



DETENER al INTRUSO

¿Alguno se divierte hurgando en el cajón de vuestro escritorio? ¿O quizás se meten en vuestra habitación cuando no estáis? En este artículo enseñaremos a construir un circuito antirrobo con el Minilab, que advertirá cada vez que violen nuestra intimidad. Para aquellos que compren la versión “Avanzada” aprenderán, entre otras cosas, a medir con un osciloscopio para PC, la amplitud de una señal eléctrica sinusoidal y su frecuencia.

Cuando presentamos el Minilab, es decir el minilaboratorio de electrónica (ver revista N.284 y N.285), explicamos que se trataba de un proyecto para estudiantes jóvenes, o sea para estudiantes de entre 11 y 16 años, ya que estos no tienen nociones de electrónica ni saben soldar los componentes de un circuito impreso. Así pues, estos jóvenes tienen la posibilidad de construir pequeños circuitos electrónicos y comprender su funcionamiento, adentrándose en serio pero a través del juego en el mundo de la electrónica.

Por otro lado era fácil imaginar lo que sucedería, ya que después de haber regalado el Minilab a los hijos, los padres también se divirtieron montándolo y poniéndolo en funcionamiento, disfrutando del juego.

Algunos padres nos escribieron relatándonos como trabajaron junto a sus hijos, enviándonos nuevas propuestas sobre nuevos circuitos que podríamos sugerir en los siguientes números. Por tanto, hemos podido comprobar que para muchos, este proyecto ha sido un estímulo para aprender nuevas cosas.

Nuestro objetivo es que el minilaboratorio guste a todo el mundo, para que las personas que nunca habían trabajado en este campo, pensando que fuese una materia demasiado complicada se interesasen por él.

Sin embargo, el gran número de peticiones recibidas por parte de los padres que lo habían comprado para sus hijos, nos han demostrado, que más haya de **enseñar** a sus hijos lo han utilizado para **aprender** electrónica ellos mismo. Deseosos de perfeccionar su conocimiento, nos confirma que el mejor método para aprender es siempre el mismo, **divertirse**.

Es debido por tanto a todas estas propuestas, que hemos pensado dedicarle un lugar en nuestra revista, creando para los próximos números un pequeño espacio titulado "**El Minilab y su ambiente**". Pensando, además, en todos aquellos proyectos que se sugirieron en vues-

tras peticiones y que ya habíais experimentado con vuestro minilaboratorio.

De esta manera, si tenáis en mente un circuito y habéis conseguido construirlo articulando los componentes en el Minilab, podéis enviarnos el **esquema** de vuestro **circuito**, adjuntándolo si queréis con una **fotografía**.

Las únicas condiciones son que el circuito este montado sobre el Minilab, y que **funcione**.

Junto a los **circuitos** se creará también un espacio dentro del temario para **ideas** y experimentos curiosos, que se puedan realizar con el **minilaboratorio**.

CON EL MINILAB

Interruptor Crepuscular con el Trigger de schmitt



Fig.1 En este artículo enseñamos como realizar un sencillísimo circuito antirrobo utilizando un trigger de schmitt. En la imagen se aprecia la placa de experimentación en la que se realiza el circuito.

El proyecto que ahora presentamos se define como **interruptor crepuscular**, es utilizado en innumerables ocasiones y se trata de un circuito muy sencillo, como podemos apreciar en el esquema eléctrico de la Fig.2.

El nombre **crepuscular** deriva del uso de una **fotorresistencia** (siglada **FR1** en el esquema), que es un componente sensible a la luz. Utilizando esta propiedad, el circuito **cambia** su tensión en salida cuando la fotorresistencia recibe **luz** o al pasar de la claridad a la **oscuridad**.

Para realizar esto se utiliza un **Trigger de Schmitt**, es decir, el circuito formado por el **integrado IC1** y las **resistencias R3, R4 y R5**. Este circuito cambia bruscamente su **tensión de salida**, dándose dos valores bien definidos, llamados nivel **alto Vh (high)** y nivel **bajo Vl (low)**.

Para comprender su funcionamiento, observaremos el diseño de la Fig.3, en el cual hemos representado el trigger de Schmitt como si fuese un conmutador común, que puede moverse de una parte a otra, suministrando en salida una tensión **negativa o positiva**.

El circuito funciona de la siguiente forma: Cuando la fotorresistencia **no** está **iluminada** su valor de **resistencia** es muy alto, y la tensión en la entrada del trigger de Schmitt es **mayor** del nivel alto **Vh**. En este caso en la salida se distribuye una tensión **negativa -V** que enciende un diodo **led rojo**, indicando la **ausencia** de luz.

En el momento que la fotorresistencia recibe una pequeña cantidad de luz, su valor de **resistencia baja**.

Si la intensidad de luz **aumenta**, la resistencia baja todavía más, al igual que la tensión de entrada del trigger schmitt.

Cuando la luz que recibe la fotocélula hace **disminuir** la tensión de entrada del trigger Schmitt por **debajo** de su **umbral inferior Vl**, el trigger de Schmitt cambia radicalmente su tensión de salida del valor **negativo -V** al valor **positivo +V**, activándose un diodo **led verde** que indica la **presencia** de luz.

Si la luz que recibe la fotorresistencia **disminuye**, la tensión a la entrada del trigger de Schmitt **crece**. Poco a poco mientras la intensidad de la luz baja la tensión crece, hasta que se alcance el valor del **umbral superior Vh**.

Llegados a este punto, el trigger de Schmitt cambia bruscamente su tensión de salida, pasando del valor **positivo +V** al valor **negativo -V**, activándose en consecuencia el diodo **led rojo** que indica **oscuridad**.

