



## LUZ gradual a 12 voltios

Con el sistema PWM (modulación del ancho de impulsos) es posible encender de forma gradual una bombilla alimentada con una tensión continua de 12 voltios en un lapso de tiempo ajustable entre 2 y 25 segundos.

Conectando un generador de ondas en diente de sierra y un generador de rampa a las entradas de un comparador se puede realizar un sistema PWM (Pulse Width Modulation) que permite encender gradualmente una **bombilla de 12 voltios**.

Además, con este circuito, es posible **seleccionar el tiempo** que tarda la bombilla en llegar a su **luminosidad máxima**.

Un circuito de este tipo puede utilizarse, por ejemplo, en un **amplificador** para encender gradualmente las **lámparas** de los **Vu-Meter**.

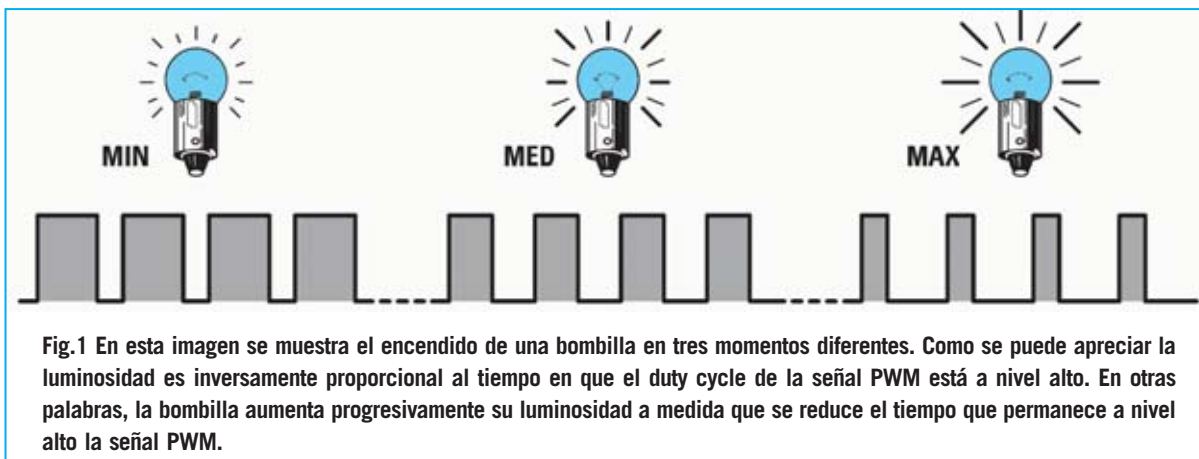
También puede utilizarse para encender progresivamente, de forma más suave para la vista, las **luces del coche**. Además, de esta forma, los filamentos de las bombillas **prolongan su vida útil** al evitar los choques térmicos.

### ESQUEMA ELÉCTRICO

Cuando se proporciona alimentación al circuito el generador de corriente **LM.334 (IC1)** carga a su máxima capacidad el condensador **C3**, generando en sus contactos una señal en rampa que partiendo de **0 voltios** llega hasta **12 voltios** en un tiempo ajustable entre **2 y 25 segundos**, en función de la posición del cursor del **trimmer R5**.

Al retirar la alimentación del circuito el transistor **TR1** entra en conducción y **descarga** a masa el condensador **C3**, de modo que en el siguiente encendido el ciclo comienza con el condensador descargado, obteniendo así siempre el **mismo tiempo** de encendido.

El operacional **IC2/A**, incluido en el integrado **LM.358**, se utiliza como **oscilador** para generar ondas en **diente de sierra** con una frecuencia de



unos **1.600 Hz**, valor que puede variar en algunas decenas de Hz.

Las ondas en diente de sierra presentes en los contactos del condensador **C4** se mandan a la entrada **no inversora** de **IC2/B**, un **comparador de tensión** implementado con el segundo amplificador operacional contenido en el integrado **LM.358**.

La señal en rampa que entra en la **entrada inversora** del mismo comparador determina el **duty cycle** (variable) de la señal **PWM** con forma de **onda cuadrada** presente en la **salida** de **IC2/B**.

