2 debe orientarse hacia el exterior del circuito impreso.

ción serie de todos los registros del microchip por la línea **TDI**, con posibilidad de **verificar** el correcto funcionamiento interno del dispositivo gracias a la lectura de los mismos registros a través de la línea serie **TDO**.

El **handshaking**, es decir la correcta **sincronización** del programador y del microchip, se realiza a través de la línea **TCK (clock)** y la de línea **TMS (control)**.

### ESQUEMA ELÉCTRICO de la TARJETA de PRUEBA

El esquema eléctrico de esta tarjeta (ver Fig.10) está diseñado para soportar el **chip CPLD** y para proporcionar **entradas y salidas**, esto es, pulsadores, diodos LED (DL1-DL4), dos displays y un zumbador.

Para la **alimentación** del **CPLD**, y del **programador**, hemos utilizado un integrado **LM.317 (IC1)** que estabiliza los **12 voltios** de entrada a **3,3 voltios** mediante el divisor formado por **R1, R2 y R3**.

Los inversores **IC2/A** e **IC2/B** (incluidos en un integrado TTL **74HC04**) junto al cuarzo **XTAL1** forman el **oscilador** para el **reloj interno** del **CPLD**.

En el circuito impreso hemos previsto los taladros para instalar un **conector de expansión** que permita conectar vuestros **futuros proyectos**.

### REALIZACIÓN PRÁCTICA LX.1685

Son realmente pocos los componentes a montar en el circuito impreso de doble cara **LX.1685** que soporta el **Programador** para **CPLD** (ver Fig.11).

Aconsejamos comenzar el montaje con la instalación de los **zócalos** para los circuitos integrados **IC1-IC2**, teniendo cuidado para no provocar cortocircuitos entre pistas adyacentes y orientando sus muescas de referencia en forma de **U** tal como se indica en el esquema de montaje práctico.

Acto seguido se pueden montar los **dos conectores**, **CONN.1**, un conector de **25 terminales** utilizado para la conexión al puerto paralelo del ordenador, y **CONN.2**, un conector de **10 terminales** utilizado para conectar la Tarjeta de prueba LX.1686.

Los terminales del conector **CONN.1** solo permiten su instalación en una **única posición**, en cambio **CONN.2** es **simétrico**. Para realizar adecuadamente su montaje hay que orientar su pequeño **rebaje** de referencia en forma de **U** hacia el **exterior** del circuito impreso (ver Fig.11).

Las **resistencias** incluidas en el kit son todas de **1/4 vatio** y tienen solo tres valores diferentes. Hay **5 resistencias** de **100 ohmios** (marrón-negro-marrón) que han de montarse en correspondencia con las referencias **R1 a R5**, otras **5 resistencias** de **33 ohmios** (naranja-naranja-negro) que han de montarse en correspondencia con las

Fig.12 Fotografía del prototipo del Programador LX.1685 una vez montados todos sus componentes.

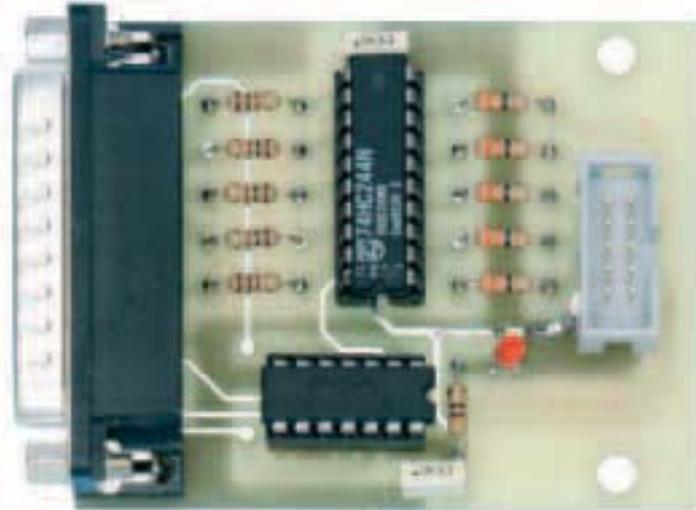
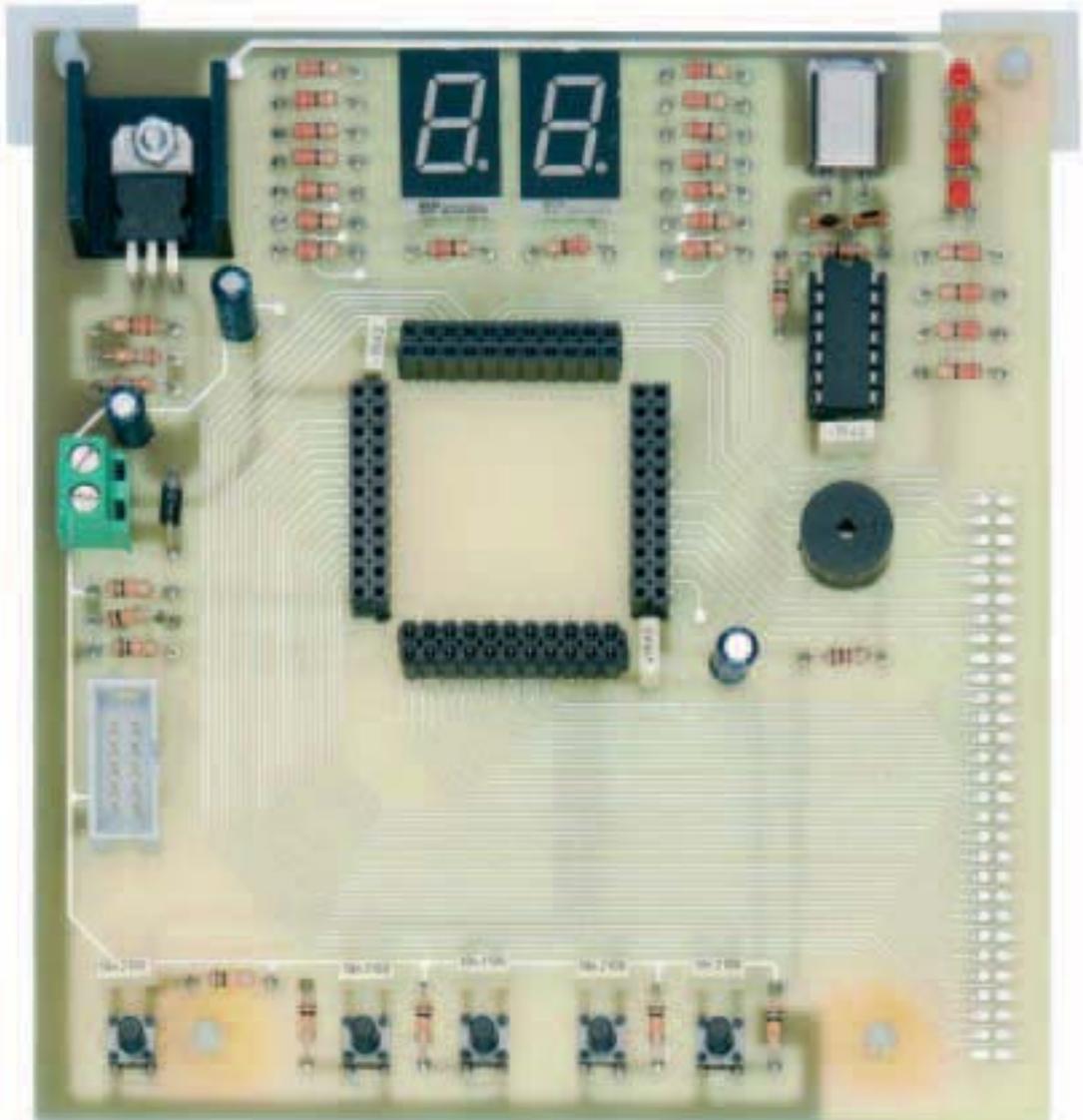
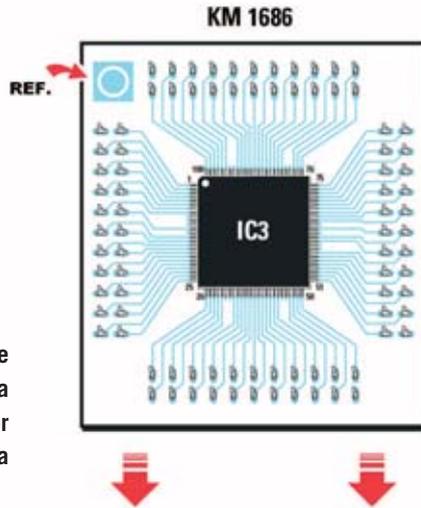


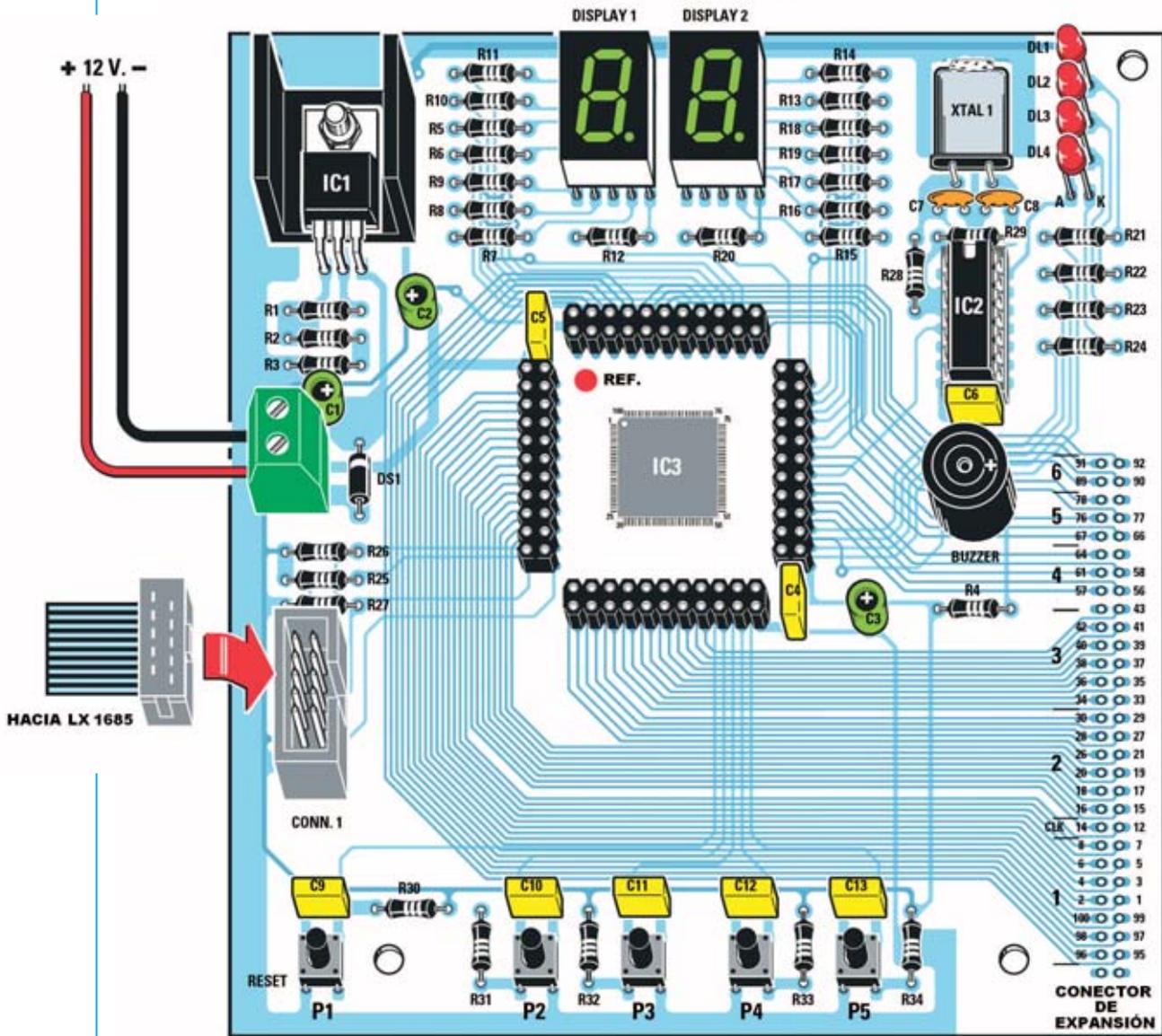
Fig.13 Fotografía del prototipo de la Tarjeta de prueba LX.1686 una vez montados todos sus componentes. Sobre esta tarjeta se conecta la placa premontada en SMD KM.1686.





NOTA: El dispositivo CPLD con tecnología SMD se proporciona montado en un pequeño circuito impreso (KM.1686). Para montar correctamente el microchip en la Tarjeta de prueba hay que insertar todos los terminales en los conectores hembra de la tarjeta LX.1686, orientando hacia la parte superior-izquierda el punto de referencia.

Fig.14 Esquema práctico de montaje de la Tarjeta de prueba LX.1686. El rebaje del conector CONN.1 ha de ser orientado hacia el interior del circuito impreso.



referencias **R6** a **R10** y una **resistencia** de **470 ohmios** (amarillo-violeta-marrón) que ha de montarse en correspondencia con la referencia **R11**.

Ahora se puede montar el **diodo LED DL1**, respetando la **polaridad** de sus terminales (el terminal **más largo**, el ánodo, ha de insertarse en el agujero identificado con la letra **A**).

Una vez soldadas las resistencias se puede proceder al montaje de los **dos condensadores** de **poliéster**, ambos de **100.000 picofaradios**.

Para concluir el montaje solo queda introducir los **integrados IC1-IC2** en sus correspondientes zócalos, orientando sus muescas de referencia en coincidencia con las muescas de referencia de los zócalos.

## REALIZACIÓN PRÁCTICA LX.1686

La parte más importante de esta tarjeta es el microchip CPLD **MAX II EPM240T100C5N**. Puesto que se distribuye en formato **SMD** lo proporcionamos **montado** en un **pequeño impreso** que incluye conectores (**KM.1686**).

De esta forma **no** es necesario disponer de **herramientas SMD**, con el soldador y las herramientas tradicionales se podrá montar el circuito impreso de la Tarjeta de prueba para CPLD.

La tarjeta ha sido pensada para su utilización **sin** necesidad de instalarla en un **mueble contenedor**. No obstante, una vez concluido el montaje, es aconsejable instalar los **separadores de plástico** para sustentarla con **firmeza**. Además, de esta forma, las soldaduras no harán contacto con la superficie de apoyo **evitando** posibles **cortocircuitos**.

El montaje puede comenzar con la instalación del **zócalo** que soporta a **IC2**, teniendo cuidado para no provocar cortocircuitos entre pistas adyacentes. Ha de montarse orientando hacia **arriba** su muesca de referencia en forma de **U**.

A continuación se pueden montar las **resistencias**, los **condensadores** de **poliéster**, los **condensadores cerámicos** y los tres **condensadores electrolíticos**, respetando en estos últimos la **polaridad** de sus terminales.

Es el momento de montar el diodo **DS1**, orientando hacia **arriba** su **franja blanca** de referencia.

El montaje puede continuar con la instalación de los **4 conectores hembra dobles** utilizados como zócalo de conexión para el circuito impreso **KM.1686** que contiene el **CPLD**. Al soldar los terminales hay que prestar mucha atención para no provocar cortocircuitos entre pistas adyacentes.

Llegado este punto se pueden instalar los **4 diodos LED rojos** utilizados para visualizar los efectos del programa de prueba y vuestros programas futuros. En correspondencia con el agujero que tiene serigrafiada la letra **A** hay que introducir el **terminal más largo** (ánodo).

Los **displays** de **7 segmentos** se montan directamente en el circuito impreso **sin** utilizar **zócalos**, tal como muestra el esquema de montaje práctico.

Ahora hay que montar, en posición **horizontal**, el cuarzo **XTAL1**, fijando su **encapsulado** al **circuito impreso** con una pequeña **soldadura**.

La **cápsula piezoeléctrica resonadora** (**buzzer**) ha de montarse respetando la polaridad de sus terminales (ver Fig.14). Después ya se pueden montar los **5 pulsadores**.

Ha llegado el momento de instalar la **clema** de dos polos utilizada para la **alimentación** y el conector de **10 terminales** (**CONN.1**), orientando su **rebaje** de referencia hacia la **derecha**.

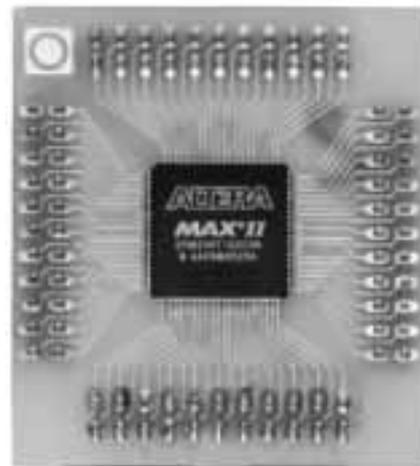


Fig.15 Fotografía del prototipo de la tarjeta SMD KM.1686 que contiene el microchip CPLD de 100 terminales.

Seguidamente hay que montar el integrado estabilizador **LM.317 (IC1)**. Para disipar el calor producido durante su funcionamiento este integrado precisa una **aleta de refrigeración**. El integrado se monta en posición **horizontal** doblando previamente sus terminales en forma de **L**. El integrado y la aleta se fijan al impreso utilizando un **tornillo metálico** y su correspondiente **tuerca**.

Para terminar el montaje hay que instalar el **integrado IC2** en su zócalo correspondiente, orientando su **muesca** de referencia hacia **arriba**, e instalar la tarjeta SMD **KM.1686** en los conectores que hacen la función de zócalo, orientando el **punto serigrafiado** sobre el impreso hacia la parte **superior-izquierda**.

## PRUEBA de la TARJETA

Como suministro de energía del sistema hay que utilizar un **alimentador de 12 voltios** capaz de proporcionar al menos **500 mA**, como nuestro **LX.92**.

En primer lugar hay que realizar una **verificación visual** de los componentes y alimentar el circuito **sin** conectar el **Programador LX.1685** al **PC**.

Si todo va bien se puede pasar al paso siguiente, la **programación** del **CPLD**.

Hay que seguir detalladamente las instrucciones correspondientes a la **instalación** del pro-

grama **Quartus II** y cargar, desde el CD-ROM que proporcionamos, el **programa** que **verifica** los pulsadores, displays, diodos LED y el zumbador de la tarjeta **LX.1686**.

## Nombre en código ... QUARTUS II

El nombre parece evocar personajes de películas de ciencia-ficción, nada más lejos de la realidad. **Quartus II** es un **entorno de desarrollo completo** para realizar el **código** de programación, para efectuar el **ensamblado** y para **programar** los dispositivos **CPLD**.

En este artículo mostramos el procedimiento de **instalación del programa** y como utilizarlo con el **Programador LX.1685**. Junto al Programador LX.1685 proporcionamos un **CD-ROM** que contiene todo lo necesario para aprender los fundamentos de la programación de estos componentes realmente extraordinarios.

Para utilizar el programa es necesario solicitar la **licencia** a **ALTERA**, empresa desarrolladora de **Quartus**, que la concede de forma **totalmente gratuita**. La única "pega" es que la licencia caduca tras algunos meses, aunque se puede volver a **renovar gratuitamente** tantas veces como se desee.

El programa debe instalarse sobre una máquina que disponga del sistema operativo **Microsoft Windows XP**.



Fig.16 Para instalar el programa Quartus II hay que hacer doble click sobre MI PC y seleccionar la unidad en la que se ha introducido el CD-ROM CDR1685.

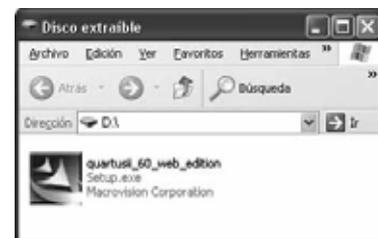


Fig.17 Para lanzar el proceso de instalación del programa Quartus II hay que hacer doble click sobre el icono con el nombre del programa.



Fig.18 Para continuar hay que hacer click en el botón NEXT. De esta forma comienza la instalación.



Fig.19 Cuando aparezca esta ventana se han de aceptar los términos de la licencia y hacer click en el botón NEXT.

