

# LX 1640



## INVERSOR de 12V CC

Los inversores, es decir los dispositivos que permiten obtener una tensión alterna de 230 voltios / 50 Hz partiendo de la tensión continua de una batería, son muy requeridos hoy en día ya que permiten alimentar todos los aparatos eléctricos que trabajan con 230 voltios en caso de que sucedan fallos de suministro. Además, complementándolo con un Cargador de baterías estaremos en posesión de un completo Grupo de continuidad. También puede ser muy útil en la caravana o, por qué no, en el coche.

La mayor parte de los dispositivos eléctricos que utilizamos en nuestra vida cotidiana están preparados, salvo alguna rara excepción, para ser alimentados con los **230 voltios en alterna** proporcionados por la red.

Esta consideración, tan obvia que casi puede parecer superflua, demuestra toda su consistencia cuando, por diferentes motivos, la tensión de red **no está disponible**.

Quienes han sufrido las **interrupciones** en el

**suministro** de energía eléctrica que se han producido en los pasados veranos, debido a la gran utilización de aparatos de aire acondicionado y a la mayor demanda de energía eléctrica, recordarán como la repentina falta de electricidad no ha sido precisamente un suceso muy agradable.

En efecto, en esos momentos dejaron de funcionar numerosas instalaciones de aire acondicionado y la mayoría de los electrodomésticos presentes dentro de las viviendas.

Con las **televisiones** y los **ordenadores** fuera de uso las noticias solo se pueden recibir en radios y televisores portátiles, que, gracias a que si alimentan con pilas o baterías, siguen funcionando.

Los afortunados que tuvieron a disposición un **Inversor** (**Sistema de Alimentación Ininterrumpida** o **SAI**), es decir un dispositivo capaz de convertir la tensión **continua** procedente de una **batería** en una tensión **alterna** de **230 voltios**, apreciaron ciertamente las ventajas de un dispositivo que permite seguir desarrollando tranquilamente las actividades cotidianas.

En caso de **fallo** en el **suministro eléctrico** un aparato como este puede proporcionar interesantes prestaciones:

- Garantiza la iluminación de los entornos principales de una vivienda, a través del uso

- Permite trabajar con un **ordenador personal**.

Utilizando una **batería** común de plomo de **12 voltios**, como la instalada en los coches (ver Fig.1), y complementando nuestro inversor con el **Cargador de baterías LX.1623** presentado en la revista **N.248**, estaremos en posesión de un **Grupo de continuidad** de bajo coste, que permite, entre otras aplicaciones, utilizar el ordenador personal aunque se produzcan interrupciones de suministro eléctrico.

El inversor también puede ser muy útil para llevar la tensión alterna de **230 voltios** allí donde este **no** esté **disponible**, por ejemplo dentro de una **vivienda en construcción**, de una **autocaravana**, de una **embarcación** y, por qué no, del **automóvil**.

Así, si os desplazáis mucho en coche por razones de trabajo, podréis utilizar cualquier

# a 230V 50Hz AC

de lámparas de neón de **18 W** o de lámparas de **bajo consumo**.

- Permite el funcionamiento de una **radio** o de una pequeña **televisión**.

**dispositivo** que funcione a **230 voltios** conectando el inversor a la toma de **12 voltios** del **mechero**. Igualmente al salir de vacaciones en el coche con la familia podréis

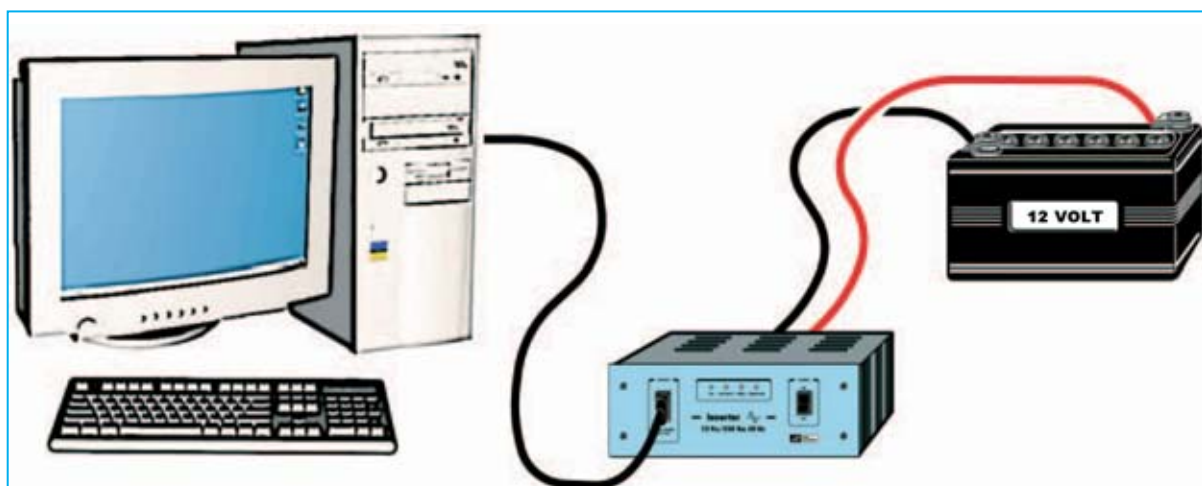
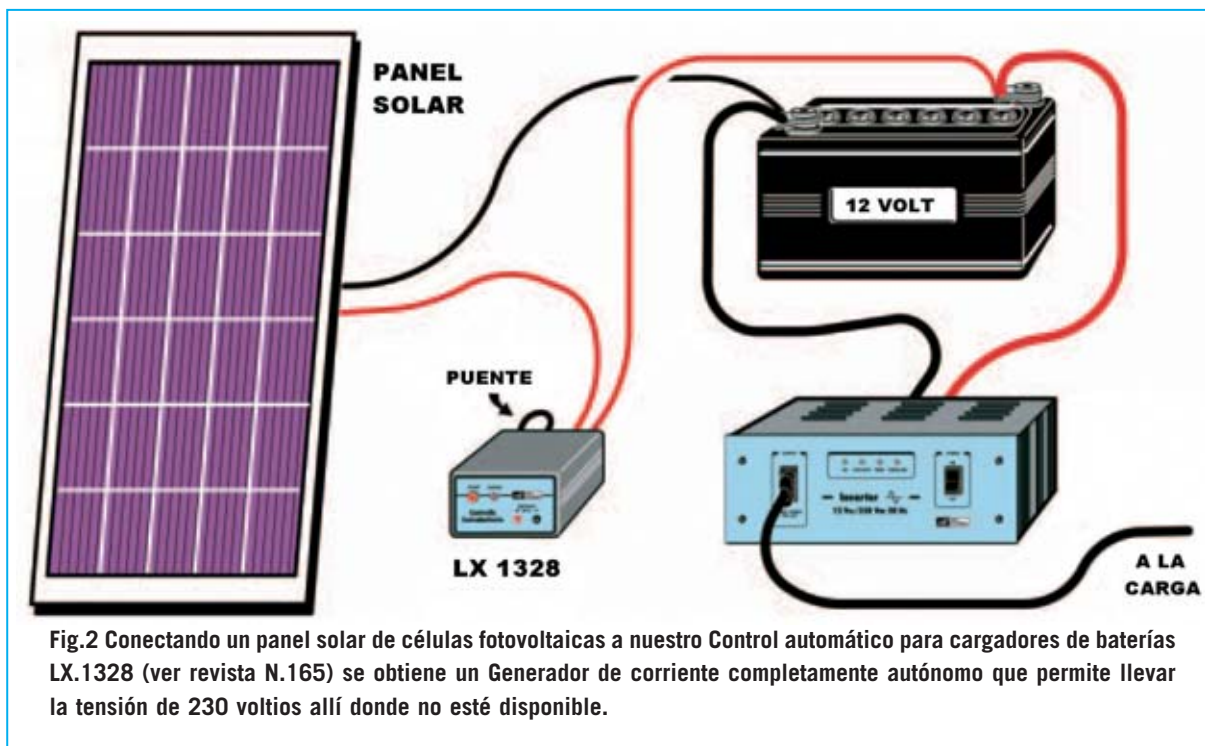


Fig.1 Conectando el Inversor a una batería de coche y a nuestro Cargador de baterías LX.1623 (ver revista N°248) se obtiene un Grupo de continuidad con el que se puede proteger vuestro ordenador personal de los problemas de suministro en la red eléctrica.



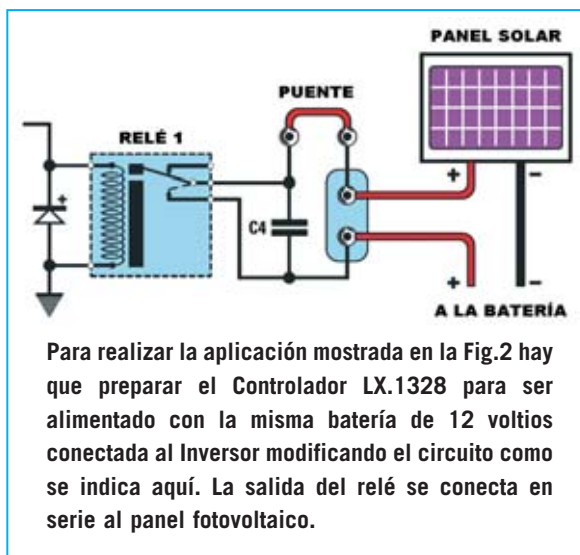
disfrutar del **Inversor** para cargar las baterías de los **teléfonos móviles**, **videocámaras**, **cámaras fotográficas digitales**, etc. En efecto, estos dispositivos suelen incluir un **cargador de baterías** que trabaja con los **230 voltios** de la tensión de red.

Una última aplicación que os sugerimos es la realización de una pequeña **estación autónoma** de alimentación a **230 voltios** para utilizar en todos aquellos lugares en los que esta tensión no llega fácilmente, utilizando una **batería de coche**. Por ejemplo, para quien disponga de una casa en plena **montaña** o desee utilizar sus electrodomésticos en una **embarcación** que no disponga de suministro eléctrico.

Instalando un pequeño panel de **células fotovoltaicas** para recargar la batería durante los períodos de inactividad, dispondréis de un generador de corriente completamente **autónomo** (ver Fig.2).

### PRINCIPIOS de FUNCIONAMIENTO

No todo el mundo conoce que gran parte de los **inversores** disponibles en el mercado, normalmente distribuidos como **Sistemas de**



**Alimentación Ininterrumpida (SAI)**, no proporcionan en sus salidas **ondas sinusoidales**, como la proporcionada por la red eléctrica, sino **ondas cuadras modificadas** (ver Fig.3).

De esta forma es mucho más sencilla, y barata, la realización del inversor, pero puede provocar en los instrumentos **más sofisticados**, como los ordenadores personales, algunos inconvenientes por la presencia de **armónicas**, pudiendo incluso llegar a **dañar** algún componente.

El inversor que aquí presentamos ofrece en su salida una onda **perfectamente sinusoidal y libre de armónicas**.

Este resultado se consigue explotando la función **PWM (Pulse Width Modulation)** del microprocesador **ST7 LITE**, función que permite de generar un impulso de **onda cuadrada** de **5 voltios** de amplitud con un **duty-cycle** seleccionable.