Si en vez de limitarnos a encender los dos diodos led utilizamos la señal de salida para otro pequeño circuito, podremos divertirnos creando algunas **variantes** que nos serán muy útiles para dar salida a nuevas aplicaciones.

La primera aplicación en la que pensamos al mirar el trigger Schmitt es un **circuito antirrobo**.

ALARMA ANTIRROBO

Seguro que tenemos la curiosidad de saber si alguien entra en la **habitación** en nuestra o estar seguros que nadie pueda abrir un cajón en concreto.

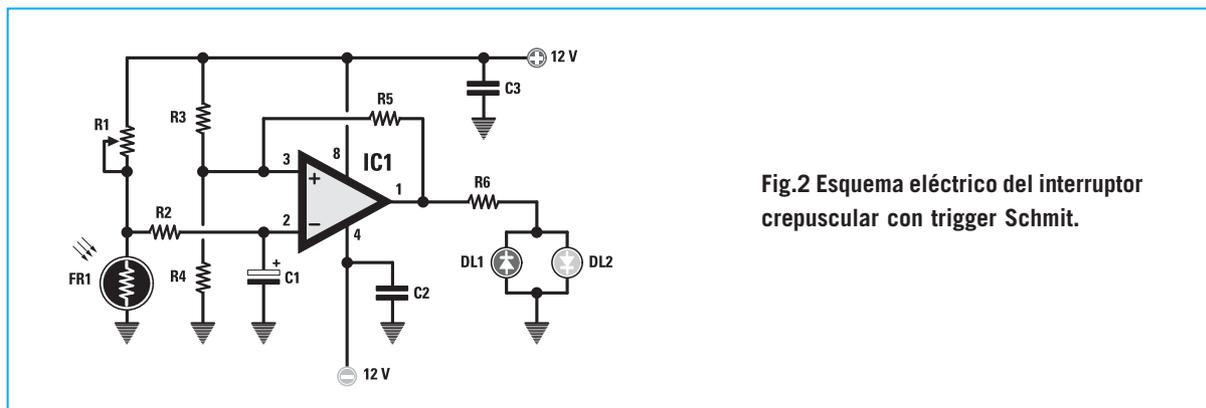


Fig.2 Esquema eléctrico del interruptor crepuscular con trigger Schmitt.

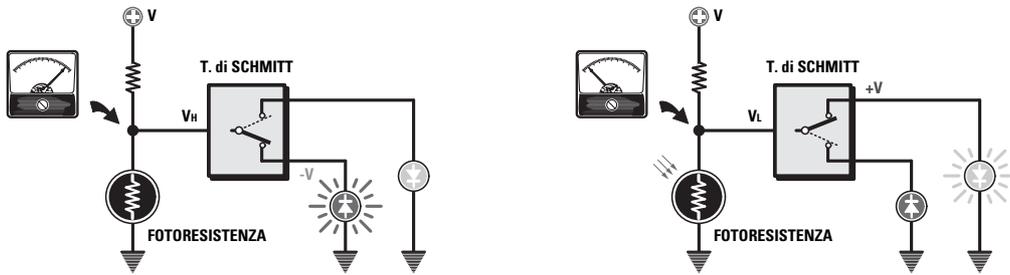


Fig.3 El trigger de Schmitt puede ser comparado con un conmutador. Cuando la tensión en la entrada supera el valor de umbral superior V_h (V high), en la salida está presente una tensión negativa $-V$ (diodo led rojo encendido). Si la tensión desciende por debajo del valor de umbral inferior V_l (V low), la tensión en la salida cambia al valor positivo $+V$ (diodo led verde encendido).

Pues bien, con nuestro trigger de Schmitt el objetivo está hecho.

Si queremos saber si alguien entra en nuestra **habitación**, no tenemos que hacer otra cosa que cerrar bien las persianas antes de salir, ya que la persona que entre se verá obligada a **encender** la luz, activándose de esta manera el circuito de alarma.

Si, por el contrario, lo que queremos descubrir es si alguien se divierte hurgando en el **cajón** del escritorio, lo que tenemos que hacer es colocar el circuito dentro de dicho cajón.

En el momento que el cajón se **abra** la luz entrará, activándose la alarma.

Para realizarlo debemos cambiar ligeramente el esquema eléctrico de la Fig.2, ya que no solo es necesario que el circuito antirrobo se **encienda** si alguien entra en la habitación, sino que también tenemos que conseguir que **recuerde** que alguien ha entrado.

Para hacer esto, tenemos que introducir un componente muy utilizado en electrónica, **el diodo SCR**, que tiene ilustrado su símbolo en la Fig.4.

La palabra **SCR** significa **Silicon Controlled Rectifier**, o lo que es lo mismo **diodo controlado de silicio**.

El **SCR** se comporta como un **diodo** normal, y como hemos podido ver, es un dispositivo que deja pasar la corriente en una única dirección, o sea del **ánodo** al **cátodo**.

Además tiene un tercer terminal, llamado **gate**, que permite **habilitar** la conducción del mismo diodo.

En realidad, no es suficiente aplicar una tensión positiva sobre el ánodo y una tensión negativa sobre el cátodo para la conducción del diodo SCR, tal y como ocurría con el diodo led, pero si es necesario aplicar una tensión positiva entre el gate y el cátodo. Así pues, cuando se active, aunque si la corriente del gate se corta, el diodo SCR estará en conducción.