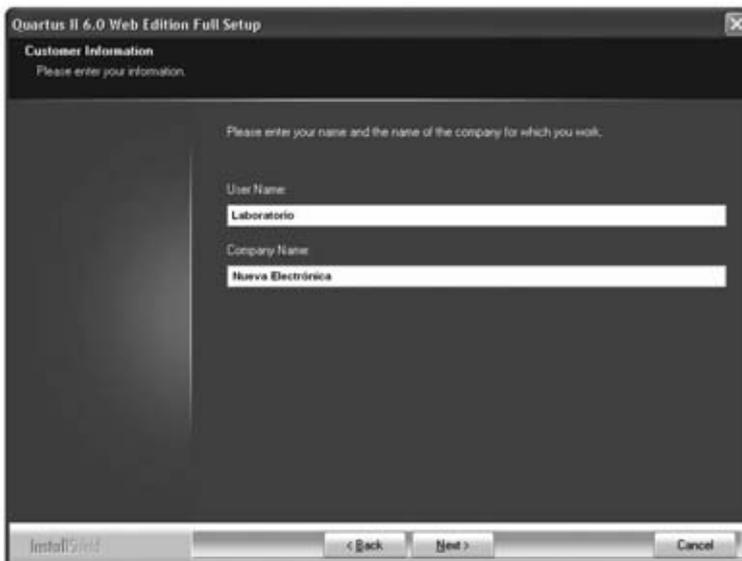


Fig.20 Para continuar hay que introducir vuestro nombre, después hay que hacer click en el botón NEXT.

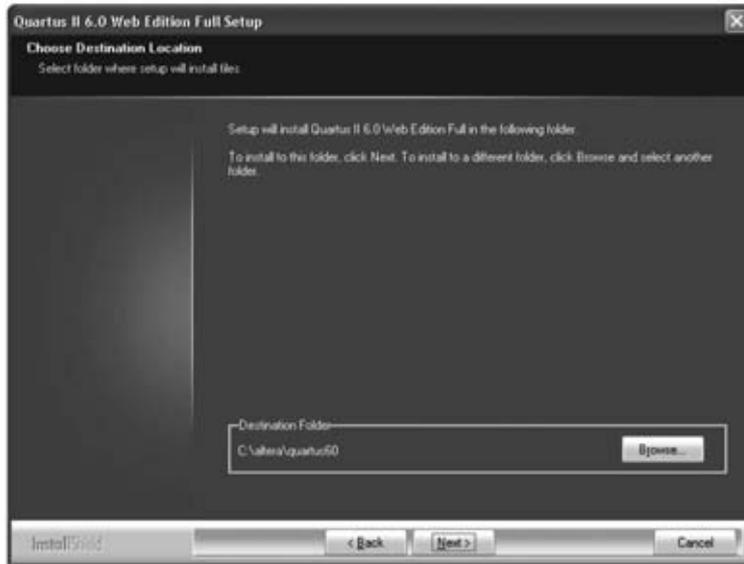


Fig.21 Ahora se ha de seleccionar el directorio destino, es aconsejable no cambiarlo. De forma predeterminada es C:\altera\quartus60.



Fig.22 Acto seguido hay que seleccionar el tipo de instalación, en nuestro caso completa (COMPLETE). Para continuar hay que hacer click en el botón NEXT.



Fig.23 En esta pantalla se instala a la selección de la entrada al programa a través del menú INICIO del escritorio de Windows (el valor predeterminado es ALTERA). Como de costumbre para continuar hay que hacer click en el botón NEXT.



Fig.24 Una barra de progreso verde indica el estado de copia de los archivos en el disco duro del ordenador.

Fig.25 si se desea crear automáticamente un icono de acceso directo a Quartus II en el escritorio hay que responder SI (ACEPTAR) a esta pregunta.

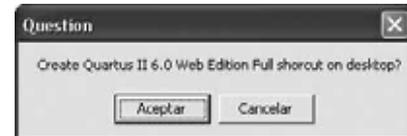


Fig.26 La instalación del programa ha terminado. Solo queda hacer click en el botón FINISH.

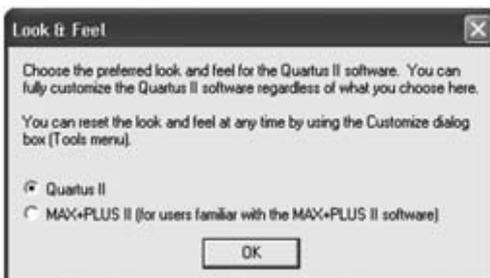


Fig.27 El programa permite dos modos operativos. Sin modificar nada hay que hacer click en OK.

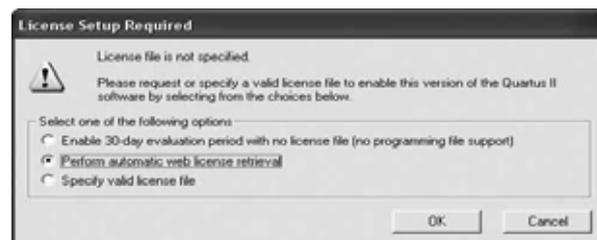


Fig.28 Para realizar el registro en línea hay que seleccionar la segunda opción (PERFORM AUTOMATIC WEB LICENSE RETRIEVAL) y hacer click en OK.



Fig.29 Aspecto de la Web de Altera.

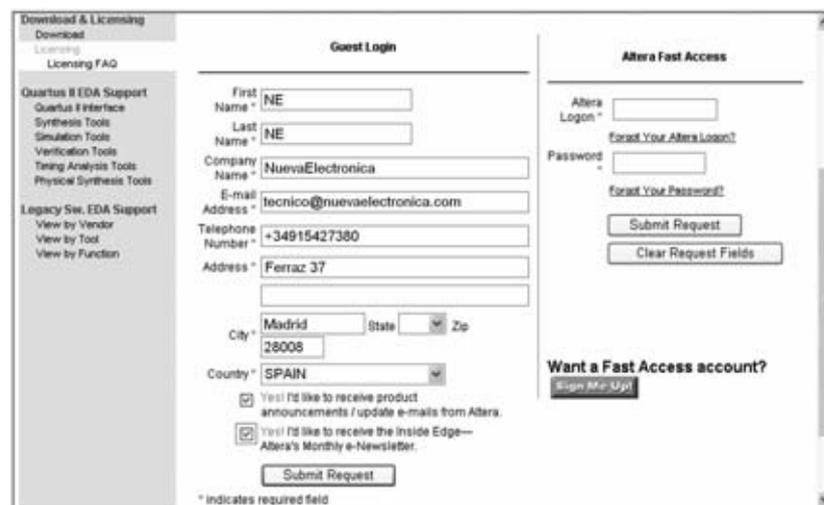


Fig.30 Los campos marcados con un asterisco rojo adjunto son obligatorios.

**NOTA:** Si en el ordenador corre **Windows XP** no son precisos más requisitos ya que la instalación de Windows XP en un ordenador lleva **implícitos** los **requisitos hardware** que precisa el programa **Quartus II**.

Es necesaria una conexión a **Internet** y **deshabilitar** temporalmente el **firewall** y el **antivirus** de vuestro ordenador, ya que **estos programas pueden bloquear** los **puertos de comunicaciones** utilizados para conectar el **Programador**.

Para realizar la **instalación** solo hay que seguir el procedimiento mostrado en las **figuras 16 a 26**.

Una vez instalado el programa hay que conectarse a la **Web** de **ALTERA** para realizar el **proceso de registro** que proporciona la **licencia temporal** para su utilización de forma gratuita.

Durante el proceso de registro, además del nombre, es importante poner un **correo electrónico operativo**. La contraseña es opcional (ver Fig.30).

Todos los **campos** que tienen un **asterisco rojo adjunto** han de **rellenarse obligatoriamente**.

Si todo ha ido bien recibiréis por **correo electrónico** la **contraseña** y el **Login** en un documento adjunto en forma de **archivo DAT**.

Hay que **guardar** este archivo en el **directorio** en el que se ha instalado **QUARTUS**. Si no se ha modificado el directorio predeterminado durante la instalación es **C:\altera**.

Para **habilitar la licencia** es necesario abrir el programa y seleccionar en el menú **Tools** la opción **License setup**. En la ventana mostrada en la Fig.32



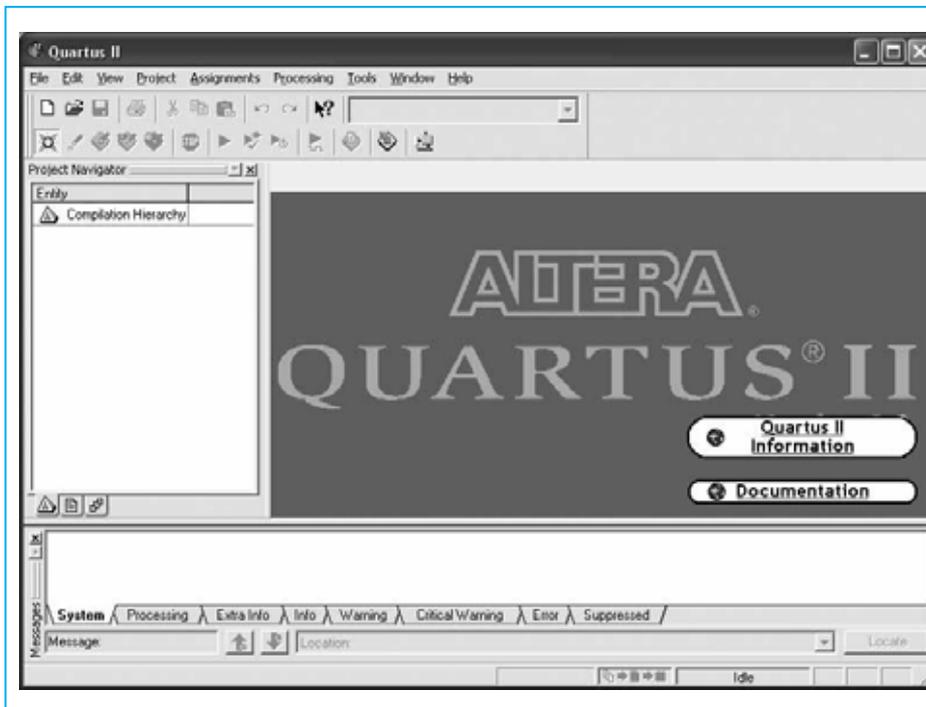


Fig.34 Aspecto de la pantalla principal del programa Quartus II versión 6.0. Para estar seguros de que no se interrumpe el flujo de información en los puertos de comunicación es conveniente deshabilitar los cortafuegos (firewalls) y los antivirus antes de realizar la programación.

hay que seleccionar el directorio en el que está instalado el programa y el **archivo** con extensión **.DAT** que contiene la contraseña temporal.

Hay que asegurarse de que la **fecha de caducidad** (ver **Subscription Expiration** en la Fig.33) sea **posterior** a la **fecha del sistema**.

Haciendo click en **OK** el programa está listo para trabajar con los microchips **CPLD**.

Puesto que la **licencia** es **provisional** hay que **renovarla** de vez en cuando, solicitándola **gratuitamente** a **Altera** como la primera vez.

No obstante se puede adquirir una **licencia profesional** que **no** precise **renovación**. Para los **profesionales** es aconsejable.

## PRIMERA PROGRAMACIÓN Y PRUEBA

Una vez más creemos oportuno mencionar que antes de abrir **Quartus II** hay que deshabilitar los **firewalls** y los **antivirus**, ya que algunos de estos programas, como Norton o Kaspersky, **detienen** temporalmente los **puertos de comunicación**.

El programa está listo para escribir el código, montarlo y cargarlo en el CPLD instalado. A continua-

ción exponemos, paso a paso, el procedimiento necesario para realizar una **verificación preliminar** del **hardware**, es decir realizar la comprobación del funcionamiento correcto del **Programador LX.1685** y de la **Tarjeta de prueba LX.1686**.

Como parte de esta verificación mostramos como se **carga** un **código ejemplo** para comprobar nuestras tarjetas.

1) Conectar el **Programador LX.1685** al puerto paralelo del ordenador y la **Tarjeta de prueba LX.1686** al Programador.

2) Alimentar el circuito.

3) Abrir **Quartus II** (ver Fig.34).

4) Hacer click en el menú **Tools** y seleccionar la función **Programmer** (ver Fig.35).

5) Hacer click en el botón **Hardware Setup**. Se abrirá la ventana mostrada en la Fig.36.

6) En el campo **Currently selected hardware** hay que seleccionar **ByteBlasterII**. Por último hay que cerrar la ventana haciendo click en el botón **Close**.

7) Si todo ha ido bien se abrirá una ventana similar a la mostrada en la parte superior de la Fig.37.

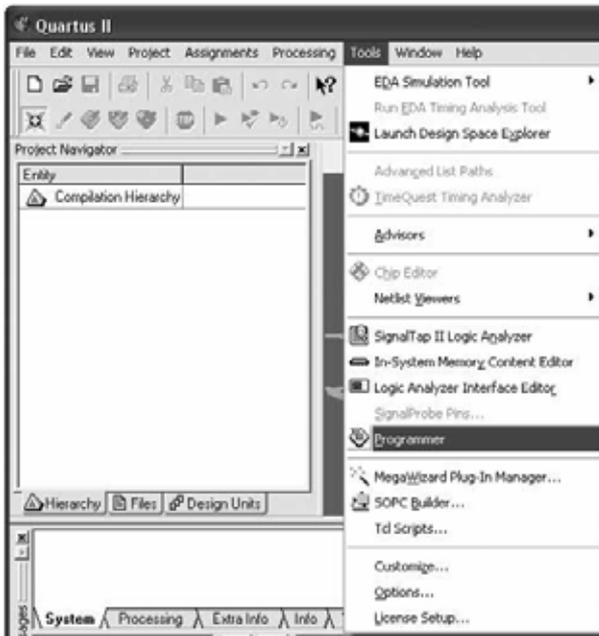


Fig.35 Una vez conectado el programador al ordenador y a la tarjeta de prueba para programar el dispositivo CPLD hay que seleccionar la función PROGRAMMER del menú TOOLS.



Fig.36 Hay que hacer click en HARDWARE SETUP y, en la ventana que aparece (aquí reproducida), seleccionar BYTEBLASTERII como hardware seleccionado. Una vez realizada esta operación hay que hacer click en CLOSE.

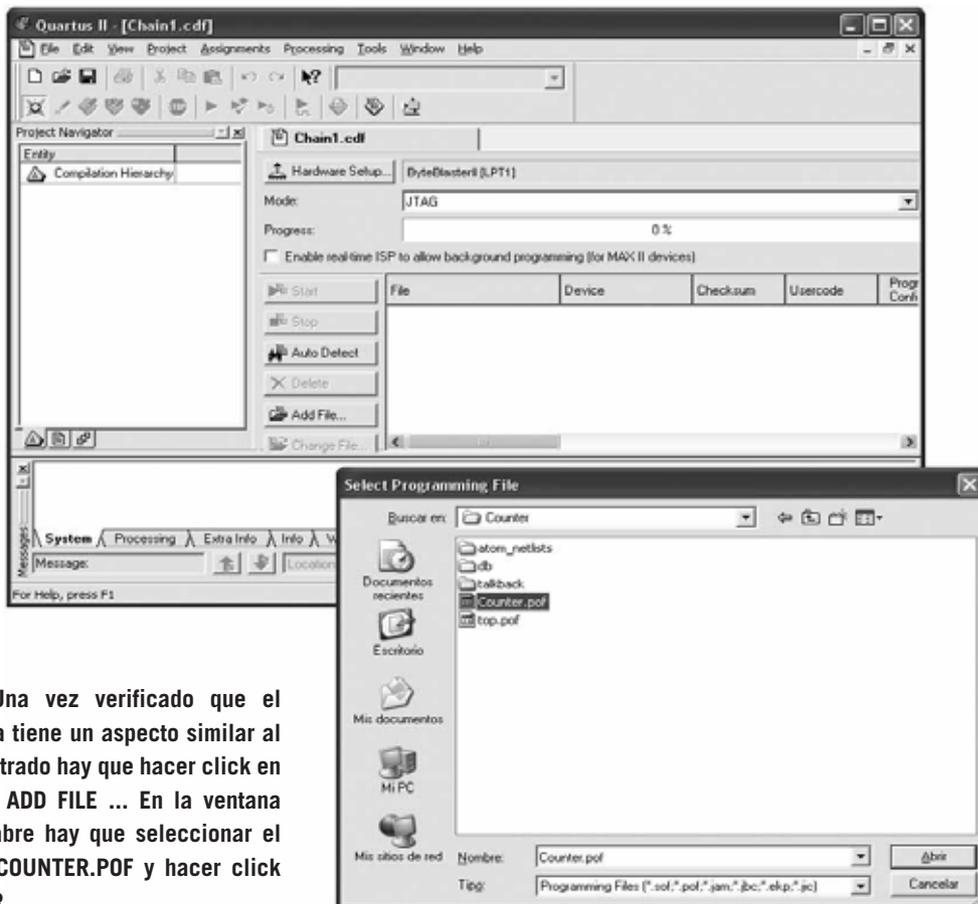


Fig.37 Una vez verificado que el programa tiene un aspecto similar al aquí mostrado hay que hacer click en el botón ADD FILE ... En la ventana que se abre hay que seleccionar el archivo COUNTER.POF y hacer click en ABRIR.

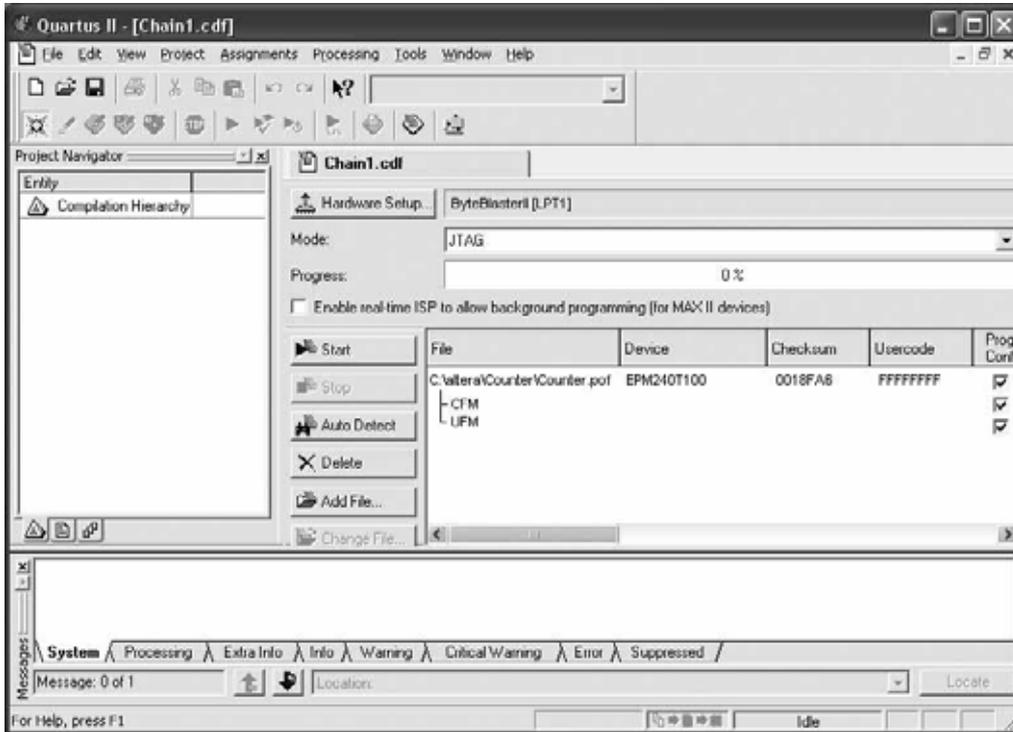


Fig.38 En la columna PROGRAM/CONFIGURE (la columna situada más a la derecha en la imagen) hay que marcar las 3 casillas de verificación. Para iniciar la programación del CPLD MAX II EPM240T100C5N hay que hacer click en START.