La **luminosidad** de la **bombilla** es inversamente proporcional al tiempo en el que el duty cycle de la señal PWM está a nivel alto, tal y como se puede observar en la Fig.1. En otras palabras, cuanto más es **ancho** el impulso del **duty cycle**, es decir cuanto más tiempo la señal está a nivel alto, más es **baja** la **luminosidad** de la bombilla. Cuando el tiempo durante el que los impulsos están nivel alto se reduce la luminosidad de la bombilla aumenta, hasta llegar a su máximo valor.

Hemos utilizado un robusto **MOSFET P** tipo **IRF.9540**, capaz de soportar cargas de **10 amperios**, para también poder utilizar el circuito con **bombillas de gran consumo**.

Además, gracias al sistema **PWM**, se pueden conectar a nuestro circuito lámparas que absorban muchos amperios sin que el **MOSFET** se caliente excesivamente, ya que al trabajar en corte/saturación y no en zona lineal, **disipa** una **potencia mínima** y solamente durante el encendido.

No obstante, si se van a conectar al circuito **lámparas** que absorban **mucho corriente**, es

aconsejable aplicar una **aleta de refrigeración** al **MOSFET**.

### REALIZACIÓN PRÁCTICA

Como se puede observar en la Fig.4, se trata de un circuito muy pequeño que no presenta ninguna dificultad de montaje.

En primer lugar es aconsejable montar el **zócalo** de soporte para el doble operacional **IC2**, controlando que su **muesca** de referencia quede orientada hacia la **derecha**.

A continuación se pueden instalar las **resistencias**, todas de **1/4 vatio**, incluyendo el **trimmer** utilizado para regular la duración de la señal de encendido de la lámpara.

Es el momento de realizar el montaje de los **dos condensadores de poliéster**: El condensador de **100.000 pF** debe montarse en correspondencia con la referencia **C5** y el condensador de **3.300 pF** en correspondencia con la referencia **C4**.

Ahora, teniendo cuidado en respetar la **polaridad** de los terminales, hay que montar los **condensadores electrolíticos C1-C2-C3** y, a continuación, los **diodos DS1-DS2**, orientando en este caso la franja negra presente sobre sus cuerpos tal y como se indica en la Fig.4.

Llegado este punto se puede instalar el **transistor BC.557 (TR1)** y el **integrado LM.334 (IC1)**. Puesto que estos componentes tienen un aspecto similar hay que verificar cuidadosamente las referencias impresas sobre sus cuerpos para no confundirlos.

Ambos componentes tienen que ser montados orientando la parte **plana** de sus cuerpos hacia la **izquierda**, como se indica en la Fig.4.

