

# INDICADOR LUMINOSO

Si buscáis un esquema para un voltímetro, un vúmetro lineal o logarítmico para un amplificador BF, el indicador de un sintonizador o cualquier instrumento de medida con barra de led, en sustitución de un medidor analógico, en este artículo descubriréis como realizarlo.

Desde que se detuvo la producción de los integrados de la serie **UAA170 - UAA180** y se agotan los últimos **LM3914 - LM3915** que se utilizaron durante bastante tiempo para lograr sencillos indicadores a diodo **LED**, muchos lectores se vieron en problemas al no encontrar integrados equivalente.

Muchos recordarán la utilidad de estos circuitos, que permitían obtener simples **voltímetros** tanto para **continua** como para **alterna**, **Vu-metros** con escala **lineal** o **logarítmica** e indicadores para **receptores** u otros **instrumentos de medición**, sin tener que emplear muchos componentes.

Hoy en día, ya no se encuentran **integrados** que cumplan con todas estas funciones y los aficionados ya no pueden llevar a cabo los proyectos que antes requerían un gasto realmente irrisorio.

Para resolver este problema hemos decidido enseñar a realizar simples indicadores a diodos **LED** mediante **operacionales** comunes.

Colocando la **columna** de diodos **LED** en vertical y utilizando este circuito como un instrumento de medida, obtenemos una lectura inmediata al observar el movimiento **arriba** y

**abajo** de los **LED**, y ver al instante si la señal tiende a **subir** o **bajar**.

El **proyecto** que presentamos utiliza 3 integrados **LM.324**, que cuenta, cada uno de ellos en su interior, con 4 **amplificadores operacionales**, para obtener una **barra** compuesta por 12 diodos **LED**.

Si en sustitución del **LM .324** se utiliza un **circuito integrado** que contenga solo dos **amplificadores operacionales**, tales como el **LM.358 - uA.747** u otro equivalente cada uno sera capaz de pilotar dos **LED** y para obtener una columna de **12 diodos** serán necesarios no menos de **6 integrados**.

Como mostraremos, podemos conseguir diferentes soluciones, ya que una vez comprendido el funcionamiento del circuito, no tendremos dificultades para hacer los cambios necesarios y adaptar el circuito a la mayoría de las necesidades.

Tabla N1 Escala Lineal

DL1	ENCENDIDO	0,5V
DL2	ENCENDIDO	1,0V
DL3	ENCENDIDO	1,5V
DL4	ENCENDIDO	2,0V
DL5	ENCENDIDO	2,5V
DL6	ENCENDIDO	3,0V
DL7	ENCENDIDO	3,5V
DL8	ENCENDIDO	4,0V
DL9	ENCENDIDO	4,5V
DL10	ENCENDIDO	5,0V
DL11	ENCENDIDO	5,5V
DL12	ENCENDIDO	6,0V

**instrumento** tanto para medir la **CC** y como la **CA**.

El terminal de la **entrada invertida** marcado con el símbolo “-” están unidos entre sí a través de una resistencia de **8200 ohmios**.

La primera resistencia marcada **R4** se encuentra conectada a **masa**, mientras que la última,

# con 12 diodos LED

## ESQUEMA ELÉCTRICO

En la figura 2 se muestra el esquema base y la lista de componentes necesarios para su aplicación.

Las **resistencias R4 a R15** todas de **8200 ohmios**, permite una lectura con escala lineal, mientras que las resistencias **R4 a R15** de diferentes valores (véase la lista a la derecha componentes), se utilizan para obtener una lectura con escala **logarítmica**.

Volviendo al diagrama de la figura 2, se puede observar la presencia de 12 **amplificadores operacionales**, que es encuentran contenidos en 4 circuitos **integrados** del tipo **LM.324**(véase fig.1).

