



# CARGADOR NiCd - NiMh

El cargador para baterías y pilas recargables de Níquel Cadmio y Níquel Metal Hidruro que proponemos en este artículo permite liberarse definitivamente de la utilización de las tradicionales pilas alcalinas de usar y tirar. De esta forma se logra un modo inteligente y ecológico de generar energía "portátil" con un coste económico muy bajo, utilizando los 12 voltios obtenidos de la batería del coche o de cualquier alimentador estabilizado.

Las pilas recargables y baterías NiCd y NiMh están presentes en una gran cantidad de dispositivos de uso cotidiano, tales como ordenadores portátiles, teléfonos móviles, reproductores MP3, etc.

Su utilización está fundamentada en la mejora de prestaciones en **duración** y **precio** respecto a las pilas desechables tradicionales.

Sin embargo la elección del tipo de pila o batería a menudo está condicionada por el tipo de **cargador** de que se dispone, ajustándonos a las **prestaciones** del dispositivo para **amortizar** el **gasto** que ha supuesto.

Una de las ventajas ofrecidas por el cargador que aquí presentamos es precisamente la posibilidad de recargar **cualquier tipo** de **pila**

recargable de NiCd y NiMh (AA, AAA, 9 voltios, etc.).

Por otro lado también es posible utilizar **cualquier tipo de alimentación de entrada**. De esta forma se puede “reciclar” cualquier **viejo alimentador** que ya no se utilice o, incluso, una **batería de coche**.

Este proyecto ofrece una **tercera ventaja**: Las pilas se pueden recargar **sin necesidad** de tener que **desconectarlas del dispositivo** que alimentan e introducir las en el cargador ... se pueden cargar **directamente** en el dispositivo.

Tal como se puede apreciar en la Fig.1 el sistema es enormemente **funcional y versátil**.

### Pilas recargables NiCd y NiMh

La mayoría de nosotros utilizamos indistintamente los términos **pila** y **batería** para referenciar un dispositivo que proporciona **energía eléctrica** partiendo de una **reacción química**.

En realidad una **pila** es un elemento **no recargable** mientras que un **acumulador** es un **elemento recargable**, si bien se ha adoptado el término “**pilas recargables**” para las **baterías (acumuladores)** que tienen el **mismo aspecto externo** que las **pilas tradicionales** de usar y tirar.

Son ejemplos de **baterías recargables** el acumulador del **coche** y del **teléfono móvil**, mientras que son **elementos no recargables** todas las **pilas alcalinas**.

Los **formatos más comunes** disponibles en los comercios son el **AA, AAA, AAAA, C y D**.

Las **pilas recargables (acumuladores)** disponibles en los comercios se presentan físicamente con el **aspecto de pilas no recargables**, si bien suelen proporcionar una **tensión nominal inferior: 1,2 voltios** por cada **elemento** frente a los **1,5 voltios** por cada **elemento** proporcionados por una **pila común**.

# con vuestro ALIMENTADOR



**Fig.1** Entre las muchas aplicaciones que tiene este cargador de pilas/baterías podemos utilizarlo con nuestro Contador Geiger LX.1710, alimentado con 5 pilas recargables y que dispone de un conector para una recarga externa sin necesidad de tener que extraer las pilas de su interior para proceder a recargarlas.

Hay que tener presente que la capacidad de proporcionar corriente en un **ciclo de trabajo normal** por parte de los **acumuladores** sufre **menores atenuaciones** que las **pilas desechables comunes** (ver Figs.2-3).

Todos los **acumuladores** (pilas recargables y baterías) están caracterizados por **dos parámetros**: La **tensión proporcionada**, expresada en **Voltios**, y la **capacidad** (cantidad de carga eléctrica almacenada), expresada en **Amperios/Hora (Ah)** o **miliamperios/Hora (mAh)**.

Una capacidad de **1 Ah** equivale a **3.600 Culombios**. Para obtener la energía en **Vatios/Hora** hay que **multiplicar** la **capacidad** por la **tensión nominal**.

Una batería de **1 Amperio/Hora (Ah)** puede proporcionar una corriente de **1 amperio** durante un tiempo de **1 hora**, o bien, aproximadamente, **0,1 amperios** durante **10 horas** antes de descargarse.

En el **encapsulado** de los acumuladores se indica la **capacidad de almacenamiento por hora**.

Por ejemplo, si en una **pila recargable** o en una **batería** se indica un valor de **2.500 mA** significa que teóricamente puede proporcionar **2,5 amperios** durante **1 hora** o bien **0,25 Amperios** durante **10 horas**.

En base a su **composición química** pueden ser de **Níquel-Cadmio** o bien de **Níquel-Metal-Hidruro**.

### Níquel Cadmio

Las **pilas recargables** y **baterías NiCd** contienen un **electrodo positivo** de **hidróxido de níquel**, un **electrodo negativo** de **hidróxido de cadmio**, un **separator** y un **electrolito alcalino**.

Normalmente se presentan en un **contenedor de metal** dotado de una **chapa selladora**.

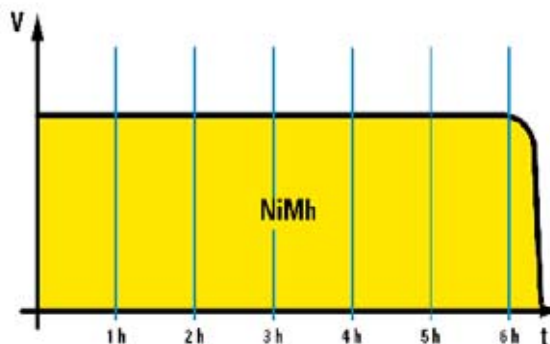
Los **electrodos**, completamente **aislados** a través del **separator**, se enrollan en **espiral** dentro del contenedor.

Este tipo de pilas recargables se utilizan actualmente en varios dispositivos, fundamen-



**Fig.2** En este gráfico se muestra como la capacidad de proporcionar corriente en un ciclo normal de trabajo por parte de pilas galvanizadas con cinc y carbono decrece progresivamente en el tiempo.

**Fig.3** Las baterías y pilas recargables tienen la cualidad de mantener en el tiempo la capacidad de proporcionar corriente, garantizando por tanto una mayor autonomía de funcionamiento.



talmente en **taladros** y **aspiradores portátiles**.

### Níquel Metal Hidruro

Los acumuladores **NiMh** son parecidos a los basados en **NiCd**, pero son bastante **menos tóxicos** al carecer de **cadmio**, un **metal pesado** sumamente **contaminante**. Además tienen **capacidades más elevadas**.

Desde que aparecieron en **1990** los **acumuladores NiMh** han prácticamente copado casi la totalidad del mercado.