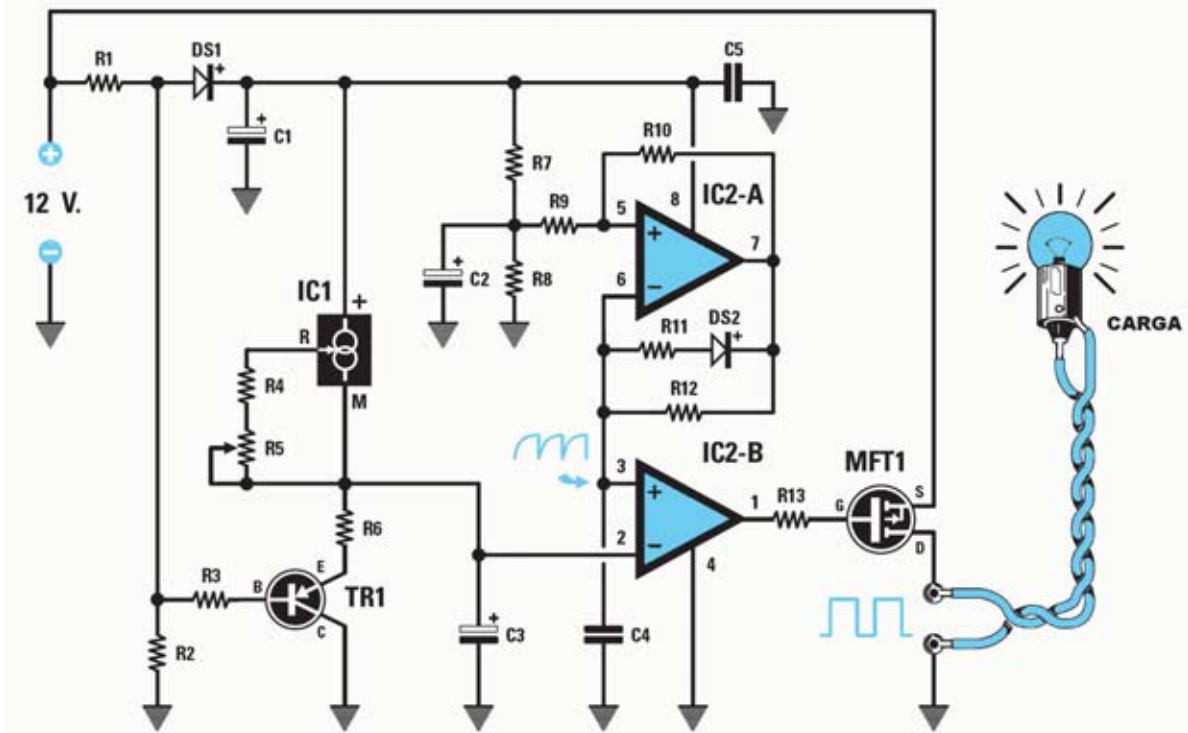


Fig.2 Esquema eléctrico del circuito con sistema PWM que enciende gradualmente una bombilla a 12 voltios en un tiempo ajustable entre 2 y 25 segundos mediante el trimmer R5. Para conseguir el sistema PWM hemos conectado a las entradas del comparador IC2/B un generador de ondas en diente de sierra (IC2/A) y un generador de rampa (IC1-C3).

**LISTA DE COMPONENTES LX.1648**

- R1 = 47 ohmios
- R2 = 10.000 ohmios
- R3 = 10.000 ohmios
- R4 = 1.000 ohmios
- R5 = Trimmer 10.000 ohmios
- R6 = 100 ohmios
- R7 = 10.000 ohmios
- R8 = 10.000 ohmios
- R9 = 100.000 ohmios
- R10 = 47.000 ohmios
- R11 = 10.000 ohmios
- R12 = 100.000 ohmios
- R13 = 47 ohmios
- C1 = 100 microF. electrolítico
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 10 microF. electrolítico
- C4 = 3.300 pF poliéster
- C5 = 100.000 pF poliéster
- DS1 = Diodo 1N.4150
- DS2 = Diodo 1N.4150
- TR1 = Transistor PNP BC.557
- MFT1 = MOSFET P IRF.9540
- IC1 = Integrado LM.334
- IC2 = Integrado LM.358

NOTA: Todas las resistencias son de 1/4 vatio.

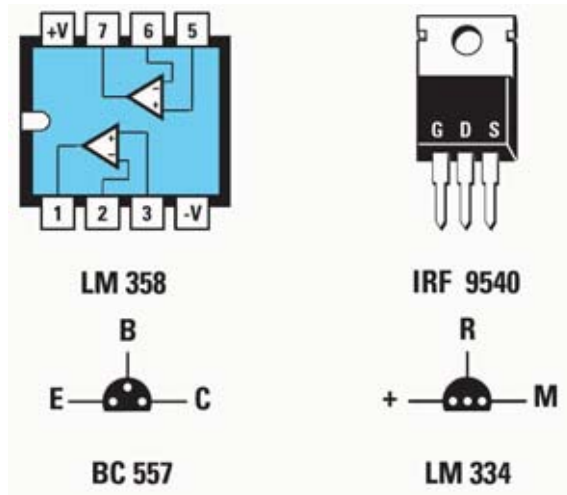


Fig.3 Conexiones de los semiconductores utilizados en el circuito LX.1648. Las conexiones del doble operacional LM.358 se muestran vistas desde arriba, mientras que las conexiones del MOSFET IRF.9540 se muestran frontalmente. Las conexiones del transistor BC.557 y del integrado LM.334 se muestran vistas desde abajo.

