



Fig.1 Aspecto del Amperímetro LED LX.1675. Este dispositivo ha sido diseñado para medir valores de corriente hasta 10 amperios y para determinar la dirección de la corriente medida (polaridad).

El instrumento que presentamos en este artículo es un amperímetro con indicación de medida a través de diodos LED que, utilizando la baja resistencia de una pista especial del circuito impreso, mide el valor de la corriente que circula a través de una carga. Además este instrumento permite determinar dirección de la corriente medida, es decir su polaridad.

# Amperímetro LED con

El amperímetro que proponemos en estas páginas mide la **intensidad** de una **corriente continua (IDC)** absorbida por una carga, visualizándola a través de una **barra** formada por **10 diodos LED** rectangulares.

En el circuito hemos conectado en **serie** a la carga una resistencia de muy bajo valor. **Midiendo** la caída de **tensión** en sus contactos, caída que es proporcional a la corriente (**Ley de Ohm**), se consigue medir la **corriente** que circula por la carga.

Una de las particularidades de nuestro instrumento es que dispone de **indicación** del **sen-**

**tido** de la corriente (**polaridad**) a través de diodos LED suplementarios.

Este indicador es muy importante en algunas aplicaciones. Por ejemplo, si se utiliza un **cargador de baterías** se puede conocer el **valor** de la corriente y, además, si la batería está **cargándose** o **descargándose**.

Cuando la corriente circula desde el cargador hacia la batería se enciende el diodo LED **verde (+)** ya que el **cargador** es quien proporciona corriente a la carga. En cambio, cuando la corriente que circula por la carga

proviene de la **batería** se enciende el diodo LED rojo (-).

Las únicas limitaciones de este instrumento tienen que ver con su tensión de **alimentación**, debe estar comprendida entre **6 y 25 voltios**, y la **corriente máxima medida**, no debe superar los **10 amperios**.

Este dispositivo se puede utilizar para ampliar las prestaciones de una **fuentes de alimentación** que carezca de amperímetro, para controlar el estado de las **baterías** de un **sistema antirrobo**, para **monitorizar** el estado la **batería del coche**, viendo si se carga o se descarga, y un gran número de aplicaciones más que impliquen medir el **valor** y/o la **dirección** de una **corriente** eléctrica continua.

### ESQUEMA ELÉCTRICO

La determinación de la **corriente** se efectúa midiendo la caída de **tensión** en los contactos de la **resistencia** de muy bajo valor óhmico **RCS**, a través de la cual circula la misma corriente que por circula la carga.

El valor de esta resistencia es de **5 miliohmios**, es decir **0,005 ohmios**. Por esta razón está constituida por una pista del circuito impreso utilizado para el amperímetro.

Este bajo valor óhmico provoca que haya una **caída de tensión mínima** en la propia resistencia, lo que a su vez implica una **pérdida de potencia** casi **inexistente**.

Como se puede apreciar observando la Fig.3 en los contactos de la resistencia **RCS** se conectan las entradas de uno de los cuatro **operacionales** internos del integrado **LM.324 (IC2/A)**, configurado como **amplificador diferencial** con una **ganancia** de **20**.

Este amplificador proporciona en su terminal de salida una **variación** de tensión de **0,1 voltios** por cada **amperio** en la corriente que circula a través de la resistencia **RCS**.

Entre la **entrada inversora** y el terminal de **salida** del amplificador diferencial **IC2/A** hay conectado un **trimmer (R9)**. Como se expone en el apartado **AJUSTE** con este trimmer se regula la **compensación (offset)** en función de la tensión de entrada.

El operacional **IC2/D** proporciona una **referencia** de tensión estable de **3 voltios**, conseguida amplificando **1,2 veces** la tensión generada por un diodo zéner de precisión de **2,5 voltios (DZ1)**.

Este valor se utiliza como referencia por el amplificador diferencial **IC2/A** y por el comparador