No obstante hay que tener presente que los **acumuladores NiCd** presentan todavía **dos ventajas**: Su **precio** es **menor** y mantienen un **voltaje más constante**.

### El misterioso "efecto memoria"

Los **acumuladores NiCd** presentan el denominado "**efecto memoria**", cuyo síntoma consiste en que su capacidad de carga disminuye si se **recargan antes de descargarse por completo**.

Los **acumuladores NiMh** **no** tienen este "efecto", lo que supone una **gran ventaja** ya que no hay que preocuparse de descargarlas antes de cargarlas.

No obstante hay que tener presente un efecto muy parecido denominado "**efecto de batería cansada**".

Se trata del resultado de **sobrecargas repetidas**.

En este caso el síntoma consiste en que la batería **parece estar completamente cargada**, pero se **descarga enseguida**.

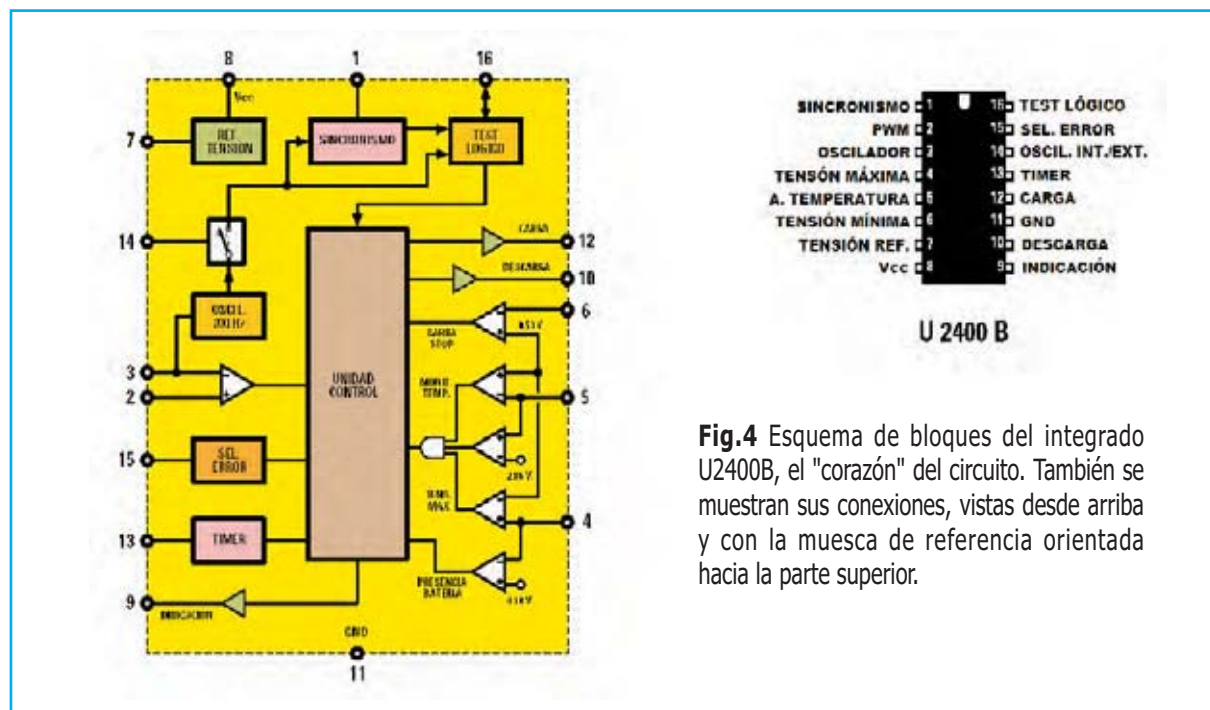
Es aconsejable, para garantizar **larga vida** a las **baterías** y **pilas recargables**, realizar por **completo** los **ciclos de carga y descarga**.

De hecho es muy importante que el **cargador** proceda a **descargar completamente** y de forma **automática** el acumulador **antes** de proceder a su **carga**.

### ESQUEMA ELÉCTRICO

Como se puede apreciar observando el esquema eléctrico reproducido en la Fig.5 para realizar nuestro cargador hemos utilizado el **integrado U2400** junto a unos pocos componentes exteriores necesarios para completar el circuito.

El interior de este circuito integrado contiene todas las **etapas necesarias** para realizar un completo **cargador** con muchas e interesantes funciones (ver Fig.4).



**Fig.4** Esquema de bloques del integrado U2400B, el "corazón" del circuito. También se muestran sus conexiones, vistas desde arriba y con la muesca de referencia orientada hacia la parte superior.