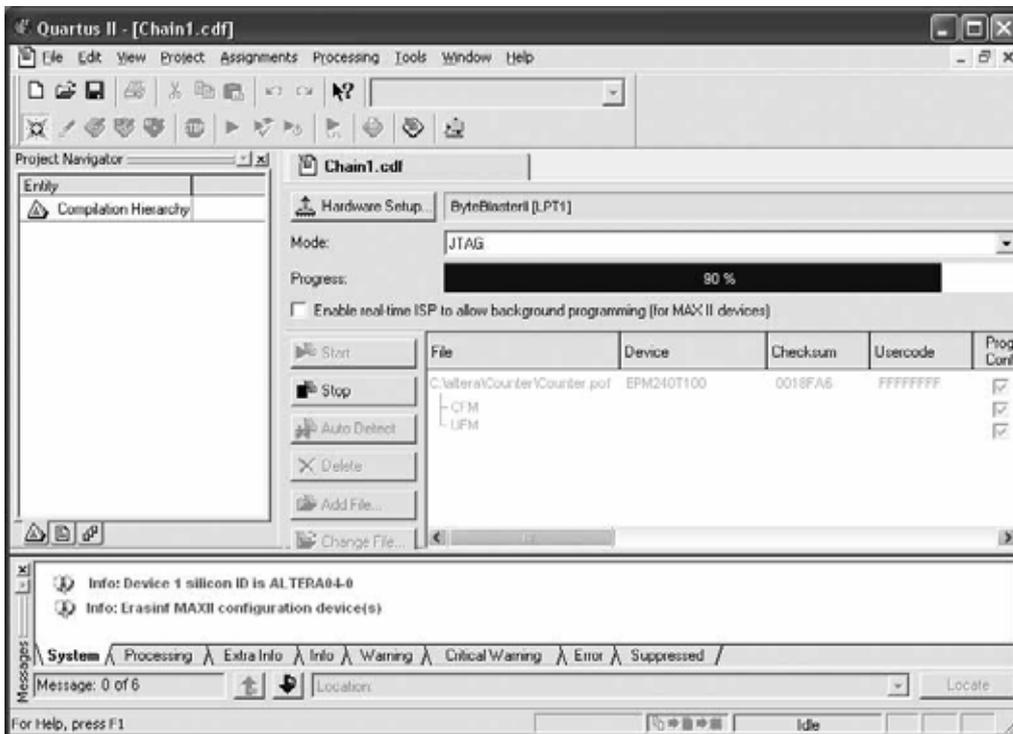


Fig.39 Durante la programación del microchip Quartus II tiene un aspecto similar al aquí mostrado. El estado de la programación se indica mediante una barra de progreso con fondo azul, al llegar al 100% la programación ha terminado.

8) Ahora hay que hacer click en el botón **Add File**.

9) Hay que posicionarse en el directorio donde se encuentra el archivo **Counter.pof** (la extensión **pof** corresponde a **programming object file**). Una vez localizado el archivo hay que hacer click en **Abrir** (ver Fig.37).

10) El programa ofrecerá un aspecto similar al mostrado en la imagen de la Fig.38.

11) En la columna **Program/Configure** hay que marcar las **tres casillas de verificación**.

12) Ya solo queda hacer click en el botón **Start** para lanzar la **programación** del **CPLD**. El programa tomará un aspecto similar al mostrado en la Fig.39.

Si todo funciona correctamente el circuito realizará las siguientes operaciones de **verificación**:

- Presionando el pulsador **P2** se enciende el diodo LED **DL1**.

- Presionando de nuevo el pulsador **P2** el diodo LED **DL1** se apaga.

- Accionando el pulsador **P3** se encienden secuencialmente los diodos LED **DL2-DL3-DL4**.

- Cada vez que se accione el pulsador **P5** avanzará el contador de los **displays** (cuenta de **0** a **99**).

- Cada vez que se accione el pulsador **P4** retrocederá el contador de los **displays**.

- El pulsador **P1** reinicia el **CPLD** (función **Reset**).

**NOTA:** A veces al accionar los pulsadores **P4-P5** se producen **saltos** en el contador. Es normal en esta tarjeta ya que **no** dispone de una **rutina anti-rebotes**. La presión del pulsador produce **picos de tensión** que son interpretados por el dispositivo **CPLD** como **presiones múltiples** del pulsador. Al tratarse de una tarjeta de prueba no hemos filtrado estas señales.

Adicionalmente en el **CD-ROM** incluido con el **Programador LX.1685** se encuentra el archivo **test.pof**. Este código está desarrollado para

probar las conexiones de los componentes en la tarjeta **LX.1686**.

Con este código se pueden verificar **funciones adicionales**:

- **Intermitencia** del display.

- Encendido de tres diodos LED en **cuenta binaria**.

- **Lógica AND** asociada con dos pulsadores. Mediante el encendido del cuarto LED se indica si los dos pulsadores se han accionado simultáneamente.

- Emisión sonora de un tono a través del **zumbador** cuando se acciona un pulsador. Se emite un tono con una octava menor cuando se acciona el otro pulsador.

- **Reinicio** del **CPLD** cuando se acciona el pulsador **Reset (P1)**.

## PRECIOS de REALIZACIÓN

**LX.1685:** Todos los componentes necesarios para realizar el **Programador CPLD** (ver Fig.11 y Fig.12), **incluyendo** circuito impreso, integrados, conector para el puerto paralelo, manguera de conexión de 10 hilos para conectar el programador a la Tarjeta de prueba LX.1686 y el **CD-ROM CDR1685** .....41,88 €

**NOTA:** El **CD-ROM CDR1685** contiene el programa **Quartus II**, es decir el paquete completo para la escritura del código de programación, para ensamblar y para programar los dispositivos **CPLD**. Además contiene dos programaciones de prueba (**counter.pof** y **test.pof**) .....13,10 €

**LX.1686:** Todos los componentes necesarios para realizar la **Tarjeta de prueba CPLD** (ver Fig.13 y Fig.14) **incluyendo** circuito impreso, integrados, cuarzo, dos displays, diodos LED, zumbador, pulsadores y la tarjeta **SMD KM.1686** (ver Fig.15) con el chip **CPLD MAX II EPM240T100C5N** .....86,86 €

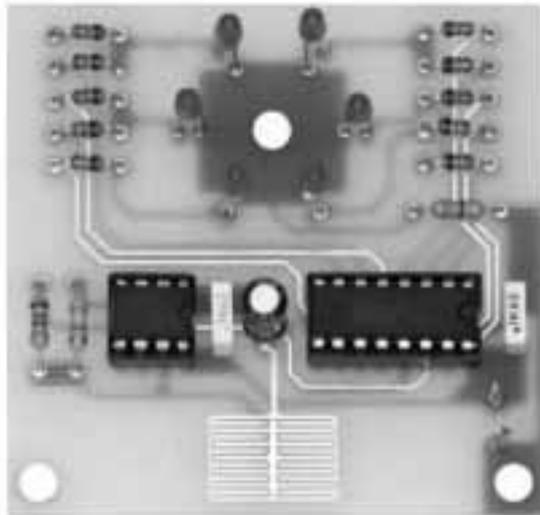
**LX.1685:** Circuito impreso .....7,32 €

**LX.1686:** Circuito impreso .....33,68 €

**CA05.2:** Cable con dos conectores de 25 terminales para la conexión del **Programador CPLD**

al puerto paralelo del **ordenador**.....7,80 €

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.**



# JUEGO de la VERDAD

¿Cómo podemos saber si alguien nos está engañando o es sincero? Si no disponemos de una máquina de la verdad ni tampoco tenemos la proverbial sabiduría y el equilibrio de juicio del rey Salomón podemos construir este sencillo detector de mentiras.

Desde que los humanos comenzamos a tener relaciones sociales hemos intentado superar nuestras propias inseguridades intentando saber si quien tenemos enfrente es o no **sincero** con nosotros.

Muchos han sido los intentos por conocer si un interlocutor dice la **verdad**, algunos han quedado en los anales del comportamiento humano frente a las **mentiras**.

Volvamos atrás en el tiempo, hasta el tiempo en el que se originó el término “**juicio salomónico**” para indicar como se utilizó una inteligente estratagema para **descubrir** una **mentira**.

Nos referimos a la prudente decisión tomada por el **gran rey Salomón** para establecer cual de las dos mujeres que reivindicaban al mismo niño era **sincera**.

El sabio rey sentenció cortar por la mitad al niño para contentar a ambas. Ante aquellas palabras una de las mujeres, sin titubear, renunció al niño, porque prefirió dejar el hijo a la otra antes que verlo morir.

Su sacrificio de amor fue premiado ya que el rey estableció sabiamente que el niño realmente la pertenecía a ella.

Con el paso de los siglos el estudio de la estructura de la **psique humana**, tanto desde el punto de vista **filosófico** como desde el punto de vista

**médico-biológico**, se ha desarrollado profundamente. Hoy se puede afirmar sobre una sólida base científica que en una persona que **miente** se **modifican** las siguientes **funciones fisiológicas**:

- Cambio de la **mímica facial**.
- Alteración de la **respiración**.
- Aceleración de los **latidos cardíacos**.
- Aumento de la **sudación**.
- Variación del **tono de voz**.
- Modificación de la **resistencia eléctrica** de la **piel**.

Hay personas que son capaces de controlar una, dos e incluso tres de estas manifestaciones. Ahora bien, estadísticamente hablando, es **infrecuente** que una persona bajo **tensión**, como quien miente, pueda esconder todas estas alteraciones.

La **máquina de la verdad** tiene en cuenta casi todas las manifestaciones anteriormente enumeradas, **respiración**, **latidos cardíacos** y **resistencia eléctrica** de la **piel**. Solo personas

sona **conduce mejor** la **electricidad** cuanto **más nerviosa está**. Veamos como funciona.

## ESQUEMA ELÉCTRICO

Como se puede observar en la Fig.1 se trata de un circuito muy sencillo que puede ser alimentado con una **pila** corriente de **9 voltios**.

El integrado **NE.555 (IC1)** está conectado para trabajar como **oscilador astable**. Las resistencias **R1-R2** y el condensador **C1** determinan la **frecuencia** de la señal de salida en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia} = 1,44 : ( (R1 + (2 \times R2)) \times C1 )$$

En nuestro circuito en **paralelo** a la resistencia **R2** hay una **pista** utilizada para poner el **dedo** cuya resistencia eléctrica será tomada en cuenta. Así, en la **fórmula** de cálculo hay que introducir el término **Rtotal**, cuyo valor corresponde al **paralelo** de **R2** y la resistencia de la **piel**. **En lugar de R2** utilizaremos:

# con DIODOS LED

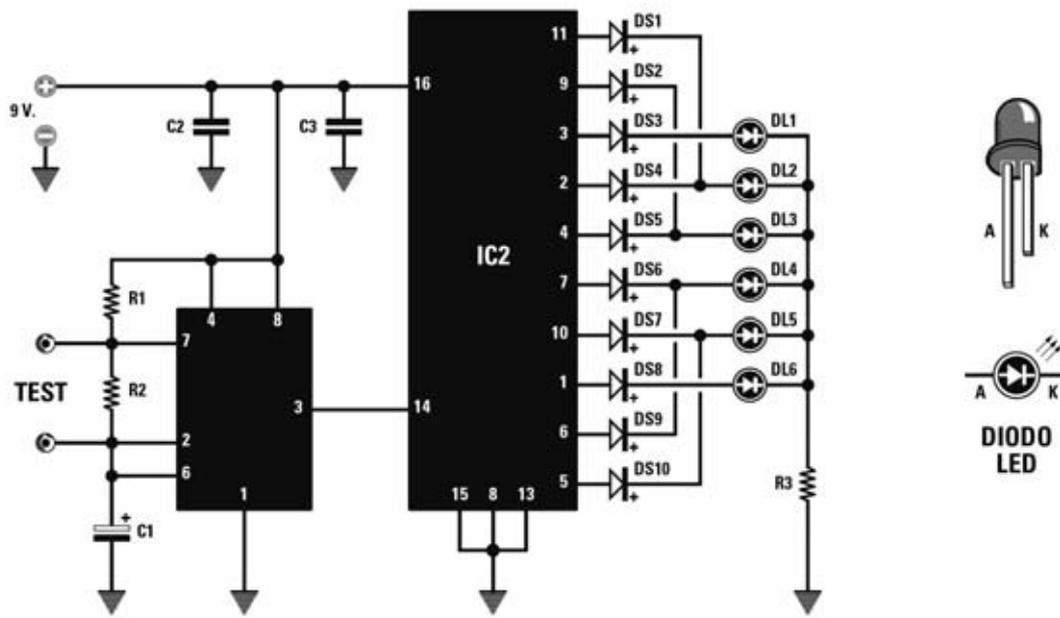
psíquicamente desequilibradas o actores natos han logrado engañarla.

Nuestro pequeño circuito demuestra de forma práctica que, a igualdad de condiciones climáticas (humedad por ejemplo), la **piel** de una per-

$$R_{total} = (R_{piel} \times R2) : (R_{piel} + R2)$$

De esta forma la señal en la **salida** de **IC1** (terminal **3**) tiene una **frecuencia proporcional** a la **resistencia** de la **piel**. Esta señal entra en el terminal **14 (clock)** del **contador-divisor IC2**.





**LISTA DE COMPONENTES LX.1682**

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| R1 = 3.900 ohmios             | C3 = 100.000 pF poliéster    |
| R2 = 6.800 ohmios             | DS1-DS10 = Diodos 1N.4148    |
| R3 = 330 ohmios               | DL1-DL6 = Diodos LED         |
| C1 = 10 microF. electrolítico | IC1 = Integrado NE.555       |
| C2 = 100.000 pF poliéster     | IC2 = Integrado CMOS CD.4017 |
- NOTA: Las tres resistencias utilizadas en este circuito son de 1/4 watio.

Fig.1 Esquema eléctrico del juego de la verdad con diodos LED LX.1682. El integrado NE.555 (IC1) está conexionado como oscilador astable. Los 6 diodos LED están controlados de forma individual mediante el contador-divisor CMOS CD.4017 (IC2) y por 10 diodos rectificadores. También se muestra la disposición de terminales de un diodo LED.

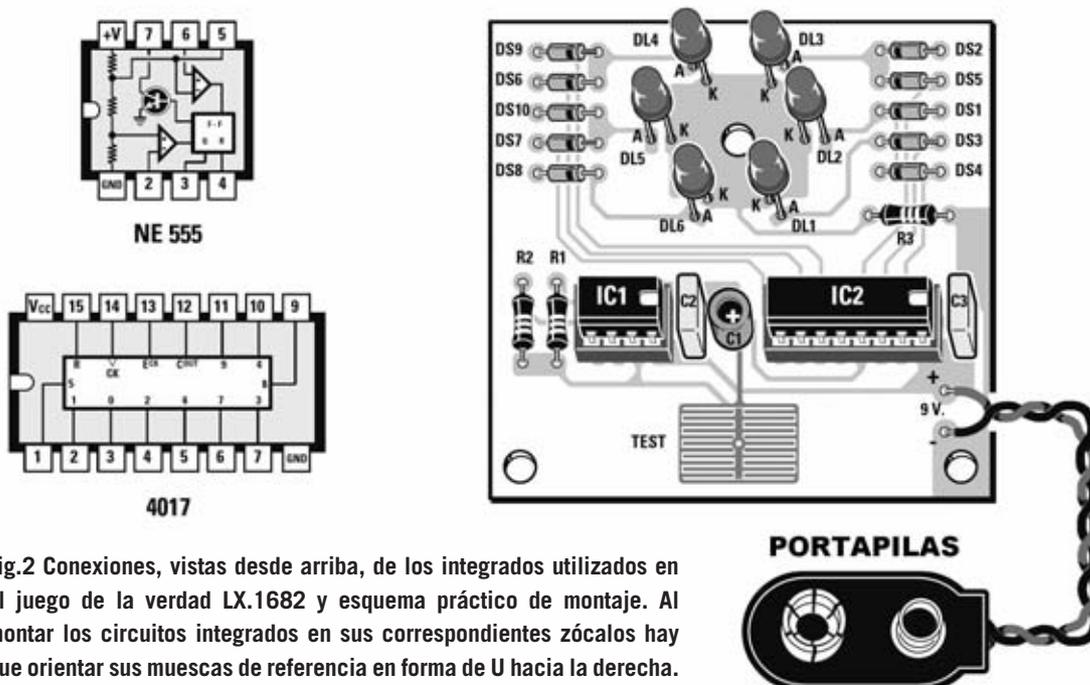


Fig.2 Conexiones, vistas desde arriba, de los integrados utilizados en el juego de la verdad LX.1682 y esquema práctico de montaje. Al montar los circuitos integrados en sus correspondientes zócalos hay que orientar sus muescas de referencia en forma de U hacia la derecha.

A través de los diodos **DS1-DS10**, conectados a las salidas del integrado **IC2**, se controlan individualmente los diodos LED **DL1** a **DL6**.

La resistencia **R3**, conectada al cátodo de todos los diodos LED, se utiliza para **estabilizar** la tensión de 9 voltios a **1,5 voltios**.

Tal como hemos dispuesto el montaje (ver Fig.2) el encendido de los **diodos LED** crea un **efecto giroscópico** cuya velocidad de rotación es proporcional a la frecuencia presente en el terminal **14** de **IC2**.

En concreto, cuanto **más rápido** se encienden los **diodos LED** **más nerviosa** está la **persona** que está tocando el circuito.

## REALIZACIÓN PRÁCTICA

El montaje del pequeño circuito impreso puede comenzar con la instalación de las **resistencias** y de los **condensadores**, respetando la **polaridad** de los terminales en el caso del **condensador electrolítico**.

En los laterales del circuito impreso se montan los **diodos rectificadores**, cinco en cada lado, orientando sus **franjas** de referencia tal como se muestra en el esquema de montaje práctico (ver Fig.2).

Es el momento de montar los **6 diodos LED** alrededor de la pista central de masa, orientando sus **cátodos** hacia el **centro** y manteniendo sus cabezas a la misma altura.

Es importante cuidar el aspecto estético del montaje ya que, en este caso, **no** hemos previsto la instalación del circuito impreso en un **mueble contenedor**.

Ha llegado el momento de montar los **zócalos** para los integrados y, una vez soldados los terminales,



instalar los **integrados** orientando sus **muestras** de referencia en forma de **U** hacia la **derecha**.

Para terminar hay que soldar el **cable rojo** y el **cable negro** del **portapilas** respetando la polaridad. Una vez realizada esta operación ya solo queda instalar una **pila de 9 voltios** en el portapilas.

## PRUEBA

Una vez alimentado el circuito, **sin tocar** el **punto de prueba**, los diodos LED tienen que encenderse y apagarse a una velocidad determinada.

Para probar el funcionamiento hay que verificar la **respuesta del circuito** a la **conductividad** de la **piel** tocando con la punta de un dedo las pistas del impreso diseñadas para este propósito.

Si no hay una variación perceptible en la velocidad de encendido de los diodos LED significa que la **resistencia** de vuestra **piel**, "conectada" en **paralelo** a **R2**, no es suficiente para provocar cambios sustanciales en el circuito.

Si este es el caso se puede probar a **aumentar** la **sudación** de la piel del dedo calentándola, o simplemente se puede **mojar** el dedo. Al tocar el circuito en estas condiciones la **frecuencia** de encendido de los diodos LED **aumentará considerablemente**.

Una vez terminadas las pruebas es el momento de **utilizar** la pequeña **máquina de la verdad** recién construida.

Cada uno puede utilizarla para comprobar la sinceridad de la persona que considere oportuno, eso sí, teniendo en cuenta la evaluación que realiza el dispositivo.

## PRECIOS de REALIZACIÓN

**LX.1682:** Todos los componentes necesarios para realizar el **juego de la verdad** mostrado en la Fig.2, incluyendo circuito impreso, resistencias, condensadores, diodos, diodos LED y circuitos integrados.....16,10 €  
**LX.1682:** Circuito impreso .....4,80 €

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.**



# GAUSSMETRO

Utilizando para visualizar las medidas un téster corriente, preferiblemente digital, se puede construir un económico gaussmetro para determinar la intensidad de cualquier campo magnético, como el generado por una bobina por la que circula una corriente eléctrica.

**E**n esta ocasión presentamos el proyecto de un **instrumento de medida** cuya adquisición en comercios de electrónica suele suponer un gran desembolso económico. Su desarrollo está sustentando por las múltiples pruebas de laboratorio que hemos realizado con el **sensor Hall** utilizado para la **Magnetoterapia de Baja Frecuencia a 100 gauss** publicada recientemente.

Hace ya algunos años proyectamos un sencillo y preciso **gaussmetro digital**, el medidor **LX.1125**.

**NOTA:** Quienes estén interesados en este circuito pueden encontrar su esquema eléctrico y la descripción de su funcionamiento en la **revista N°119**.

El nuevo gaussmetro ha sido proyectado buscando un **ahorro económico** y **energético** sin menoscabar en lo más mínimo la **precisión** de las **medidas**.

Además, quienes lo deseen, pueden conectar el instrumento a un **ordenador personal**. En este caso se puede utilizar la versátil **interfaz serie/paralelo LX.1127** y la tarjeta **voltímetro LX.1130** para la adquisición de la señal.

Aunque estas tarjetas de **adquisición de datos** tienen ya bastante tiempo siguen siendo perfectamente válidas. Incluso hoy en día se muestran como dispositivos de captura y tratamiento de datos para **PC** perfectamente utilizables.

**NOTA:** Recordamos que la interfaz **LX.1127** ha sido publicada en la **revista N°118** mientras

que la tarjeta **LX.1130** se publicó en la revista **Nº121**. El **CD-ROM CDR.1127** contiene el **código fuente** de todas las aplicaciones de captura de datos.