# indicador de POLARIDAD

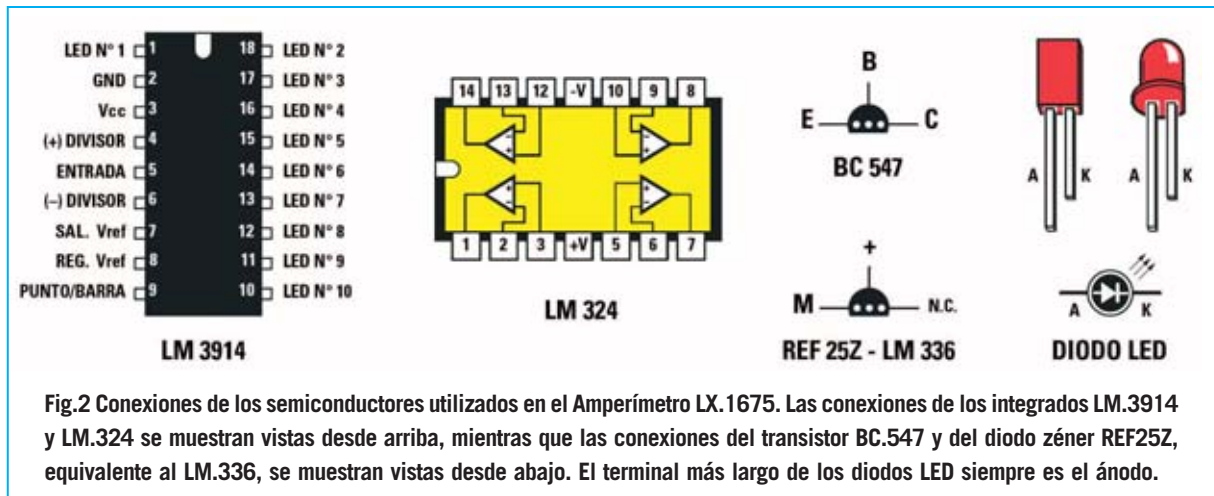


Fig.2 Conexiones de los semiconductores utilizados en el Amperímetro LX.1675. Las conexiones de los integrados LM.3914 y LM.324 se muestran vistas desde arriba, mientras que las conexiones del transistor BC.547 y del diodo zéner REF25Z, equivalente al LM.336, se muestran vistas desde abajo. El terminal más largo de los diodos LED siempre es el ánodo.

de tensión **IC2/B**, que determina la **dirección (polaridad)** de la corriente.

Si la **corriente** es **igual** a **cero**, en el terminal **8** de **IC2/A** se obtiene la tensión de reposo, es decir **3 voltios**.

Cuando la **corriente** es **diferente** de **cero** en el terminal **8** de **IC2/A** se produce una **reducción** o un **aumento** de tensión en función de la dirección de la corriente. En concreto, cuando la **corriente entra** en el **borne A (positiva)** se produce una **reducción** de tensión y cuando **sale (negativa)** se produce un **aumento** de tensión.

Al terminal **8** de **IC2/A** está conectada la **entrada inversora** de **IC2/B**. Por tanto las variaciones de tensión también provocan **cambios** de estado en la salida del comparador **IC2/B**, encendiendo uno de los diodos LED indicadores **DL11-DL12**.

Concretando, **DL11** se enciende cuando la corriente tiene **polaridad positiva** y **DL12** se enciende cuando la corriente tiene **polaridad negativa**.

Además, si el **nivel lógico** en la **salida** de **IC2/B** es **1**, se pone en conducción el transistor **TR1**, a cuyo Colector se encuentra conectado el operacional **IC2/C**.

En condiciones normales este operacional funciona como **buffer no inversor**, pero cuando el **transistor** se pone en **conducción** trabaja como **buffer inversor**. De esta forma, independientemente de la polaridad de la corriente, la tensión introducida en el terminal **5** del integrado **IC1** siempre **aumenta**.

El integrado **IC1** es un **LM.3914**, un **voltímetro** de **escala lineal** capaz de controlar **10 diodos LED** en función de la tensión de entrada.

Este integrado puede configurarse para encender los **diodos LED** de forma **acumulativa**, encendiéndose el diodo LED que indica el valor y todos los anteriores, o bien que se encienda **únicamente** el diodo LED que indica el valor.

Si se desea trabajar de forma **acumulativa** hay que conectar el terminal **9** al **positivo de alimentación**. Nosotros hemos optado por **iluminación individual** (el terminal **9** no está conectado) ya que así se **reduce** el **consumo** del circuito.

El terminal **8** se utiliza para establecer el valor de tensión al cual se tiene que encender el **último diodo LED** de **IC1**, es decir para determinar el **fondo de escala** del voltímetro.

Conectados a este terminal, y a los terminales **6-7**, hay dos resistencias y un **trimmer**.

Con el valor óhmico de la resistencia **R3** se determina la **corriente** que circula por el **diodo LED**, mientras que el valor de la resistencia **R4** y del **trimmer R5** regulan la tensión con la que se enciende el **último diodo LED**, en nuestro caso **DL10**.

A propósito de esta cuestión hay que tener en cuenta que la **escala de valores** que hemos indicado en el esquema eléctrico de la Fig.3 es **ficticia**, ya que cada uno puede **ajustar** su instrumento al **fondo de escala** que le parezca, siempre y cuando no supere los **10 amperios**.

El instrumento puede ser **ajustado**, teóricamente, utilizando los puntos de prueba **TP1** y **TP2**.

En **TP2** se encuentra el valor de referencia de la tensión de reposo, un valor constante de **3 voltios**. Para determinar el **fondo de escala** del instrumento hay que tener en cuenta este valor y calcular, mediante una sencilla operación, el valor que ha de estar presente en **TP1**. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$VTP1 = (0,1 \times A_{\text{FONDOESCALA}}) + VTP2$$

Como ya hemos explicado el valor en **TP2** es de **3 voltios**. Por lo tanto, suponiendo que se desea obtener un **fondo de escala** de **4 amperios**, hay que regular el **trimmer R5** de forma que en **TP1** haya:

$$(0,1 \times 4) + 3 = 3,4 \text{ voltios}$$

Este ajuste es puramente **teórico** ya que no tiene en consideración las **tolerancias** de los **componentes**. El único objetivo de su exposición es **didáctico**, para explicar de forma más clara el funcionamiento del circuito, objetivo que siempre buscamos en nuestras exposiciones.