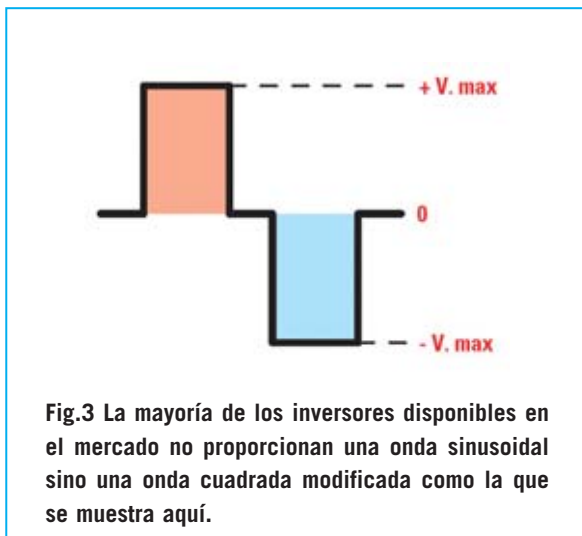
Para conseguir una perfecta **onda sinusoidal** en salida se parte tomando una senoide de **50 Hz** y se subdivide en **256 puntos** (ver Fig.4).

El valor de **amplitud** correspondiente a cada uno de los puntos de la senoide es almacenado dentro del microprocesador de forma que para cada punto genera un valor concreto de **duty-cycle**.

De esta forma para cada uno de los **256 puntos** el microprocesador genera un **impulso** de **onda cuadrada** cuyo **duty-cycle** tendrá una **duración** proporcional a la **amplitud** de la senoide en cada punto.

Este muestreo de la senoide se realiza a una frecuencia de **12,8 KHz**. En efecto, si la frecuencia de la senoide es de **50 Hz** y queremos tomar **256 puntos**, obtenemos que el valor de la **frecuencia de muestreo** tiene que ser igual a:

$$\text{Frecuencia} = 50 \text{ Hz} \times 256 = 12.800 \text{ Hz} = 12,8 \text{ KHz}$$



Los impulsos en forma de onda cuadrada generados por el microprocesador se envían a un circuito formado por **8 MOSFET** de potencia (**MOSPOWER**) conectados en la clásica configuración de **punto**. Tienen la función de controlar el **transformador** para formar una perfecta senoide en la salida.

Nuestro inversor está dotado de una completa serie de **controles** sobre la **amplitud** de la **tensión** en salida, sobre el valor de la **corriente** proporcionada a la carga, sobre la **temperatura** de funcionamiento de la etapa de **potencia** y sobre el estado de **carga** de la **batería**.

El control de la **tensión** suministrada se realiza obteniendo una fracción del **valor de pico** de la senoide de **salida** y enviándola al **Convertor A/D** del micro.

Si el valor de la tensión está por **debajo** o por **encima** del nivel establecido el microprocesador modifica los **impulsos** generados aumentando o reduciendo el **duty-cycle** de forma que el valor de la tensión en salida vuelve al valor establecido (**+/- 8%**).

Este control permite mantener el valor de la tensión de salida dentro de un **+/- 8%** aunque varíe la **absorción** de corriente de la **carga** o el estado de **carga** de la **batería**.

El control de la **corriente** suministrada en salida se efectúa conectando en serie a la carga la **espira** de un pequeño transformador (**T2**) en cuyo **secundario** se obtiene una tensión proporcional a la corriente que le atraviesa.

Esta tensión es mandada al terminal **Current Loop** del micro, que interviene desconectando el inversor en cuanto la corriente supera el valor máximo permitido.

El control de la **temperatura** es realizado por una **NTC** conectada a las aletas de disipación de los MOSFET de potencia, mientras que el control del estado de la **batería** se realiza monitorizando la tensión presente en sus contactos.

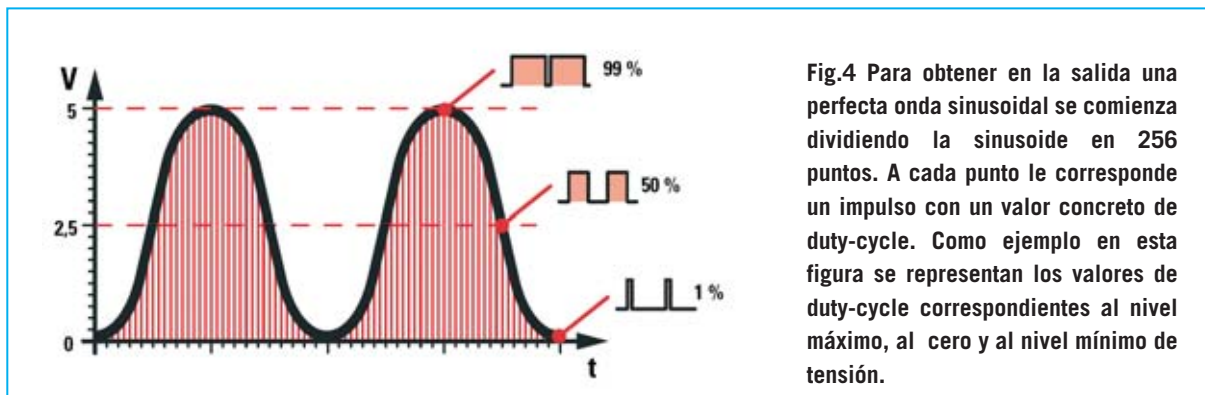


Fig.4 Para obtener en la salida una perfecta onda sinusoidal se comienza dividiendo la senoide en 256 puntos. A cada punto le corresponde un impulso con un valor concreto de duty-cycle. Como ejemplo en esta figura se representan los valores de duty-cycle correspondientes al nivel máximo, al cero y al nivel mínimo de tensión.

Cualquier **anomalía** que se produzca es señalada mediante la activación de un **zumbador acústico** y por el encendido de los **diodos LED** correspondientes.

## ESQUEMA ELÉCTRICO

En la Fig.5 se muestra el esquema eléctrico del inversor. El corazón del sistema está constituido por el microprocesador **ST7 LITE (IC2)**, que, partiendo de los **256 valores** contenidos en su memoria, procede a generar impulsos **PWM**, cada uno caracterizado por un preciso valor de **duty-cycle** para construir una perfecta **senoide** en la salida.

Estos impulsos, obtenidos del terminal **10** de **IC2**, son mandados a los integrados **IC5** e **IC6**, dos **IR.2111** (Drivers lineales de alta tensión), después de atravesar por un lado los dos inversores **IC1/E** e **IC1/D** y por otro el inversor **IC1/F**. De esta forma el control se realiza en **contrafase**, es decir mediante dos señales de onda cuadrada **desfasadas 180°** entre sí.

Los dos integrados **IC5** e **IC6** controlan los ocho MOSFET de potencia **MFT1-2-3-4-5-6-7-8**, conectados en la clásica configuración de **punto**. Además, para soportar mejor el elevado valor de corriente que precisa el inversor a máxima potencia, los **8 MOSFET** están conectados en **paralelo dos a dos**, de tal modo que forman realmente **4 pares**.

La señal de onda cuadrada aplicada a los terminales **2** de **IC5** e **IC6** produce en sus terminales de salida **7** y **4** niveles lógicos **1** y **0**. Cuando la señal en el terminal **2** es **0**, el terminal **7** tiene un nivel lógico **1** y el terminal **4** tiene un nivel lógico **0**, mientras que cuando

la señal en el terminal **2** es **1** en el terminal **7** hay un nivel lógico **0** y en el terminal **4** hay un nivel lógico **1**.

Para comprender mejor el funcionamiento del puente se pueden consultar las Figs.7-8 en las que se muestran los **dos ciclos** fundamentales de su funcionamiento.

En el **primer ciclo**, cuando en el terminal **10** de **IC2** hay un nivel lógico **0**, las parejas de MOSFET **MFT1/MFT2** y **MFT7/MFT8** se ponen en conducción. La corriente circula por el primario del transformador en el sentido indicado en la Fig.7.

En el **segundo ciclo**, cuando en el terminal **10** de **IC2** hay un nivel lógico **1**, las parejas de MOSFET **MFT3/MFT4** y **MFT5/MFT6** se ponen en conducción. La corriente circula por el primario del transformador en el sentido opuesto al anterior (ver Fig.8). De esta forma, a cada señal **PWM** procedente del micro, incluida entre **0** y **5 voltios**, se produce en los dos puntos centrales del puente (entre el terminal **6** de **IC5** y el terminal **6** de **IC6**) un impulso de onda **cuadrada** cuya amplitud está comprendida entre **+12** y **-12 voltios**, como se puede observar en la Fig.9.

El valor de **tensión** de cada uno de estos impulsos únicamente depende del valor del **duty-cycle** de los impulsos **PWM**. Como se puede observar en la Fig.9, comienza desde un mínimo de unos **-12 voltios** para un **duty-cycle** de **1%**, tiene un valor de **0 voltios** para un **duty-cycle** del **50%** y llega casi a **+12 voltios** para un **duty-cycle** del **99%**. Las dos impedancias **Z1** y **Z2** constituyen un filtro **paso-bajo** y tienen la función de dejar pasar el valor

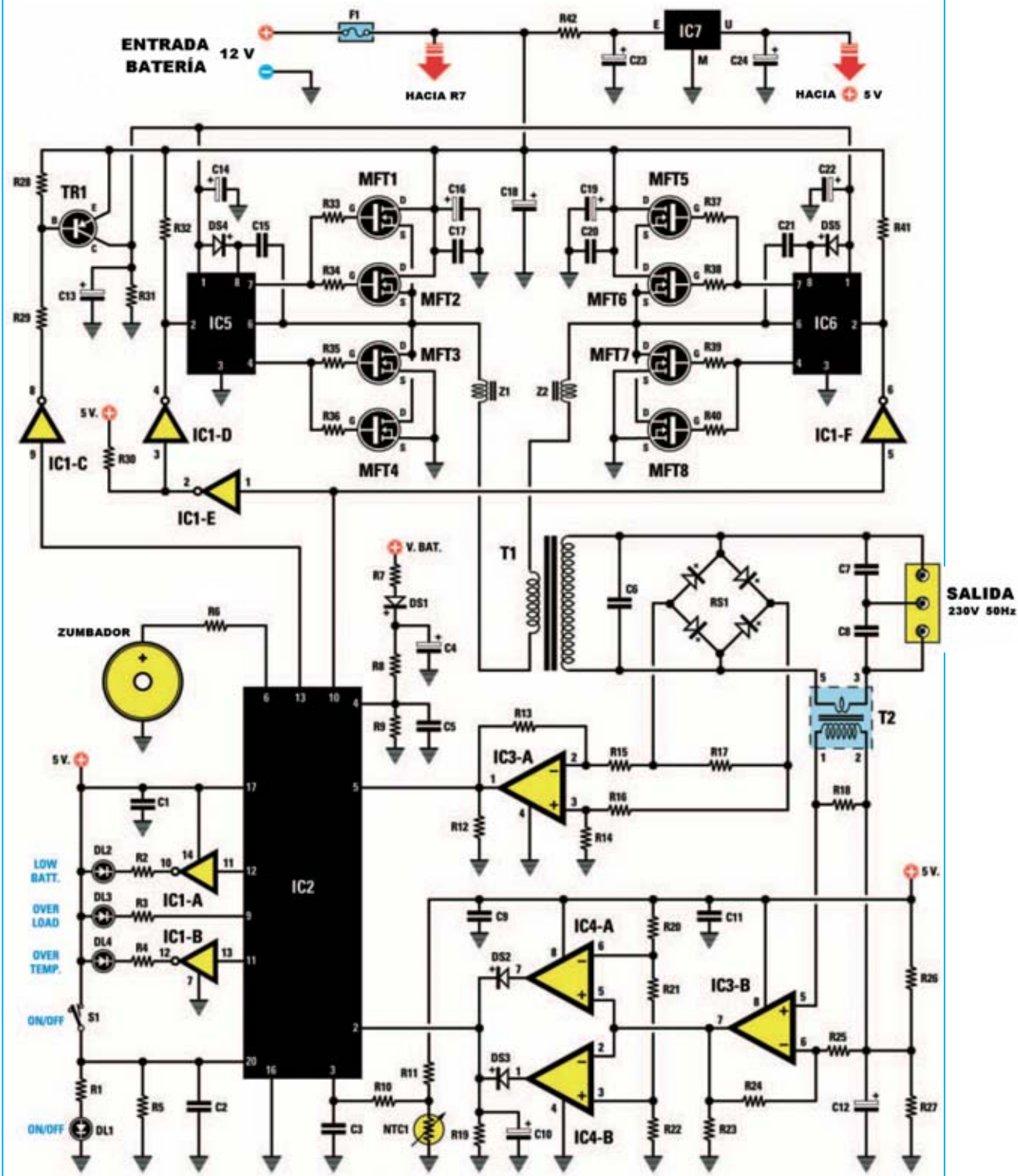


Fig.5 Esquema eléctrico del Inversor LX.1640. La lista de los componentes está reproducida en la página siguiente.

medio de cada impulso, construyendo de esta forma una perfecta **onda sinusoidal** con una amplitud de **6 voltios eficaces** que es mandada al **primario del transformador toroidal T1** para convertirla en una tensión sinusoidal de **230 voltios**.