Los terminales de las entradas no invertidas de cada **operacional**, marcados con un signo +, están conectados todos en paralelo a la **resistencia R2**, y se utilizan como entrada del

marcada como **R16**, está conectada al **positivo de la tensión** de alimentación de 12 voltios a través del cursor del **trimmer R17**.

Este **trimmer R17** es muy importante, porque se utiliza para determinar qué **tensión máxima** queremos para iluminar el último de diodos **LED (DL12)** conectado a la salida del **operacional IC3 / D**.

Tabla N2 Escala Lineal

DL1	ENCENDIDO	0,125V
DL2	ENCENDIDO	0,25V
DL3	ENCENDIDO	0,375V
DL4	ENCENDIDO	0,5V
DL5	ENCENDIDO	0,625V
DL6	ENCENDIDO	0,75V
DL7	ENCENDIDO	0,875V
DL8	ENCENDIDO	1,0V
DL9	ENCENDIDO	1,12V
DL10	ENCENDIDO	1,25V
DL11	ENCENDIDO	1,37V
DL12	ENCENDIDO	1,5V

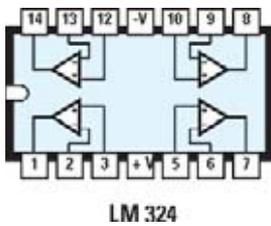


Fig.1 Conexiones del integrado LM.324 empleado en este proyecto, visto desde arriba. El terminal 4 marcado "+ V" estará conectado al positivo de alimentación, mientras que el terminal de 11 "-V" debe estarlo al negativo.

Si ajustamos el **trimmer R17** hasta obtener en la unión de **R16-R15** (véase REF) una tensión de 6 voltios, el último diodo **LED (DL12)** se iluminará cuando en la entrada de **IC1 / A** se aplique una tensión de 6 voltios.

Dado que el esquema de la **figura 2** es perfectamente lineal, este circuito podría ser utilizado también como un **preciso voltímetro** a diodo **LED**, ya que cada **LED** se iluminará con una tensión igual a:

$$6: 12 = 0,5 \text{ voltios (véase el cuadro N.1)}$$

Si giramos el cursor del **trimmer R17** de modo que en la unión de **R16-R15** esté presente una tensión de 1,5 voltios, el último diodo **DL12** se ilumina cuando en la entrada de **IC1 / A** se aplique una tensión de 1,5 voltios y, por tanto, cada diodo **LED** se iluminará con un Voltaje:

$$1,5: 12 = 0,125 \text{ voltios (véase el cuadro N.2)}$$

Por tanto, girando el cursor de **trimmer R17** se puede determinar el valor de la máxima tensión a medir, correspondiendo con el encendido del último diodo marcado como **DL12**.

Las resistencias **R18 a R29** de 820 ohmios en **serie** con cada diodo **LED** determinan el **brillo**, por lo que si queremos obtener más **brillo**, vamos a tener que reemplazarlas por otras **resistencias** de 680 ohmios, y si queremos reducir su **brillo**, tenemos que reemplazarlas por resistencias de 1.000 ohmios.

### MEDICIÓN CONTINUA O ALTERNA

Si en el circuito de la Fig.2 insertamos en el **terminal hembra**, indicado como **J1**, un **jumper** macho para conectar la entrada **DC** con la resistencia R2, el circuito esta preparado para medir **tensiones continuas** mientras que si se inserta el **jumper** en el terminal **J1** para conectar la resistencia R2 al diodo DS2, el circuito estará listo para la medición de **voltajes alternos**.

Así, podemos medir las **señales en alterna** como las de un **pre-amplificador**, **amplificador** final de **BF**, la salida de un **generador** o el secundario de un **transformador de alimentación**.

La **señal de CA** se aplica a un **rectificador** de etapa **duplicadora** compuesta por los diodos **DS1-DS2**.

Elegimos un **rectificador** de etapa **duplicadora** para compensar la caída de tensión introducido por los dos diodos DS1-DS2 y luego utilizamos el **trimmer R1** para calibrar la escala al emplear esta función.