Las **operaciones** prácticas del método real de **ajuste** se exponen de forma detallada en el epígrafe **AJUSTE**.

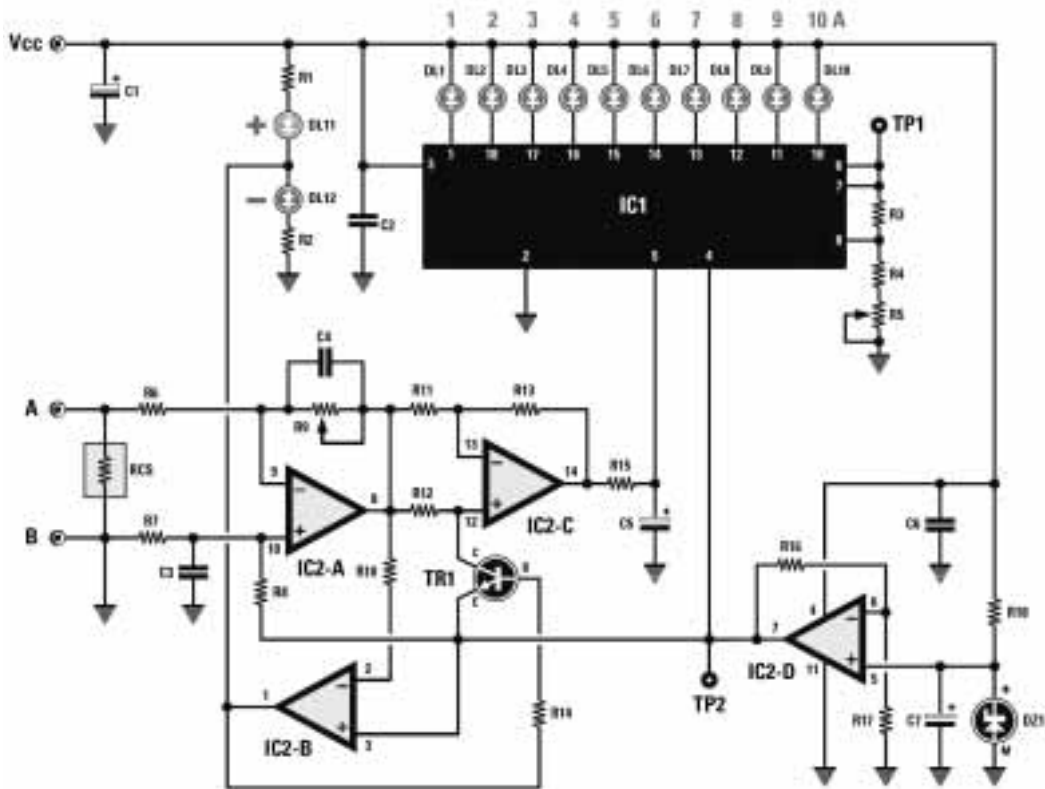


Fig.3 Esquema eléctrico del Amperímetro LED LX.1675. La corriente se determina a través de la medición de la caída de tensión en los contactos de la resistencia RCS, sobre la que circula la misma corriente que en la carga al estar conectada en serie con ella. Los diodos LED DL11 (+) y DL12 (-) se utilizan como indicadores de la dirección de la corriente medida (polaridad), cuyo valor es indicado mediante los diez diodos LED DL1-DL10 conectados al integrado LM.3914, un voltímetro con escala lineal.

#### LISTA DE COMPONENTES LX.1675

R1 = 1.000 ohmios  
 R2 = 1.000 ohmios  
 R3 = 1.000 ohmios  
 R4 = 1.200 ohmios  
 R5 = Trimmer 2.000 ohmios  
 R6 = 1.000 ohmios 1%  
 R7 = 1.000 ohmios 1%  
 R8 = 20.000 ohmios 1%  
 R9 = Trimmer 50.000 ohmios 20 vueltas  
 R10 = 10.000 ohmios  
 R11 = 100.000 ohmios 1%  
 R12 = 100.000 ohmios 1%  
 R13 = 100.000 ohmios 1%  
 R14 = 10.000 ohmios  
 R15 = 1.000 ohmios  
 R16 = 680 ohmios  
 R17 = 3.300 ohmios  
 R18 = 1.000 ohmios

RCS = Pista del circuito impreso  
 C1 = 10 microF. electrolítico  
 C2 = 100.000 pF poliéster  
 C3 = 1.000 pF poliéster  
 C4 = 1.000 pF poliéster  
 C5 = 10 microF. electrolítico  
 C6 = 100.000 pF poliéster  
 C7 = 10 microF. electrolítico  
 DZ1 = Diodo zéner REF25Z  
 DL1-DL10 = Diodos LED rojos planos  
 DL11 = Diodo LED verde  
 DL12 = Diodo LED rojo  
 TR1 = Transistor NPN BC.547  
 IC1 = Integrado LM.3914  
 IC2 = Integrado LM.324

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

## REALIZACIÓN PRÁCTICA

El montaje del **Amperímetro LED LX.1675** es realmente sencillo. Una vez finalizado se dispondrá de un instrumento de medida compacto y portátil.