En el secundario del transformador **T1** está conectado el condensador de poliéster **C6 (1 microfaradio)**. Este componente tiene la función de eliminar los restos del muestreo de **12,8 KHz** para que en la salida únicamente se encuentre una **perfecta onda sinusoidal**.

Como ya hemos adelantado, el inversor dispone de las siguientes funciones de **control**:

- **Control de la tensión de salida.**
- **Control de la corriente de carga.**
- **Control de la temperatura de los MOSFET.**
- **Control del estado de carga de la batería.**

El control de la estabilidad de la **tensión de salida** se realiza tomando la tensión alterna presente en los contactos del secundario del transformador **T1** y rectificándola mediante el **punte RS1**. La tensión obtenida, oportunamente reducida por el divisor formado por **R17 y R15**, se aplica a la entrada **inversora** del amplificador operacional **IC3/A**, que presenta una ganancia inferior a **1**. De esta

forma en el terminal **5** del **microprocesador IC2** se consigue una tensión rectificada a **doble semionda** cuyo valor de **pico** es de **2,5 voltios** cuando la tensión en la salida del inversor es de **230 voltios**.

**NOTA:** Hay que precisar que el valor de **230 voltios** de la tensión nominal de salida es **aproximado**. Este valor puede variar a causa de las inevitables tolerancias de los componentes.

Esta tensión de **2,5 voltios** de pico es constantemente monitorizada por el microprocesador. Si, por cualquier razón, la tensión en la salida varía dentro de un intervalo del **+/- 8%** el micro procede instantáneamente a modificar su **duty-cycle** para que el valor de la tensión en la salida vuelva a su valor nominal.

El control de la **corriente** máxima que puede atravesar la carga se realiza utilizando un sensor de corriente constituido por un transformador (**T2**) cuyo **primario** está formado por una única **espira** conectada en serie a la **carga**, y cuyo secundario está conectado a la entrada no inversora del operacional **IC3-B**. La salida de este amplificador está conectada al **comparador** formado por los dos operacionales **IC4/A** e **IC4/B**. En condiciones normales de funcionamiento la salida del comparador está a **nivel lógico 0**. Ahora bien,

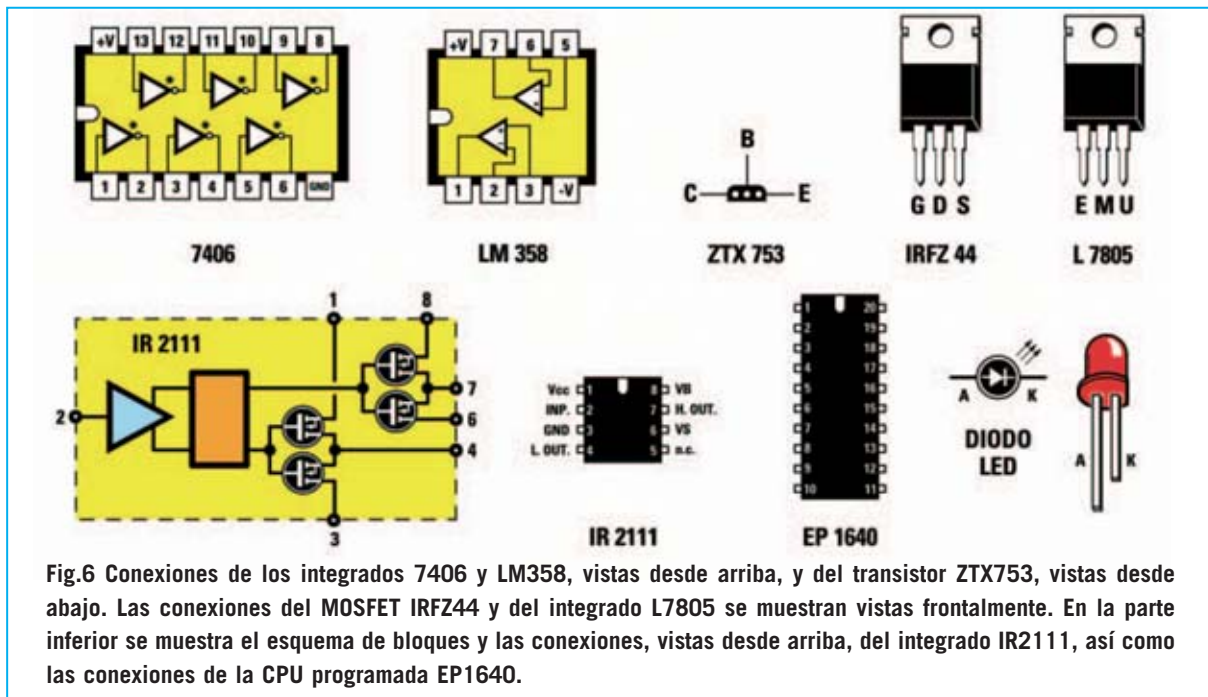


Fig.6 Conexiones de los integrados 7406 y LM358, vistas desde arriba, y del transistor ZTX753, vistas desde abajo. Las conexiones del MOSFET IRFZ44 y del integrado L7805 se muestran vistas frontalmente. En la parte inferior se muestra el esquema de bloques y las conexiones, vistas desde arriba, del integrado IR2111, así como las conexiones de la CPU programada EP1640.

## LISTA DE COMPONENTES LX.1640 - LX.1640A/B

R1 = 1.000 ohmios	C4 = 10 microF. electrolítico
R2 = 1.000 ohmios	C5 = 100.000 pF poliéster
R3 = 1.000 ohmios	C6 = 1 microF. poliéster 630V
R4 = 1.000 ohmios	C7 = 100.000 pF poliéster 1.000V
R5 = 4.700 ohmios	C8 = 100.000 pF poliéster 1.000V
R6 = 10 ohmios	C9 = 100.000 pF poliéster
R7 = 1.000 ohmios	C10 = 10 microF. electrolítico
R8 = 47.000 ohmios	C11 = 100.000 pF poliéster
R9 = 22.000 ohmios	C12 = 100 microF. electrolítico
R10 = 1.000 ohmios	C13 = 10 microF. electrolítico
R11 = 4.700 ohmios	C14 = 47 microF. electrolítico (*)
R12 = 1.000 ohmios	C15 = 470.000 pF poliéster (*)
R13 = 18.000 ohmios	C16 = 2.200 microF. electrolítico (*)
R14 = 18.000 ohmios	C17 = 100.000 pF poliéster (*)
R15 = 2,2 megaohmios	C18 = 4.700 microF. electrolítico
R16 = 2,2 megaohmios	C19 = 2.200 microF. electrolítico (*)
R17 = 470.000 ohmios	C20 = 100.000 pF poliéster (*)
R18 = 10 ohmios	C21 = 470.000 pF poliéster (*)
R19 = 4.700 ohmios	C22 = 47 microF. electrolítico (*)
R20 = 1.000 ohmios	C23 = 100 microF. electrolítico
R21 = 560 ohmios	C24 = 100 microF. electrolítico
R22 = 1.000 ohmios	Z1 = Impedancia 32,5 microHenrios (VK1640)
R23 = 1.000 ohmios	Z2 = Impedancia 32,5 microHenrios (VK1640)
R24 = 33.000 ohmios	RS1 = Puente rectificador 100V 1A
R25 = 2.200 ohmios	DS1 = Diodo 1N.4148
R26 = 1.000 ohmios	DS2 = Diodo 1N.4148
R27 = 1.000 ohmios	DS3 = Diodo 1N.4148
R28 = 4.700 ohmios	DS4 = Diodo schottky BYV36
R29 = 4.700 ohmios	DS5 = Diodo schottky BYV36
R30 = 1.000 ohmios	DL1-DL4 = Diodos LED
R31 = 1.000 ohmios	TR1 = Transistor PNP ZTX753
R32 = 4.700 ohmios	MFT1-MFT8 = MOSFET IRFZ44
R33 = 10 ohmios (*)	IC1 = Integrado TTL 7406
R34 = 10 ohmios (*)	IC2 = CPU programada EP1640
R35 = 10 ohmios (*)	IC3 = Integrado LM358
R36 = 10 ohmios (*)	IC4 = Integrado LM358
R37 = 10 ohmios (*)	IC5 = Integrado IR2111
R38 = 10 ohmios (*)	IC6 = Integrado IR2111
R39 = 10 ohmios (*)	IC7 = Integrado L7805
R40 = 10 ohmios (*)	F1 = Fusible 30A
R41 = 4.700 ohmios (*)	T1 = Transformador 250 vatios (TT25.01) sec.
R42 = 10 ohmios 1/2 vatio	6V 40A
NTC1 = 2.200 ohmios	T2 = Transformador modelo TM1640
C1 = 100.000 pF poliéster	S1 = Interruptor
C2 = 100.000 pF poliéster	Zumbador = 12 voltios
C3 = 100.000 pF poliéster	

**NOTA:** Todos los componentes marcados con un asterisco (\*) deben montarse en los circuitos impresos LX.1640/A y LX.1640/B.



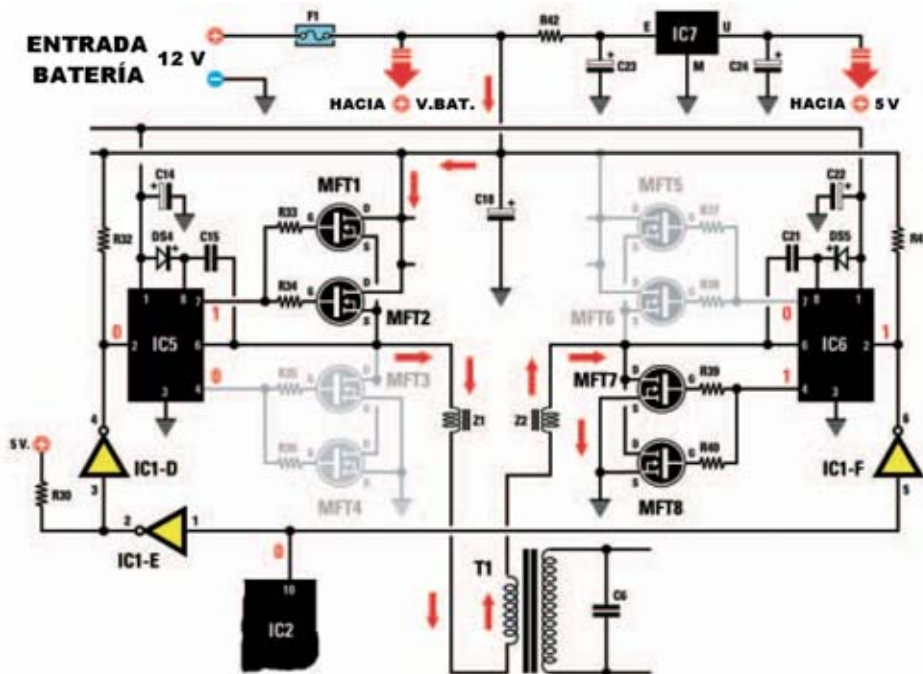


Fig.7 La señal PWM presente en el terminal 10 de IC2 se aplica, desfasada 180°, a los dos integrados IC5-IC6 que proceden a controlar alternativamente dos de las cuatro parejas de MOSPOWER. En el primero de los dos ciclos la señal PWM está a nivel lógico 0. En estas condiciones la tensión de los 12 voltios, pasando por la pareja de MOSFET MFT1/MFT2, alcanza al primario del transformador T1 descargándose a masa a través de la pareja de MOSFET MFT7/MFT8.