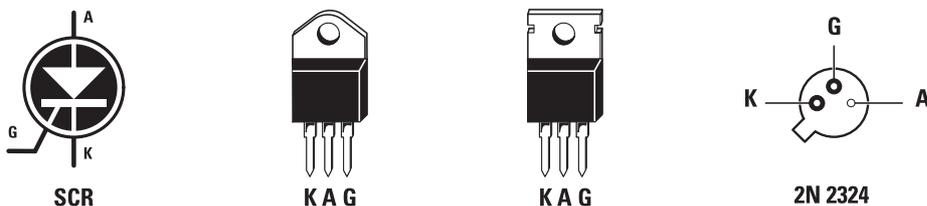


Fig.4 En el dibujo se puede ver representado el símbolo del diodo SCR, con sus 3 terminales ánodo A, cátodo K y Gate G. Este componente puede encontrarse en diferentes encapsulados plásticos, o incluso, metálicos.

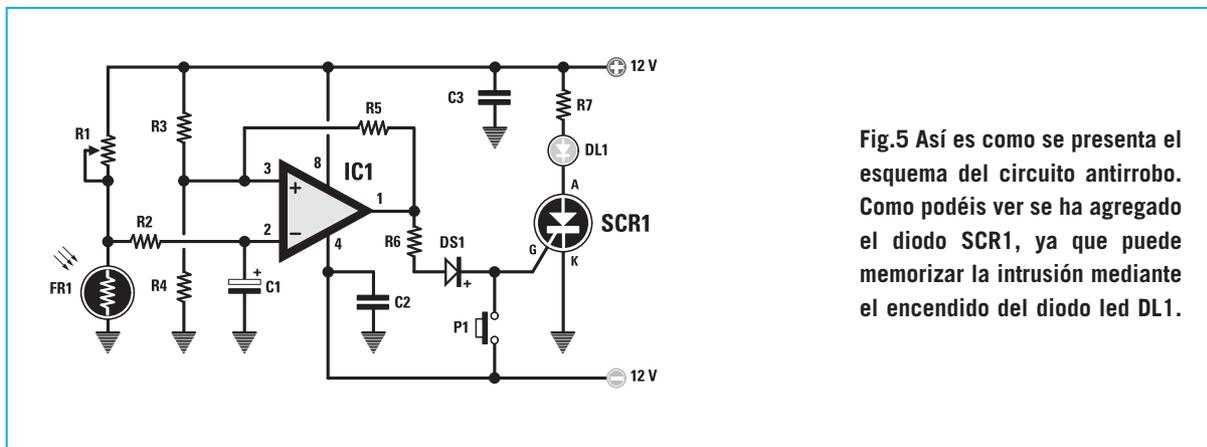


Fig.5 Así es como se presenta el esquema del circuito antirrobo. Como podéis ver se ha agregado el diodo SCR1, ya que puede memorizar la intrusión mediante el encendido del diodo led DL1.

Si observamos las Fig. 6-7-8-9 podremos entender mejor como funciona este componente.

En la Fig.6 se observa que el **ánodo A** del diodo SCR está conectado al **positivo** de una pila con una **pequeña lámpara**, y al **interruptor S1**.

Por tanto, el **cátodo K** del diodo de la pila estará conectado al **negativo** de la pila.

Si se tratase de un diodo común sería más que suficiente para encender la lámpara, ya que el diodo está polarizado **directamente**, o lo que es lo mismo, está con el positivo de la tensión sobre el **ánodo** y el **negativo** sobre el **cátodo**.

No obstante, para entrar en conducción el SCR se necesita aplicar sobre el **gate** una tensión positiva, porque si el **botón P1** está **abierto**, el **SCR** no conduce y la **lámpara no se enciende**.

En la Fig.7 el **botón P1** está pulsado, pasando la tensión **positiva** de la pequeña pila, entre el **gate** y el **cátodo** de diodo SCR, que entra en **conducción** encendiendo la **lámpara**.

En la Fig.8 el **botón P1** está **sin pulsar** y la corriente deja de **pasar** por el **gate**. Sin embargo, cuando se vuelve a activar el **diodo SCR** entra en **conducción** y la lámpara se **enciende**.

Para **apagar** el diodo y la lámpara, es necesario cortar la **alimentación** entre el **ánodo** y el **cátodo** de **SCR** abriendo el interruptor **S1**, tal y como se ve en la Fig.9.

Como habéis podido comprobar, **el diodo SCR** tiene una característica particular, ya que permanece en conducción después, aunque **falte** la tensión en el **gate**.

Nosotros explotaremos esta particularidad para la **memoria** de nuestro **circuito antirrobo**, modificándolo como en la Fig.5.

Como podemos observar, en vez de emplear los dos diodos led del esquema eléctrico anterior, el **trigger de Schmitt**, ahora, controla el **gate G** del **diodo SCR1**, en el cual esta conectado un diodo led **verde**.

De esta manera, si alguien enciende la **luz** de una habitación o abre el cajón donde tenemos escondido el circuito, cuando la luz incida sobre la **fotorresistencia**, el trigger de Schmitt cambia su estado, y sobre el **gate** del SCR se aplicará una tensión **positiva** que lo lleva a **conducción** encendiéndose el diodo **led verde** conectado al **SCR**.

Cuando la fotorresistencia vuelva a la **oscuridad**, el trigger de Schmitt cambiará nuevamente, aplicándose al **gate** una tensión negativa, pero al estar el SCR ya en **conducción** se mantiene el diodo **encendido**. De este modo cuando entremos, si la luz verde esta encendida sabremos que alguien a intentando violar nuestra intimidad.

Después de haber visto como funciona el trigger de Schmitt, veremos como **cambia** el valor de la fotorresistencia al variar la **luz**, y seguidamente pasaremos al montaje de otros **circuítos**.

Fig.6 Aunque entre el ánodo A y el cátodo K del diodo se aplica la tensión de la pila, el diodo no conduce porque el botón P1 está abierto y por al gate no llega ninguna tensión.