## ESQUEMA ELÉCTRICO

Para proyectar un **gaussmetro** es necesario contar con un **sensor de efecto Hall**, esto es, un dispositivo electrónico diseñado para **detectar** variaciones en el **campo magnético** y generar una **señal eléctrica** directamente **proporcional** a la fuerza del **campo magnético**. La señal eléctrica generada es fácilmente **medible** con un sencillo **voltímetro**.

Nosotros hemos optado por el sensor **UGN.3503U** de **Sprague** que, como se puede ob-

servar en su tabla de características, proporciona en su terminal de **salida (U)** una **tensión proporcional** a la **intensidad** del **campo magnético** detectado, una vez amplificada la señal adecuadamente mediante un operacional interno.

En condición de **reposo** en la salida hay presente un valor constante de **2,5 voltios**. Cuando el sensor detecta un campo magnético esta tensión sufre una **variación** de unos **1,3 milivoltios** por cada **gauss** detectado. Se obtiene un **aumento de tensión** cuando el **campo magnético** tiene polaridad **positiva** y una **disminución de tensión** cuando el **campo magnético** tiene **polaridad negativa**.

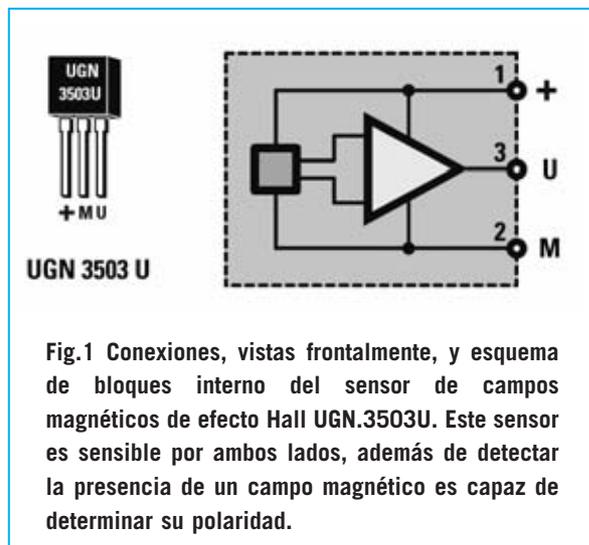
La tensión **estabilizada** de alimentación (**5 voltios**) es proporcionada al sensor mediante el regulador **78L05 (IC1)** a partir del suministro principal de alimentación, que es una **pila** corriente de **9 voltios**. En este circuito el doble amplificador operacional **TL.082 (IC2/A-IC2/B)** **no** necesita una alimentación **estabilizada**, por tanto su terminal de alimentación (pin **8**) se conecta directamente al polo **positivo** de la **pila**.

# para **TÉSTER**

servar en su tabla de características, proporciona en su terminal de **salida (U)** una **tensión proporcional** a la **intensidad** del **campo magnético** detectado, una vez amplificada la señal adecuadamente mediante un operacional interno.

En condición de **reposo** en la salida hay presente un valor constante de **2,5 voltios**. Cuando

**IC2/B**, mediante un **divisor resistivo** de tensión formado por las resistencias **R10-R11**, proporciona una tensión continua de valor constante igual a **2,5 voltios**, señal que es aplicada a una de las entradas del **téster** conectado a la salida del circuito. De esta forma se implementa una **masa ficticia**.



### Características del SENSOR UGN.3503U

Tensión de trabajo .....	4,5 a 6 voltios
Tensión de alimentación .....	5 voltios
Tensión de salida en reposo ....	2,5 voltios
Consumo .....	9-14 mA
Temperatura de trabajo .....	-20 a +85 °C
Sensibilidad .....	+/-1,3 mV por gauss
Rango .....	0 a 900 gauss

Capacidad de determinar la dirección del campo magnético

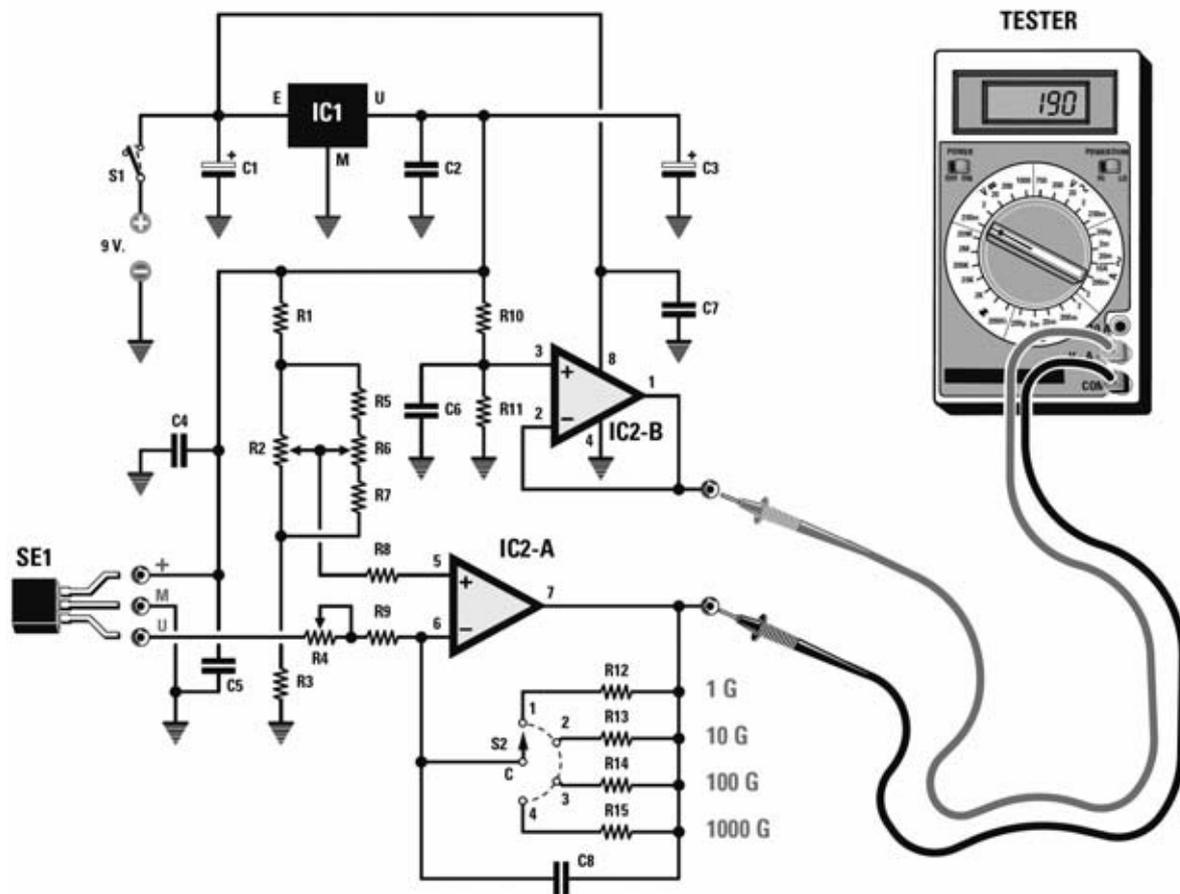


Fig.2 Esquema eléctrico del Gaussmetro para téster, preferiblemente digital. El circuito está basado en un sensor de efecto Hall (SE1) que detectando la presencia de campos magnéticos genera una tensión proporcional al campo, pudiéndose medir, por tanto, con un voltímetro.

#### LISTA DE COMPONENTES LX.1679

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| R1 = 10.000 ohmios              | R15 = 1.000 ohmios                       |
| R2 = Trimmer 1.000 ohmios       | C1 = 220 microF. electrolítico           |
| R3 = 10.000 ohmios              | C2 = 100.000 pF poliéster                |
| R4 = Trimmer 2.000 ohmios       | C3 = 22 microF. electrolítico            |
| R5 = 680 ohmios                 | C4 = 100.000 pF poliéster                |
| R6 = Potenciómetro 4.700 ohmios | C5 = 100.000 pF poliéster                |
| R7 = 680 ohmios                 | C6 = 470.000 pF poliéster                |
| R8 = 22.000 ohmios              | C7 = 100.000 pF poliéster                |
| R9 = 680 ohmios                 | C8 = 100.000 pF poliéster                |
| R10 = 10.000 ohmios             | IC1 = Integrado 78L05                    |
| R11 = 10.000 ohmios             | IC2 = Integrado TL082                    |
| R12 = 1 Megaohmio               | SE1 = Sensor Hall UGN.3503U              |
| R13 = 100.000 ohmios            | S1 = Interruptor                         |
| R14 = 10.000 ohmios             | S2 = Conmutador 2 circuitos 4 posiciones |

NOTA: Todas las resistencias utilizadas en este circuito son de 1/4 vatio.

**IC2/A** constituye un sencillo **amplificador inversor de ganancia variable** controlada mediante el conmutador rotativo **S2** que selecciona resistencias de diferente valor (**R12-R15**).

La entrada **no inversora** de este amplificador está polarizada con una tensión de unos **2,5 voltios**, tensión que puede **ajustarse** mediante el trimmer **R2** y el potenciómetro **R6**.

Esta tensión se utiliza para **poner a 0** el téster conectado a la salida cuando el sensor **no** está afectado por ningún **campo magnético**.

El condensador de poliéster **C8**, conectado entre la **entrada inversora** y la **salida** de **IC2/A**, tiene la función de **limitar** la **banda pasante** del amplificador, desarrollando de esta forma la función de **filtro**.

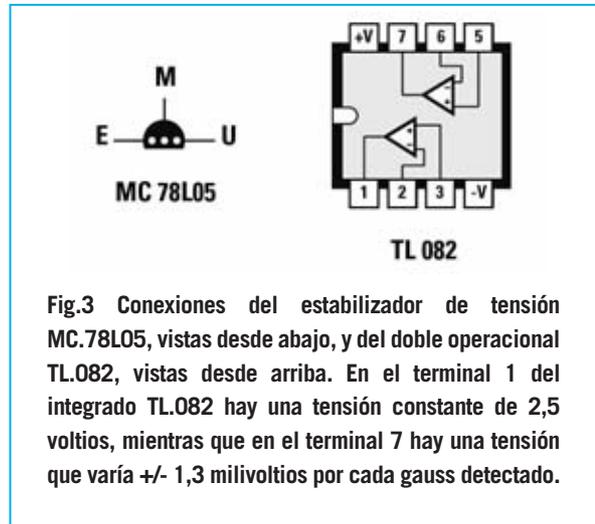
Con el conmutador **S2** en la **posición 1** la **ganancia** en tensión de la etapa compuesta por **IC2/A** varía, ajustando el trimmer **R4**, entre **373** y **1.470 veces**.

En estas condiciones, una vez **ajustado** adecuadamente el trimmer **R4**, se obtiene una **sensibilidad** que permite obtener en la salida una variación de **+/-1 voltio** por cada **gauss** de variación en el campo magnético.

**NOTA:** El sensor detecta campos magnéticos de polaridad positiva y de **polaridad negativa**. En este último caso la tensión presente en el terminal de salida de **IC2/A** conectado al borne negativo del téster tendrá un valor **inferior** a **2,5 voltios**, lo que se traducirá en una **tensión** medida en el **téster inferior** a **0 voltios**.

Si se utiliza un **téster digital** se indicará directamente el valor en **gauss** precedido de un **signo -**, señalizando de esta forma la **polaridad negativa** del campo magnético medido. En cambio, si se utiliza un **téster analógico** ante un campo magnético de polaridad negativa la aguja del instrumento tenderá a ir **más abajo de 0**, por lo que habrá que **desconectarlo** para **no dañarlo**. Evidentemente es **aconsejable** la utilización de un **téster digital**.

El resto de **escalas** se utilizan para obtener **sensibilidades menores** en progresión de **10**, lo que permite medir **campos magnéticos más fuertes**.



Por ejemplo, poniendo el conmutador **S2** en la **posición 3** la **sensibilidad** del instrumento es de **100 G**. En estas condiciones un campo magnético de **50 gauss** será visualizado en el téster como una tensión de **0,5 voltios**. En efecto:

$$0,5 \times 100 = 50$$

## REALIZACIÓN PRÁCTICA

El montaje del circuito no presenta ninguna dificultad. Una vez montado y ajustado funcionará inmediatamente.

Como de costumbre aconsejamos comenzar el montaje con la instalación del **zócalo** de **8** terminales que soporta a **IC2**, teniendo cuidado para no provocar cortocircuitos entre pistas adyacentes. Ha de montarse orientando hacia **abajo** su muesca de referencia en forma de **U**.

Acto seguido se pueden montar las **resistencias**, incluyendo el **trimmer** de **1.000 ohmios** (**R2**) y el **trimmer** de **2.000 ohmios** (**R4**).

Es el momento de instalar los **condensadores** de **poliéster** y los **dos condensadores electrolíticos** (**C1-C3**). En estos últimos hay que respetar la **polaridad** de sus terminales (el terminal **negativo** está identificado con un signo -).

Uno de los condensadores de poliéster de **100.000 picofaradios** se suelda directamente sobre los terminales del **sensor**, como se describe posteriormente.

Fig.4 Esquema práctico de montaje del Gaussmetro LX.1679. Todos los componentes, incluyendo el potenciómetro y el conmutador rotativo para la selección de escala, se sueldan directamente al circuito impreso. Para hacer el instrumento más versátil el sensor de efecto Hall no se conecta directamente al circuito impreso sino a través de un cable coaxial y un conector jack estéreo.

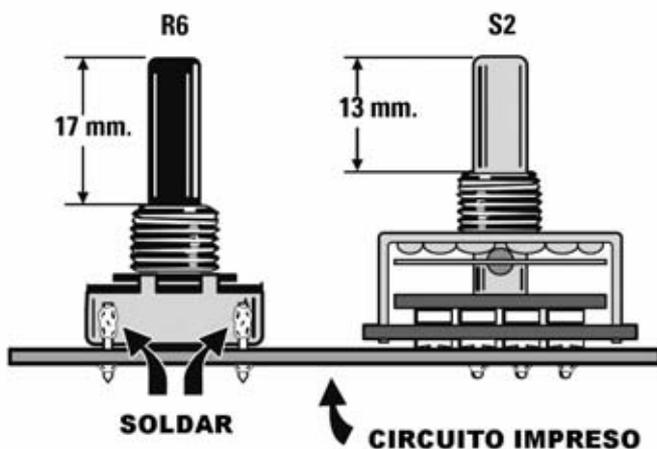
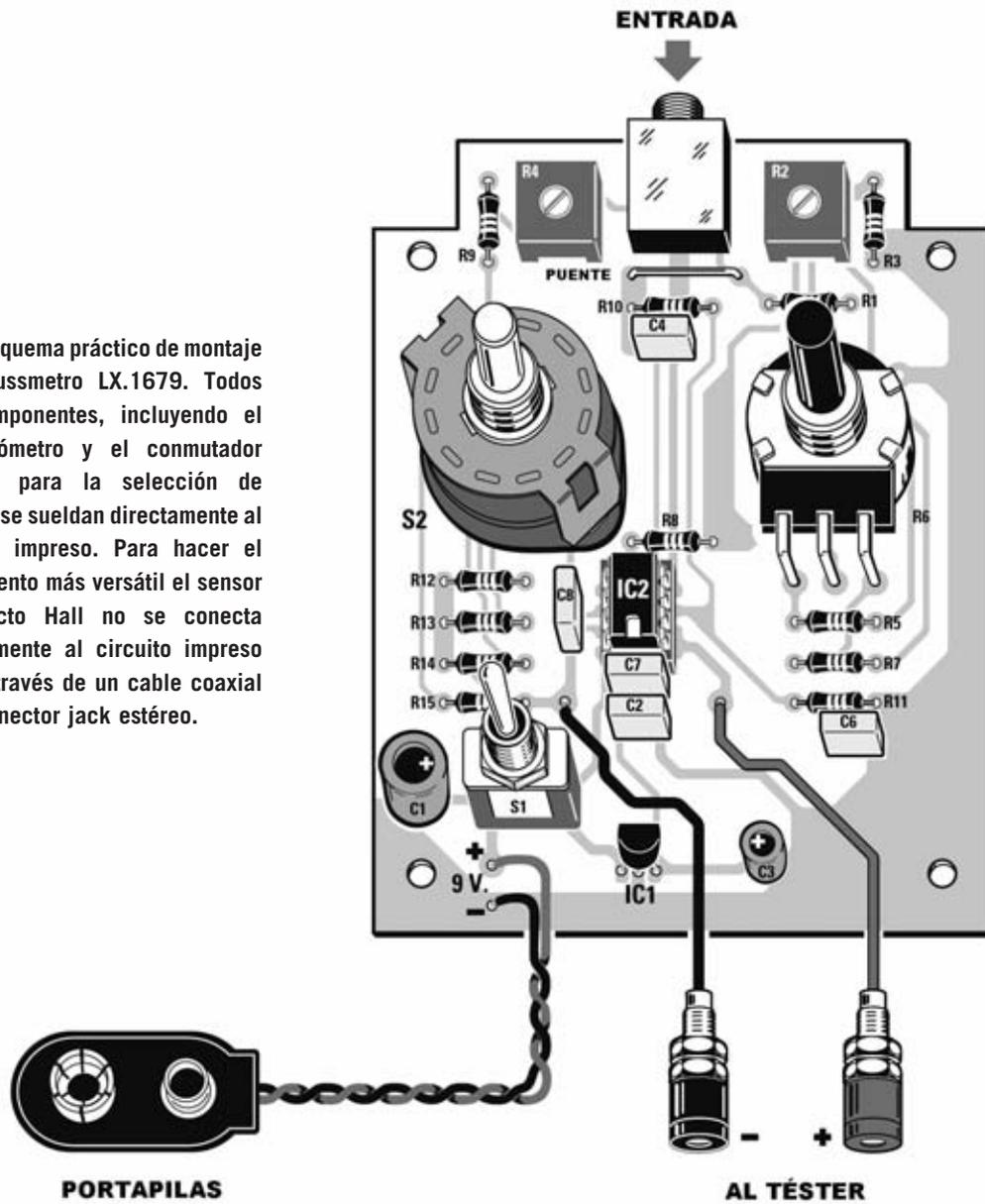


Fig.5 Antes de soldar el potenciómetro y el conmutador hay que acortar sus ejes con una pequeña sierra. Para fijar adecuadamente el potenciómetro, además de soldar sus terminales (ver Fig.4), hay que soldar a su encapsulado dos trozos de cable de cobre siguiendo las indicaciones aquí mostradas.

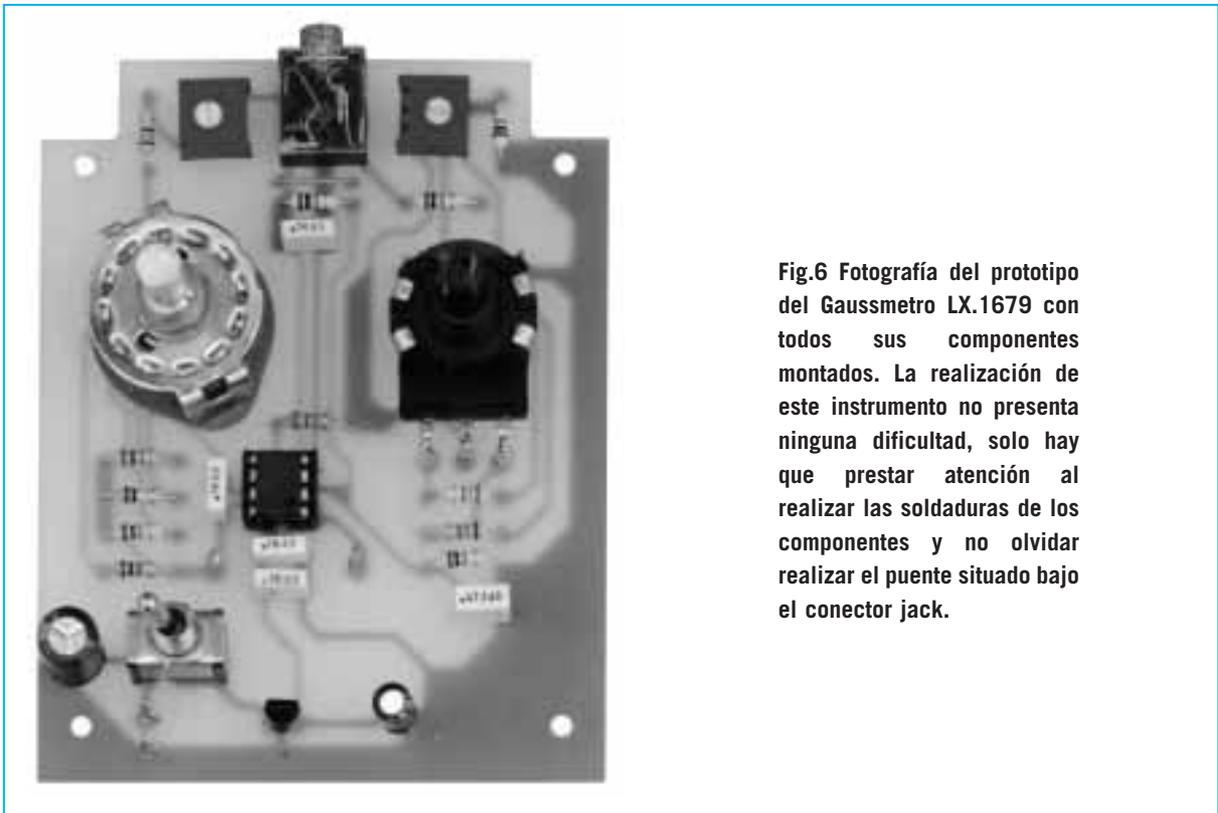


Fig.6 Fotografía del prototipo del Gaussmetro LX.1679 con todos sus componentes montados. La realización de este instrumento no presenta ninguna dificultad, solo hay que prestar atención al realizar las soldaduras de los componentes y no olvidar realizar el puente situado bajo el conector jack.