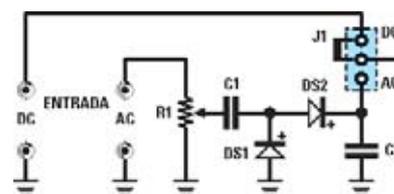
### Lectura LINEAL o LOGARÍTMICA

Los valores de las resistencias **R4 a R15** que se muestran en la columna izquierda de la Fig.2 permiten obtener una **escala lineal** de lectura, que es muy útil para realizar **voltímetros** en **DC o AC**, indicadores que muestren la carga de una **batería de coche** y para que los **termómetros** y otros **instrumentos** donde la medida necesaria requiera de una **escala lineal** (ver Tablas N.1 y N.2).

Si en cambio, tenemos que realizar un **contador** o un **Vúmetro**, en los que se requiere una **escala logarítmica**, en la que cada diodo **LED** indique una variación de **+ 3 dB**, tenemos que modificar en el circuito de la Fig.2 todos los valores de resistencias **R4 a R15**, como se muestra en la tabla 3.

Como se puede observar, muchos valores de estas resistencias no son **estándar** y, para obtener su valor, tendremos que conectar **dos en serie**:

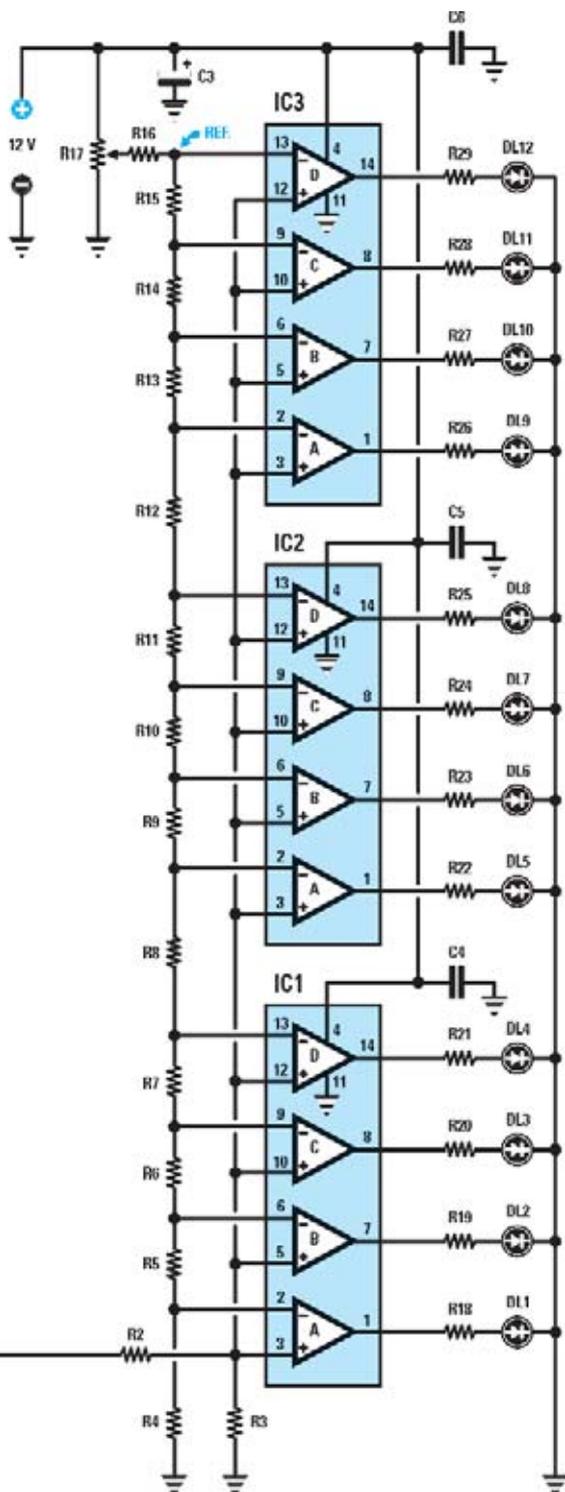
**R5 = 748 ohmios** para obtener este valor conectaremos en serie una resistencia de **680 ohmios** con una de **68 ohmios**;