Como se puede apreciar en el esquema de montaje práctico (Fig.4) todos los componentes se sueldan directamente en el circuito impreso **LX.1675**, que también incluye una **pista de cobre especial** que hace la función de **RCS**.

Aconsejamos comenzar el montaje con la instalación de los dos **zócalos** para los **circuitos integrados** de forma que sus muescas de referencia se correspondan con las serigrafiadas en el circuito impreso y teniendo mucho cuidado en no provocar cortocircuitos al soldar los terminales.

A continuación se pueden montar todas las **resistencias**, incluyendo el **trimmer R5** y el **trimmer** de **20 vueltas R9**.

Ahora hay que instalar los **condensadores de poliéster** y los tres **condensadores electrolíticos** de **10 microfaradios**, respetando en estos últimos la **polaridad** de sus terminales.

Es el momento de montar el **transistor TR1** y el **diodo zéner DZ1**. Exteriormente estos componentes son **idénticos**, por lo que para **no** intercambiarlos hay que controlar cuidadosamente las referencias impresas sobre sus cuerpos.

El **transistor TR1** es un común **BC.547**, referencia que se encuentra impresa sobre su encapsulado, mientras que en el cuerpo del **diodo zéner** se puede encontrar la referencia **LM.336** o bien la referencia **REF25Z**.

En ambos casos al montarlos hay que respetar la polaridad de sus terminales, para lo cual hay que orientar el lado **plano** de sus cuerpos hacia **arriba**.

Acto seguido se han de soldar los tres **terminales tipo pin** utilizados para realizar las conexiones a la tensión continua de **alimentación** y a la **carga** a medir.

Ha llegado el momento de realizar el montaje de los **diodos LED**. En primer lugar aconseja-

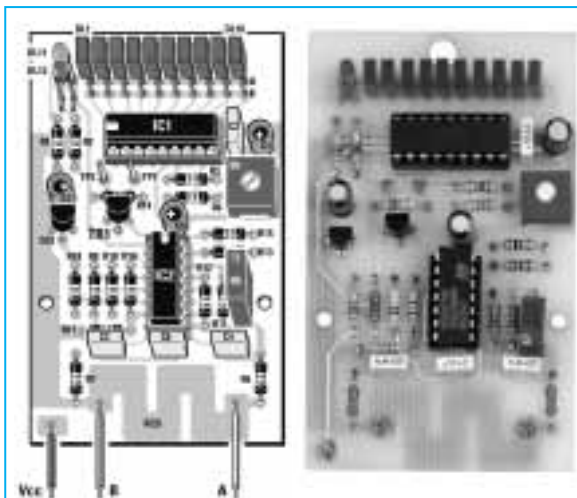


Fig.4 Esquema práctico de montaje y fotografía, con todos sus componentes montados, del Amperímetro LED LX.1675. Al montar los diodos LED hay que controlar su altura para que queden lo más próximos posible al panel y así ser más visibles las lecturas.

mos montar los **diez diodos LED rectangulares** que componen la **barra**. El montaje de estos diodos no es complicado, pero precisa tener presentes algunas consideraciones.

Hay que tener presente que el terminal **más largo**, es decir el **ánodo**, debe instalarse en el agujero del circuito impreso identificado con una letra **A**.

Los diodos LED han de soldarse de forma que sus cuerpos estén lo **más cerca posible**, casi en contacto, con la ventana de la **tapa** del mueble. De este modo serán bien visibles cuando se iluminen. Para que esta condición se cumpla hay que controlar su **altura**.

También hay que tener en cuenta estas consideraciones al montar los pequeños **diodos LED redondos** que indican la polaridad de la corriente, es decir **DL11 (verde)** y **DL12 (rojo)**. El **ánodo** de ambos debe orientarse hacia la **derecha** (agujeros con la referencia **A**).

Una vez soldados todos los componentes ya se pueden instalar, en sus correspondientes zócalos, los **circuitos integrados**, de forma que sus muescas de referencia en forma de **U** coincidan con las muescas de referencia de los zócalos.

El montaje de los componentes del amperímetro ha concluido. Ahora hay que realizar el **ajuste al fondo de escala deseado**.

## AJUSTE

Como ya hemos expuesto anteriormente una de las particularidades de este amperímetro es la posibilidad de **ajustar el fondo de escala** a valores incluidos entre **1 y 10 amperios** mediante el ajuste del valor de la **tensión** con la que se enciende el último diodo LED (**DL10**).

Antes de ajustar el valor de fondo de escala es necesario regular la **compensación (offset)** de forma que, en ausencia de carga, todos los **diodos LED** estén **apagados**.