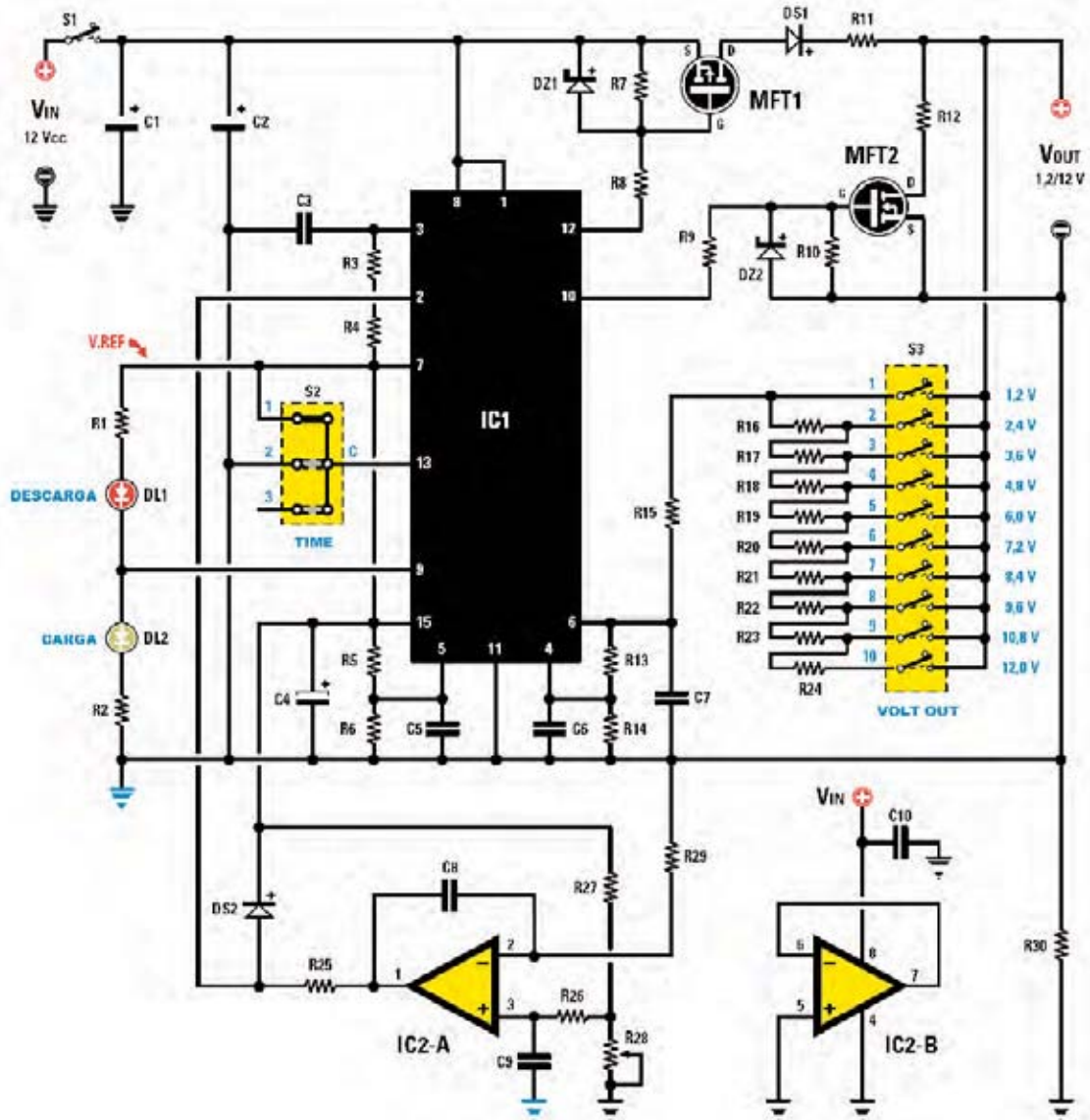
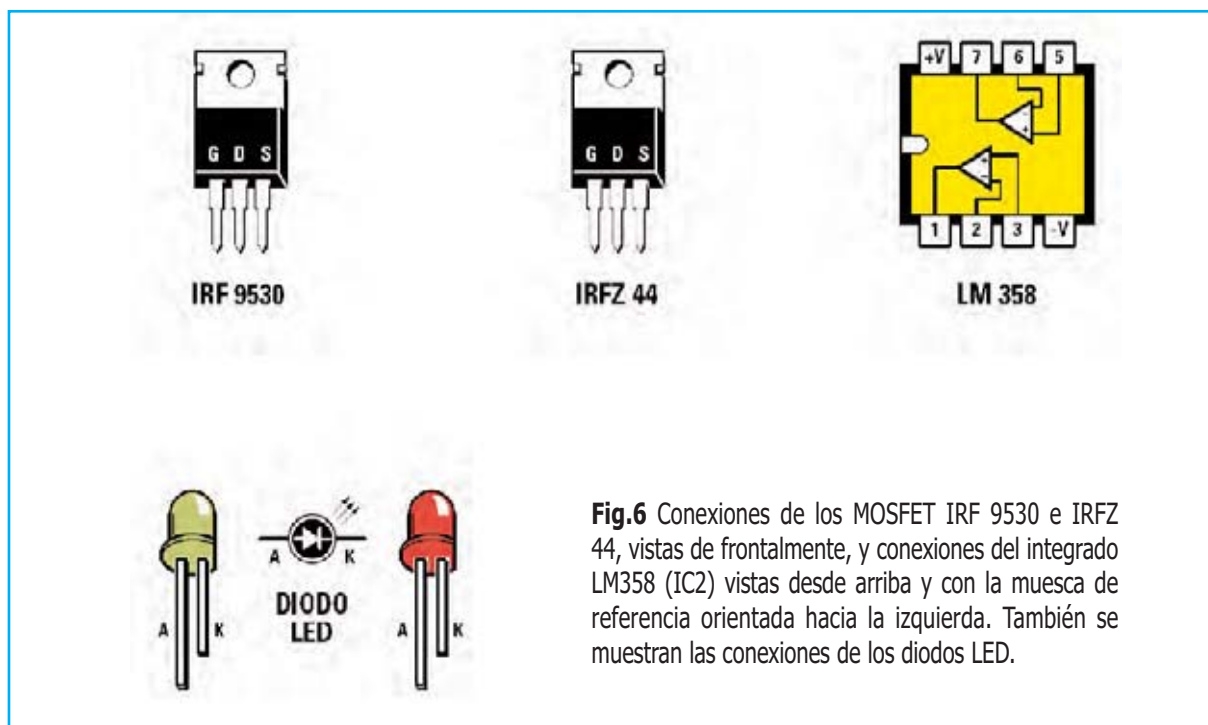


Fig.5 Esquema eléctrico del cargador, con su correspondiente lista de componentes.

- |                            |                                  |                              |
|----------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| R1 = 270 ohmios            | R16-R24 = 20.000 ohmios 1%       | C9 = 100.000 pF poliéster    |
| R2 = 270 ohmios            | R25 = 100.000 ohmios             | C10 = 100.000 pF poliéster   |
| R3 = 330.000 ohmios 1%     | R26 = 100.000 ohmios             | DS1 = Diodo 31DQ04           |
| R4 = 100.000 ohmios 1%     | R27 = 12.000 ohmios              | DS2 = Diodo 1N.4150          |
| R5 = 10.000 ohmios         | R28 = Pot. 1.000 ohmios          | DZ1 = Diodo zéner 12V 1/2W   |
| R6 = 4.700 ohmios          | R29 = 100.000 ohmios             | DZ2 = Diodo zéner 12V 1/2W   |
| R7 = 10.000 ohmios         | R30 = 0,22 ohmios 5 vatios       | DL1 = Diodo LED rojo         |
| R8 = 1.000 ohmios          | C1 = 1.000 microF. electrolítico | DL2 = Diodo LED verde        |
| R9 = 1.000 ohmios          | C2 = 100 microF. electrolítico   | MFT1 = MOSFET IRF9530        |
| R10 = 10.000 ohmios        | C3 = 15.000 pF poliéster         | MFT2 = MOSFET IRFZ44         |
| R11 = 0,22 ohmios 5 vatios | C4 = 10 microF. electrolítico    | IC1 = Integrado U2400B       |
| R12 = 47 ohmios 5 vatios   | C5 = 330.000 pF poliéster        | IC2 = Integrado LM358        |
| R13 = 4.990 ohmios 1%      | C6 = 330.000 pF poliéster        | S1 = Interruptor             |
| R14 = 4.990 ohmios 1%      | C7 = 330.000 pF poliéster        | S2 = Conmutador 3 posiciones |
| R15 = 10.000 ohmios 1%     | C8 = 22.000 pF poliéster         | S3 = Dip-switch              |





**Fig.6** Conexiones de los MOSFET IRF 9530 e IRFZ 44, vistas de frontalmente, y conexiones del integrado LM358 (IC2) vistas desde arriba y con la muesca de referencia orientada hacia la izquierda. También se muestran las conexiones de los diodos LED.