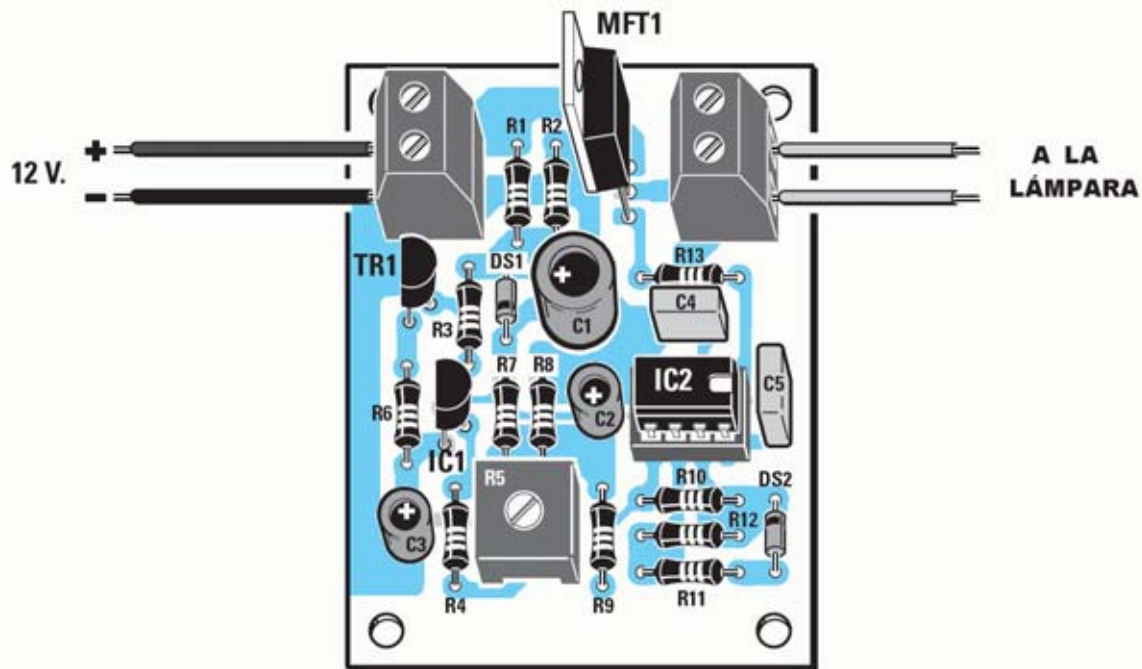


Fig.4 Esquema práctico de montaje del circuito de encendido gradual de una bombilla de 12 voltios. El MOSFET canal P utilizado es capaz de soportar una carga de 10 amperios. Cuando se realice su montaje hay que orientar el lado metálico de su cuerpo hacia la izquierda.

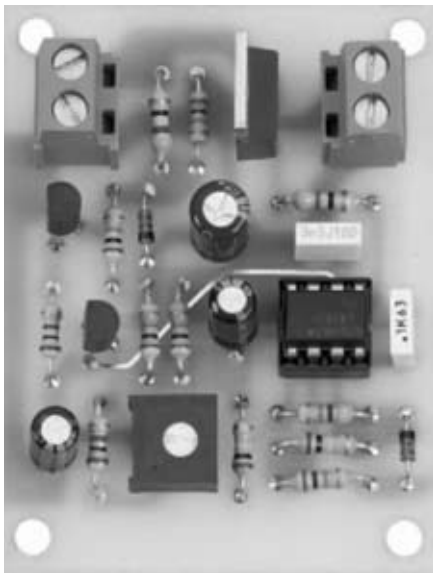


Fig.5 Fotografía del circuito una vez completado su montaje. El trimmer situado en la parte inferior sirve para regular el tiempo que la lámpara tarda en llegar a su luminosidad máxima. Este tiempo puede ajustarse entre 2 y 25 segundos.



Fig.6 El mueble contenedor estándar MOX30 se proporciona bajo petición expresa. Al tratarse de un mueble estándar carece de los agujeros necesarios para fijar el circuito impreso y para hacer salir los cables de la lámpara y de alimentación.