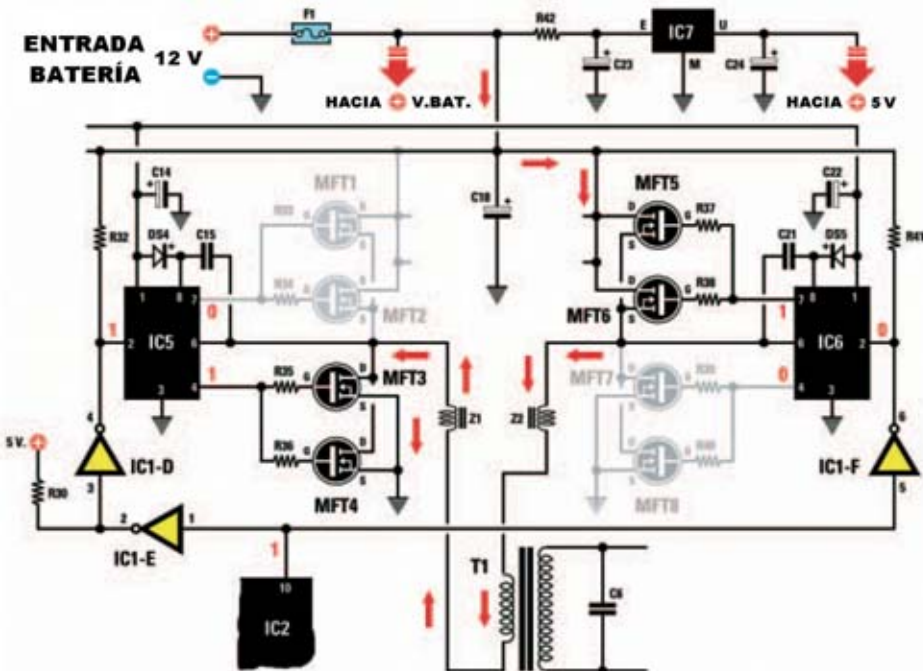


Fig.8 En el ciclo siguiente la señal PWM pasa a nivel lógico 1. La tensión de 12 voltios atraviesa la pareja de MOSFET MFT5/MFT6 y es aplicada, en sentido opuesto al precedente, al primario del transformador T1, por lo tanto se descarga a masa a través de la pareja de MOSFET MFT3/MFT4. La inversión de polaridad de la tensión en el primario del transformador T1 permite obtener una tensión alterna en la salida utilizando un transformador desprovisto de 0 central.

en cuanto se produce una sobrecarga la tensión producida por el transformador **T2** y amplificada por el operacional **IC3-B** provoca que la salida del comparador pase a **nivel lógico 1**.

Dado que el microprocesador **IC2** recibe en su terminal **2** la señal procedente del comparador, genera en su terminal **13** un **nivel lógico 0** que, mediante el inversor **IC1/C**, pone en **corte** al transistor **TR1**. Este transistor, conectado al terminal **1** de los integrados **IC5** e **IC6**, procede a deshabilitar el circuito de potencia, llevando a **0** la tensión de salida del inversor. Al mismo tiempo la sobrecarga de corriente se señala mediante el encendido del diodo LED **OVERLOAD** conectado al terminal **9** de **IC2**.

El inversor también se apaga en el caso de que se produzca una alarma de **temperatura** o de que no haya una tensión adecuada en la **batería**. De forma simultánea se enciende el **diodo LED** correspondiente y el **zumbador CP1** suena.

**NOTA:** El encendido de los diodos LED y el sonido permanecen aunque la condición que ha dado origen a la alarma desaparezca. Para resetear las alarmas no es suficiente con apagar el inversor con el botón de encendido **POWER**, es necesario **desconectarlo** de la batería y **volver a conectarlo**.

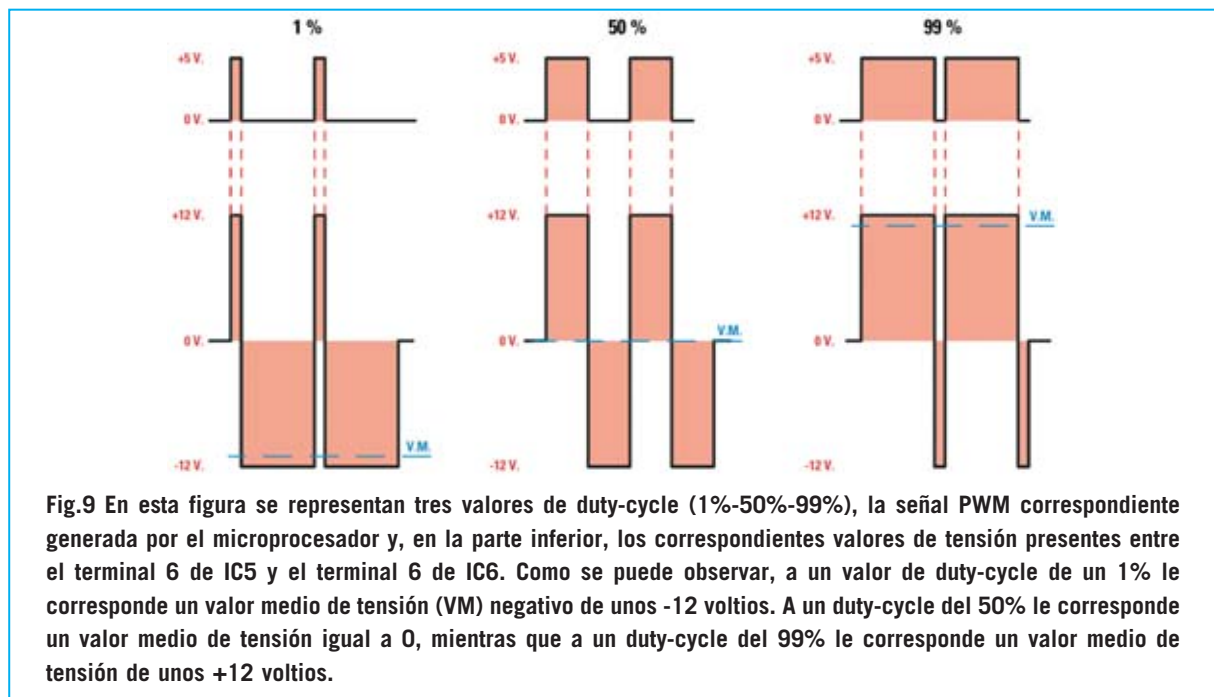
El control de la **temperatura** de trabajo de los MOSFET de potencia se realiza mediante **NTC1**, componente situado sobre una aleta de refrigeración y conectado al terminal **3** del microprocesador **IC2**. Si la temperatura tomada por la **NTC** tiende a crecer a un valor **50-60 °C** el diodo LED **OVERTEMP** se pone a parpadear, señalando de este modo un **primer nivel** de alarma.

En este momento el circuito de potencia **no** está deshabilitado todavía. En caso de que la temperatura baje, el diodo LED deja de parpadear y el inversor vuelve a su funcionamiento normal. En cambio, si la temperatura sube por encima de los **60 °C** se **desactiva** el circuito de potencia y se enciende el diodo LED **OVERTEMP**.

La monitorización de la tensión de la **batería** se realiza obteniendo la tensión en sus contactos mediante el divisor formado por las resistencias **R7-R8-R9** y conectándolo al terminal **4** de **IC2**.

La alarma se activa cuando la tensión de la batería supera los **15 voltios** o cae por debajo de los **10,5 voltios**, señalándose mediante el diodo LED **LOW BATT (DL2)**.

La alimentación de los **MOSFET** de potencia y de los integrados **IC3, IC4, IC5** e **IC6** se realiza



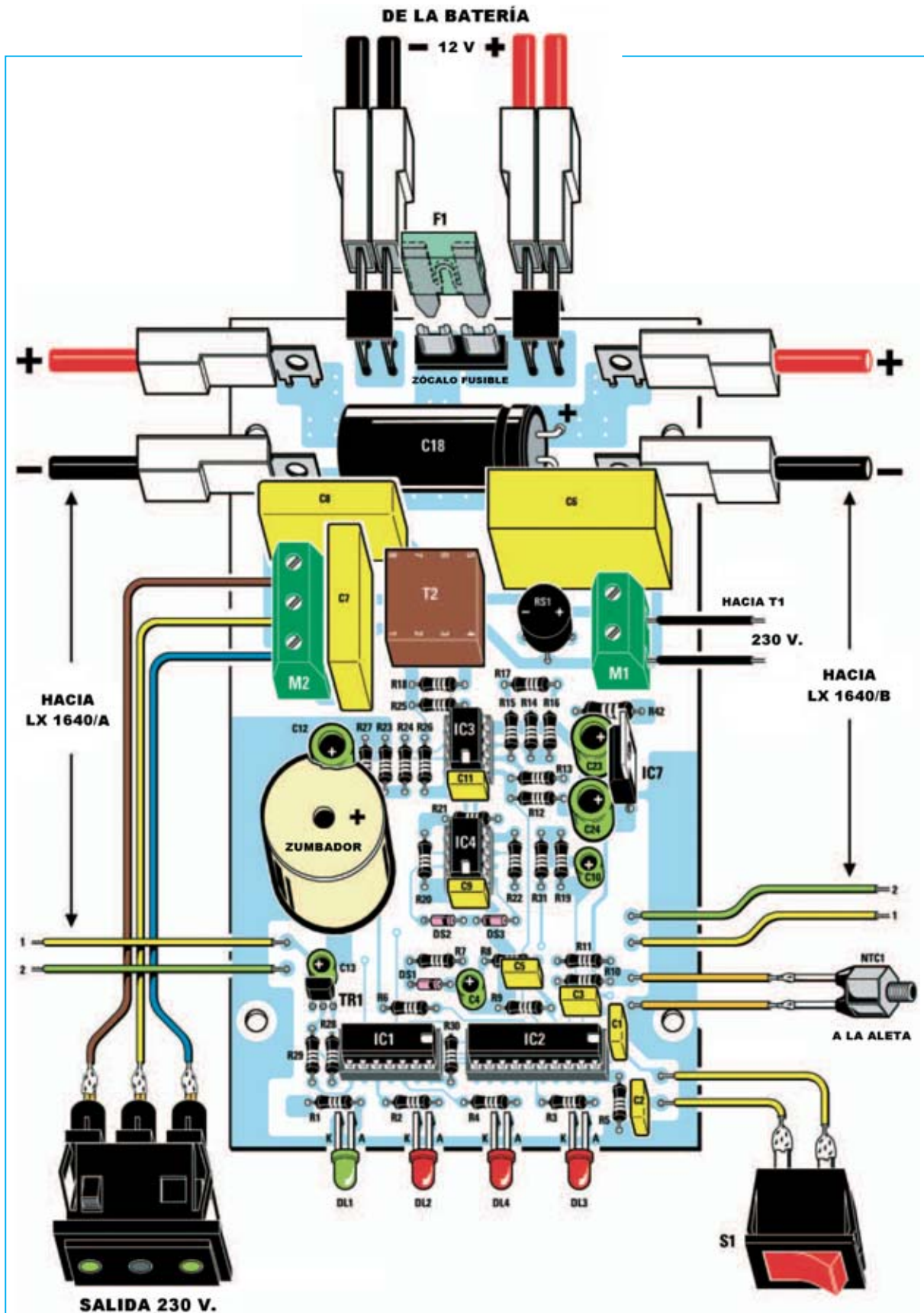


Fig.10 Esquema práctico de montaje de la tarjeta base del Inversor LX.1640. Como se puede observar en la parte superior, entre los dos dobles conectores faston macho utilizados para la conexión a la batería de 12 voltios se encuentra el zócalo portafusibles en el que se ha de instalar el fusible de 30 amperios incluido en el kit.

utilizando directamente los **+12 voltios** de la **batería**, mientras que los **+5 voltios** necesarios para la alimentación del micro **IC2** y del integrado **IC1** se obtienen a través de un regulador de tensión **L7805 (IC7)**.