El montaje puede continuar con la instalación del regulador de tensión **78L05 (IC1)**. Al montarlo hay que orientar hacia **arriba** la parte **plana** de su cuerpo.

En la parte superior del circuito impreso, bajo los trimmers, hay que realizar un **puente** utilizando un trozo de **cable de cobre** (ver Fig.4).

Ahora hay que soldar, directamente en el circuito impreso, el interruptor de encendido **S1** y el conector **jack estéreo** utilizado para conectar el **sensor de efecto Hall**.

El potenciómetro lineal **R6** y el conmutador rotativo **S2**, utilizado para la selección de **escala**, también se sueldan directamente en el circuito impreso. En ambos casos previamente hay que **recortar sus ejes** para que no sobresalgan en exceso y para que se puedan montar adecuadamente los mandos de control.

En la **Fig.5** se muestran las **longitudes** de ambos **ejes** y la **posición** donde se han de soldar dos **trozos de cable** de cobre desnudo al cuerpo del potenciómetro para **inmovilizarlo** (para realizar esta operación se pueden utilizar terminales excedentes de resistencias o condensadores).

El **sensor** no se monta directamente en el circuito impreso sino que se conecta a través de un **conector jack** para **aumentar su alcance** y para que sea más **manejable** y **práctico** en las mediciones.

Es el momento de instalar los **terminales tipo pin** utilizados para la conexión de los **bornes de salida** y los cables del **portapilas**. Antes de conectar estos componentes hay que montar el circuito impreso en el mueble.

El montaje del impreso concluye con la instalación, en su zócalo correspondiente, del **integrado IC2**, orientando su muesca de referencia en coincidencia con la muesca de referencia del zócalo.

## PREPARACIÓN de la SONTA

El **sensor de efecto Hall** ha de conectarse a un **cable apantallado de dos hilos**, de esta forma se puede acercar a cualquier posición. La **longitud máxima** del cable no ha de superar **1 metro**.

Como se puede observar en la Fig.8, en un extremo del cable se instala un **conector jack estéreo macho** mientras que en el lado opuesto



Fig.7 En el kit se proporciona cable apantallado de dos hilos y un conector jack estéreo para construir la sonda de campos magnéticos con el sensor de efecto Hall. Aunque los terminales del sensor se pueden conectar directamente a los hilos del cable es aconsejable utilizar el conector de tres terminales incluido en el kit.

se conecta el **sensor de efecto Hall** y un condensador de **100.000 pF (C5)**.

Para hacer más sencillo y limpio el trabajo es aconsejable aprovechar el **conector de tres terminales** incluido en el kit en lugar de soldar directamente los

terminales del sensor al cable. Este procedimiento evitará que los terminales del sensor se doblen.

Para su realización hay que tomar como **referencia** el lado del sensor **serigrafiado** con su identificación (ver Fig.7).



Fig.8 Fotografía de la sonda, vista por el lado del sensor y por el lado del conector jack estéreo. El condensador de poliéster de 100.000 picofaradios se suelda directamente a los terminales + y M del sensor (ver Fig.1).

La **mall**a de pantalla del cable ha de conectarse al **terminal central** del **conector** en el cual se insertará el **terminal central** del **sensor (M)**. Al terminal del conector donde se enchufará el **terminal de salida** del **sensor (U)** se ha de soldar el cable **blanco**, mientras que al terminal del conector donde se enchufará el terminal de alimentación del **sensor (+)** se ha de soldar el cable **rojo**.

El condensador **C5** ha de conectarse a los terminales **+** y **M** del **sensor**. Puesto que no es electrolítico **no** es necesario respetar ninguna **polaridad**.

## MONTAJE en el MUEBLE

El circuito se instala en el **mueble** contenedor de color negro **MO.1679**. Este mueble incluye un receptáculo para un portapilas. Sus dimensiones y estructura permiten disponer de un medidor realmente **portátil**.

Antes de instalar el circuito impreso hay que realizar un **agujero** en el mueble para la salida del **conector jack**. Para simplificar esta operación hemos reproducido todas las cotas necesarias para su realización (ver Fig.9).

Una vez instalado el circuito haciendo encajar la salida del conector jack en su agujero hay que fijarlo al mueble utilizando los **4 tornillos** incluidos en el kit.

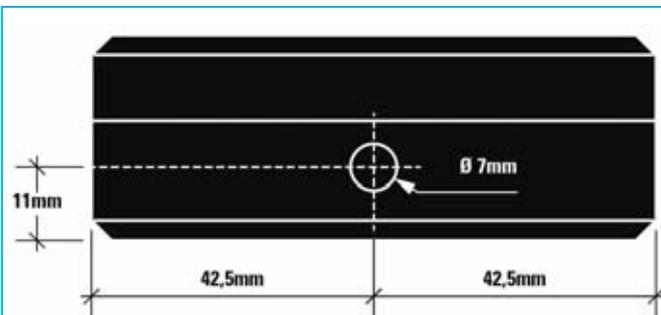


Fig.9 El mueble de plástico que hemos elegido para el Gaussmetro carece de agujeros. Para simplificar las operaciones de taladrado en este esquema hemos reproducido las cotas y las dimensiones del agujero necesario para el conector jack de salida.

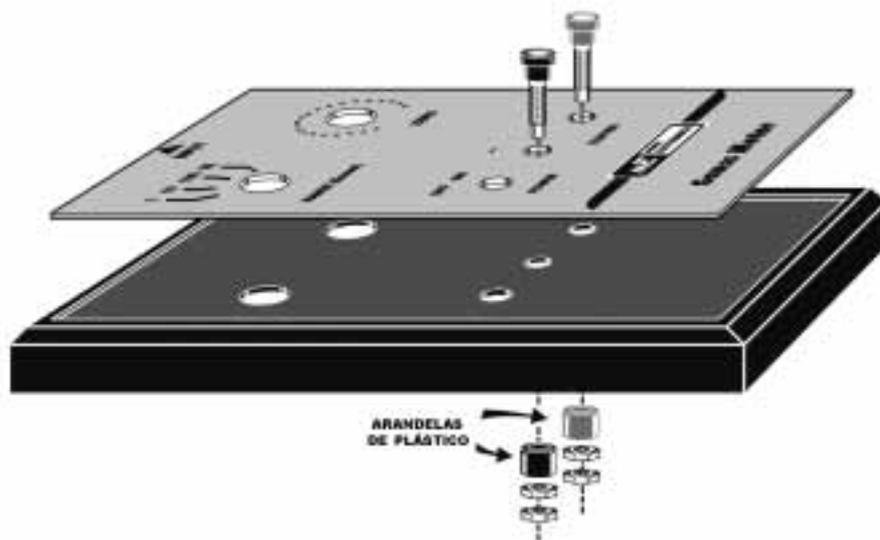


Fig.10 Puesto que el panel lo proporcionamos perforado y serigrafiado se puede apoyar directamente sobre la tapa del mueble para determinar las posiciones y los diámetros de los agujeros. Los dos bornes de conexión para el téster deben instalarse aislándolos eléctricamente del metal del panel con sus arandelas de plástico.

El mueble incluye un **panel** de aluminio **perforado** y **serigrafiado** que, una vez completado el montaje, ha de fijarse a la tapa.

Puesto que la **tapa** del **mueble** **no** está **perforada** se puede utilizar el propio panel para determinar las posiciones y los diámetros de los agujeros necesarios para hacer salir el eje del potenciómetro, el eje del conmutador, el interruptor de encendido y los dos bornes para el téster (ver Fig.10).

Al fijar los **bornes** para el téster hay que instalar su **arandela de plástico** en la parte interior de la tapa. Esta arandela aísla el cuerpo metálico de los bornes del panel de aluminio.

Es el momento de instalar el **portapilas** en su hueco correspondiente haciendo pasar los cables hasta el circuito impreso a través la pequeña apertura practicada para este fin. Una vez pasados los cables han de soldarse al circuito impreso.

Una vez montado el portapilas hay que instalar una **pila de 9 voltios**.

El montaje ha terminado. No obstante, antes de cerrar el mueble, hay que **ajustar** el **trimmer R2**, que junto al potenciómetro **R6** permite **poner a 0 el téster** cuando el sensor no está afectado por campos magnéticos. También hay que ajustar el **trimmer R4** para conseguir la sensibilidad que permite obtener en la salida una **variación de + /-1 voltio por cada gauss** de campo magnético detectado por el sensor.

## AJUSTE

Antes de proceder al ajuste del gaussmetro hay que **regular** los **dos trimmer** y el **potenciómetro** a **medio recorrido**.

A continuación hay que conectar la **sonda** a la entrada del circuito y conectar al gaussmetro un



Fig.11 Fotografía del prototipo del circuito impreso instalado en el mueble. El cableado no presenta ninguna dificultad, únicamente hay que respetar las polaridades (+/rojo) (-/negro). En la tapa se fijan los dos bornes para conectar las puntas del téster. Al montar estos bornes hay que aislarlos con sus arandelas de plástico (ver Fig.10).

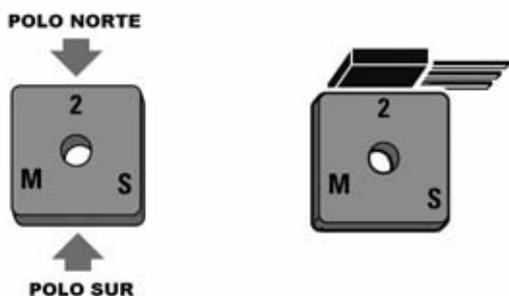


Fig.12 El polo Norte del pequeño imán de 190 gauss necesario para el ajuste se encuentra en correspondencia con el número 2. Para ajustar el medidor hay que apoyar este lado del imán en el cuerpo del sensor por el lado que tiene serigrafiada la referencia UGN.



Fig.13 Fotografía del sensor de efecto Hall y del imán de 190 gauss. Al realizar el ajuste hay que mover el imán hasta obtener la máxima lectura. Las superficies del imán y del sensor tienen que estar en contacto.

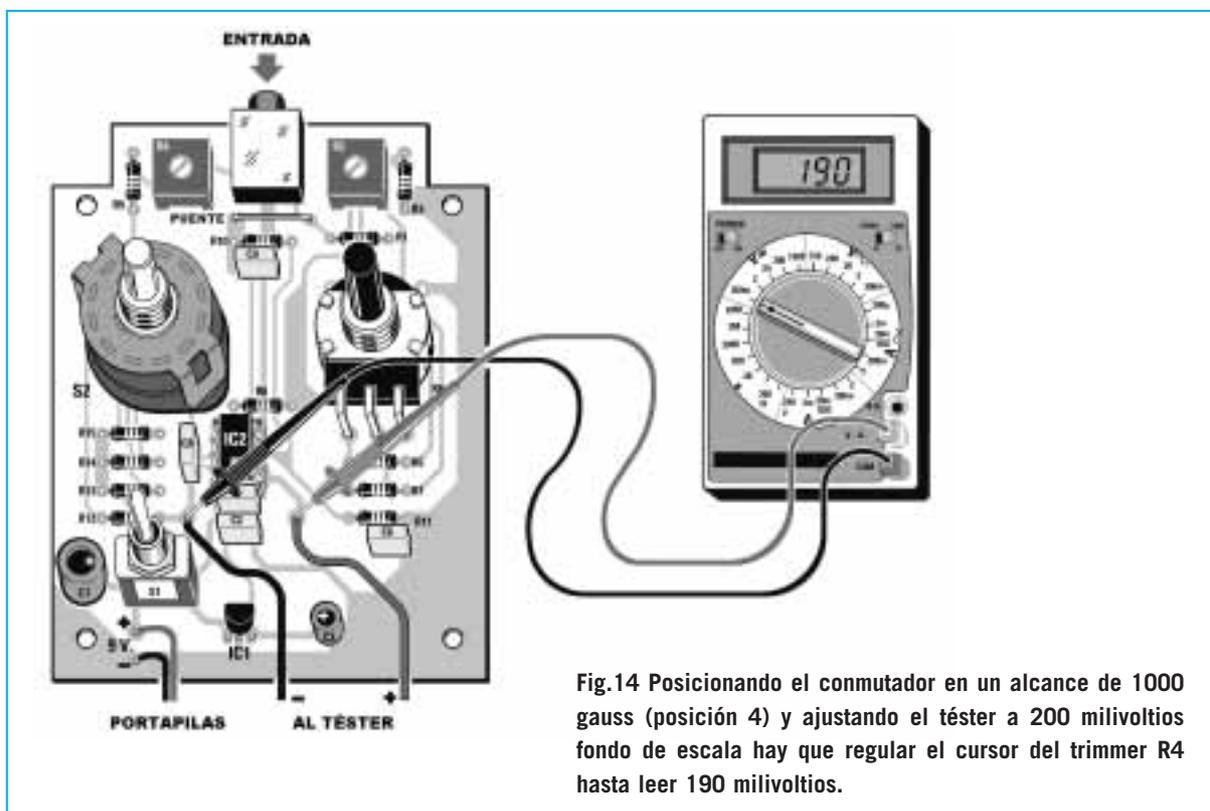


Fig.14 Posicionando el conmutador en un alcance de 1000 gauss (posición 4) y ajustando el tés-ter a 200 milivoltios fondo de escala hay que regular el cursor del trimmer R4 hasta leer 190 milivoltios.

tés-ter predispuerto para medir **tensión continua** a **1 voltio fondo de escala**. Obviamente el tés-ter ha de conexionarse respetando la **polaridad**.

Seguidamente hay que posicionar el conmutador **S2** del gaussmetro en la **posición 4 (1000 gauss)**. Ahora hay que **encender** el **medidor** y el **tés-ter**, comprobando que **no** haya **campos magnéticos próximos**, como por ejemplo los generados por unas **cajas acústicas**.

El proceso de ajuste propiamente dicho puede comenzar. La primera operación a realizar consiste en **ajustar** el cursor del **trimmer R2** de modo que en el **tés-ter** se lea una tensión de **0 voltios**.

En el kit proporcionamos un **imán calibrado a 190 gauss**. Este imán, de forma cuadrada, presenta las inscripciones **2** y **M-S**. Estas indicaciones sirven para identificar el **polo positivo** y el **polo negativo** del imán. Como se puede ver en la Fig.12, el **2** identifica el polo positivo o **Norte**, mientras que las letras **M-S** identifican el **polo negativo** o **Sur**.

Para ajustar el instrumento hay que **acercar** el **imán** al **sensor** hasta tocarlo. Apoyando el **polo positivo** en el lado del sensor en el que

aparece la **inscripción UGN** (ver Fig.12) el **tés-ter** indicará una **tensión positiva**.

Desplazando ligeramente el imán hay que tratar de encontrar la posición en la que se obtenga la **máxima lectura**. Una vez conseguida esta condición hay que ajustar el cursor del **trimmer R4** hasta obtener una lectura de **0,19 voltios**, correspondientes, en la **posición 4**, a **190 gauss**. En efecto:

$$0,19 \times 1000 = 190 \text{ gauss}$$

Si vuestro **tés-ter** admite la posición de **200 milivoltios** fondo de escala se puede obtener **mayor precisión** y una lectura directa de **190 milivoltios**, correspondientes, en la **posición 4**, a **190 gauss**.

El dispositivo está listo para medir cualquier campo magnético. Ya solo queda **cerrar el mueble** utilizando cuatro tornillos y montar los **mandos** en los ejes del **potenciómetro** y del **conmutador**.

Cada vez que se realice una medida hay que recordar **borrar la lectura** del gaussmetro utilizando el potenciómetro **R6** con el sensor separado de cualquier campo magnético.



Esta operación es **muy importante**, y más aún en los **alcances más sensibles** en los cuales puede suceder que no se consiga obtener una lectura de **0**, ya que el sensor estará captando el **campo magnético terrestre**.

## APLICACIONES

Este sencillo **gaussmetro** puede ser utilizado para un **gran número** de aplicaciones. Citamos algunas.

Por ejemplo, para encontrar un punto de **sincronismo** en una **rueda de hierro** o para **contar** los **dientes** de un **engranaje**. En estos casos el sensor detecta la interrupción del campo magnético cuando hay una **muesca** (ver Fig.15).

También se puede medir el flujo que genera un **transformador**, o cualquier **conductor**, provocado por el paso de la corriente eléctrica, esto es se puede **medir la corriente sin** tener que **desconectar** ningún elemento para poner en serie el medidor, tal como hace un amperímetro. De hecho esta es la técnica que utilizan las **pinzas amperimétricas**.

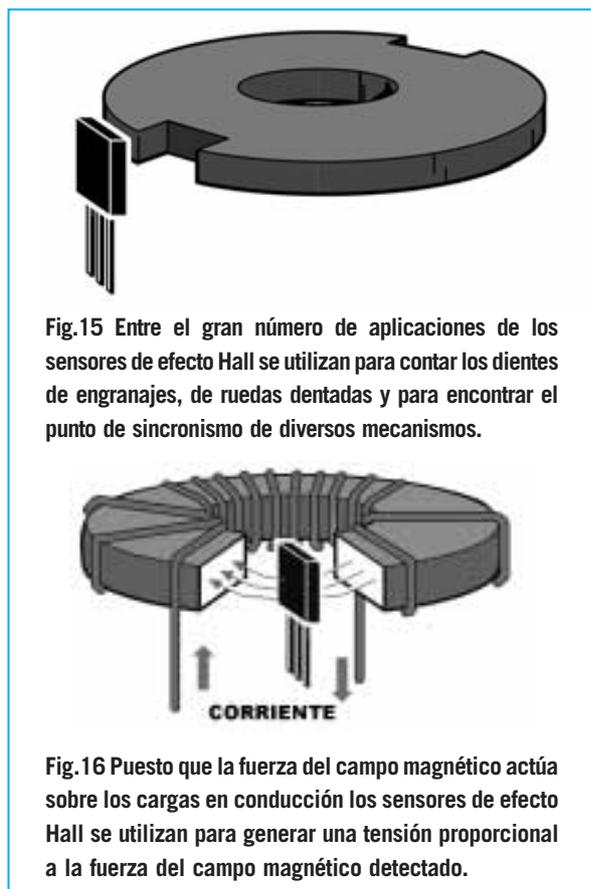


Fig.15 Entre el gran número de aplicaciones de los sensores de efecto Hall se utilizan para contar los dientes de engranajes, de ruedas dentadas y para encontrar el punto de sincronismo de diversos mecanismos.

Fig. 16 Puesto que la fuerza del campo magnético actúa sobre las cargas en conducción los sensores de efecto Hall se utilizan para generar una tensión proporcional a la fuerza del campo magnético detectado.

## PRECIOS de REALIZACIÓN

**LX.1679:** Todos los componentes necesarios para realizar el **Gaussmetro para téster** (ver Fig.4 y Fig.6), incluyendo circuito impreso, mueble **MO.1679** con panel de aluminio perforado y serigrafado, **cable apantallado** para realizar la sonda con el sensor **UGN.3503U** y un **imán** calibrado a **190 gauss** para realizar el ajuste .....62,40 €  
**LX.1679:** Circuito impreso .....9,12 €

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.**

## EDWIN HERBERT HALL y el efecto GALVANOMAGNÉTICO

El físico estadounidense Edwin Herbert Hall nació en Great Falls (Maine) en **1855**. Cursó estudios en la universidad Johns Hopkins de Baltimore.

En **1879** descubrió el efecto **galvanomagnético** que posteriormente tomó su nombre (**efecto Hall**) mientras desarrollaba su tesis de doctorado en Física.

El experimento de Hall consistió en exponer una fina hoja de oro (posteriormente utilizó otros materiales) sobre una base de vidrio, cubriendo toda la superficie.