Para realizar este ajuste hay que alimentar el amperímetro, con un valor de tensión comprendido entre **6 y 25 voltios**, **sin** conectar ninguna carga. A continuación únicamente hay que girar el pequeño tornillo del **trimmer R9** hasta que se **apaguen** todos los diodos LED rectangulares que forman la barra de medida.

Ahora se puede proceder al ajuste del **fondo de escala**. Para realizar esta operación se precisa un **téster** que sea capaz de medir **corriente continua**, una **carga resistiva** y una **fuentes de alimentación**.

El **téster** se ha de conectar en **serie** a la **carga** y al **Amperímetro LX.1675**. Una vez realizadas las conexiones hay que **alimentar** el amperímetro con una tensión entre **6 y 25 voltios**.

Aconsejamos utilizar un **téster** ajustado para medir corriente continua a **2 amperios** fondo de es-

cala, utilizar como carga una resistencia estándar de **12 ohmios** con al menos **10-15 vatios** de potencia y un alimentador de **12 voltios**. En la Fig.5 se muestran detalladamente las conexiones a realizar y los elementos utilizados.

**NOTA:** Durante el ajuste la **resistencia** se **calentará** bastante, por lo que **no** se ha de **tocar**. Finalizado el ajuste, y una vez desconectada la resistencia, se enfriará transcurrido poco tiempo.

Con los valores que hemos sugerido la intensidad de la corriente medida es de **1 amperio**. A este valor le corresponderá el encendido de uno de los diodos LED del amperímetro, girando el tornillo del **trimmer R5** se puede hacer encender el **diodo LED** que se **desea** y así **definir** el valor del **fondo de escala**.

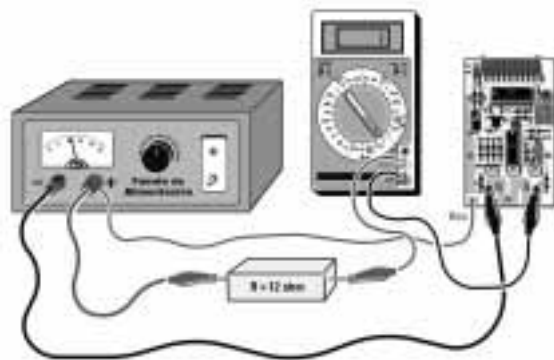
Recordamos nuevamente que el integrado **LM.3914** es un voltímetro con **escala lineal**. Por lo tanto una vez establecido el valor unitario de la escala para conocer el valor de tensión con la que cada diodo LED se enciende bastará con **multiplicar** este valor por el número del diodo LED encendido.

A continuación exponemos algunos **ejemplos** que aclaran la forma de proceder.

Si el **téster** indica una medida de **1 amperio** y hacéis encender el **primer diodo LED** de la barra (**DL1**) el amperímetro estará ajustado para un **fondo de escala de 10 amperios** (ver Fig.6).

Si se ajusta **R5** de tal forma que se encienda el **último diodo LED (DL10)** el amperímetro tendrá un **fondo de escala de 1 amperio** (ver Fig.7).

Fig.5 Como se expone en el artículo, de forma teórica el instrumento puede ajustarse a través de los puntos de prueba TP1 y TP2 (ver Fig.3). Puesto que no se pueden obviar las inevitables tolerancias de los componentes aconsejamos realizar el ajuste de forma práctica, utilizando un **téster** preparado para medir corriente continua, una fuente de alimentación y una carga, conectándose como se indica en esta imagen.



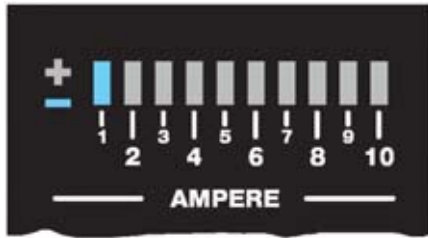


Fig.6 Si el téster mide 1 amperio y el trimmer R5 se ajusta para encender el diodo LED DL1, el diodo LED correspondiente al fondo de escala (DL10) se enciende cuando la corriente tiene un valor de  $1 \times 10 = 10$  amperios.

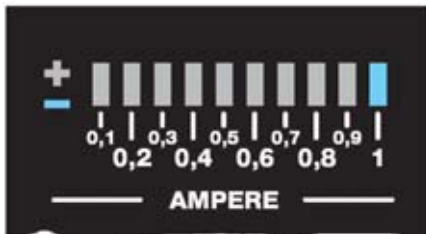


Fig.7 Si el téster mide 1 amperio y el trimmer R5 se ajusta para encender el diodo LED DL10, el diodo LED DL1 se enciende cuando la corriente tiene un valor de  $1 : 10 = 0,1$  amperios.



Fig.8 Si el téster mide 1 amperio y el trimmer R5 se ajusta para encender el diodo LED DL2, el diodo LED correspondiente al fondo de escala (DL10) se enciende cuando la corriente tiene un valor de  $(1 : 2) \times 10 = 5$  amperios.



Fig.9 Si el téster mide 1 amperio y el trimmer R5 se ajusta para encender el diodo LED DL5, el diodo LED correspondiente al fondo de escala (DL10) se enciende cuando la corriente tiene un valor de  $(1 : 5) \times 10 = 2$  amperios.