## REALIZACIÓN PRÁCTICA LX.1640

Aunque en un primer momento puede parecer difícil, el montaje de este circuito **no** presenta ninguna dificultad si se realiza el montaje con las indicaciones que exponemos a continuación.

El inversor utiliza **tres circuitos impresos**, **LX.1640**, **LX.1640/A** y **LX.1640/B**, todos de doble cara con taladros metalizados.

Comenzamos la descripción con el circuito impreso **LX.1640** (ver Fig.10), cuyo montaje puede empezar con la instalación de los **zócalos** para los circuitos integrados **IC1-IC2-C3-IC4**.

A continuación hay que realizar el montaje de las **resistencias**, todas de **1/4 de vatio** a excepción de **R42 (10 ohmios 1/2 vatio)**, identificando el valor de cada una de ellas a través de las franjas de colores presentes sobre sus cuerpos.

El montaje puede continuar con la instalación de los diodos **DS1**, **DS2** y **DS3**, orientando la franja **negra** presente sobre sus cuerpos tal y como se indica en la Fig.10.

Es el momento de realizar el montaje de los **condensadores** de **poliéster** y de los **condensadores electrolíticos**, respetando en estos últimos la **polaridad** de sus terminales (el polo **positivo** corresponde al terminal más **largo**). En cuanto al gran condensador electrolítico **C18** es recomendable montarlo en **horizontal** doblando adecuadamente sus terminales (ver Fig.10).

Ahora hay que instalar el transistor **TR1**, un **ZTX753**, orientando la parte plana de su cuerpo hacia el condensador **C13** y, a continuación, el integrado **IC7**, orientando hacia el exterior el lado metálico de su cuerpo.

Para el montaje del transformador **T2** no hay que tomar ninguna precaución especial, ya que

sus cuatro terminales están dispuestos de tal modo que solo se puede instalar en una única posición. Acto seguido hay que montar el **punteo** rectificador **RS1**, teniendo cuidado en respetar la polaridad de sus terminales **+/-**, y el **zumbador**, orientando su terminal **positivo** hacia el integrado **IC4**.

Ahora hay que instalar la **clema** de conexión **M1** para el secundario del **transformador T1** y el pequeño **zócalo portafusibles** en el que tendréis que insertar el fusible **F1** de **30 amperios** (ver Fig.10).

A continuación hay que realizar el montaje de la **clema M2**, a la que se han de conectar los **3 cables** para la toma de **salida de 230 voltios**, los cuatro conectores **faston macho** en **L**, necesarios para la conexión a los dos circuitos impresos **LX.1640/A** y **LX.1640/B**, y los dos **dobles** conectores **faston macho**, necesarios para la conexión a la batería de **12 voltios** (ver Fig.10). Llegado este punto hay que instalar los **terminales tipo pin** utilizados para efectuar las conexiones a los componentes exteriores, tal y como se muestra en la Fig.10.

Por último solo hay que introducir, en sus correspondientes zócalos, los integrados **IC1-IC2-IC3-IC4**, teniendo cuidado en orientar sus muescas de referencia tal y como se indica en la Fig.10, prestando mucha atención para no deteriorar ningún terminal.

**NOTA:** Es aconsejable posponer el montaje de los **4 diodos LED** para la fase de **montaje en el mueble** (ver párrafo correspondiente).

## REALIZACIÓN PRÁCTICA LX.1640/A Y LX.1640/B

Después de haber realizado el montaje del circuito **LX.1640** hay que montar los dos circuitos **LX.1640/A** y **LX.1640/B** (ver Fig.11). Al tratarse de dos circuitos simétricos nos limitaremos a la descripción del montaje de uno de ellos.

Comenzando, por ejemplo, con el circuito impreso **LX.1640/A**, hay que montar el **zócalo** para el circuito integrado **IC5**. A continuación se pueden instalar las **resistencias** de **1/4 de vatio**, los **condensadores** de **poliéster** y los

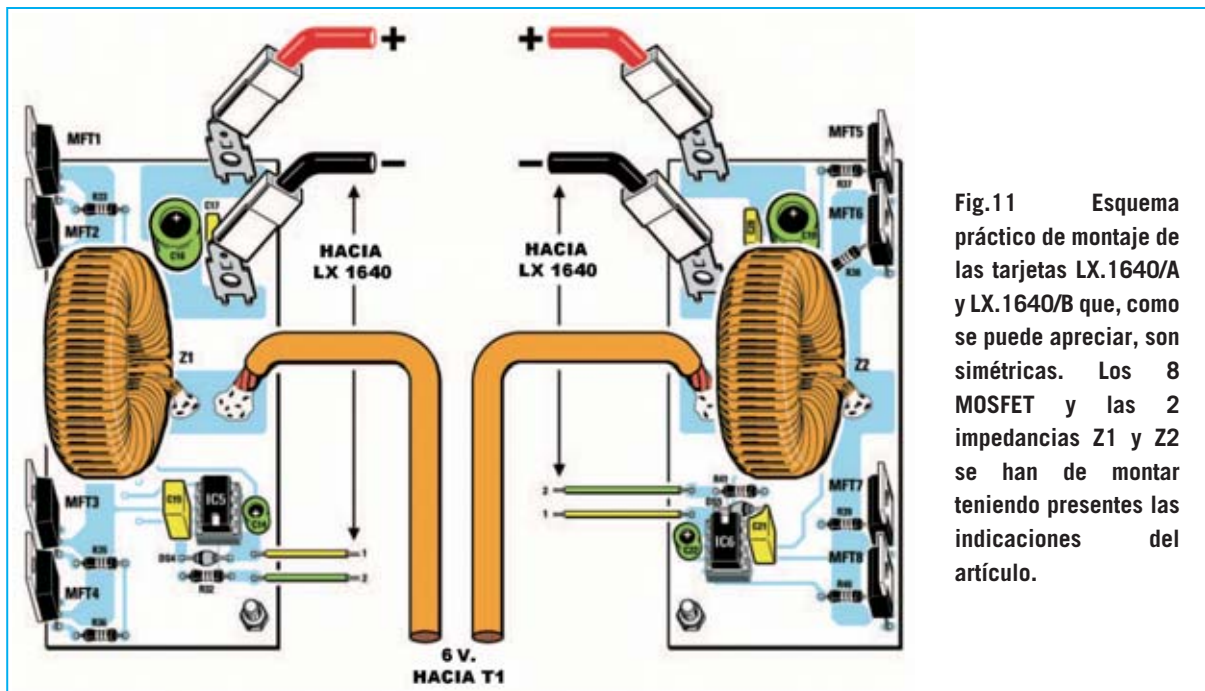


Fig.11 Esquema práctico de montaje de las tarjetas LX.1640/A y LX.1640/B que, como se puede apreciar, son simétricas. Los 8 MOSFET y las 2 impedancias Z1 y Z2 se han de montar teniendo presentes las indicaciones del artículo.

**condensadores electrolíticos**, respetando en estos últimos su **polaridad**, tal y como se muestra en la Fig.11.

Ahora hay que montar el **diodo schottky DS4**, orientando hacia los MOSFET la franja **negra** serigrafiada sobre su cuerpo, y los **dos conectores faston**. El montaje de este circuito impreso se completa introduciendo, en su correspondiente zócalo, el integrado **IC5**, orientando su muesca de referencia en forma **U** tal y como se indica en la Fig.11.

**NOTA:** La descripción del montaje de los **8 MOSFET** y de las **2 impedancias** queda pospuesta hasta el párrafo correspondiente.

### MONTAJE del TRANSFORMADOR T1

Una vez completado el montaje de los componentes de los tres circuitos impresos hay que proceder a fijar el **transformador toroidal T1**. Para empezar hay que insertar, en el agujero correspondiente, el **perno** incluido en el kit. A continuación hay que poner en el fondo del contenedor una de las dos arandelas de plástico sobre las que se apoyará el transformador, orientándolo de modo que los cables del **primario** y del **secundario** salgan hacia la parte frontal del mueble contenedor (ver Fig.17).

Para completar la operación de fijación, después de introducir el transformador en el perno hay que insertar la segunda arandela de plástico encima del cuerpo del transformador y poner la **tuerca** correspondiente.

### MONTAJE de ALETAS, MOSFET, NTC e IMPEDANCIAS

En esta fase del montaje subrayamos la importancia de realizar con la máxima atención las soldaduras de los componentes que tienen que soportar **corrientes elevadas**, como los MOSFET de potencia, las impedancias y el transformador.

Sobre las dos **aletas de refrigeración** hay fijar los **8 MOSFET** de potencia, realizando un aislamiento eléctrico utilizando las micas aislantes incluidas en el kit. Como se muestra en la Fig.12, en cada agujero de fijación hay que instalar una pequeña arandela aislante que tiene la función de mantener **aislado** el cuerpo del MOSFET de la aleta.

Llegado este punto es muy importante controlar con un **téster**, predispuesto en medida de resistencia, que el cuerpo de cada MOSFET esté perfectamente **aislado** de la aleta de refrigeración ya que, en caso contrario, el circuito no funcionará.

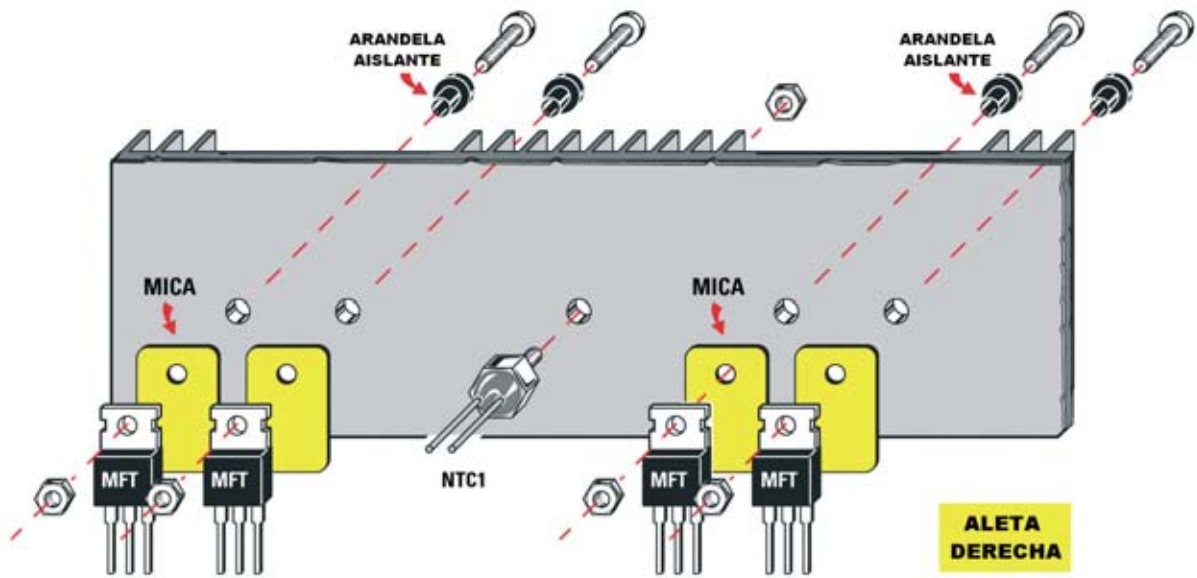


Fig.12 Representación esquemática del montaje de los MOSFET y de la NTC en la aleta del mueble. Entre cada MOSFET y la aleta hay que instalar micas aislantes, que como todos los componentes, se encuentran en el kit.