Estas funciones incluyen la **pre-descarga automática** del elemento a recargar, **control del tiempo** y **corriente de carga**, **interrupción** de la recarga en caso de **tensión excesiva** en los contactos de la pila recargable o batería, condición que se produce cuando está dañada, y el mantenimiento de la **carga** hasta el **fin del ciclo**.

La **máxima tensión continua** que se puede aplicar a la entrada no tiene que superar los **20 voltios**.

La **tensión mínima** depende de la tensión del elemento a recargar, no tiene que ser **nunca menor** que la tensión de la **pila recargable** o **batería**, superando su valor en al menos **4 o 5 voltios**.

Por ejemplo, si tenemos una **batería** de **6 voltios** la tensión de entrada **no** tiene que ser **inferior a 10 voltios**.

La recarga se efectúa utilizando una **corriente constante**, y que es **ajutable** mediante un potenciómetro hasta un valor **máximo** de **1 amperio**.

Un **MOSFET** de canal **P** tipo **IRF9530** realiza la función de **conmutador de potencia**, controlado por una etapa generadora **PWM** con una frecuencia de unos **200 Hz**.

Con este sistema se consigue una **eficiencia máxima**.

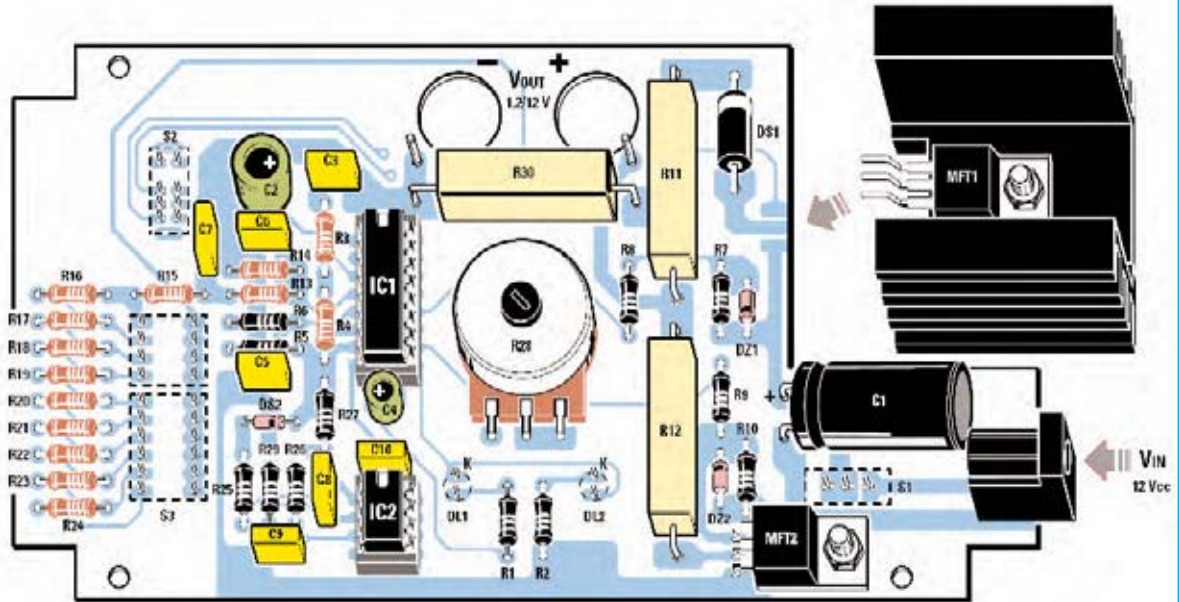
El MOSFET se comporta en la práctica como un **interruptor** por cada **ciclo de conmutación**.

Puesto que la potencia disipada es igual al **producto** entre la **tensión** en los contactos del MOSFET y la **corriente** proporcionada, cuando el **MOSFET** está en **conducción (on)** la tensión en sus contactos estará próxima a **0 voltios**, por lo que el **producto tensión x corriente** será **pequeño**.

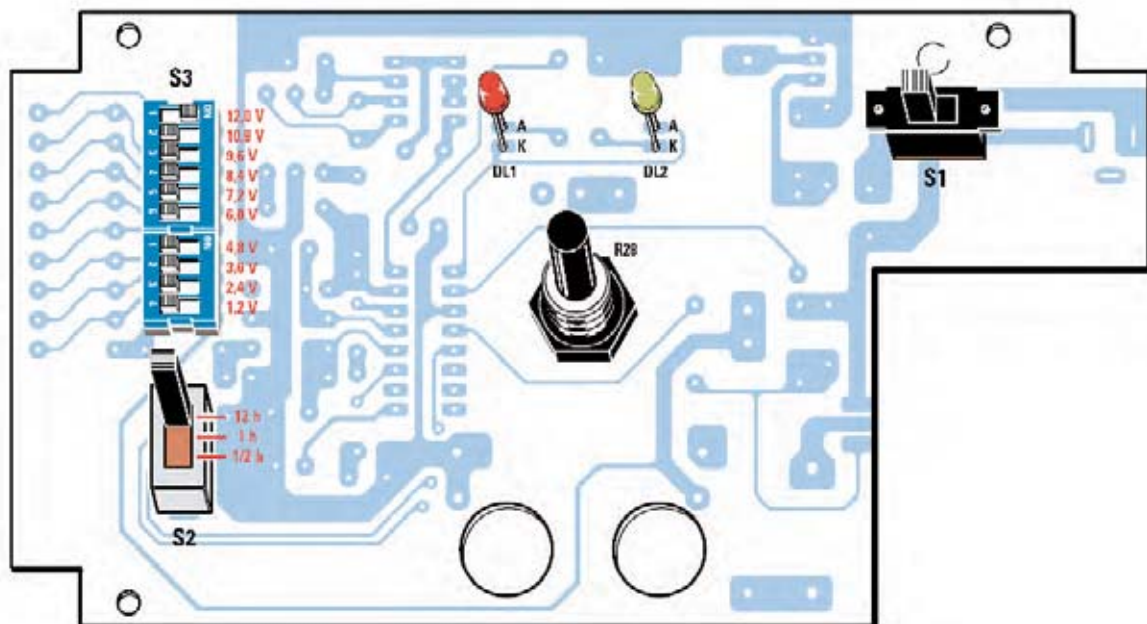
Por otro lado cuando el **MOSFET** esté en estado de **no conducción (off)** la tensión en sus contactos será máxima, pero será ahora la **corriente** quien tenga un valor **igual a cero**, de nuevo el **producto (potencia disipada)** será **pequeño**, manteniendo así un **elevado rendimiento**.