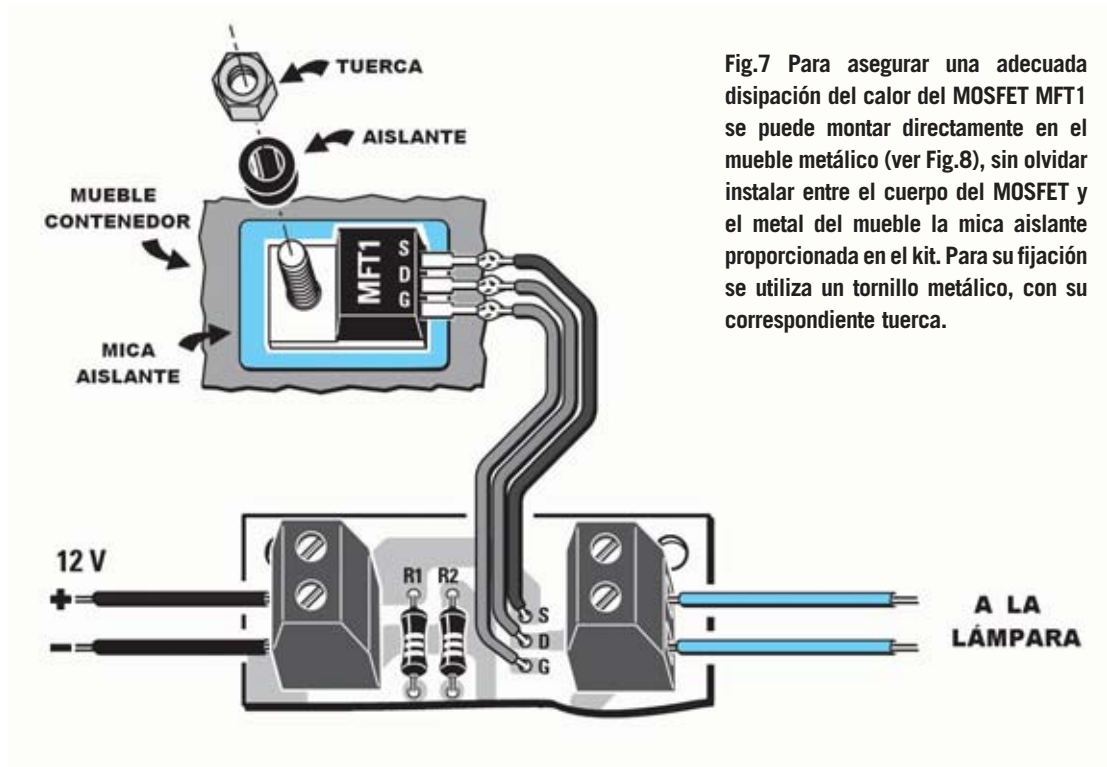
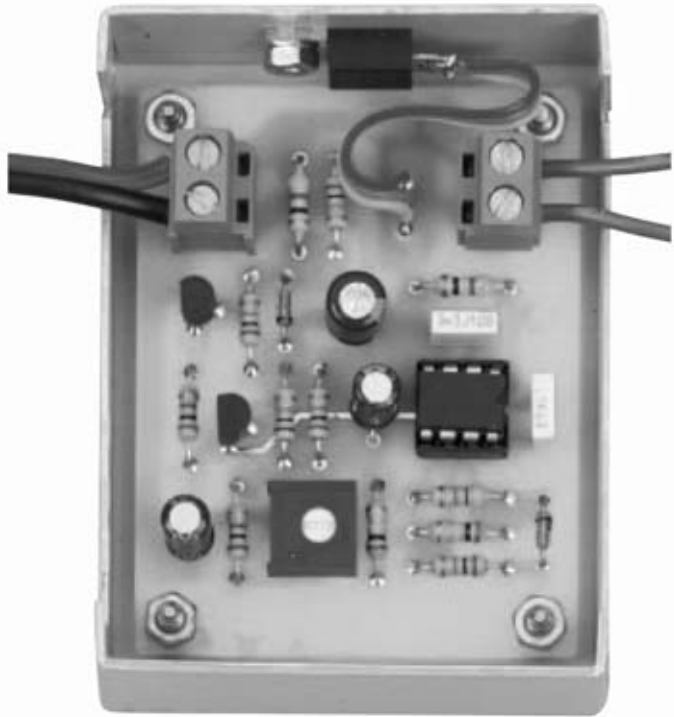


Fig.7 Para asegurar una adecuada disipación del calor del MOSFET MFT1 se puede montar directamente en el mueble metálico (ver Fig.8), sin olvidar instalar entre el cuerpo del MOSFET y el metal del mueble la mica aislante proporcionada en el kit. Para su fijación se utiliza un tornillo metálico, con su correspondiente tuerca.

Fig.8 Antes de instalar el circuito impreso dentro del contenedor metálico hay que realizar 4 agujeros en el mueble en correspondencia con los presentes en el circuito impreso. A continuación hay que instalar los separadores metálicos de 5 mm en los agujeros del mueble. Estos separadores son la base para la instalación del impreso, que se fija a ellos mediante 4 tornillos metálicos. A los lados del mueble metálico, en correspondencia con las clemas, hay que efectuar dos agujeros de 12 mm que se utilizarán para pasar los cables de alimentación y de la lámpara.