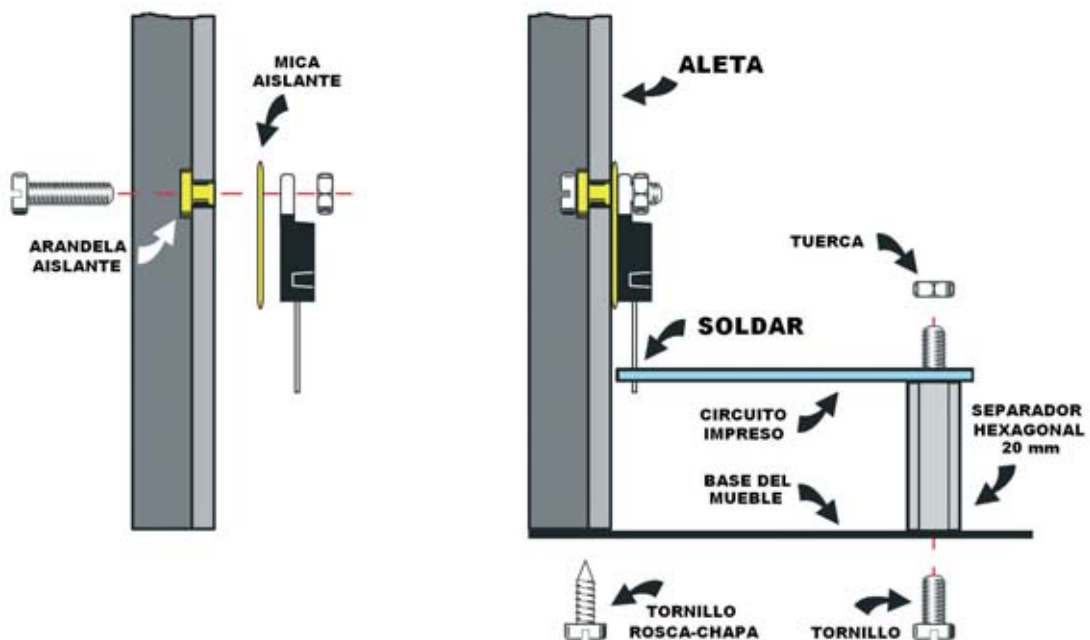


Fig.13 A la izquierda, detalle del montaje del MOSFET en la aleta del mueble. Una vez realizada esta operación hay que introducir sus terminales en los agujeros presentes en los circuitos impresos LX.1640/A y LX.1640/B. Para realizar correctamente las siguientes fases del montaje de estos componentes hay que leer detenidamente el texto del artículo.

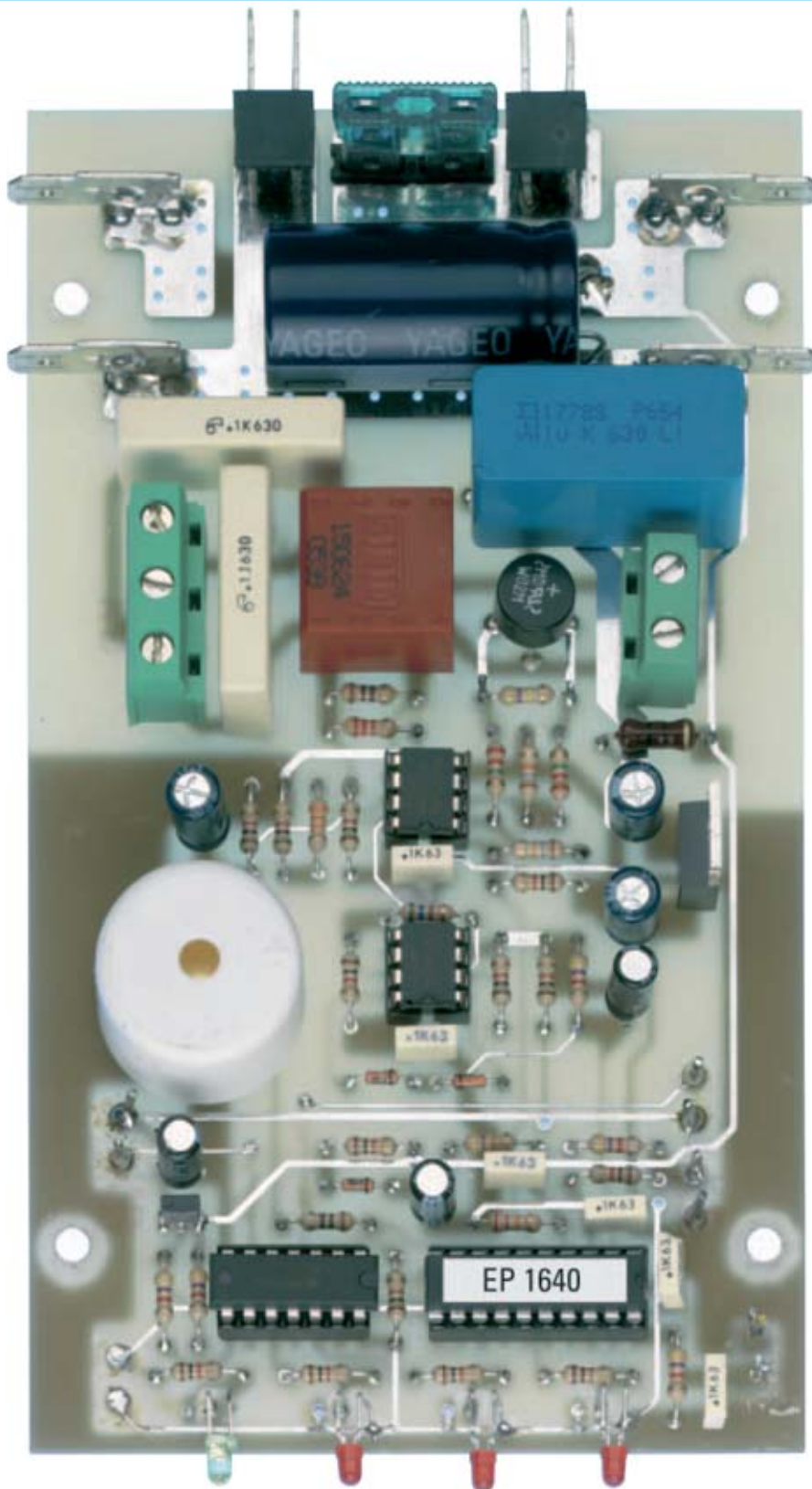


Fig.14 En esta fotografía se reproduce el circuito impreso base del Inversor LX.1640 con todos sus componentes montados. En la parte central se encuentra el transformador T2 utilizado para medir la corriente de salida. En la parte superior se puede observar el gran condensador electrolítico montado en horizontal después de haber doblado sus terminales en forma de L.

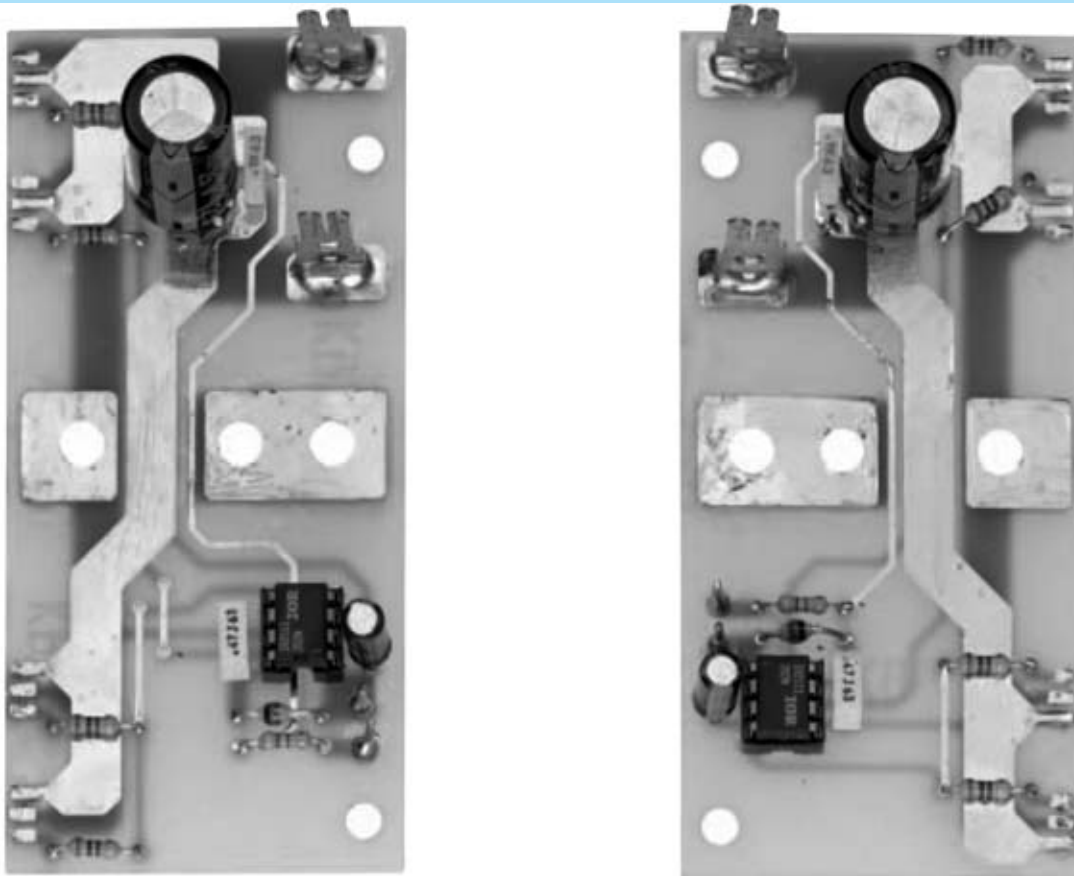


Fig.15 Fotografía de los circuitos impresos LX.1640/A y LX.1640/B con todos sus componentes montados. Como se puede apreciar en el centro de ambos impresos se encuentran los emplazamientos reservados para el montaje de las impedancias Z1 y Z2 y para la conexión del primario del transformador T1.