Modulando el **duty-cycle** de la **onda cuadrada** de **control**, se logra modificar el **valor eficaz** de la **corriente de carga**.

Es el **circuito integrado** quien se encarga de cambiar **automáticamente** este **duty-cycle** para **mantener** el valor de **corriente** prefijado por el **potenciómetro**.



**Fig.7** Esquema de montaje práctico del cargador con todos sus componentes montados. Con la ayuda de este esquema, de la serigrafía del circuito impreso y de nuestras descripciones el montaje se realiza sin ninguna dificultad.



**Fig.8** Esquema de montaje visto por el lado de las pistas. En este lado se han de montar los pocos componentes que se aprecian en la imagen, el interruptor de encendido S1, el dip-switch S2, el conmutador S3 y los dos diodos LED.

La **resistencia de potencia** de **0,22 ohmios**, conectada en serie al polo **negativo** del elemento a recargar, tiene como objetivo **muestrear la corriente de carga**, proporcionando en el terminal **2** de **IC1**, mediante la **etapa integradora** compuesta por el operacional **IC2/A**, una **tensión continua proporcional** a la **corriente de carga**.

El **divisor de tensión** compuesto por la **resistencia** de **10 kilohmios** y por el **potenciómetro lineal** de **1 kilohmio** permite **polarizar** la entrada no inversora del operacional con una **tensión proporcional** al valor de la **corriente**.

Un **MOSFET** de **canal N** tipo **IRFZ44**, junto a una **resistencia de potencia** de **47 ohmios**, forman la etapa de **descarga automática** de las baterías, que en el caso de los acumuladores **Ni-Cd** es **imprescindible** para **evitar** el “**efecto memoria**”.

Si el elemento a cargar dispone aún de **mucha energía** el **circuito de descarga** puede tardar **mucho tiempo** antes de efectuar una **descarga completa**.

El integrado de control cuenta con una **referencia estable** de **tensión** de **3 voltios**. Esta tensión está externamente disponible en su terminal **7**, un **condensador electrolítico** de **10 microfaradios** se encarga de **filtrarla**.

La **selección** de los **tiempos de recarga** se realiza a través de un **conmutador** de **3 posiciones** conectado al terminal **13** del integrado.

En función del valor de tensión presente en este terminal se utiliza un **tiempo de recarga** de **1/2 hora, 1 hora o 12 horas**.

Los tiempos son aproximados ya que la señal de **reloj**, de **200 Hz**, es generada por un sencillo **oscilador RC**.

Se pueden recargar pilas y baterías de **diferentes valores** de **tensión nominal**. La **selección** se realiza a través de un **dip-switch** de **10 interruptores**.

Considerando que cada **elemento individual** tiene una tensión de **1,2 voltios** se pueden recargar pilas o baterías desde **1,2 voltios** hasta **12 voltios**.

Dos **diodos LED**, uno de color **rojo** y uno de color **verde**, señalizan el **estado** del dispositivo y de la carga:

- El diodo **LED rojo** encendido de forma **fija** indica que el **cargador** está **encendido** y que no hay **ninguna pila recargable** o **batería conectada**.

Cuando este diodo LED **parpadea** indica que se está procediendo a la **descarga** del elemento conectado.

- El diodo **LED verde** encendido de forma **intermitente** indica que se está procediendo a la **carga**, mientras que si está encendido de forma **fija** indica que ha **finalizado la carga** y que está activa la **corriente de mantenimiento**.

Si el elemento a recargar está **dañado** se encienden **ambos diodos LED** como indicación de esta anomalía.

Durante una sesión de carga se suceden las **fases** que se detallan seguidamente:

- En primer lugar hay que **seleccionar** el **tiempo**, la **corriente** y el **número de elementos** que componen la pila recargable o batería

**NOTA** Siempre hay que **encender** el circuito **antes** de **conectar** el **elemento a recargar**.

- En cuanto se **proporciona alimentación** al circuito se enciende de forma **fija** el **diodo LED rojo**.

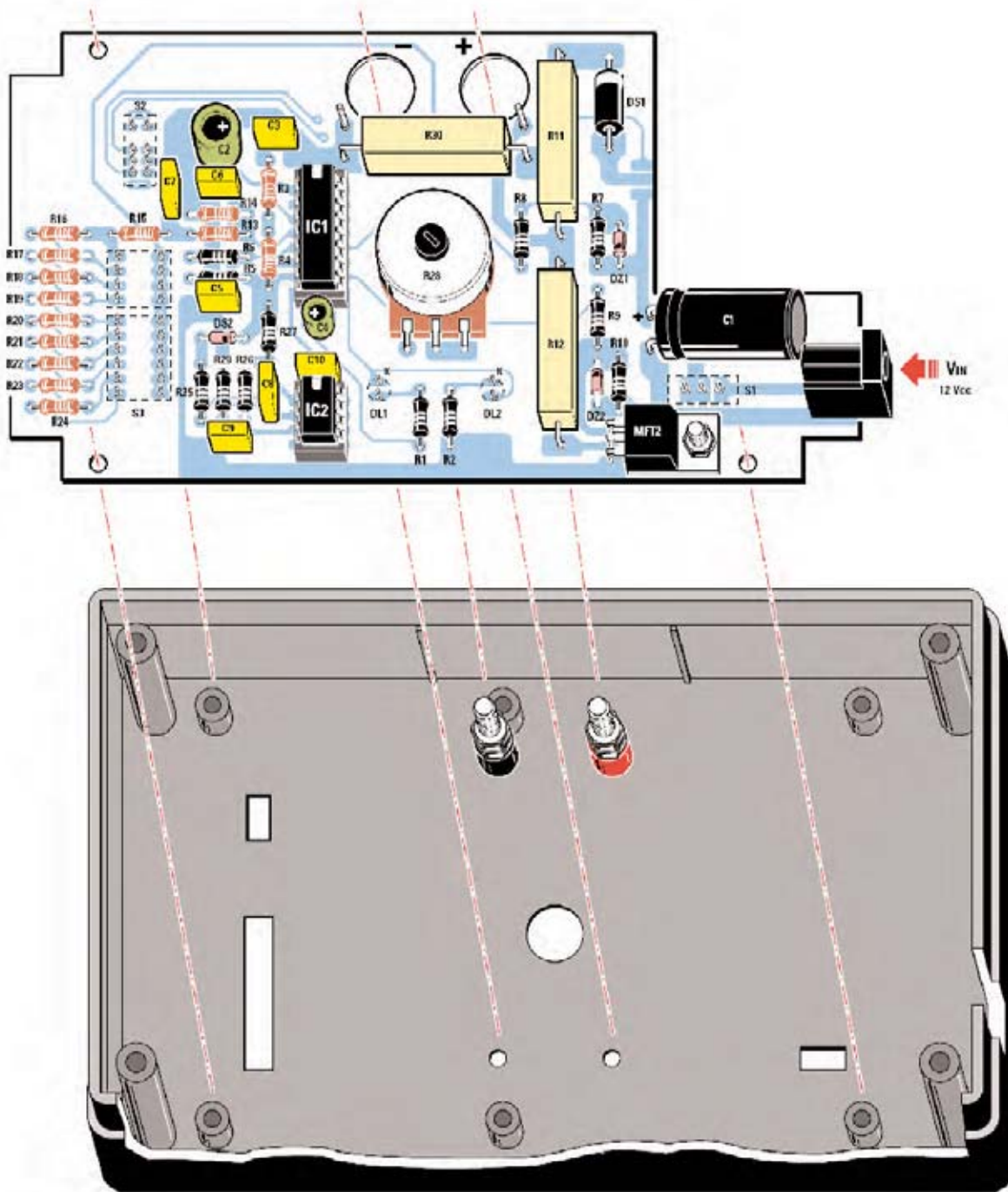
Una vez conectada la pila o batería el diodo LED rojo empezará a **parpadear** como indicador de la realización de la **descarga** de la pila recargable o batería.