**R9 = 3.000 ohmios** para este caso conectaremos en serie dos resistencias de **1.500 ohmios**;

**R10 = 4.300 ohmios**, obtenidos al conectar en serie una resistencia de **3.300 ohmios** con una resistencia de **1.000 ohmios**;

**R14 = 16.000 ohmios**, resultado de conectar a una resistencia de **15.000 ohmios** otra de **1.000 ohmios**;



## LISTA DE COMPONENTES LX.1726

- R1 = 100000 ohmios trimmer
- R2 = 100.000 ohmios
- R3 = 8200 ohmios
- R4 = 8200 ohmios 1800 ohmios
- R5 = 8200 ohmios 748 ohmios
- R6 = 8200 ohmios 1000 ohmios
- R7 = 8200 ohmios 1500 ohmios
- R8 = 8200 ohmios 2200 ohmios
- R9 = 8200 ohmios 3000 ohmios
- R10 = 8200 ohmios 4300 ohmios
- R11 = 8200 ohmios 5600 ohmios
- R12 = 8200 ohmios 8200 ohmios
- R13 = 8.200 ohmios 12.000 ohmios
- R14 = 8.200 ohmios 16.000 ohmios
- R15 = 8.200 ohmios 24.000 ohmios
- R16 = 100.000 ohmios
- R17 = 50.000 ohmios trimmer
- R18 = 820 ohmios
- R19 = 820 ohmios
- R20 = 820 ohmios
- R21 = 820 ohmios
- R22 = 820 ohmios
- R23 = 820 ohmios
- R24 = 820 ohmios
- R25 = 820 ohmios
- R26 = 820 ohmios
- R27 = 820 ohmios
- R28 = 820 ohmios
- R29 = 820 ohmios
- C1 = 220.000 pF poliéster
- C2 = 1 microF. poliéster
- C3 = 100 microF. electrolito
- C4 = 100.000 pF poliéster
- C5 = 100.000 pF poliéster
- C6 = 100.000 pF poliéster
- DS1 = diodo 1N4148
- DS2 = diodo 1N4148
- IC1 = integrado LM.324
- IC2 = integrado LM.324
- IC3 = integrado LM.324
- J1 = terminal 3 pines
- DL1 a DL12 = diodos LED

Fig.2 Esquema eléctrico de la barras a LED y lista de componentes.

Los valores de las resistencias R4 a R15 mostrados en la columna derecha se utilizan para obtener una lectura con Escala logarítmica.

**R15 = 24.000 ohmios** para este valor emplearemos dos resistencias en serie de **12.000 ohmios**.

En una **escala logarítmica de 3 dB**, existe una variación de **3 dB** entre el encendido de cada **LED**, lo que indica un **aumento** o **atenuación** de la tensión igual a **1,413**.

Con una **escala logarítmica** en la que el último diodo **LED (DL12)** se ilumina con un valor de tensión de 10 voltios, el diodo **LED DL11** se iluminará con un valor de tensión:

10: 1,413 = **7 voltios**

y el diodo **LED DL10** con un valor de tensión:

7: 1,413 = **4,95 voltios**

número que se puede redondear a **5 voltios**.