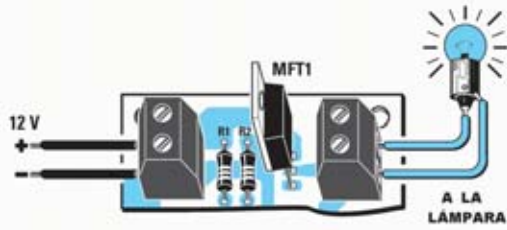


Fig.9 La tensión de 12 voltios utilizada para alimentar el circuito se aplica a la clema de la izquierda, mientras que la bombilla de 12 voltios se conecta a la clema situada a la derecha.

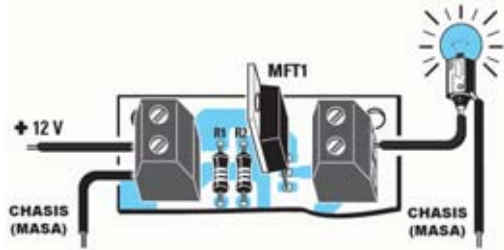


Fig.10 Si la tensión de 12 voltios se obtiene de la batería del coche los cables negativos, tanto de alimentación como de salida, se pueden conectar al chasis del coche.

Ahora hay que montar el **MOSFET** de potencia, orientando la parte **metálica** de su cuerpo hacia la **izquierda**.

Si se quiere regular el trimmer para que el **tiempo** hasta el encendido sea **muy largo** y se conectan al circuito **lámparas de gran potencia** (recordamos que soporta cargas hasta 10 amperios) es aconsejable dotar al **MOSFET** de una **aleta de refrigeración** para asegurar una buena disipación del calor.

En el caso de instalar la **aleta** hay que soldar el **MOSFET** de tal forma que quede **separado** del **circuito impreso** para tener el espacio necesario que requiere la instalación de la aleta.

Si decidís instalar el circuito en un **contenedor metálico**, como el **MOX30**, no es necesaria la instalación de la aleta ya que se puede utilizar el propio cuerpo del contenedor para realizar la función de **disipación de calor**. En este caso hay que fijar el MOSFET al contenedor, instalando entre la parte metálica del MOSFET y el mueble contenedor una **mica aislante**. Los **terminales** se conectarán al circuito impreso a través de **3 trozos de cable**.

A continuación hay que realizar el montaje de las **2 clemas de dos polos** utilizadas para la tensión de alimentación y para la conexión de la lámpara.

Por último, una vez soldados todos los componentes, solo queda instalar, en su zócalo correspondiente, el **integrado LM.358**, orientando hacia la **derecha** su **muesca** de referencia.

### PRUEBA Y AJUSTE

Con un pequeño **destornillador** hay que ajustar el **cursor** del **trimmer** a **mitad** de recorrido, así,

en cuanto se alimente el circuito, se podrá observar inmediatamente el efecto de un encendido gradual.

A continuación hay que conectar una **lámpara a 12 voltios** en corriente continua en la clema de la derecha, mientras que en la clema de la izquierda hay que conectar un **alimentador** o una **batería de 12 voltios** (ver Fig.9).

Al proporcionar tensión se verá como **augmenta progresivamente** la **luminosidad** de la lámpara. El **tiempo** que tarda en llegar al máximo depende de la posición del **cursor** del **trimmer**.

El ajuste se puede realizar probando con diferentes posiciones del cursor y la ayuda de un **cronómetro**, así cada uno tendrá el efecto de encendido a su gusto.

Quienes vayan a utilizar este dispositivo en el **automóvil** pueden utilizar el esquema de conexión mostrado en la Fig.10.

### PRECIO de REALIZACIÓN

**LX.1648:** Precio de todos los componentes necesarios para la realización del circuito de encendido gradual de lámparas a 12 voltios, incluyendo el **circuito impreso, MOSFET IRF.9540** y todos los componentes mostrados en las Figs.4-5, excluido únicamente el mueble metálico **MOX30** ..... 1,25 €

**LX.1648:** Circuito impreso ..... 4,25 €

**MOX30:** Precio del mueble metálico mostrado en la Fig.6 y en la Fig.8, utilizado también como disipador para el **MOSFET IRF.9540** ... 3,65 €

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