- Cuando el elemento esté **descargado** el **diodo LED verde** empezará a **parpadear** indicando que el circuito está en **fase de carga**.

- Cuando se completa la carga el **LED verde** permanecerá encendido de forma **fija**.

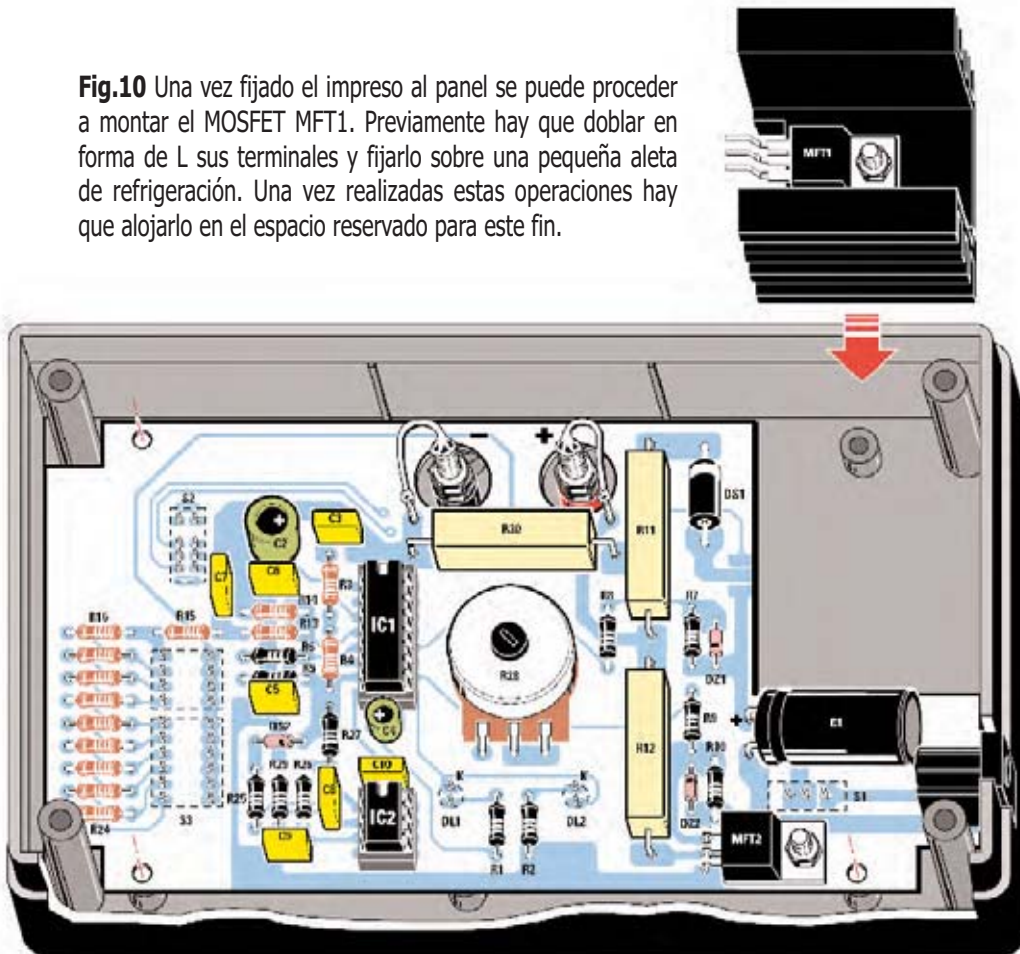
- Llegado este punto se activa la **función de corriente de mantenimiento** que hace que la batería se mantenga en perfecto estado hasta que sea desconectada del cargador.