Tabla N3 Escala Logarítmica a 3dB

DL1	ENCENDIDO	0,23V
DL2	ENCENDIDO	0,32V
DL3	ENCENDIDO	0,45V
DL4	ENCENDIDO	0,60V
DL5	ENCENDIDO	0,90V
DL6	ENCENDIDO	1,30V
DL7	ENCENDIDO	1,80V
DL8	ENCENDIDO	2,50V
DL9	ENCENDIDO	3,50V
DL10	ENCENDIDO	5,00V
DL11	ENCENDIDO	7,00V
DL12	ENCENDIDO	10,0V

En la Tabla N.3 se muestran los valores de **tensión** necesarios para iluminar cada diodo **LED**, admitiendo que el último diodo **LED DL12** se encienda con una tensión de 10 voltios.

Después de esta necesaria explicación podemos pasar a la descripción de la realización práctica del circuito.

## REALIZACIÓN PRÁCTICA

Para construir esta barra de diodos **LED** se requiere de un sólo circuito impreso **LX.1726**, ya que para preparar esta **barra** con una **escala lineal** o una **escala logarítmica**, la única diferencia está representada por los valores de las resistencias **R4 a R15**.

Recomendamos comenzar el montaje mediante la inserción de los **3 zócalos** para los integrados **LM.324**, girando hacia la parte superior la **muesca de referencia** en forma de "U" (ver figura 3).

Concluido esto, podemos insertar en el circuito los dos diodos **DS1-DS2** orientando la parte de su cuerpo marcada por una **línea de color negro**, como se muestra en la fig.3.

Continuando con el montaje, se puede posicionar el **trimmer R1**, que siendo 100.000 ohmios, estará marcado en su cuerpo como **104** y el **trimmer R17**, que con un valor de 50.000 ohmios, tendrá en su cuerpo las siglas **503**.

Aquí proseguiremos con los cinco **condensadores de poliéster** y el único **electrolítico** respetando la posición de su terminal positivo hacia la derecha.

Arriba, por encima del **integrado IC2**, montaremos el conector de tres terminales **J1**, empleado con la inserción de un **jumper**, para la elección de medidas de **tensión continua** o **alterna**.

Si este puente no está conectado a la **derecha (DC)** o la **izquierda (AC)**, el circuito no puede medir **ningún voltaje**.

Ahora podemos soldar las resistencias, que hemos dejado **deliberadamente** para el final del montaje porque, dependiendo de los valores elegidos para **R4 a R15**, se puede obtener una **lectura lineal** o **logarítmica**.

Después de **introducir** todos las demás resistencias, es necesario a continuación, decidir si deseamos obtener una **escala lineal** o **logarítmica**.

**Escala lineal:** en este caso, introduciremos para las resistencias **R4 a R15** valores de **8200 ohmios** como se muestra en la figura 2.

**Escala logarítmica:** debemos usar los valores para las resistencias **R4 a R15** que se muestran en la **columna derecha** de la lista de componentes de la Fig.2.

Dado que muchos de estos valores no son **estándar**, tendremos que poner **dos resistencias en serie** y como en el circuito impreso sólo se dispone de dos taladros, montaremos las dos resistencias necesarias en **forma de "V" invertida** como se muestra en la fig.5.

**Nota:** Hemos incluido en el **kit** todas las resistencias necesarias para realizar el indicador con **ambas escalas**, en lugar de preparar dos **kits diferentes**; de igual manera hemos incluido **12 diodos LED** del tipo **circular** y **12**