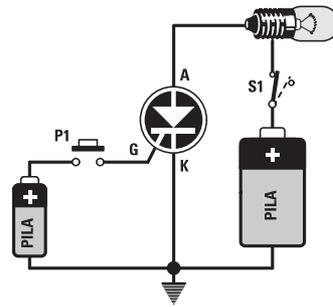


Fig.7 Después de accionar el botón P1 la tensión de la pila pequeña pasa al gate G, entrando el diodo en conducción y encendiendo la lámpara.

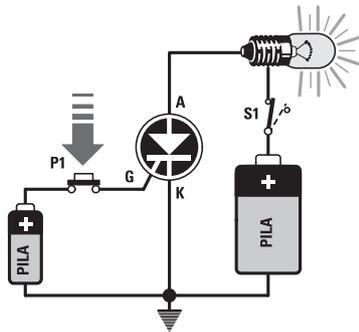


Fig.8 Si dejamos de pulsar el botón al gate G, el diodo continua en conducción.

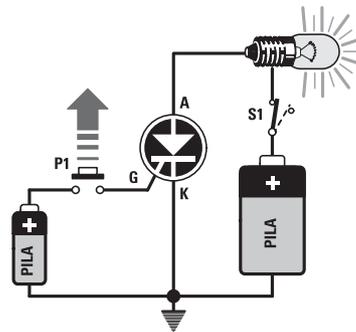
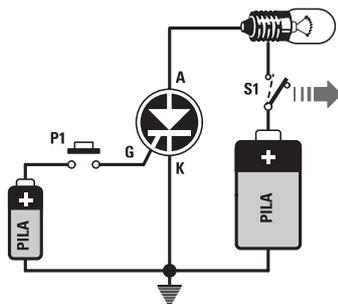


Fig.9 El diodo solo dejará de conducir cuando desaparezca la tensión entre ánodo A y cátodo K. abriendo el interruptor S1.



¿Cómo FUNCIONA una FOTORRESISTENCIA?

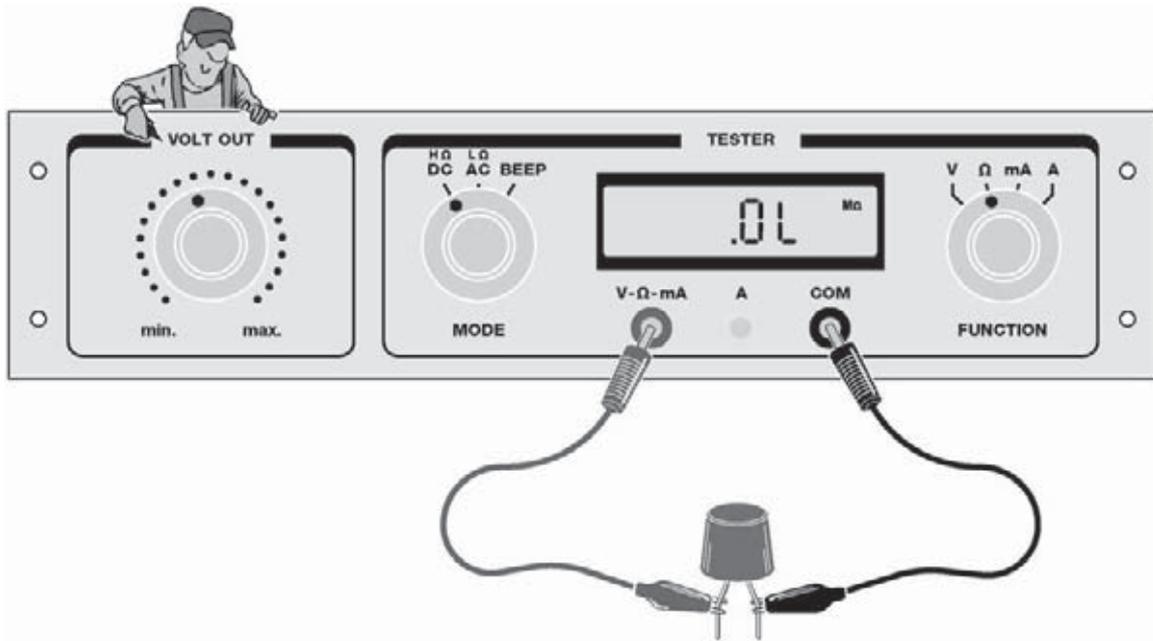


Fig.10 Este pequeño experimento ayudará a comprender como funciona una fotorresistencia.

Sacaremos del kit la foto-resistencia, que identificaremos fácilmente por su color transparente, y lo conectaremos al Minilab como se indica en el dibujo.

Como las foto-resistencias, al igual que todas las resistencias, no tienen polaridad, se pueden intercambiar sus terminales tranquilamente.

Después de haber conectado la foto-resistencia a las entradas **COM** y **V-Ω-mA** del Minilab con los cables de prueba, colocaremos el selector **MODE** en la posición **DC – HΩ**, para poder medir las **resistencias** con un valor de entre **40 KOhm** y **1 MegaOhm**. Por otro lado, cambiaremos el selector **FUNTION** a la posición **W**, utilizando la función **ohmetro** del **Minilab**, que es el instrumento utilizado para medir el valor de la **resistencia** eléctrica.

Luego, **cubriremos completamente** la resistencia con la tapa de un bolígrafo negro, a modo de capucha, para que de este modo la luz no la incida.

Debido a esto, en el display probablemente leeréis las letras **OL**, que significa sobrecarga, **Overload**, indicando que el valor de resistencia medido ha superado la **capacidad máxima** del ohmetro de **1 Megaohm**.

De hecho esta fotorresistencia en la **oscuridad** cuenta con una resistencia superior a **10 MegaOhm**.