En cambio, ajustando R5 para que se encienda el **segundo diodo LED (DL2)** el amperímetro tendrá un **fondo de escala de 5 amperios** (ver Fig.8).

En caso de que ajustásemos R5 para que se encienda el **quinto diodo LED (DL5)** el amperímetro tendrá un **fondo de escala de 2 amperios** (ver Fig.9).

Resumiendo, provocando una corriente exacta de **1 amperio** se puede proceder a **ajustar R5** para que se encienda cualquiera de los diodos LED. El **fondo de escala** tomará su valor en función del **diodo LED elegido**, como se muestra en las Figs.6-9.

En el caso de utilizar una **corriente diferente de 1 amperio** el procedimiento es el mismo, lo único que cambia es el valor de referencia utilizado para ajustar el fondo de escala.

Por ejemplo, supongamos que se han utilizado valores distintos a los que nosotros hemos sugerido, que el téster mide una **corriente de 3 amperios** y que se ha encendido el **cuarto diodo LED (DL4)**.

En estas condiciones la **unidad de la escala de medida** sería de:

$$3 \text{ amperios} : 4 \text{ número LED} = 0,75$$

El resto de diodos LED se encenderán con los valores que se indican a continuación, como también se muestra en la Fig.10.

Diodo LED	Tensión voltímetro
DL1	$0,75 \times 1 = 0,75$ volt
DL2	$0,75 \times 2 = 1,50$ volt
DL3	$0,75 \times 3 = 2,25$ volt
DL4	$0,75 \times 4 = 3,00$ volt
DL5	$0,75 \times 5 = 3,75$ volt
DL6	$0,75 \times 6 = 4,50$ volt
DL7	$0,75 \times 7 = 5,25$ volt
DL8	$0,75 \times 8 = 6,00$ volt
DL9	$0,75 \times 9 = 6,75$ volt
DL10	$0,75 \times 10 = 7,50$ volt

En cambio, si con el téster se sigue midiendo una **corriente de 3 amperios** pero se ajusta el **trimmer R5** para que se encienda **quinto diodo LED (DL5)** la **unidad de la escala de medida** sería de:

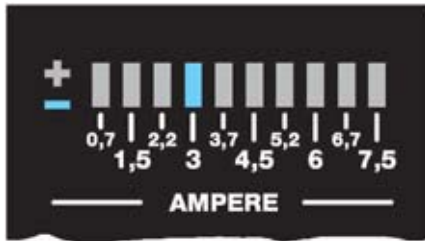


Fig.10 En caso de que el t ester mida 3 amperios y el trimmer R5 está ajustado para encender el diodo LED DL4, los diodos LED se encienden con saltos de 0,75 amperios, correspondiendo el fondo de escala a un valor de 7,5 amperios.



Fig.11 Si el t ester mide 3 amperios y el trimmer R5 está ajustado para encender el diodo LED DL5, los diodos LED se encienden con saltos de 0,6 amperios, correspondiendo el fondo de escala a un valor de 6 amperios.

**3 amperios: 5 número LED = 0,6**

El resto de diodos LED se encenderán con los valores que se indican a continuación, como también se muestra en la Fig.11.

Diodo LED	Tensión voltímetro
DL1	0,6 x 1 = 0,6 volt
DL2	0,6 x 2 = 1,2 volt
DL3	0,6 x 3 = 1,8 volt
DL4	0,6 x 4 = 2,4 volt
DL5	0,6 x 5 = 3,0 volt
DL6	0,6 x 6 = 3,6 volt
DL7	0,6 x 7 = 4,2 volt
DL8	0,6 x 8 = 4,8 volt
DL9	0,6 x 9 = 5,4 volt
DL10	0,6 x 10 = 6,0 volt

Una vez realizado el ajuste del fondo de escala podría ser necesario **regular de nuevo la compensación (offset)**, por lo que se ha de proceder desconectado la carga y el t ester del amperímetro. Si algún **diodo LED** permanece **encendido** hay que actuar sobre el **trimmer R9** hasta que se **apaguen** todos.

## MONTAJE en el MUEBLE

Una vez realizado el **ajuste** se puede instalar el circuito impreso en su lugar definitivo.

Hemos elegido un **mueble** muy adecuado para este dispositivo (**MO.1675**), si bien se suministra por **separado** ya que quienes deseen adquirir el amperímetro para montarlo dentro de otro dispositivo no tienen por qué pagar un mueble que **no** van a utilizar.

En caso de utilizar el mueble **MO.1675** el circuito impreso se fija en el fondo del mueble mediante **dos pequeños tornillos**.

Utilizando el **panel adhesivo perforado y serigrafiado** incluido con el mueble hay que marcar los puntos de la tapa del mueble que se han de **taladrar**, ya que el mueble se proporciona **sin agujerear**.

Puesto que no es fácil hacer varios agujeros rectangulares muy cercanos, uno por cada diodo LED plano, aconsejamos hacer únicamente una **gran perforación rectangular** para toda la barra.