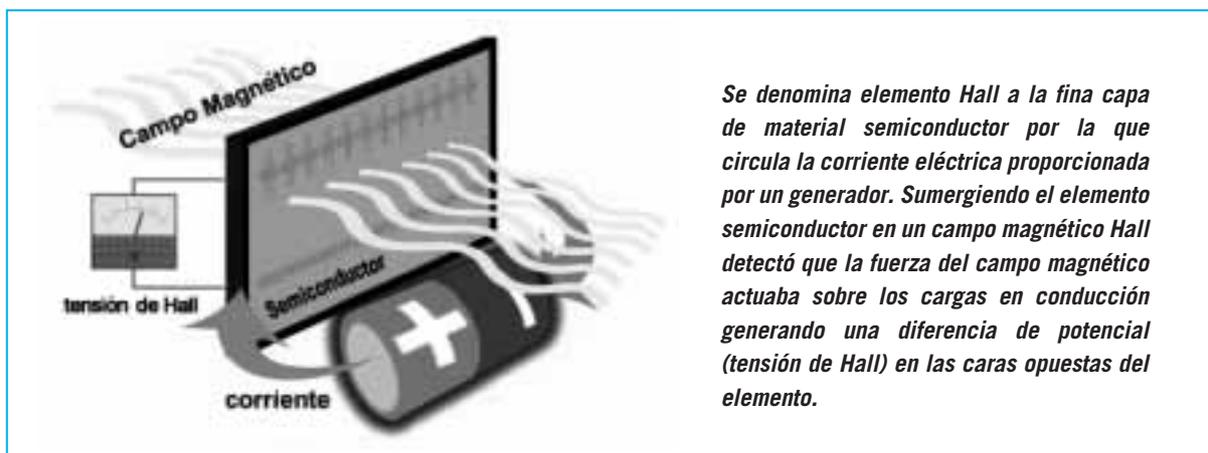
Hizo circular una corriente eléctrica por la fina hoja de material conductor (elemento Hall) inmerso en un campo magnético perpendicular a la corriente. Hall registró una diferencia de potencial (tensión de Hall) sobre las caras opuestas del material. El **efecto Hall** consiste precisamente en la formación de esta diferencia de potencial.

El campo eléctrico que se produce tiene una intensidad **proporcional** a la fuerza del campo magnético. Desde el punto de vista práctico esta relación permite medir de una forma muy precisa la intensidad de los campos magnéticos.

En **1880** las conclusiones de sus experimentos fueron **publicadas** como tesis de doctorado en el *American Journal of Science*. En 1885 Hall fue nombrado profesor de física de Harvard. Se jubiló en 1921. Murió en el 1938 en Cambridge, Massachussets (Estados Unidos).



El **efecto Hall** es el principio que utilizan los **sensores de campos magnéticos** construidos actualmente para un gran número de aplicaciones. Estos sensores se suelen utilizar como detectores de proximidad, detectores de presencia de objetos magnéticos, medidores de posicionamiento y velocidad, detectores de principio y fin de carrera, control del número de vueltas de un motor y para la detección del estado de puertas, ventanas y cerraduras.



Se denomina elemento Hall a la fina capa de material semiconductor por la que circula la corriente eléctrica proporcionada por un generador. Sumergiendo el elemento semiconductor en un campo magnético Hall detectó que la fuerza del campo magnético actuaba sobre los cargas en conducción generando una diferencia de potencial (tensión de Hall) en las caras opuestas del elemento.

FAMILIA	Código	Descripción	PVP	Revista	Mueble	
<b>TELECOMUNICACIONES</b>	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	*	
<b>EMISIÓN</b>	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	*	
	<b>EMISIÓN T.V</b>	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	
<b>EMISIÓN F.M.</b>	LX 010	Emisora de FM de 1 vatio	40,05€	72-144		
	LX 5036	Radiomicrofono FM Banda 88-108 MHz	15,24€	189		
<b>EMISIÓN C.B.</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		
	LX 5042	Transm.27 MHz mod, AM sonda de carga	4,33€	196		
<b>EMISIÓN COMPLEMENTOS</b>	LX 1248	Codificador estéreo	96,01€	145		
<b>RECEPCIÓN</b>	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	*	
	<b>RECEP.O/CORTA O/LARGA RECEP.COMPLEMENTOS</b>	LX 1532	Redescubrir la fascinante Onda Corta	57,95€		
		LX 1467	E.Alimentación + conmutación para KM1466	46,43€	199	
	KM 1466	Preamplificador de antena de 20 a 450 MHz	5,49€	199		
<b>SATELITES METEREOLÓGICOS</b>		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		
<b>LABORATORIO FRECUENCIMETROS</b>	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	*	
	LX 1234	Generador de VFO sintetizado 1,2 GHz	69,63€	142	*	
	LX 1234/B	Etapa de conmutación completa LX 1234	89,40€	142		
<b>LABORATORIO GENERADORES</b>	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	
	<b>LABORATORIO GENERADOR BF</b>	LX 1151	Generador de BF	31,07€	124	*
		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		
<b>LAB.GENERADOR TV LABORATORIO MEDIDORES</b>	LX 1125	Medidor flujo magnético	56,04€	119		
	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	

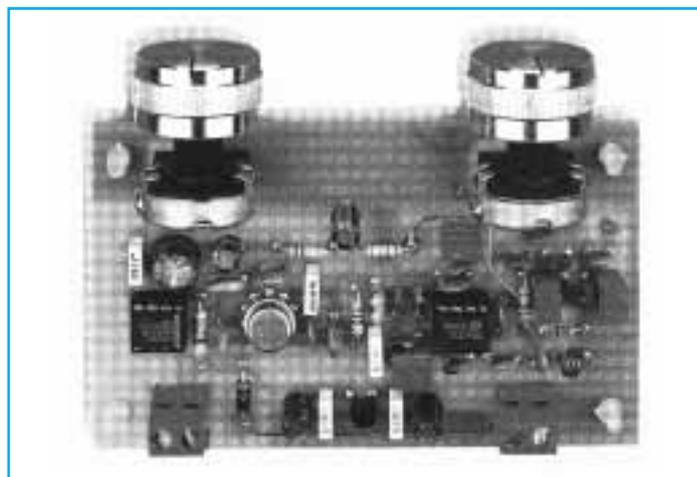
FAMILIA	Código	Descripción	PVP	Revista	Mueble
	LX 1431	Analizador RF para osciloscopio	105,48€	192	*
	LX 1432	Fuente de Alimentación para LX 1431	37,98€	192	
	LX 1435- /B	Contaminación e. irradiada por enlaces RF	115,60€	193	
	LX 1512	Medidor de Tierra	66,20€	215	*
	LX 1518	Medir la ESR de un condensador 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	
<b>LAB. COMPROBADORES</b>	LX 1272	Comprobador de Mospower Mosfet e IGBT	23,65€	152	
	LX 5014	Comprobador de transistores	61,60€	160	incluido
<b>LAB. COMPLEMENTOS</b>	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	
<b>SONIDO HI-FI</b>	LX 1113	Ampl. HI-FI estéreo con válvulas. EL34	325,63€	115	*
<b>SONIDO AMPLIFICADORES</b>	LX 1114	Ampl. HI-Fi estéreo con válvulas KT88	371,43€	115	
	LX 1114	Fuente de alimentación para LX 1113	142,08€	115	
	LX 1115	Vú-meter para amplificadores	18,00€	115	
	LX 1239	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	
<b>SONIDO HI-FI PREVIOS</b>	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	*
<b>SONIDO HI-FI COMPLEM.</b>	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	*
<b>FUENTES DE ALIMENTACIÓN</b>	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	*
<b>CARGADORES</b>	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	*
<b>SEGURIDAD ALARMAS</b>	LX 1396	RADAR antirrobo de 10 gHz	50,49€	184	incluido
	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	*
<b>SEGURIDAD SIRENAS</b>	LX 5025	Sirena bitonal digital	19,41€	170	
<b>SEG. COMPLEMENTOS</b>	LX 5027	Contador 2 cifras	27,86€	172	
	LX 5028	Contador 2 cifras	25,33€	172	
<b>SEGURIDAD DETECTORES</b>	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
<b><u>MEDICINA ELECTRONICA</u></b>	LX 559	Detector de acupuntura	17,13€	8	
	LX 654	Acupuntura portatil	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	Etapa 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 Iontoforesis 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	Etapa Voltímetro para LX.1480	36,66€	202		
<b><u>LUCES-ILUMINACIÓN</u></b>	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
	<b><u>MISCELANEA</u></b>	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	
<b><u>CIRCUITOS DIDÁCTICOS</u></b>	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	
<b><u>CIRCUITOS TELÉFONO</u></b>	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	
<b><u>MANDO A DISTANCIA</u></b>	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 traves de red eléctrica	58,15€	210	incluido
	LX 1502	Receptor de LX1501	64,65€	210	incluido
<b><u>ORDENADORES</u></b>	LX 1574	Programador de EPROM para puerto paralelo	82,95€	237	
	LX 1575	Etapa de soporte para LX 1574	31,10€	237	

**¡MAS DE 800 MONTAJES DISPONIBLES!** [www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com)

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

Los amantes de los circuitos poco comunes pueden montar este sencillo receptor que, utilizando únicamente tres circuitos integrados, permite captar todas las emisoras que transmiten en FM en el rango de 88 a 108 MHz. El sonido que emite su altavoz es de alta fidelidad.



## FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

En un mercado repleto de receptores “made in China” no es una noticia de primera página el kit de un receptor FM (88-108 MHz). El receptor que aquí presentamos utiliza solo 3 integrados (4 teniendo en cuenta el integrado estabilizador) y emite sonido Hi-Fi.

El integrado IC1, un TDA.7112, se utiliza para convertir las frecuencias captadas (88 a 108 MHz) a una frecuencia fija de 10,7 MHz. IC2, un S041/E, se utiliza como amplificador para 10,7 MHz y como demodulador, mientras que IC4, un TDA.7052/B, se utiliza como amplificador BF capaz de proporcionar una potencia de 1 vatio.

En la entrada de antena hay que aplicar un cable de cobre colocado preferiblemente en posición vertical. Para captar FM en el rango 88-108 MHz no sirve la regla “cuanto más larga es la antena más emisoras se captan”, de hecho su longitud tiene que ser igual a 1/4 o a 3/4 de la longitud de la onda que se recibe.

Para el rango 88-108 MHz el valor central de las frecuencias es  $(88 + 108) : 2 = 98 \text{ MHz}$

Si se quiere utilizar una antena de 1/4 de onda: Longitud =  $72 : 98 = 0,73 \text{ metros}$ , es decir, 73 cm

Si se quiere utilizar una antena de 3/4 de onda: Longitud =  $(72 : 98) \times 3 = 2,2 \text{ metros}$

Las señales captadas por la antena, antes de entrar a IC1, pasan a través del doble filtro pasa-banda compuesto por JAF1-C2 y JAF2-C4, que se encarga de dejar pasar todas las frecuencias comprendidas entre 88 MHz y 108 MHz, atenuando todas las frecuencias que están fuera de esta banda.

Para convertir estas frecuencias al valor fijo de 10,7 MHz hay que mezclarlas con una señal RF comprendida

entre 98 MHz y 119 MHz. Para ello basta con aplicar a los terminales 6-7 de la etapa de oscilación de IC1 los condensadores C9-C8-C10 y la inductancia L1 con el diodo varicap DV1 conectado en paralelo.

Girando el cursor del potenciómetro R2 hacia masa se sintoniza a 88 MHz, mientras que girándolo en sentido contrario, hacia los 5 voltios positivos, se sintoniza a 108 MHz.

Del terminal de salida del mixer de IC1 sale la señal convertida a 10,7 MHz. Esta señal se lleva a la entrada del filtro cerámico FC1 de 10,7 MHz, cuya salida se aplica a IC2. Al conectar los terminales 6-8 de IC2 a un filtro discriminador de 10,7 MHz (FC2) se obtiene del terminal 7 una señal BF que se lleva, a través de C28, a la entrada de IC4, integrado que se encarga de amplificar la señal BF.

El potenciómetro R7 permite ajustar el nivel de la señal BF, es decir, realiza la función de control de volumen. Cuando el cursor de R7 se ajusta a la resistencia máxima (470.000 ohmios) en la salida se obtiene la potencia máxima. Si el cursor se ajusta a la resistencia mínima en la salida se obtiene la potencia mínima.

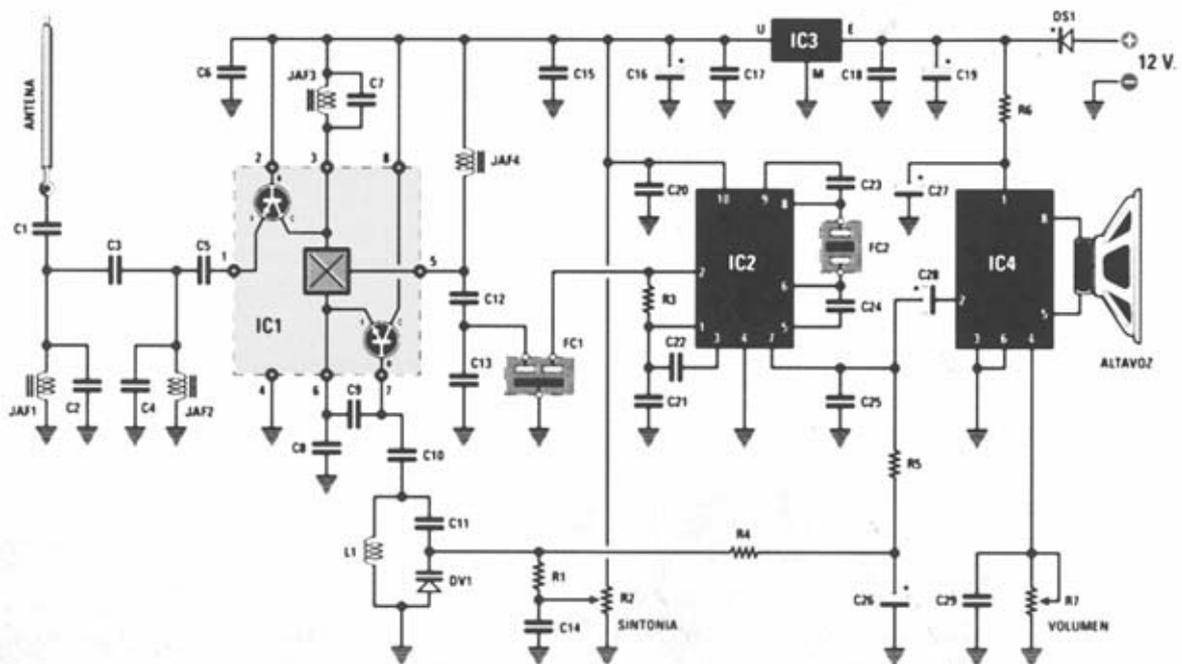
El altavoz de 8 ohmios, o el auricular de 32-36 ohmios, se conecta a los terminales 5-8 de IC4.

Adicionalmente al receptor se le ha dotado de un Control Automático de Frecuencia, compuesto por dos resistencias (R4-R5) y un condensador (C26), conectados entre el terminal 7 de IC2 y el diodo varicap DV1.

Para alimentar el circuito se necesita una tensión estabilizada de 12 voltios, que se puede obtener de cualquier alimentador que suministre esta tensión. A través del integrado IC3 esta tensión se estabiliza a 5 voltios, ya que se precisa para alimentar los integrados IC1-IC2.

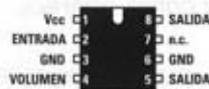
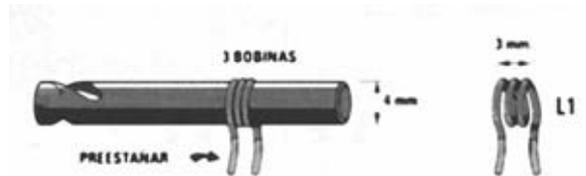
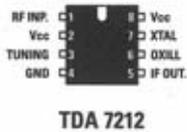
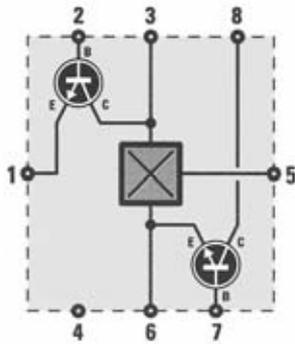
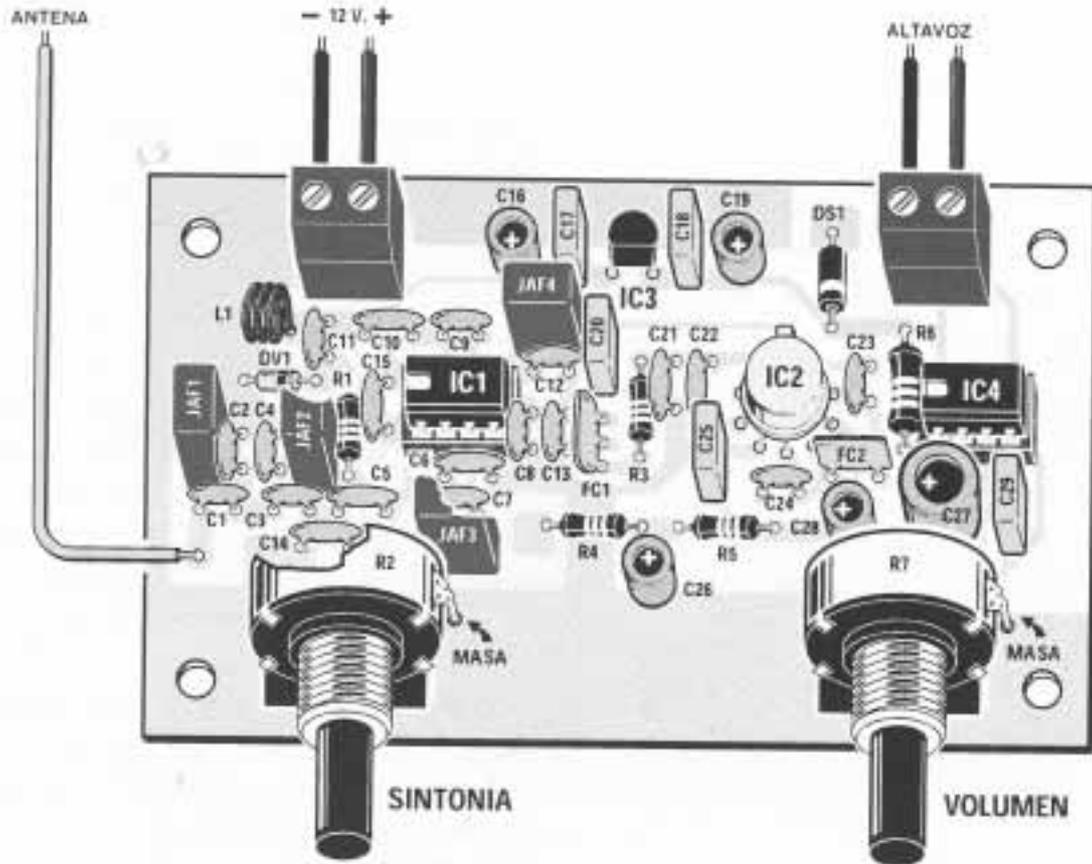
LISTAS DE COMPONENTES LX.1529

R1 = 100.000 ohm	C11 = 1.000 pF cerámico	C28 = 10 microF. electrolítico
R2 = 100.000 ohm pot. lin.	C12 = 33 pF cerámico	C29 = 100.000 pF poliester
R3 = 330 ohm	C13 = 47 pF cerámico	JAF1 = impedancia 0,15 mh
R4 = 270.000 ohm	C14 = 100.000 pF cerámico	JAF2 = impedancia 0,15 mh
R5 = 220.000 ohm	C15 = 100.000 pF cerámico	JAF3 = impedancia 0,15 mh
R6 = 4,7 ohm 1/2 wat	C16 = 47 microF. electrolítico	JAF4 = impedancia 10 mh
R7 = 470.000 ohm pot. lin.	C17 = 100.000 pF poliester	L1 = 3 espiras de 0,6 mm sobre 0,4 mm
C1 = 1.000 pF cerámico	C18 = 100.000 pF poliester	FC1 = filtro cerámico 10,7 MHz
C2 = 12 pF cerámico	C19 = 47 microF. electrolítico	FC2 = discriminador 10,7 MHz
C3 = 4,7 pF cerámico	C20 = 100.000 pF poliester	DS1 = diodo tipo 1N.4007
C4 = 12 pF cerámico	C21 = 100.000 pF cerámico	DV1 = varicap tipo BB.329
C5 = 47 pF cerámico	C22 = 100.000 pF cerámico	IC1 = integrado tipo TDA.7212
C6 = 100.000 pF cerámico	C23 = 18 pF cerámico	IC2 = integrado tipo S.041E
C7 = 15 pF cerámico	C24 = 18 pF cerámico	IC3 = integrado tipo MC.78L05
C8 = 22 pF cerámico	C25 = 3.300 pF poliester	IC4 = integrado tipo TDA.7052B
C9 = 15 pF cerámico	C26 = 10 microF. electrolítico	ALTAVOZ = altavoz 8 ohm
C10 = 1.000 pF cerámico	C27 = 220 microF. electrolítico	

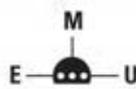


Esquema eléctrico y lista de componentes del Receptor FM LX.1529.