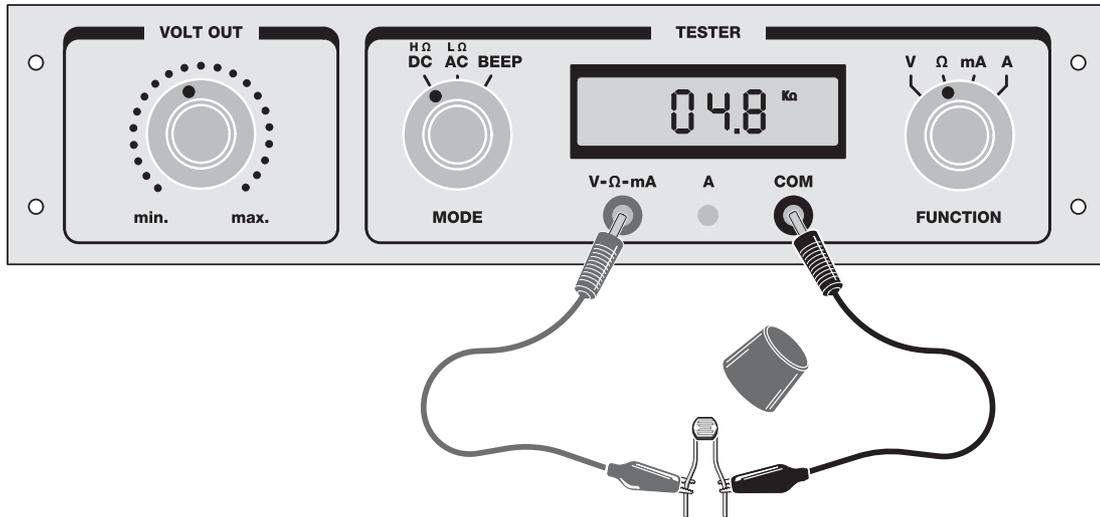


Fig.11 A continuación **alejaremos ligeramente** la tapa del bolígrafo de la fotorresistencia para que reciba un poco de luz. De esta manera observaremos como el valor del display **baja** notablemente. Así pues, por ejemplo, leeremos un valor de unos **500 KOhm**, que es unas **20 veces más bajo** de lo que representaría la fotorresistencia en la oscuridad. Si **retiramos completamente** la tapa del bolígrafo se observa que el valor en el display **baja** todavía más. En el ejemplo se refleja un valor de **4,8 KOhm**, un valor puramente indicativo, que varía según la cantidad de luz presente en el ambiente. Además se puede comprobar como el valor en el display se modifica continuamente, lo que viene a demostrar la gran sensibilidad a la luz de las fotorresistencias.

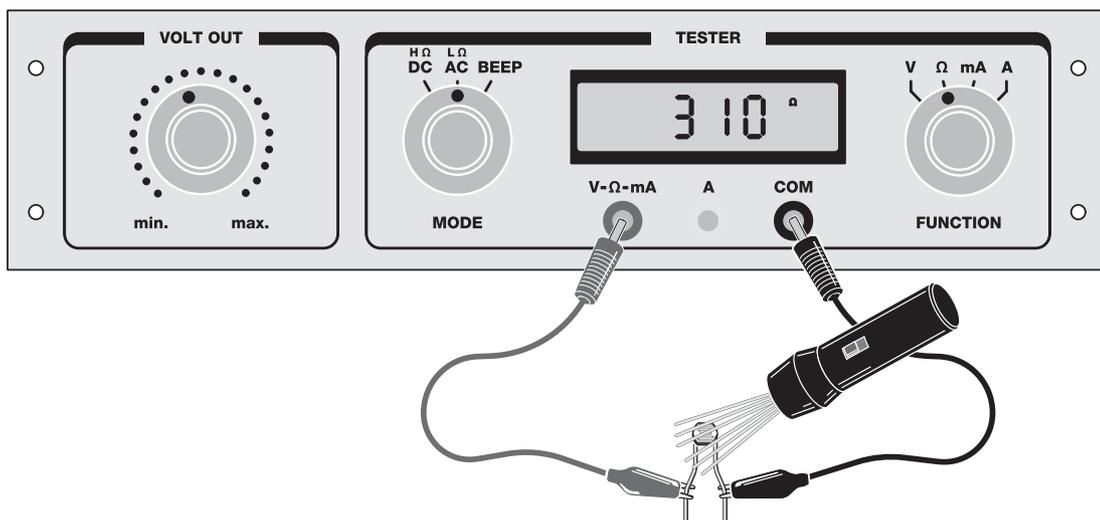


Fig.12 Seguidamente debéis **iluminar** la fotorresistencia con una linterna. Cambiar el selector **MODE** del Minilad en la posición **AC – LΩ**, para medir el valor de las **resistencias** entre **10 ohm** y **39.99 Kiloohm**. Como podéis observar, si exponemos a la fotorresistencia a una mayor cantidad de luz su valor descenderá notablemente. Cuando la **iluminación es directa** podemos comprobar como se alcanzan los **300 ohm**. Lo que supone unas **30.000 veces más bajo** de lo que se representaría en la **oscuridad**. Con este sencillo experimento habéis podido comprobar lo extremadamente **sensible** que es este componente a la **luz**. Esta característica suya, se utiliza en incontables ocasiones para muchísimas aplicaciones prácticas, como por ejemplo, a la hora de **activar** diversos **mecanismos** con la simple **interrupción** de un **rayo de luz**.