Poniendo el panel sobre la tapa se puede **dibujar** la referencia para realizar la perforación. Esta técnica también es válida para determinar la posición de los orificios en la tapa correspondientes a los pequeños diodos LED redon-



Fig.12 Fotografía del amperímetro instalado en el mueble MO.1675. Los cables con las puntas de cocodrilo (ver Fig.1) se han de soldar al circuito impreso después de pasarlos a través de los agujeros efectuados en el panel frontal.



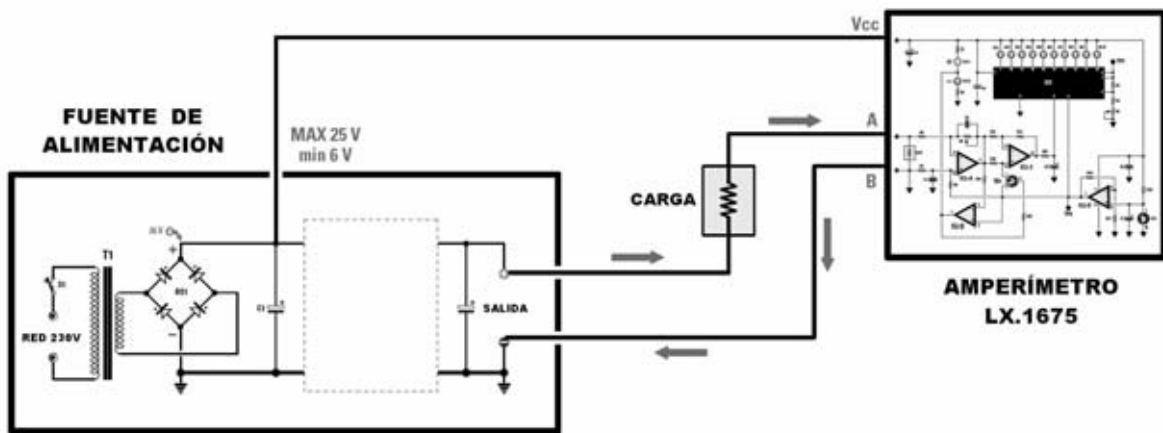


Fig.13 Esquema de conexión del Amperímetro LED LX.1675 en una fuente de alimentación. La tensión de alimentación para el amperímetro debe obtenerse de la rama positiva del puente rectificador, su valor ha de estar entre 6 y 25 voltios.

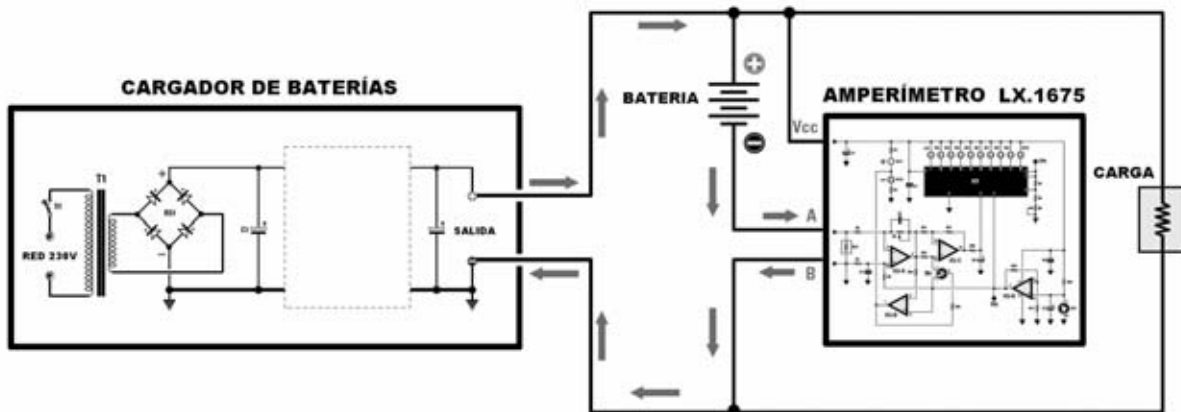


Fig.14 Conectando el amperímetro a un cargador de baterías y a una batería se puede medir el valor de la corriente de carga y el valor de la corriente de descarga. Si la corriente es proporcionada por el cargador de baterías a la batería (proceso de carga) se enciende el diodo LED DL11.