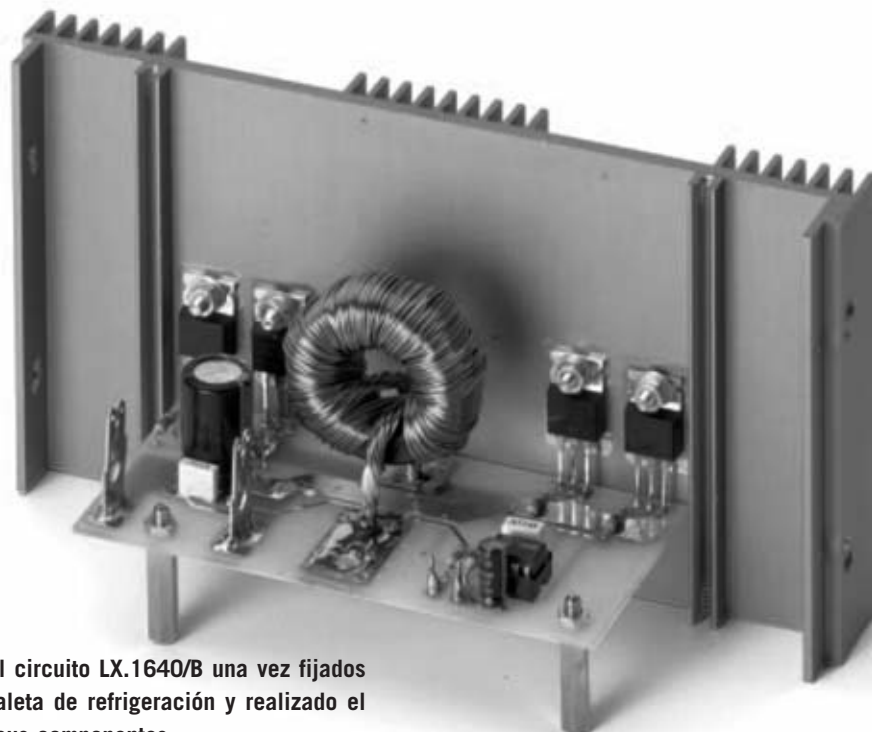
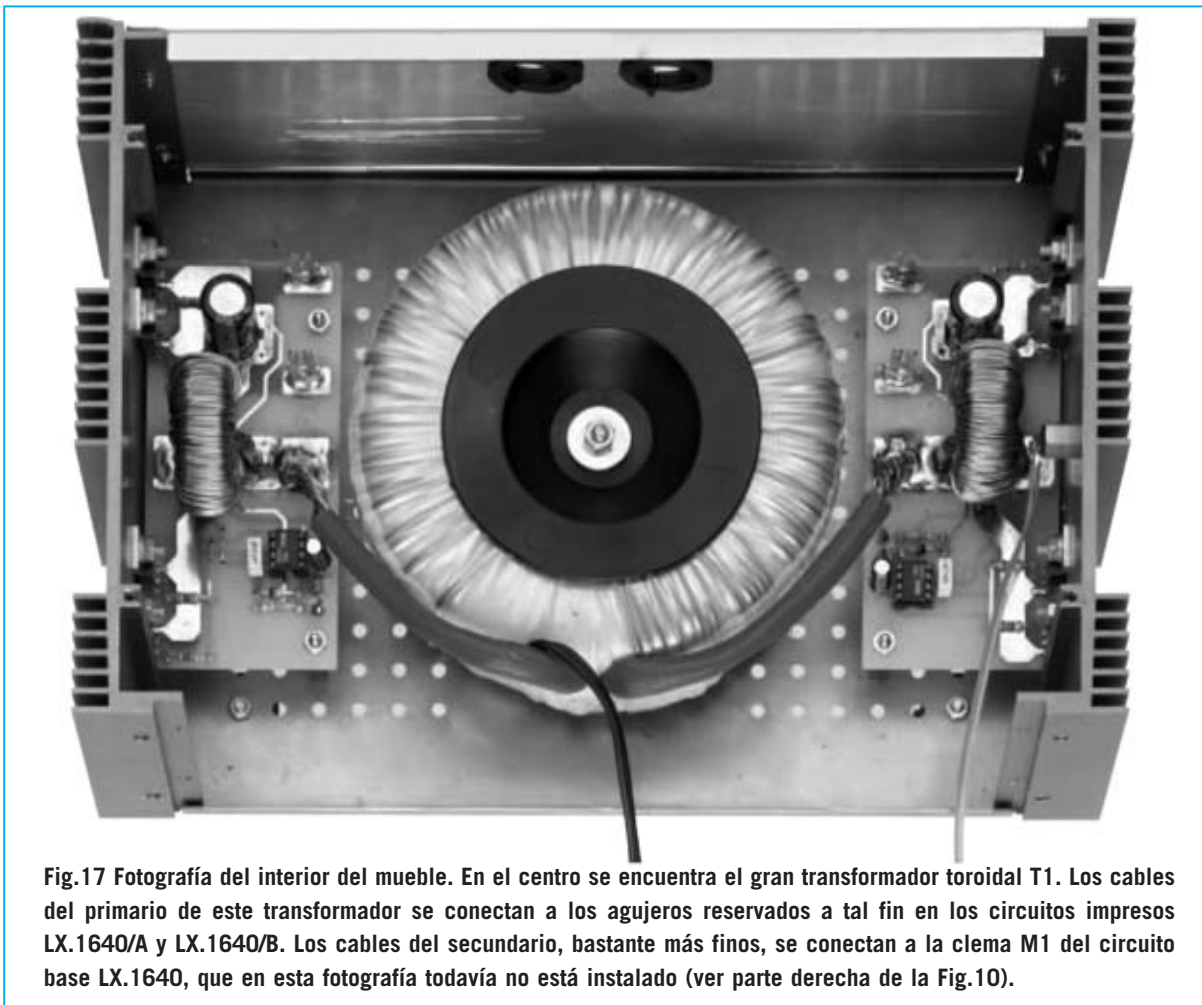


Fig.16 Aspecto del circuito LX.1640/B una vez fijados los MOSFET a la aleta de refrigeración y realizado el montaje de todos sus componentes.





Antes de completar la fijación de los MOSFET en la aleta es aconsejable **alinear** sus terminales en los correspondientes agujeros metalizados de las tarjetas **LX.1640/A** y **LX.1640/B** (ver Fig.13).

Ahora se puede proceder a fijar las **aletas**, cada una con su circuito impreso correspondiente, en el fondo del mueble contenedor a través de los tornillos metálicos y de las dos parejas de **separadores** de **20 mm** en los agujeros predispuestos en los circuitos **LX.1640/A** y **LX.1640/B** (ver Figs.13-16).

Una vez introducidos los terminales de los **8 MOSFET** en los correspondientes agujeros metalizados de los circuitos **LX.1640/A** y **LX.1640/B** hay que completar el posicionamiento de los dos circuitos impresos fijando los **separadores** de **20 mm** en los agujeros predispuestos en el fondo del mueble contenedor.

Hay que **fijar temporalmente** los **MOSFET** al circuito impreso soldando un único terminal de cada MOSFET por el lado de los componentes. Hecho esto hay que quitar de nuevo los tornillos de fijación de cada **aleta** de refrigeración y los cuatro tornillos de fijación de los **separadores** de **20 mm**, de modo que quede liberado el conjunto formado por la aleta y por el correspondiente circuito impreso.

De esta forma, dando la vuelta a cada uno de los circuitos impresos **LX.1640/A** y **LX.1640/B**, se pueden realizar las soldaduras por el lado de las pistas con el suficiente estaño y calidad para que el circuito funcione correctamente. Ahora hay que coger la **NTC** y atornillarla a fondo en el agujero presente en el centro de la aleta situada en el lado **derecho** del mueble.

Por último se han de soldar las impedancias **Z1** y **Z2**, primero por el lado de los componentes y luego por el lado de las pistas de cobre.

## MONTAJE en el MUEBLE

La primera fase del montaje consiste en la **fijación definitiva**, en el fondo del mueble, de las aletas de refrigeración con sus circuitos impresos (**LX.1640/A** y **LX.1640/B**) utilizando los tornillos metálicos y los separadores de **20 mm**.

Ahora hay que localizar los **2** cables de sección mayor del transformador **T1 (primario)** y, una vez peladas las puntas, introducirlas en agujeros correspondientes de los circuitos impresos **LX.1640/A** y **LX.1640/B** (ver Fig.17). A continuación hay que soldarlos, reforzando las soldaduras con bastante estaño.

Es el momento de fijar la tarjeta **LX.1640**. Para realizar esta operación hay que utilizar **8** separadores hexagonales de **30 mm** que deben unirse dos a dos para formar **4** separadores de **60 mm** (ver Fig.18).

Seguidamente hay que instalar los separadores en los agujeros correspondientes de la tarjeta **LX.1640**, fijándolos con las correspondientes tuercas metálicas. A continuación ya se pueden fijar los tornillos incluidos en el kit.

Ahora hay que proceder con el **panel posterior**

e introducir, en los agujeros correspondientes, los dos **pasacables** de goma. El montaje del mueble se ha de realizar teniendo cuidado en hacer salir los cables con los dos dobles conectores **faston** para la conexión de la **batería**.

Antes de fijar el **panel frontal** del mueble hay que montar, a presión, la toma de **salida** de **230 voltios (OUTPUT)** y el interruptor de encendido **POWER (S1)**. La conexión de los cables de estos componentes al circuito **LX.1640** se muestra en la Fig.20.

A continuación hay que proceder al montaje, en el circuito impreso **LX.1640**, del diodo LED **verde** de encendido (**DL1**) y de los tres diodos LED **rojos (DL2-DL3-DL4)**, respetando la polaridad de sus terminales. Para realizar esta operación hay que dejar los terminales con la longitud adecuada para se puedan doblar en forma de **L** e introducirlos en los agujeros correspondientes del panel.

Solamente llegado este punto hay que **fijar**, mediante los tornillos adecuados, el panel a las aletas del mueble y efectuar, a continuación, todas las **conexiones** indicadas en las Figs.10-20.

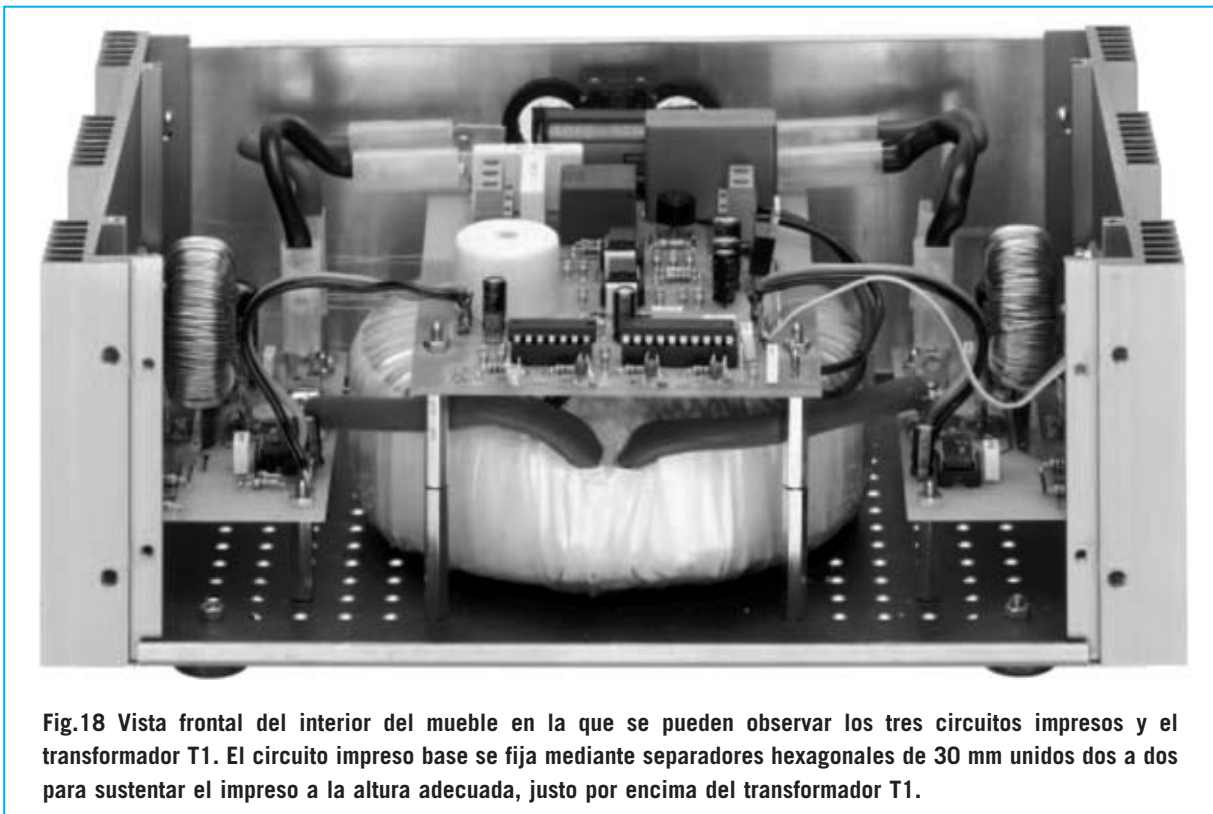


Fig.18 Vista frontal del interior del mueble en la que se pueden observar los tres circuitos impresos y el transformador T1. El circuito impreso base se fija mediante separadores hexagonales de 30 mm unidos dos a dos para sustentar el impreso a la altura adecuada, justo por encima del transformador T1.