LOS PROYECTOS de Minilab

INTERRUPTOR CREPUSCULAR CON DIODOS LED

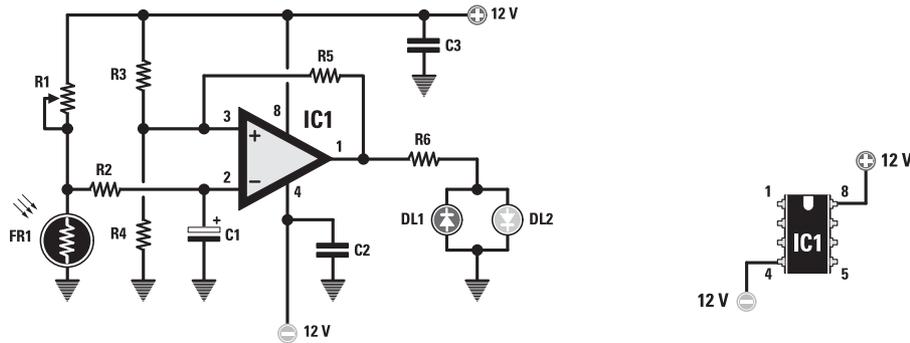


Fig. 13 Esquema eléctrico del crepuscular con diodos led LX.3007/A.

Lista de componentes LX.3007/A

R6 = 1000 ohm

FR1 = fotorresistencia

R1 = 10.000 ohm compesador

C1 = 10 microF. Electr.

R2 = 10.000 ohm

C2 = 100 nF poliester

R3 = 10.000 ohm

C3 = 100 nF poliester

R4 = 10.000 ohm

DL1.DL2 = diodos led

R5 = 100.000 ohm

IC1 = integrado tipo LM358

Fig.13 El **trigger** de **Schmitt** utiliza el circuito integrado **LM358**. Como ya sabéis el símbolo triangular con **dos entradas** con la marca + y -, indica que se trata de un **amplificador operacional**, es decir, que se trata de un circuito capaz de **amplificar la señal** eléctrica que se aplique a sus entradas. La entrada de la señal + se llama entrada **no invertida**, mientras que la señal - se conoce como entrada **invertida**.

El cuerpo del integrado está compuesto por dos filamentos de **4 casquillos** cada uno, con un total de **8 casquillos** numerados del **1** al **8**.

Como hemos explicado anteriormente, en el cuerpo de algunos integrados hay una **muesca de referencia** que nos sirve para introducir el integrado en el **lado justo** del circuito. La muesca de referencia también nos sirve para identificar la posición de los **pernos**. Si colocamos el integrado orientando la muesca de referencia hacia **arriba**, como se ve en la Fig.13, y lo observamos desde esa posición, es decir con los pernos hacia el circuito impreso, el perno **1** estará en la **parte superior**, a la **izquierda** de la muesca de referencia. A partir del perno número 1 estarán numerados en **sentido contrario a las agujas del reloj**. El último por la fila izquierda, el perno **4**, se utiliza para suministrar al integrado el **negativo** de la tensión de la alimentación, que es de **-12 Voltios**. Por contrario el primero de la fila derecha, el perno **8**, se utiliza para suministrar al integrado el **positivo** de la tensión de la alimentación, que es de **+12 Voltios**.

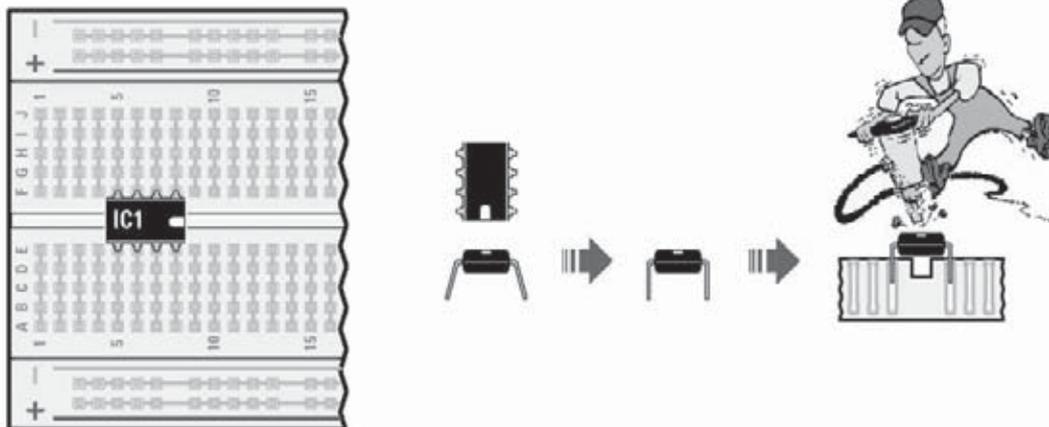


Fig.14 Como siempre, para llevar a cabo el montaje del crepuscular deberéis insertar poco a poco todos los componentes en el protoboard.

Comenzando con el integrado **LM358**, marcado **IC1**, deberéis meterlo en los orificios que se encuentran entre la **tira central**, en la posición que indica la figura, y la muesca de referencia a la **derecha**. Estar atentos en la colocación de la muesca, ya que si la introducís en un lugar equivocado el circuito **no funcionará**.

Antes de meter el circuito integrado en la patilla, debéis plegar ligeramente los pernos con una **pinza** hasta que queden paralelas, como se indica en el dibujo.

Una vez hecho esto, girad la muesca de referencia hacia la derecha para meterlo en la posición indicada sobre el protoboard.