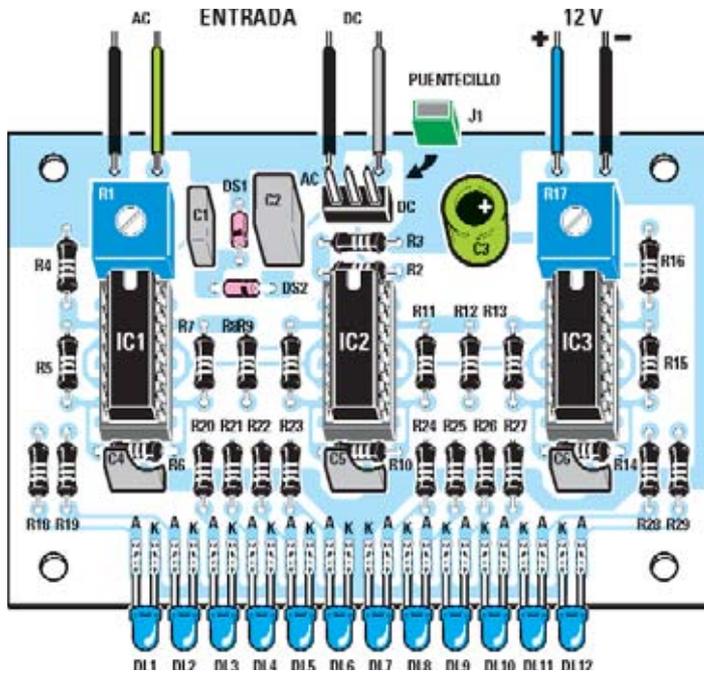


Fig.3 Esquema de montaje. Como se puede observar, en los diodos DL1 a DL6 los terminales de ánodo van dirigidos a la izquierda, mientras que el ánodo de los diodos LED DL7 a DL12 quedará hacia la derecha. Un puente debe insertarse en el conector marcado como J1, hacia la izquierda, para leer tensiones alternas y a la derecha, para leer una tensión continua.

Fig.4 fotos del montaje visto por la cara de componentes. Los diodos LED pueden ser del tipo de redondo o rectangular, e insertarse en esta cara o en la cara de pistas como se muestra en la fig.7.

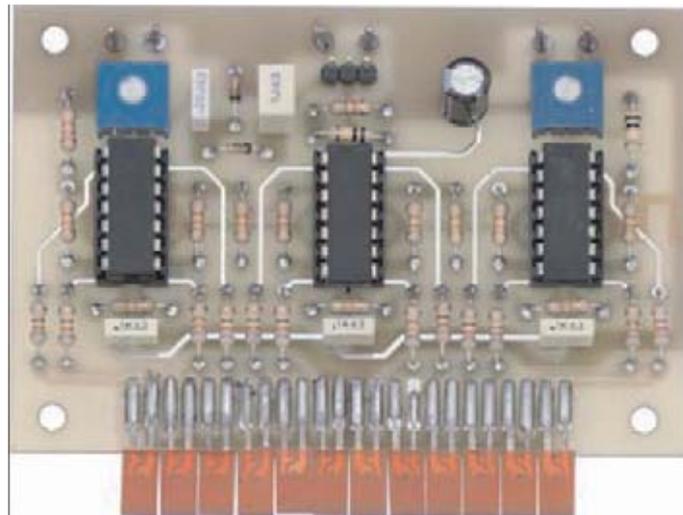
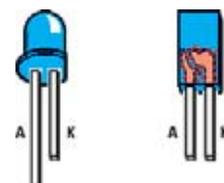


Fig.5 Para lograr una escala logarítmica, las resistencias R4 y R15 deberán ser de valores diferentes (ver Figura 2). Dado que los valores no están normalizados, deben emplearse dos resistencias en serie, e insertarse en forma de "V" invertida, como se muestra en esta fotografía.

Fig.6 Los diodos LED cuentan con el terminal de ánodo más largo que el del cátodo. En el caso de los diodos rectangulares sus dos terminales suelen ser de la misma longitud, siendo su forma interna la que los diferencia.