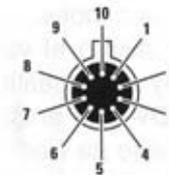
# MONTAJE Y AJUSTE



**TDA 7052 B**



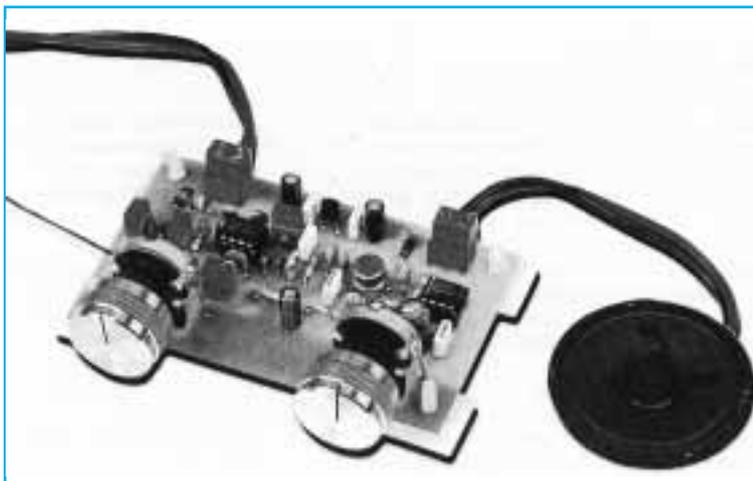
**MC 78L05**



**S 041 E**

Esquema de montaje práctico de la placa LX.1529 y disposición de terminales de los semiconductores utilizados en el circuito. También se muestran las indicaciones para realizar la bobina L1.





**Aspecto final del circuito LX.1529 una vez montados todos sus componentes, incluyendo la conexión del altavoz, cables de alimentación y antena.**

Para realizar el Receptor FM se necesita **un circuito impreso** de doble cara: El **LX.1529**, 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 **IC4** hay que respetar la muesca de referencia presente en la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho estaño para no provocar cortocircuitos.

**Resistencias:** Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1, R3-R6**) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores. En el caso de los **potenciómetros lineales (R2, R7)** el valor se controla mediante la serigrafía impresa sobre su cuerpo, además, al montarlos, hay que soldar un cable entre su encapsulado y la **pista de masa** del circuito impreso.

**Condensadores:** Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar los de **poliéster (C17-C18, C20, C25, C29)** y los **cerámicos (C1-C15, C21-C24)** no hay que preocuparse por la polaridad ya que carecen de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos (C16, C19, C26-C28)** sí hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

**Semiconductores:** Al realizar el montaje de los **diodos (DS1 y DV1)** hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color (negra o blanca) como se indica en el esquema de montaje práctico. Para el montaje de los **circuitos integrados IC2** e **IC3** hay que soldarlos respetando la disposición de terminales, para lo cual hay que orientar el lado **plano** de **IC3** y el **saliente** de referencia de **IC2** tal como se indica en el esquema de montaje práctico.

**Conectores:** Este circuito incluye **dos clemas de 2 polos**, una para la conexión de la **tensión de alimentación (12 voltios)** y otra para la conexión del **altavoz**. La **clema de alimentación** ha de conectarse respetando la **polaridad** (cable rojo al positivo y cable negro al negativo).

**Circuitos integrados con zócalo:** Los integrados **IC1** e **IC4** 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 circuito incluye **cuatro impedancias, JAF1-JAF2-JAF3** (identificables por el número **0,15** serigrafiado sobre sus encapsulados) y **JAF4**, que lleva un número **10** impreso sobre su superficie.

**Realización de la bobina L1:** En el kit se proporciona un trozo de cable de cobre **esmaltado** de **0,6 mm** de diámetro. Para realizar la bobina **L1** hay que utilizar una broca de **4 mm** y envolver a su alrededor **3 espiras** juntas. Antes de quitar la bobina de la broca hay que raspar los extremos del cable para eliminar el **barniz** aislante y, a continuación, **estañar** las **puntas**.

Acto seguido se puede quitar la bobina **L1** de la broca para montarla en el impreso, junto al diodo varicap **DV1**. Las espiras de la bobina **L1** deben **espaciarse** hasta obtener una **longitud total** de unos **3 mm**.

**MONTAJE EN EL MUEBLE:** Dada su naturaleza para este kit **no** se ha diseñado un mueble **específico**. No obstante quien lo desee puede utilizar un modelo estándar.

**AJUSTE:** Aunque girando el cursor del potenciómetro **R2** de un extremo a otro se pueden captar todas las emisoras **FM comerciales (88-108 MHz)** hay que precisar que si no se realiza adecuadamente la bobina **L1** solo se captará una **parte de la banda**.

Este "problema" se puede corregir fácilmente sin disponer de ningún instrumento de medida: Si **no** se reciben las emisoras del principio de la banda, es decir **88-89 MHz**, para **bajar** la frecuencia de recepción bastará con **reducir** ligeramente el **espacio** entre espira y espira. En cambio, si **no** se reciben las emisoras en el final de la banda, es decir **107-108 MHz**, basta con **aumentar** ligeramente el **espacio** entre espira y espira para **eleva**r la frecuencia de recepción.

**UTILIZACIÓN:** Una vez terminado el montaje y el ajuste basta con conectar a la clema situada a la derecha un pequeño **altavoz** o un **auricular** y, a la clema situada a la izquierda, la tensión de alimentación de **12 voltios**. Después de haber conectado a la entrada un cable de **antena** de unos **73 cm** se podrán escuchar con **calidad Hi-Fi** todas las emisoras **FM comerciales** que lleguen a la zona.

#### PRECIOS Y REFERENCIAS

**LX.1529:** Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido circuito impreso, mandos de control y un altavoz de 8 ohmios .....**51,80 € + IVA**  
**LX.1529:** Circuito impreso.....**8,40 € + IVA**

Revista de aparición del kit: **N.221**

Para captar emisiones de Onda Corta y de Onda Muy Corta se suelen utilizar receptores profesionales que tienen precios muy elevados. Para ayudar a los neófitos a explorar estas bandas presentamos un sencillo y económico superheterodino de doble conversión.



## FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

Los **receptores** de Onda Corta y de Onda Muy Corta **profesionales** suelen tener precios prohibitivos para los radioaficionados. Por este motivo hemos diseñado este sencillo y económico superheterodino de **doble conversión** capaz de captar todas las frecuencias comprendidas entre **8 MHz** y **16 MHz**, que corresponden a longitudes de onda entre **37** y **18 metros**.

Para realizar este receptor hemos empleado **tres integrados**. El primer integrado (**IC1**) es un **TDA.7212** utilizado para **convertir** la señal **RF** captada por la antena a una frecuencia de **10,7 MHz**. El segundo (**IC2**) es un **UA.720** que utilizamos para **convertir** la frecuencia de **10,7 MHz** presente a la salida de **IC1** a una frecuencia de **455 KHz**. **IC3** es un **TDA.7052/B** que realiza la función de **amplificador BF** de media potencia para controlar un pequeño **altavoz** o un **auricular**. De hecho la potencia máxima suministrada por este integrado está en torno a **1 vatio**.

Para captar emisoras hay que aplicar a la entrada del receptor una **antena**, que se puede realizar con un sencillo **cable de cobre**. En este caso cuanto **más largo** sea el cable **más emisoras** se pueden captar. Las señales de radio captadas por el cable, antes de entrar a **IC1**, pasan a través de un filtro **pasa-banda** constituido por las impedancias **JAF1-JAF2-JAF3** y por los condensadores **C1-C2-C3-C4-C5** que se encarga de dejar pasar las frecuencias comprendidas entre **8 MHz** y **16 MHz**.

Asociada a los terminales **6-7** de **IC1** hay una **etapa de oscilación** que se completa con la impedancia **JAF5** y con un **condensador variable** de **10-30 pF** (**C10**) conectado en paralelo. Cuando las láminas de este condensador están **cerradas** (**30 pF**) la etapa oscila a unos **19 MHz** mientras que cuando están **abiertas** (**10 pF**) oscila a unos **26 MHz**.

Puesto que en el terminal de salida del **mixer** hay un filtro cerámico de **10,7 MHz** (**FC1**) restando a la frecuencia generada por la etapa de **oscilación** el valor del **filtro cerámico** se obtendrá el valor de la **frecuencia** que se está **captando**, esto es desde  $19 - 10,7 = 8,3 \text{ MHz}$  hasta  $26 - 10,7 = 15,3 \text{ MHz}$ .

La frecuencia captada convertida a **10,7 MHz** se aplica a la entrada del integrado **IC2**, que se ocupa de convertirla a **455 KHz** a través de la **etapa de oscilación** interna asociada al terminal **2** al que se ha conectado la **MF1** ajustada en **10,7 MHz** para hacer oscilar el **cuarzo** de **10,245 MHz** (**XTAL**).

La señal llega al **mixer** incluido en el interior del integrado **IC2**. De esta forma del terminal **14** saldrá la diferencia entre ambas frecuencias, es decir  $10,7 - 10,245 = 0,455 \text{ MHz}$ , que corresponde a **455 KHz**.

Puesto que el terminal **14** de este integrado está conectado al filtro cerámico **FC2** de **455 KHz**, esta frecuencia llegará al terminal **7**, que es la entrada de la primera etapa de **amplificación MF** de **455 KHz**. La señal amplificada se aplica a **MF2**, una **media frecuencia** con **núcleo negro** ajustada a **455 KHz**.

Del **primario** de **MF2** la señal es transferida, por inducción, a su **secundario**, y de aquí se aplica al diodo de germanio **DG1** que se encarga de extraer la señal de **baja frecuencia**. Esta última se aplica, a través del condensador **C29**, a la entrada del integrado **IC3**, un amplificador final **BF** de **potencia media** que controla un **altavoz** de **8 ohmios** o un auricular de **32-36 ohmios**.

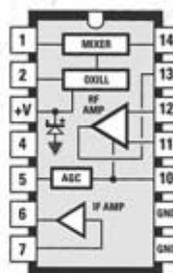
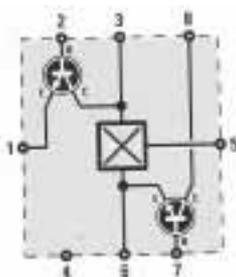
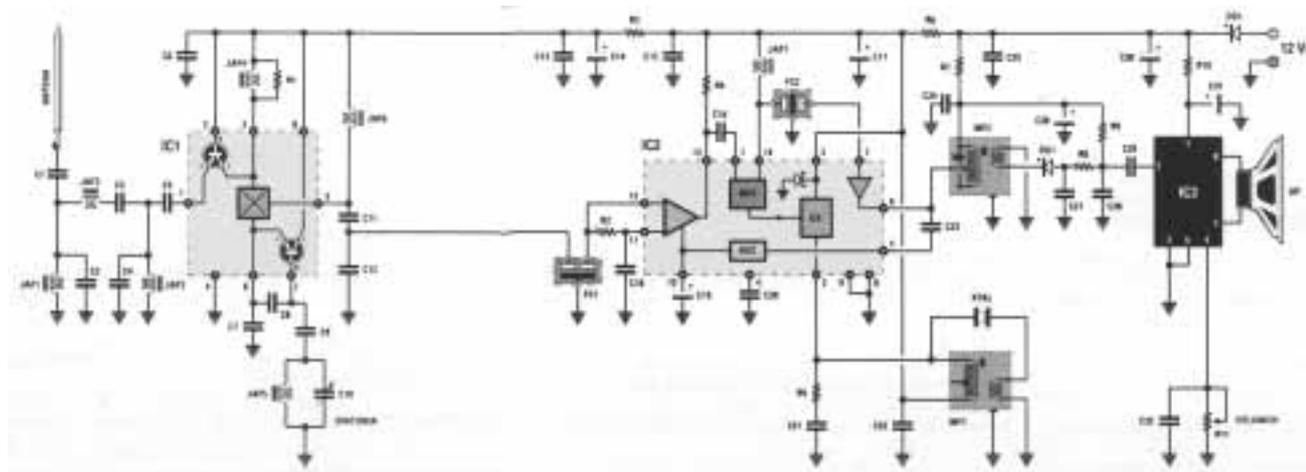
Para alimentar el circuito se necesita una tensión estabilizada de **12 voltios**, que se puede obtener de cualquier **alimentador** que suministre esta tensión.

## LISTA DE COMPONENTES LX.1532

R1 = 100 ohm  
 R2 = 330 ohm  
 R3 = 100 ohm  
 R4 = 1.000 ohm  
 R5 = 1.000 ohm  
 R6 = 270 ohm  
 R7 = 100 ohm  
 R8 = 1.000 ohm  
 R9 = 220.000 ohm  
 R10 = 10 ohm 1/2 wat  
 R11 = 1 megaohm pot. lin.  
 C1 = 1.000 pF cerámico  
 C2 = 15 pF cerámico  
 C3 = 4,7 pF cerámico  
 C4 = 15 pF cerámico  
 C5 = 10.000 pF cerámico  
 C6 = 100.000 pF cerámico  
 C7 = 22 pF cerámico  
 C8 = 22 pF cerámico  
 C9 = 47 pF cerámico  
 C10 = 10-30 pF variable

C11 = 33 pF cerámico  
 C12 = 47 pF cerámico  
 C13 = 100.000 pF cerámico  
 C14 = 10 microF. electrolítico  
 C15 = 100.000 pF cerámico  
 C16 = 10.000 pF cerámico  
 C17 = 10 microF. electrolítico  
 C18 = 100.000 pF cerámico  
 C19 = 10 microF. electrolítico  
 C20 = 100.000 pF cerámico  
 C21 = 4,7 pF cerámico  
 C22 = 100.000 pF cerámico  
 C23 = 56 pF cerámico  
 C24 = 100.000 pF cerámico  
 C25 = 100.000 pF cerámico  
 C26 = 10 microF. electrolítico  
 C27 = 3.300 pF cerámico  
 C28 = 10.000 pF cerámico  
 C29 = 1 microF. poliester  
 C30 = 470 microF. electrolítico  
 C31 = 470 microF. electrolítico

C32 = 100.000 pF poliester  
 JAF1 = impedancia 10 microhenrios  
 JAF2 = impedancia 15 microhenrios  
 JAF3 = impedancia 10 microhenrios  
 JAF4 = impedancia 2,2 microhenrios  
 JAF5 = impedancia 1,5 microhenrios  
 JAF6 = impedancia 10 microhenrios  
 JAF7 = impedancia 2,2 microhenrios  
 MF1 = media freq. 10,7 MHz (ROSA)  
 MF2 = media freq. 455 KHz (NEGRA)  
 FC1 = filtro cer. 10,7 MHz  
 FC2 = filtro cer. 455 KHz  
 XTAL = cuarzo 10,245 MHz  
 DG1 = diodo germanio tipo AA.117  
 DS1 = diodo silicio tipo 1N.4007  
 IC1 = integrado tipo TDA.7212  
 IC2 = integrado tipo UA.720  
 IC3 = integrado tipo TDA.7052B  
 AP = altavoz 8 ohm



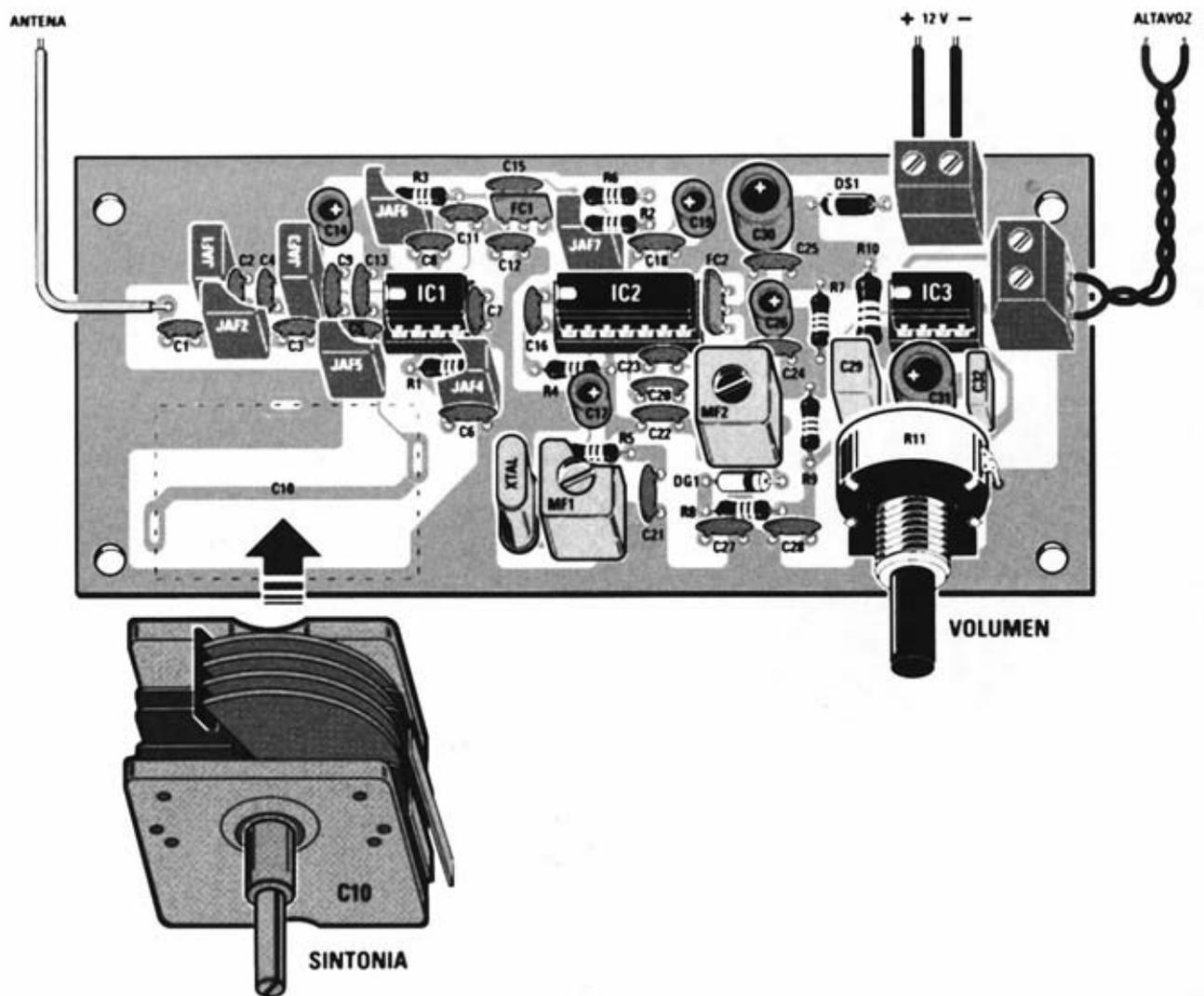
UA 720



TDA 7052 B

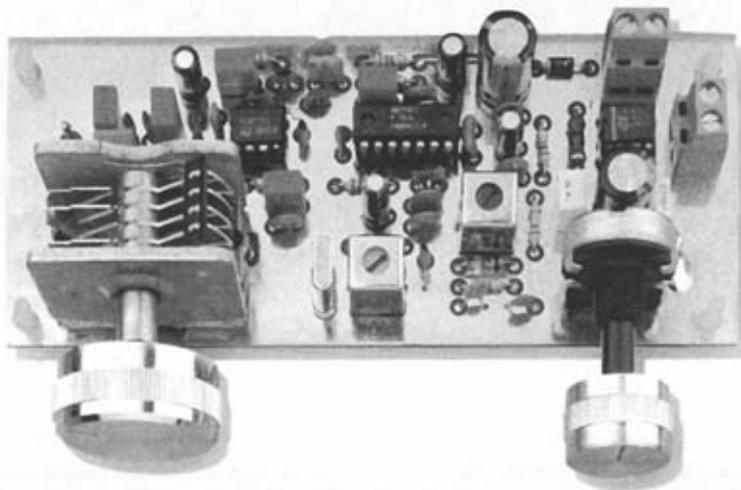
Esquema eléctrico y lista de componentes del Receptor de Onda Corta y Muy Corta LX.1532. También se muestra la disposición de terminales de los principales integrados utilizados en el circuito con sus esquemas de bloques internos correspondientes.