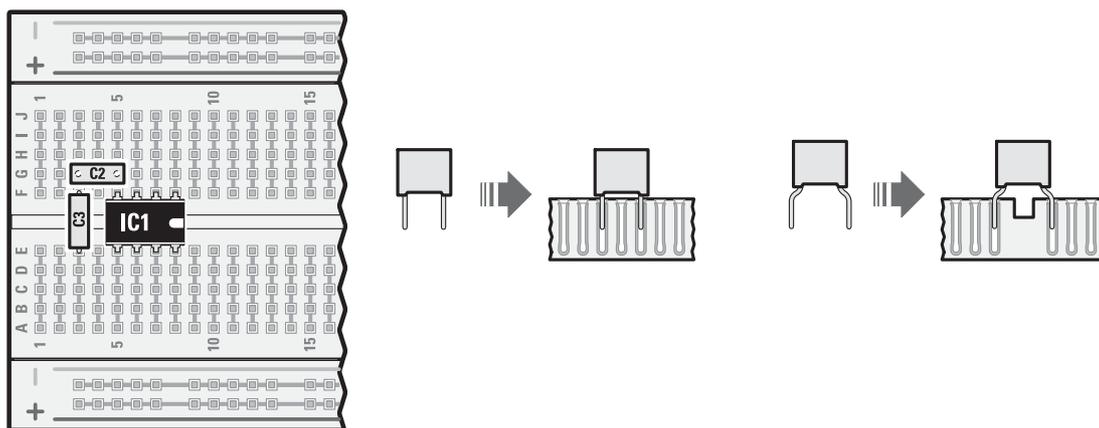


Fig.15 A continuación sacad del kit los **2 condensadores de poliéster C2 – C3**. Una de las características de los condensadores de **poliéster** es que no tienen **polaridad**, y por tanto los pernos pueden ser **intercambiables**. Si observáis la lista de componentes de la Fig.13, podéis ver que cada condensador se distingue por un valor diverso. Los dos condensadores **C2** y **C3** tienen un valor de **100 nF**.

Los **nanoFarad** son divisores del **Farad**, que es la **unidad de medida** de un condensador. Para poder reconocerlos deberéis leer las siglas impresas en sus cuerpos:

Sigla: .1 o 100n condensador de 100 nF C2-C3

Una vez identificados, insertad los **2 condensadores** en el protoboard, en la posición que se indica en el dibujo.

Extraed del kit el condensador **electrolítico** de **10 microFrad**, que podréis reconocer por su forma cilíndrica. A diferencia de los condensadores de poliéster, las terminales de este condensador no se pueden intercambiar, ya que el condensador **electrolítico** esta dotado de una polaridad precisa.

Si os fijáis podréis ver, que el valor de su capacidad esta impreso en su cuerpo y que las dos **terminales metálicas** que sobresalen de la terminal son de **diferente longitud**.

El terminal más largo corresponde con el polo **positivo**, mientras que la terminal más corta al **negativo**.

Además en el cuerpo del condensador, en la terminal más **corta** veréis escrito la **señal -**. Meted el condensador **C1** con el polo **positivo** hacia abajo, o sea, la terminal más **larga** como se aprecia en el dibujo.

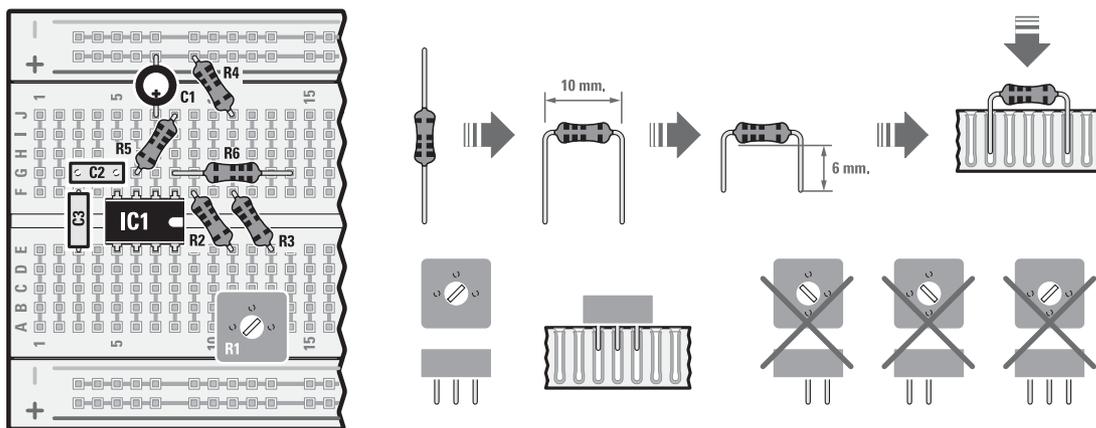


Fig.16 Ahora volveremos a las **5 resistencias R2-R3-R4-R5-R6**.

Las podréis reconocer observando sus colores.

Estos son los colores de las resistencias del kit:

Marrón-negro-rojo-oro	resistencia de	1.000 ohm o	1 K	R6
Marrón-negro-naranja-oro	resistencia de	10.000 ohm o	10 K	R2-R3-R4
Marrón-negro-amarillo-oro	resistencia de	100.000 ohm o	100 K	R5

Una vez identificadas debéis insertarlas en las posiciones asignadas y se pliegan antes de insertarlas en el protoboard.

Tened presente que todas las resistencias están plegadas a unos **10cm** tal y como se indica en el dibujo, excepto la resistencia **R6** que está a **15mm**. Estar atentos para insertar a fondo las terminales en los orificios de las patillas, porque sino el circuito no funcionará.

Después de introducir las resistencias, coged del kit el **trimmer R1**, que no es otra cosa que una **resistencia** donde el valor se puede **variar** girando con un pequeño destornillador el tornillo que hay en el centro.

El trimmer esta constituido por una clavija colorada de plástico. Como se puede ver en la cara superior de la clavija, se encuentra el **tornillo regulador**, mientras que en la cara inferior están las **tres terminales metálicas** con forma de triángulo.

Cuando introduzcáis el trimmer en el circuito es necesario que insertéis en el modo justo las tres terminales metálicas.

Si observáis el dibujo podéis ver que las tres terminales están insertadas en el circuito de manera **triangular**.