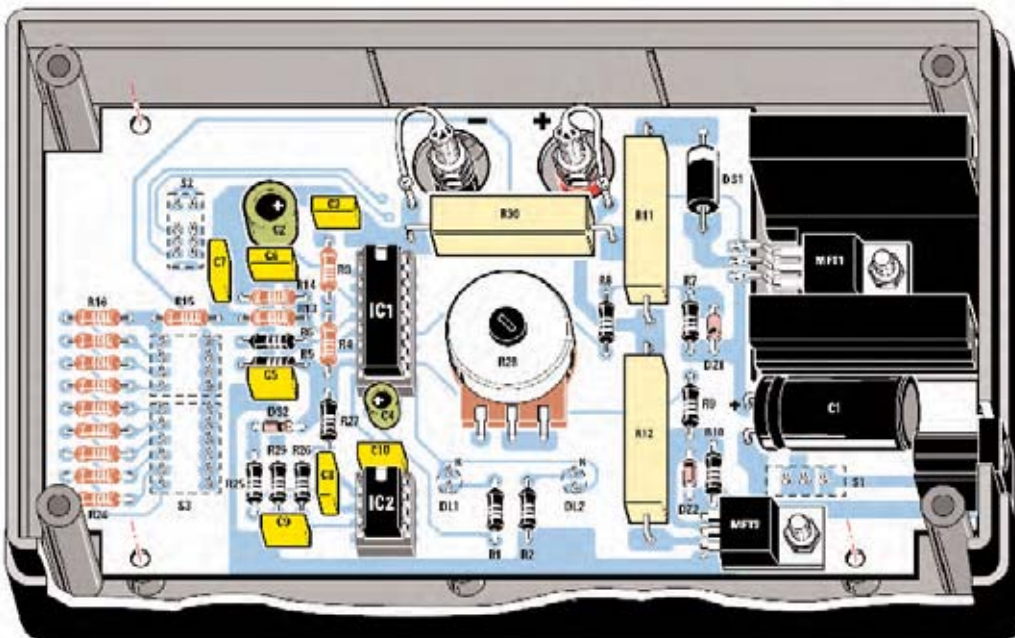


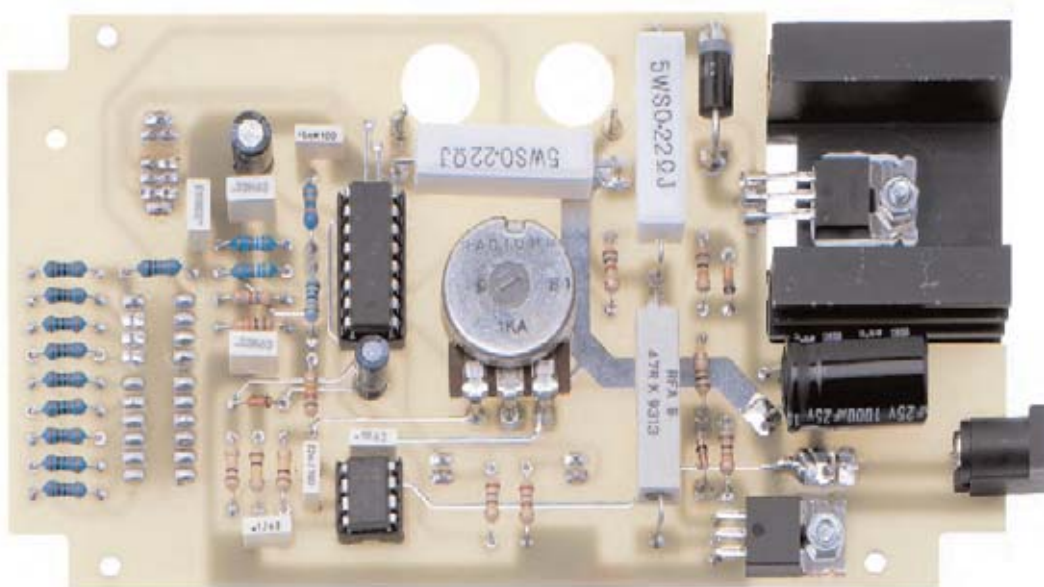
**Fig.9** El circuito impreso, con todos sus componentes montados, ha de instalarse en la parte interna del panel frontal del mueble en la posición aquí indicada.

**Fig.10** Una vez fijado el impreso al panel se puede proceder a montar el MOSFET MFT1. Previamente hay que doblar en forma de L sus terminales y fijarlo sobre una pequeña aleta de refrigeración. Una vez realizadas estas operaciones hay que alojarlo en el espacio reservado para este fin.

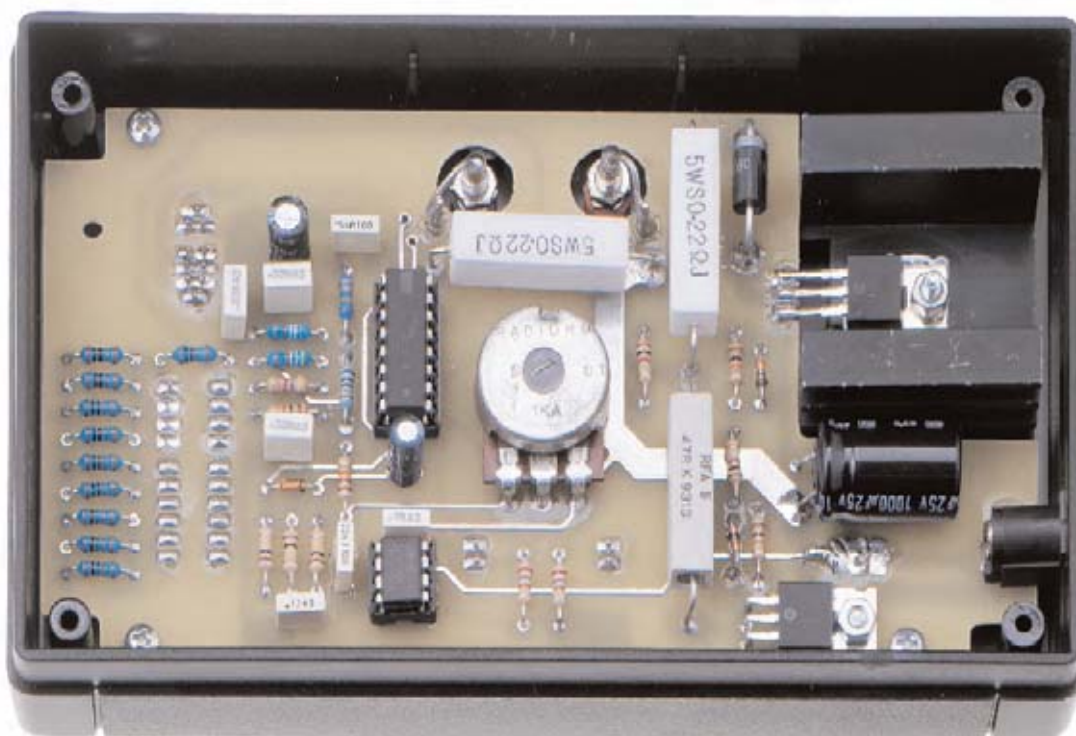


**Fig.11** Una vez soldados los terminales del MOSFET MFT1 en el circuito impreso hay que proceder a fijar este último en el mueble utilizando los tornillos incluidos en el kit con este propósito.





**Fig.12** En esta fotografía se muestra el montaje completo de uno de nuestros prototipos utilizados para realizar las pruebas de funcionamiento.



**Fig.13** El cargador se fija en la parte interior del panel, que se proporciona perforado, y que incluye una máscara adhesiva con la serigrafía de las funciones de los controles e indicadores (ver Fig.1).



## REALIZACIÓN PRÁCTICA

La realización práctica de este circuito es bastante sencilla.

Siguiendo las sencillas explicaciones que a continuación se exponen el montaje se realizará sin ninguna dificultad.

Antes de iniciar el montaje es muy importante **verificar** la **lista de componentes** reproducida en la Fig.5 y **controlar** la **posición** de cada componente en el **circuito impreso**.