Los cables procedentes del interruptor de encendido **S1** se conectan a los correspondientes terminales tipo pin, mientras que los **3 cables** procedentes de la toma de **salida de 230 voltios** se conectan a la clema de **3 polos** presente en el lado izquierdo del circuito (**M2**), teniendo mucho cuidado en no intercambiarlos.

La fase siguiente del montaje consiste en conexión de las dos parejas de cables marcados con los números **1** y **2** a los correspondientes terminales tipo pin de las tarjetas **LX.1640/A** y **LX.1640/B** y de la **NTC** instalada en la aleta de derecha (ver Fig.10), teniendo presente que este componente no tiene polaridad, por lo que sus terminales pueden conectarse en cualquier sentido.

Ahora se han de conectar los dos cables del **secundario** del transformador a la clema de **2 polos** situada a la derecha del circuito impreso (**M1**).

El paso siguiente es la realización de las dos parejas de cables dotados de terminales **faston hembra** que se utilizarán para las conexiones entre la tarjeta **LX.1640** y las tarjetas **LX.1640/A** y **LX.1640/B**. En el kit se proporcionan cables rojos y negros de **2,5 metros** de longitud y **3 mm** de diámetro para realizar estas conexiones y la de la **batería**.

Del cable incluido en el kit hay que cortar trozos de **15 cm** y montar los **conectores faston**. En la Fig.19 hemos representado las diferentes fases de esta operación.

En primer lugar hay que **pelar** los cables con cuidado, de forma que quede cobre desnudo suficiente para alojarlos en los faston. A continuación, después de haber insertado el cobre trenzado en las estrías de los faston, hay que **crimparlos**, doblando los bordes de los faston sobre los cables y apretándolos con fuerza (si se quiere también se pueden soldar, no utilizando mucho estaño para poder montar las capuchas de plástico en los conectores).

Después de montar las capuchas de plástico en la parte **anterior** de los faston (ver Fig.19) ya se pueden enchufar los cables en los diferentes **conectores faston** en **L** situados en los circuitos impresos, teniendo mucho cuidado con respetar el orden de conexionado, tal y como se indica en la Fig.10.

Utilizando el mismo procedimiento hay que realizar dos parejas de cables más, necesarios para efectuar la conexión entre el **inversor** y la **batería**. Hemos previsto la utilización de **dos cables** dobles de **3 mm** de sección cada uno, ya que la potencia de salida del inversor (**200 vatios**) demanda de la batería una corriente que puede llegar a **20 Amperios**.

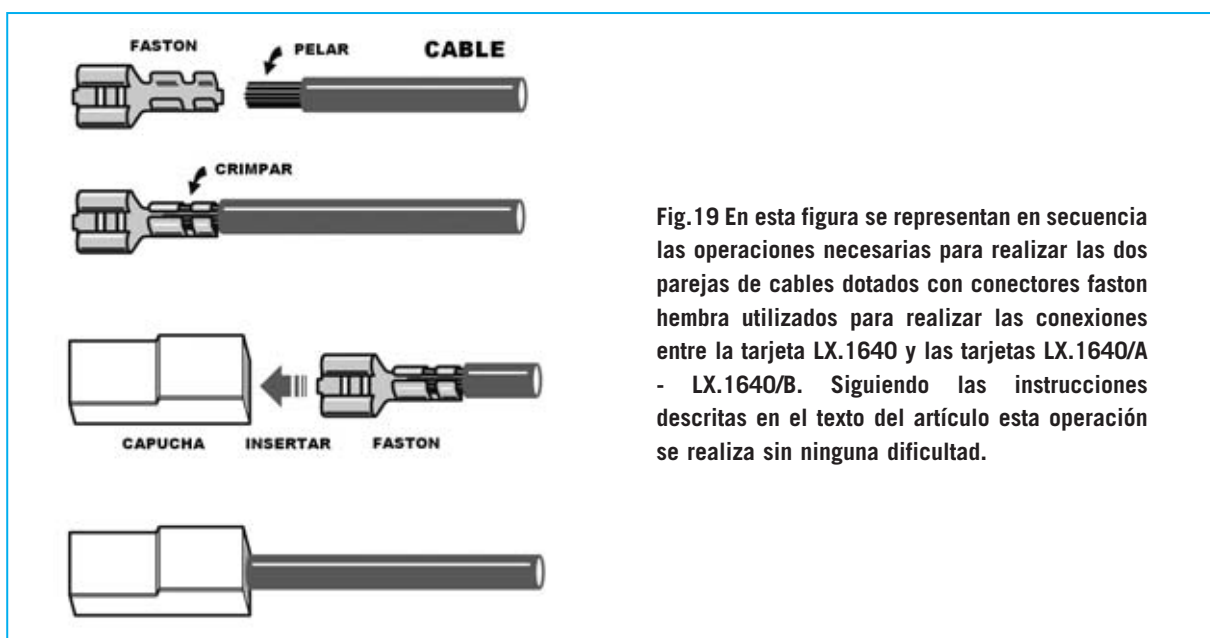


Fig. 19 En esta figura se representan en secuencia las operaciones necesarias para realizar las dos parejas de cables dotados con conectores faston hembra utilizados para realizar las conexiones entre la tarjeta LX.1640 y las tarjetas LX.1640/A - LX.1640/B. Siguiendo las instrucciones descritas en el texto del artículo esta operación se realiza sin ninguna dificultad.

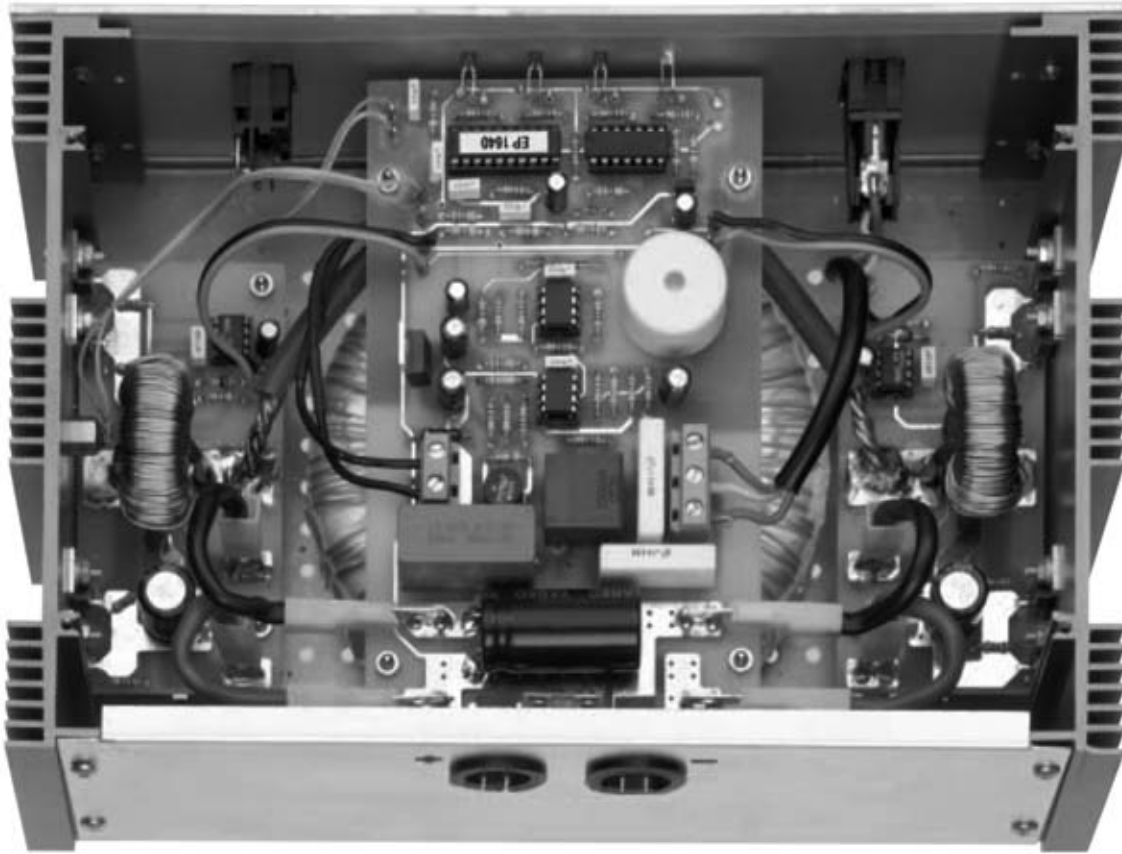


Fig.20 En esta fotografía se muestra el interior del mueble una vez realizadas las conexiones entre todos los componentes. En el panel posterior se pueden apreciar las dos gomas pasacables por donde se han de hacer pasar los cables con los dobles conectores faston utilizados para la conexión a la batería de 12 voltios.

El montaje del inversor **ha concluido**.

**¡MUCHA ATENCIÓN!** En la red eléctrica el terminal de tierra suele estar conectado a un circuito de **protección diferencial** ante cortocircuitos. Puesto que el **inversor no está conectado** a la red eléctrica esta protección **no se utiliza**. Hay que tener mucho cuidado para **nunca** poner en **contacto** los terminales de la toma de **salida de 230 voltios**.

Es recomendable que antes de conectar cualquier carga en la salida se **verifique**, con un téster, que la tensión proporcionada en la salida está comprendida entre **210 voltios y 248 voltios eficaces (230 voltios +/- 8%)**, confirmando también de esta forma que el montaje ha sido realizado correctamente.

## PRECIO de REALIZACIÓN

**LX.1640:** Precio de todos los componentes necesarios para la realización de la etapa base del **Inversor** (ver Fig.10) y de las dos tarjetas **LX.1640/A** y **LX.1640/B** (ver Fig.11), incluyendo los circuitos impresos, las **2 impedancias VK1640**, la **NTC**, el transformador **TM1640** y **8 MOSFET IRFZ44**.....181,45 €

**TT25.01:** Precio del **transformador toroidal** .....60,50 €

**MO.1640:** Precio del mueble con los paneles frontal y trasero perforados y serigrafiados, incluyendo **2 aletas** de refrigeración ..63,10 €

**LX.1640:** Circuito impreso .....19,20 €

**LX.1640/A:** Circuito impreso .....6,90 €

**LX.1640/B:** Circuito impreso .....6,90 €

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