## MONTAJE Y AJUSTE



Esquema de montaje práctico de la placa LX.1532.





Aspecto final del circuito LX.1532 una vez montados todos sus componentes.

Para realizar el Receptor de Onda Corta y Muy Corta se necesita un **circuito impreso** blindado de doble cara: El **LX.1532**, circuito que soporta todos los componentes. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

Como **consideraciones generales** hay que tener en cuenta que el cuerpo de los **componentes** ha de estar lo más **próximo** posible a la **superficie** del **circuito impreso**. Por otro lado, dado su volumen, es conveniente montar el condensador variable **C10** en **último** lugar.

**Zócalos:** Al montar los **zócalos** para los circuitos integrados **IC1**, **IC2** e **IC3** hay que respetar la muesca de referencia presente en la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho estaño para no provocar cortocircuitos.

**Resistencias:** Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1-R10**) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores. En el caso del **potenciómetro lineal (R11)** el valor se controla mediante la serigrafía impresa sobre su cuerpo, además, al montarlo, hay que soldar un cable entre su encapsulado y la **pista de masa** del circuito impreso.

**Condensadores:** Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar los de **poliéster (C29, C32)** y los **cerámicos (C1-C9, C11-C13, C15-C16, C18, C20-C25, C27-C28)** no hay que preocuparse por la polaridad ya que carecen de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos (C14, C17, C19, C26, C30-C31)** sí hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

**Semiconductores:** Al realizar el montaje de los **diodos (DS1 y DG1)** hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color (negra o blanca) como se indica en el esquema de montaje práctico.

**Conectores:** Este circuito incluye **dos clemas** de **2 polos**, una para la conexión de la **tensión de alimentación (12 voltios)** y otra para la conexión del **altavoz**. La **clema de alimentación** ha de conectarse respetando la **polaridad** (cable rojo al positivo y cable negro al negativo).

**Circuitos integrados con zócalo:** Los integrados **IC1**, **IC2** e **IC3** 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 circuito incluye **siete impedancias** identificables por la referencia serigrafiada en sus encapsulados: **JAF1-JAF3-JAF6 (10 serigrafiado)**, **JAF2 (15 serigrafiado)**, **JAF5 (1,5 serigrafiado)**, **JAF4-JAF7 (2,2K serigrafiado)**. También se incluyen **dos medias frecuencias**, **MF1** identificable por su color **rosa** y **MF2** identificable por su color **negro**.

**MONTAJE EN EL MUEBLE:** Dada su naturaleza para este kit **no** se ha diseñado un mueble **específico**. No obstante quien lo desee puede utilizar un **modelo estándar** o bien, si se desea integrar el equipo como **etapa RX** de una **estación de Onda Corta**, se puede utilizar el mismo **mueble del emisor**.

**AJUSTE:** Para ajustar el receptor no se necesita ningún instrumento de medida, solo se precisa un **destornillador**. Antes de proceder al ajuste hay que fijar el mando al **condensador variable C10**: Puesto que el diámetro del agujero interno del mando es de **6 mm** y el diámetro del eje es de **4 mm** hay que envolver alrededor del eje del condensador **3 o 4** vueltas de cinta adhesiva. Una vez aplicado al terminal de **antena** un cable de cobre hay que girar lentamente el mando del condensador variable **C10** hasta captar una **emisora** que transmita en la banda de Onda Corta. Una vez captada hay que girar con el destornillador el **núcleo** de **MF2** hasta aumentar al **máximo** posible la intensidad sonora que sale del **altavoz**. Obtenida esta condición el receptor está ajustado.

**UTILIZACIÓN:** Una vez terminado el montaje basta con conectar un pequeño **altavoz**, o un **auricular**, y aplicar la tensión de alimentación de **12 voltios**. Después de haber conectado a la entrada un cable de **antena** se podrán escuchar las emisoras de **Onda Corta** correspondientes al rango **8-16 MHz**, aproximadamente. Por supuesto también se puede utilizar en conjunto con una **emisora de Onda Corta** como **etapa RX**.

## PRECIOS Y REFERENCIAS

**LX.1532:** Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido circuito impreso, mandos de control y un altavoz de 8 ohmios.....**57,95 € + IVA**  
**LX.1532:** Circuito impreso.....**10,75 € + IVA**

Revista de aparición del kit: **N.221**

Existen infinidad de esquemas de Varilight para cargas resistivas. En cambio cuando se buscan esquemas de Varilight para cargas inductivas, utilizados para alimentar motores o transformadores, se encuentran muy pocos y casi ninguno funciona correctamente. Utilizando un esquema recomendado por SGS-THOMSON hemos logrado conseguir un buen Varilight para cargas inductivas con resultados muy satisfactorios.



## FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

Hemos recibido muchas peticiones sobre la posibilidad de publicación de un Varilight que funcione con **cargas inductivas**, tanto por parte de lectores como por empresas de Electrónica. Como respuesta a estas peticiones, sobre la base de un esquema recomendado por **SGS-Thomson**, hemos proyectado el circuito que aquí se presenta.

Este **Varilight** es un circuito adecuado para **cargas inductivas**, tales como **motores eléctricos, ventiladores, taladros, transformadores, inductancias, fluorescentes y lámparas halógenas**. No obstante hay que tener presente que el circuito también funciona perfectamente con **cargas resistivas**, como por ejemplo **bombillas de filamento, hornos eléctricos, calefactores eléctricos y soldadores**.

La descripción del esquema eléctrico comienza por el puente compuesto por los diodos **DS1-DS2-DS3-DS4**. Un polo de la tensión alterna de **230 voltios** se aplica a los diodos **DS1-DS2**, el otro se aplica a las resistencias **R1-R2** y **R3-R4**.

A las resistencias **R1-R2** y **R3-R4** están conectados los diodos **DS3-DS4**, que se conectan a su vez al **Ánodo1** del TRIAC **TRC1**.

Los diodos **DS3-DS4** hacen llegar al **Ánodo1** del TRIAC **TRC1** una **señal sinusoidal recortada** en la que están presentes una serie de **impulsos**. Cuando en la salida conectada al TRIAC **TRC2** se obtiene la **tensión máxima** en la señal aparecerá un **número elevado de pulsos**, mientras que si en la salida conectada al TRIAC **TRC2** se obtiene la

**tensión mínima** en la señal aparecerá un **número pequeño de pulsos**.

Controlando la señal que sale del **Ánodo 2** del TRIAC **TRC1**, para ser más precisos, la señal presente en la conexión entre la resistencia **R9** y los dos diodos zéner **DZ1-DZ2**, se generan perfectas **ondas cuadradas** cuyos **impulsos** sirven para excitar la Puerta (**Gate**) del TRIAC **TRC2**, del que se obtiene la salida del circuito.

Cuando se ajusta el cursor del potenciómetro **R6** a la **mínima resistencia** en la salida del Varilight se obtiene la **tensión máxima** (en la salida hay **dos semiondas** casi **completas**), mientras que si se ajusta el cursor del potenciómetro **R6** a la **máxima resistencia** en la salida del Varilight se obtiene la **tensión mínima** (en la salida hay **dos semiondas** casi **inexistentes**).

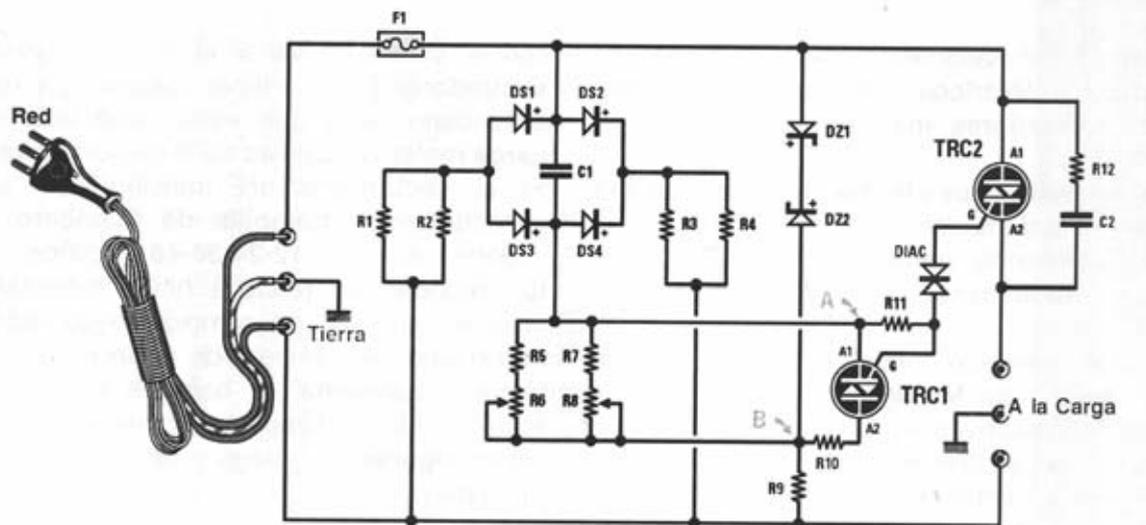
**¡NOTA IMPORTANTE!** Hay que tener en cuenta un pequeño pero **importante** detalle para evitar **estropear** vuestro osciloscopio, en caso de utilizarlo: La **Masa** del osciloscopio suele estar **unida internamente** a la toma de **Tierra** de la tensión de red de **230 voltios**, por lo tanto existe la posibilidad de provocar un **cortocircuito** si se **conecta** a la salida del **Varilight**.

Además hay que recordar que la **tensión** de red toma el valor de **230 voltios eficaces**, que corresponde a un valor de unos **650 voltios pico-pico**.



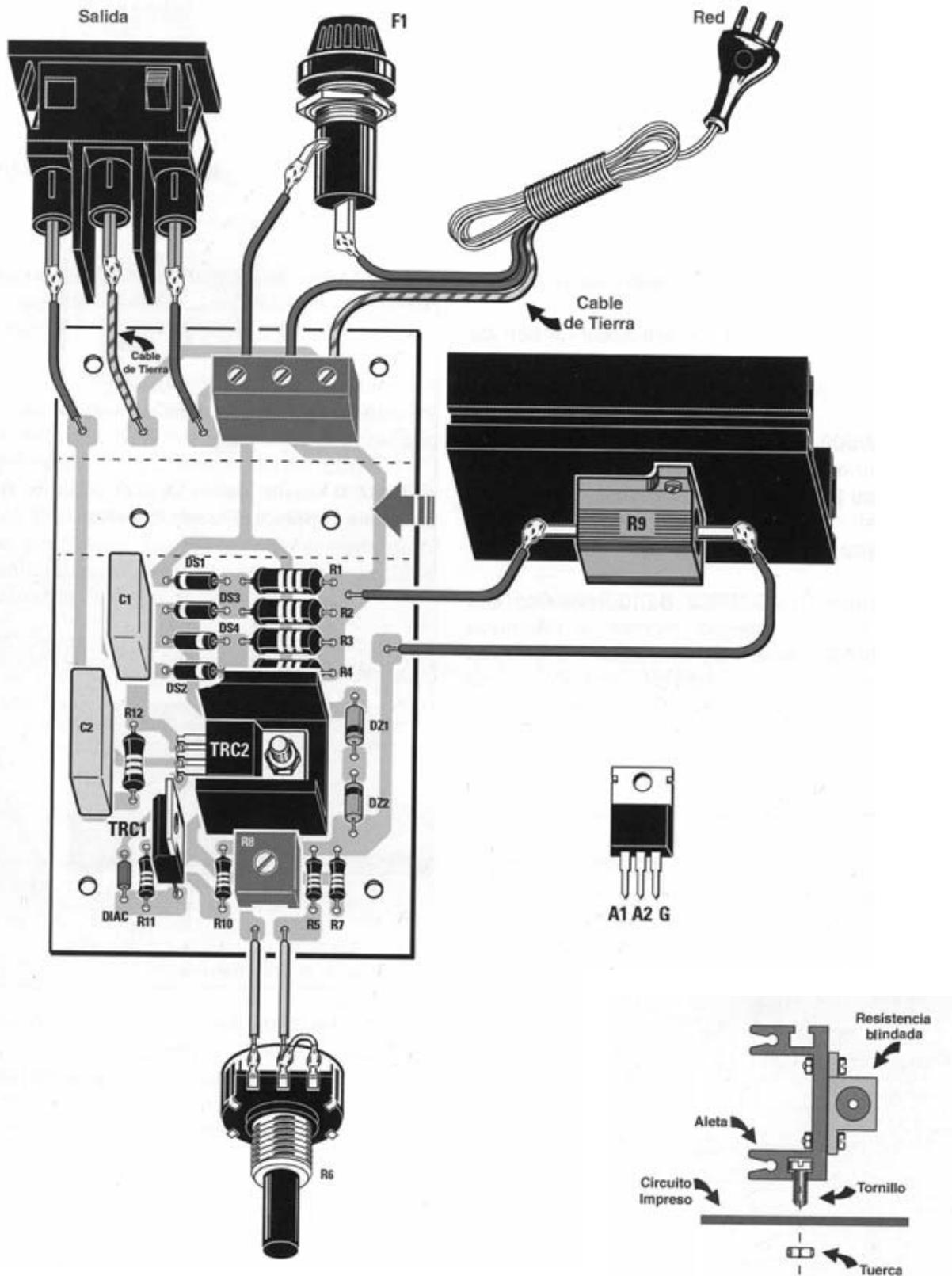
### LISTA DE COMPONENTES LX.1539

R1 = 100.000 $\Omega$ 2 W	R10 = 10.000 $\Omega$ 1/4 W	DZ1 = Diodo zéner 100 voltios 1 W
R2 = 100.000 $\Omega$ 2 W	R11 = 1.000 $\Omega$ 1/4 W	DZ2 = Diodo zéner 100 voltios 1 W
R3 = 100.000 $\Omega$ 2 W	R12 = 220 $\Omega$ 1/2 W	DIAC = Diodo DIAC
R4 = 100.000 $\Omega$ 2 W	C1 = 100.000 pF poliéster 250 V	TRC1 = TRIAC 500 V 5 A. tipo
R5 = 27.000 $\Omega$ 1/4 W	C2 = 100.000 pF poliéster 400 V	BT137/500
R6 = 220.000 $\Omega$ potenciómetro lineal	DS1 = Diodo de silicio 1N.4007	TRC2 = TRIAC 700 V 10 A. tipo
R7 = 150.000 $\Omega$ 1/4 W	DS2 = Diodo de silicio 1N.4007	BTA10/700
R8 = 1 Mega $\Omega$ trimmer	DS3 = Diodo de silicio 1N.4007	F1 = Fusible 16 Amperios
R9 = 10.000 $\Omega$ 10 W	DS4 = Diodo de silicio 1N.4007	



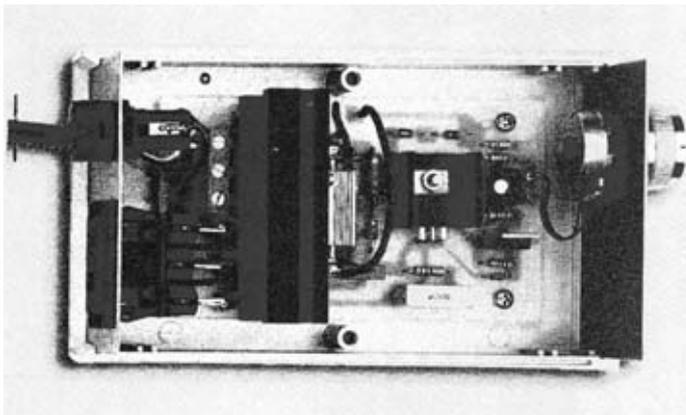
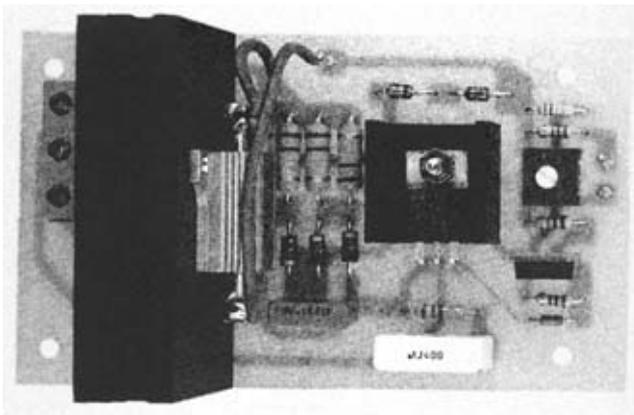
Esquema eléctrico y lista de componentes del Varilight para cargas inductivas y resistivas LX.1539.

# MONTAJE Y AJUSTE



Esquema de montaje práctico de la placa LX.1539 con todos sus elementos. También se muestra en detalle el montaje de la resistencia blindada R9 en su aleta de refrigeración.





Aspecto final del circuito LX.1532 una vez montados todos sus componentes.

Para realizar el Varilight para cargas inductivas y resistivas se necesita **un circuito impreso** de simple cara: El **LX.1539**, circuito que soporta todos los componentes. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

**Resistencias:** Cuando se monten las **resistencias R1-R5, R7, R10-R12** hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores. En el caso del **trimmer horizontal (R8)**, del **potenciómetro lineal (R6)** y de la **resistencia blindada (R9)** el valor se controla mediante la serigrafía impresa sobre su cuerpo. Esta última se monta en el circuito impreso con una **aleta de refrigeración** debido al calor emitido durante el funcionamiento del circuito (ver detalles en el esquema de montaje práctico).

**Condensadores:** Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montarlos no hay que preocuparse por la polaridad, ya que al ser todos de **poliéster (C1-C2)** carecen de ella.

**Semiconductores:** Al realizar el montaje de los **diodos (DS1-DS5, DZ1-DZ2)** hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color (negra o blanca) como se indica en el esquema de montaje práctico. Para el montaje del **DIAC** no hay que tener en cuenta ninguna polaridad ya que carece de ella. Los **TRIACs (TRC1-TRC2)** han de montarse respetando la polaridad de sus terminales, orientando sus lados planos tal como se indica en el esquema de montaje práctico, además hay que tener en cuenta que **TRC2** ha de fijarse horizontalmente con su **aleta de refrigeración** utilizando un **tornillo** y su correspondiente **tuerca**.

**Conectores:** Este circuito incluye **una clema de 3 polos** para la conexión de la tensión de alimentación (**230 voltios**) y del **portafusibles (F1)**. También incluye un **conector hembra de 230 voltios con toma de tierra** para la conexión de la **carga**. Las conexiones de estos elementos se

realizan de una forma muy sencilla siguiendo el esquema de montaje práctico.

**Elementos diversos:** Además de los componentes ya relacionados el circuito incluye un **portafusibles (F1)** en el cual ha de instalarse un **fusible de 16 Amperios**.

**MONTAJE EN EL MUEBLE:** Completado el montaje hay que instalar el circuito en el **mueble de plástico**, fijando en el panel frontal el **potenciómetro R6** y en el panel trasero la **toma de salida** y el **portafusibles**.

**MUY IMPORTANTE:** No probar el Varilight sin haberlo instalado previamente en el mueble de plástico ya que varias pistas de cobre del circuito impreso están conectadas a la **tensión de red de 230 voltios**. Si se tocaran estas pistas con las manos podría ser **peligroso**.

**AJUSTE Y PRUEBA:** Para probar el circuito hay que **abrir** necesariamente el mueble de plástico ya que se ha de poder ajustar el cursor del **trimmer R8** hasta el valor de **umbral mínimo** que se desee conseguir.

Si en la salida se conecta una **bombilla de filamento** común hay que ajustar el **mando del potenciómetro R6** hasta llevar su **luminosidad al mínimo**, sin que se apague del todo. Si en la salida se conecta un **taladro eléctrico** o un **ventilador** hay que ajustar el **mando del potenciómetro R6** hasta llevar su **velocidad al mínimo**, sin que se pare del todo.

Hay que tener presente en el caso de utilizar **motores eléctricos** que el **trimmer R8** debe ajustarse en función de la potencia del **motor**, ya que hay motores que siguen girando con tensiones de **140-150 voltios** y otros que, en cambio, se **paran** cuando se alcanza una tensión de **170-180 voltios**.

**UTILIZACIÓN:** Como cualquier **Varilight** la utilización no puede ser más sencilla. Una vez conectado el elemento a controlar y la tensión de 230 voltios solo hay que **regular el potenciómetro R8** hasta obtener la respuesta deseada.

**PRECIOS Y REFERENCIAS**

LX.1539: Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido circuito impreso, mueble contenedor y cable de alimentación .....	<b>42,15 € + IVA</b>
LX.1539: Circuito impreso.....	<b>5,65 € + IVA</b>