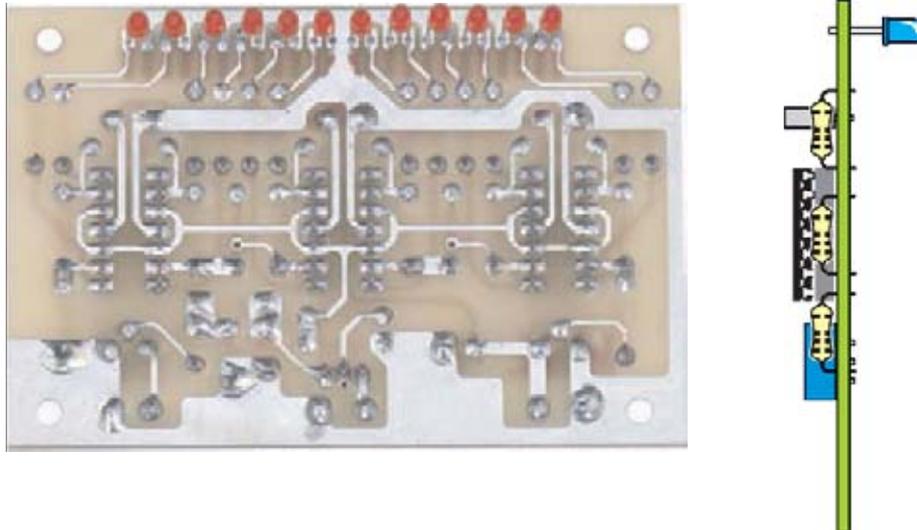


Fig.7 Los diodos LED, sean de tipo redondo o de tipo rectangular, se puede insertar por la cara de pistas como muestra esta fotografía. Los terminales de estos diodos tendrán un longitud de unos 5-6 mm de largo, cortando el exceso con un corta-alambres.

**diodos** del tipo **rectangular**, para poder elegir la barra que más se adapte a nuestras necesidades.

El circuito impreso permite disponer los diodos **LED** en línea(ver fig.4) o en “L”, como se muestra en la fig.7.

De esta manera se puede disponer el circuito impreso en un **panel frontal** de forma **horizontal** o **vertical**.

Antes de colocar los diodos **LED** en la placa impresa insertaremos los tres integrados **LM.324** en sus zócalos, respetando sus **muestras de referencia** en forma de “U” como se aprecia en el esquema práctico de la fig.3.

Después de elegir el tipo de diodos **LED** que se utilizarán, descubriremos que no siempre el **terminal más largo** es el **ánodo**, debido a que, en el caso de los diodos de formato rectangular sus dos terminales cuentan con la misma **longitud**.

Si se observa al **trasluz** el cuerpo del **LED**, se notará la presencia en su interior de un **pequeño terminal** en forma de “c” que corresponde con el **ánodo** y un **segundo terminal** más **grande** en forma de “U” que corresponde con el **cátodo** (véase fig.6).

Para iluminar un diodo **LED**, el terminal del **ánodo** debe conectarse a un **polo positivo** y el **cátodo** al **negativo**.

Si no logramos descubrir cuál de los **dos terminales** es el **ánodo** y el **cátodo**, una solución definitiva consiste en conectar mediante una resistencia de **1.000 ohmios** el

diodo a **9-12 voltios** de una batería o salida de cualquier fuente de alimentación.

Cuando el diodo **LED** resulte encendido, el terminal que este conectado al terminal **positivo** de la batería es el **ánodo**.

Hemos **insistido** en este tema, porque si después de tener soldados todos los diodos al circuito impreso, no están bien orientados sus terminal **no se encenderán**.

**Importante:** Como se observa en el circuito impreso, los diodos **DL1 a DL6** se insertan orientando su terminal de **ánodo** hacia la **izquierda**, mientras que los diodos LED de **DL7 a DL12** se posicionarán con el terminal de **ánodo** hacia la **derecha**.

### PRECIO DE REALIZACIÓN

**LX.1726:** Todos los componentes necesarios para la realización de la barra indicadora(ver figura 3), incluyendo el circuito impreso:.....**22,20€**

**CS.1726:** Circuito impreso para el LX.1726:.....**7,60€**

**Nota:** en el kit se incluye sin cargo alguno tanto las resistencias de la **escala lineal** como las de la **escala logarítmica**, junto con 12 diodos **LED** de tipo de redondo y otros 12 del tipo rectangular.

Estos precio no incluyen IVA