Como de costumbre aconsejamos iniciar el montaje con la instalación de los **zócalos** para los **circuitos integrados (IC1-IC2)**, soldando **todos** sus terminales teniendo mucho cuidado en no utilizar excesivo estaño para **evitar** eventuales **cortocircuitos**.

A continuación se puede montar el **potenciómetro R28** directamente en el circuito impreso (ver fig.7).

Sus terminales han de doblarse en forma de **L** antes de insertarlos y soldarlos a las pistas del impreso.

Ha llegado el momento de montar todas las **resistencias** que incluye el proyecto, controlando sus **valores** a través de las **franjas de color** serigrafiadas sobre sus cuerpos.

Como se puede ver en la lista de componentes hay algunas **resistencias de precisión (tolerancia 1%)** y dos resistencias de **5 vatios**, en este caso identificables por su cuerpo en forma de **paralelepípedo**.

Acto seguido se puede realizar el montaje de los **condensadores de poliéster** y, a continuación, de los **condensadores electrolíticos (C2 y C4)**, respetando en estos últimos la **polaridad** de sus terminales (el terminal **positivo**, el **más largo**, ha de asociarse al agujero del impreso marcado con un signo **+**).

Llegado este punto hay que instalar el diodo **DS1**, orientando hacia **arriba** la **franja blanca** serigrafiada sobre su cuerpo, y el diodo **DS2**, orientando en este caso hacia la **derecha** su **franja negra** de referencia. Los diodos zéner **DZ1-DZ2** también han de montarse respetando la **orientación** de sus **franjas de referencia**, tal como se indica en la Fig.7.

Es el momento de instalar el **conector de entrada** de **12 voltios** y el **MOSFET MFT2**, instalando este componente en sentido **horizontal** con sus terminales doblados en forma de **L** y fijándolo al impreso mediante un pequeño **tornillo** con su **tuerca**, ambos incluidos en el kit.

Los últimos elementos a soldar en este lado del impreso son los **terminales tipo pin** utilizados para conectar los **bornes de salida**.

Esta fase del montaje concluye insertando, en sus correspondientes zócalos, los integrados **IC1** e **IC2**, orientando hacia **arriba** sus **muestras de referencia**.

Ahora hay que dar la **vuelta** al **circuito impreso** e instalar en este lado los pocos componentes mostrados en la Fig.8.

En primer lugar hay que montar el **interruptor de encendido (S1)**, continuando con el **dip-switch** de **10** interruptores (**S3**) y el **conmutador** de **3** posiciones (**S2**) utilizado para la selección de los tiempos de carga.

La instalación de los **diodos LED** ha de realizarse respetando la polaridad de sus terminales y controlando su altura para que sobresalgan adecuadamente por el panel frontal del mueble.

Como se puede observar en las Figs.9-10-11 hay que **fijar el impreso** con sus componentes en la **parte interna** del **panel frontal** del mueble, en la cual **previamente** hay que fijar los dos **bornes de salida**, tal como se puede apreciar en la Fig.9.

Una vez situado en circuito impreso en su posición hay que **soldar** los terminales de los **bornes** a los **terminales tipo pin** del circuito impreso a través de dos pequeños **puentes de cable**.

No hay que olvidar **acortar** el **eje del potenciómetro** a una longitud adecuada para que no sobresalga mucho el **mando de control**.

Una vez fijado el circuito impreso al panel del mueble utilizando los **4 tornillos** incluidos en el kit sólo queda fijar, utilizando un **tornillo** con su correspondiente **tuerca**, el **MOSFET MFT1** en la **aleta de refrigeración** (ver Fig.10).





Antes de situar el conjunto **MOSFET-aleta** en su alojamiento correspondiente hay que **doblar** los terminales del MOSFET en **L**.

Una vez situado hay que soldar los terminales al circuito impreso.

Ya solo queda **cerrar el mueble** para poder empezar a utilizar este interesante cargador.

### PRECIO de REALIZACIÓN

**LX.1713:** Precio de todos los componentes necesarios para realizar el **cargador** (ver Figs.7-8), incluyendo circuito impreso, enchufe, cable para la conexión de un alimentador externo y el mueble contenedor **MO.1713**..... **100,00 €**

**CS.1713:** Circuito impreso ..... **15,80 €**

**CA.85:** **Cable** para conectar entre el cargador y la **batería de 12 voltios del coche** ... **10,00 €**

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

## ¿PILAS RECARGABLES? ¡Una ELECCIÓN OBLIGADA!



Más allá de los indudables aspectos prácticos ligados a la utilización de un **cargador** como el aquí presentado, y dado el carácter **divulgativo** de nuestra publicación, es importante tener presente que el uso de **pilas recargables** o **baterías**, independientemente del cargador utilizado, contribuye al **sostenimiento del medio ambiente** al **no generar residuos** cada vez que se agota la energía, como sí hacen las pilas desechables.

En un mundo como el nuestro, en el que los **residuos** representan una de las **más graves emergencias ambientales**, es muy importante que cada uno de nosotros analice todas las **decisiones** que toma y cómo pueden afectar al **medio ambiente**.

Sin lugar a dudas la **prevención** es la **acción fundamental** que tiene que constituir la prioridad absoluta de todas las personas.

En efecto, nuestros comportamientos cotidianos pueden favorecer una **gestión sostenible** de los **residuos**.

El momento de **adquirir** los productos nuevos y de **desprendernos** de los no utilizados es tremendamente importante.

Teniendo estas cuestiones presentes, sin duda, apostaremos por **contenedores de energía recargables** y **no desechables**. No obstante hay que tener presente que después de unos **cientos de ciclos de carga y descarga** terminarán por quedar **inservibles**.

Por supuesto en ese momento han de depositarse en los **contenedores** habilitados para el **reciclado de pilas**.

Son muchas las **ventajas** de las **pilas recargables**:

- **Cuestan menos** que las pilas de usar y tirar. Aunque el desembolso inicial es mayor pueden ser utilizadas de 500 a 2.000 veces a precios tan solo 4 o 5 veces mayores.

- **No se deterioran rápidamente** y **no producen peligrosos ácidos** cuando, ya descargadas, son abandonadas.

- Pueden dejarse **largos períodos conectadas** en los **instrumentos** que alimentan **sin ponerlos en riesgo**.

- Su utilización siempre es **aconsejable** con **cualquier dispositivo**, desde las más modernas máquinas digitales, pasando por los reproductores MP3 ... y por supuesto en mandos a distancia o linternas de bolsillo.

Pueden parecer poco relevantes las aportaciones tan "insignificantes" como la utilización de pilas que **minimicen** en la **degradación del medio ambiente**.

Ciertamente dado el número de dispositivos y de personas que los utilizamos ... **es muy importante** para la salud de **nuestro planeta**, es decir de **nuestra casa común**.