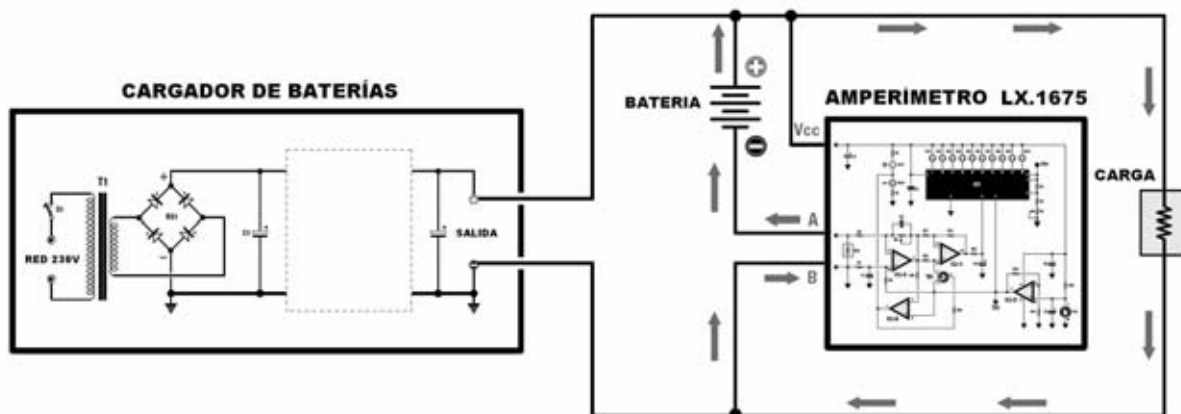


Fig.15 Cuando la carga es alimentada directamente por la batería (proceso de descarga) se enciende el diodo LED DL12. El amperímetro está conectado de forma que su tensión de alimentación (Vcc) pueda obtenerse del cargador de baterías o de la batería.

dos **DL11-DL12** en las posiciones del **panel** donde se encuentran los signos **+** y **-**.

Por último también hay que realizar **tres agujeros** en la parte inferior para hacer pasar **tres cables** de diferente color correspondientes a la **tensión de alimentación (Vcc)**, que debe tener un valor entre **6 y 25 voltios**, y a los terminales de **entrada A-B** a los que se ha de conectar la **carga** de la que se quiere medir la corriente.

Para facilitar la realización de medidas proporcionamos los cables con **3 puntas de cocodrilo**, formando así unos **terminales de medida** bastante **versátiles**.

Llegado este punto ya se puede fijar definitivamente el **panel** a la **tapa** del mueble y montar esta sobre la base.

El amperímetro está **listo** para ser **utilizado**.

## UTILIZACIÓN del amperímetro LX.1675

El **Amperímetro LX.1675** mide la **intensidad** de la **corriente eléctrica continua** que circula por una **carga** y, ya que visualiza la medida mediante una barra de diodos LED, su campo de aplicación es aquel en el cual **no** es necesario medir un valor preciso de corriente, ya que para esta operación se puede utilizar un **téster**.

Ahora bien, se muestra como un dispositivo **muy interesante** en aplicaciones donde además de hacer una **medida** en **tiempo real** de la **corriente** se precisa conocer su **dirección (polaridad)**.

A continuación proporcionamos **dos esquemas** que pueden ayudar a desarrollar aplicaciones propias, además de poder utilizarse para las propias aplicaciones propuestas.

Una aplicación interesante consiste en instalar el **Amperímetro LED LX.1675** en una **fuentes de alimentación** que carezca de amperímetro. Para su realización hay que tener presentes algunas indicaciones.

La **tensión** utilizada para alimentar el amperímetro tiene que tener un valor comprendido entre **6 y 25 voltios**, obteniéndose directamente de la **rama positiva** del **punto rectificador**

de la fuente de alimentación (ver Fig.13).

La **carga** tiene que conectarse en **serie** a la salida del alimentador y a la entrada del amperímetro en los puntos **A-B**.

Otra aplicación interesante del **Amperímetro LED LX.1675** es su utilización con un **cargador de baterías**.

Conectando el amperímetro a un **cargador de baterías**, a la **batería** y a la **carga**, como se muestra en las Figs.14-15, se puede medir la **corriente** absorbida por la **carga** y la corriente de **carga** de la **batería**.

En este caso la tensión de alimentación **Vcc** del **Amperímetro LX.1675**, recordamos que debe estar entre **6 y 25 voltios**, puede obtenerse directamente del **borne positivo** de la salida del **cargador de baterías**.

En la Fig.14 se muestra la corriente de carga proporcionada por el **cargador de baterías** a la batería. En este caso, además del diodo LED de la escala, también se enciende el **diodo LED verde DL11** ya que la polaridad de la **corriente** es **positiva**.

Al contrario, si la carga se alimenta directamente mediante la **batería** (ver Fig.15), además del diodo LED de la escala se enciende también el **diodo LED rojo DL12** ya que la polaridad de la **corriente** es **negativa**.

Estas dos aplicaciones que hemos propuesto son dos ejemplos interesantes de utilización del **Amperímetro LX.1675**. Sin duda hay muchas más.

## PRECIO de REALIZACIÓN

**LX.1675:** Precio de todos los componentes necesarios para la realización del **Amperímetro LED con indicador de polaridad** (ver Fig.4), incluyendo **circuito impreso, integrados, transistor, diodo zéner, diodos LED y 3 puntas de cocodrilo** con cable, excluyendo únicamente el mueble contenedor **MO.1675** .....30,25 €  
**MO.1675:** Precio del mueble de plástico negro sin perforar provisto de **panel adhesivo perforado y serigrafiado** .....5,05 €  
**LX.1675:** Circuito impreso .....6,15 €

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