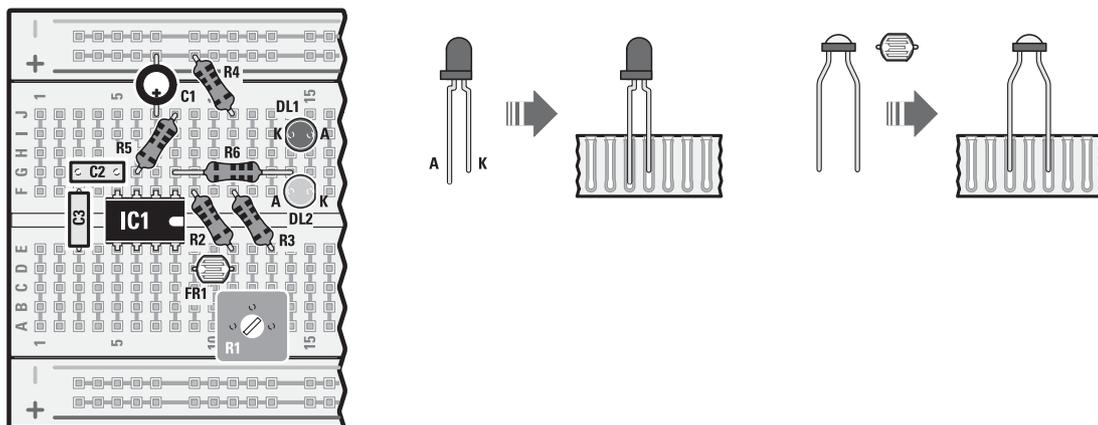


Fig.17 A continuación coged del kit los dos diodos Led, uno de color rojo y otro verde.

Como sabéis, la terminal más **larga** indica el **ánodo (A)** del diodo, mientras que la terminal más **corta** indica el **cátodo (K)**.

Introducíd el Led **rojo** tal y como viene indicado en el dibujo, con el **cátodo (K)** mirando a la **izquierda** y el led **verde** debajo, en la posición asignada, con el cátodo mirando hacia la **derecha**.

Cada vez que montéis un diodo debéis respetar la dirección en la que está dirigido, porque sino vuestro circuito **no funcionará**.

Después, coged del kit la **fotorresistencia FR1**, que podréis reconocer por su **cuerpo transparente**. Este componente **no tiene polaridad**, por lo que podréis intercambiar sus terminales, siempre que las insertéis en la posición que indique el dibujo.

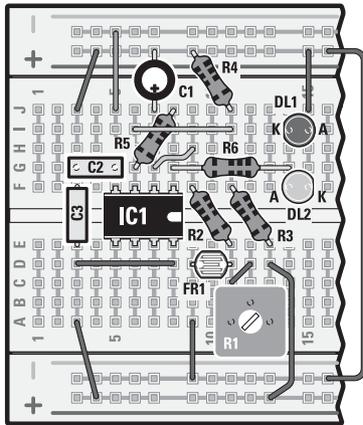
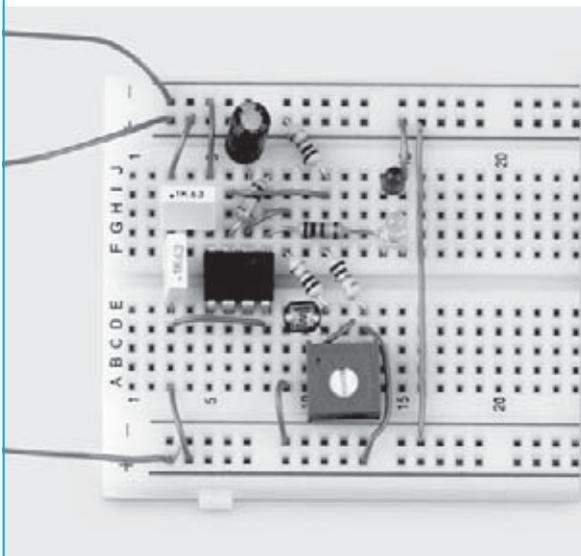
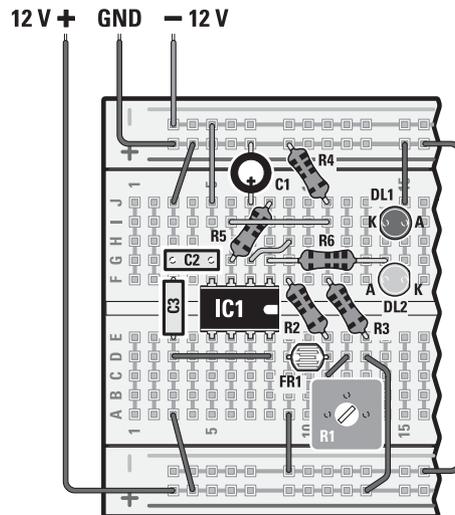


Fig.18 Completad el circuito con las conexiones que se indican en la figura, teniendo mucho cuidado a la hora de pelar el hilo para realizar una conexión segura, insertándolo en el fondo de los orificios del protoboard. Os recomendamos tener la máxima precaución en este punto.

Fig.19 Para finalizar tenéis que poner las conexiones necesarias para la alimentación del circuito. Insertad el hilo que conecta la franja roja del protoboard a la franja azul, en el lado derecho del dibujo. Después insertad en el protoboard los tres hilos que os servirán para conectar el alimentador del Minilab, teniendo cuidado para no invertir los colores de los hilos rojo y azul, que están respectivamente conectados a la franja roja (+) y a la franja azul (-) de la patilla. Controlad por última vez que todos los componentes están en su lugar correspondiente y de haber realizado correctamente todas las conexiones.



He aquí como se presenta el circuito del crepuscular con los diodos led **LX.3007/A**, tras finalizar el montaje.

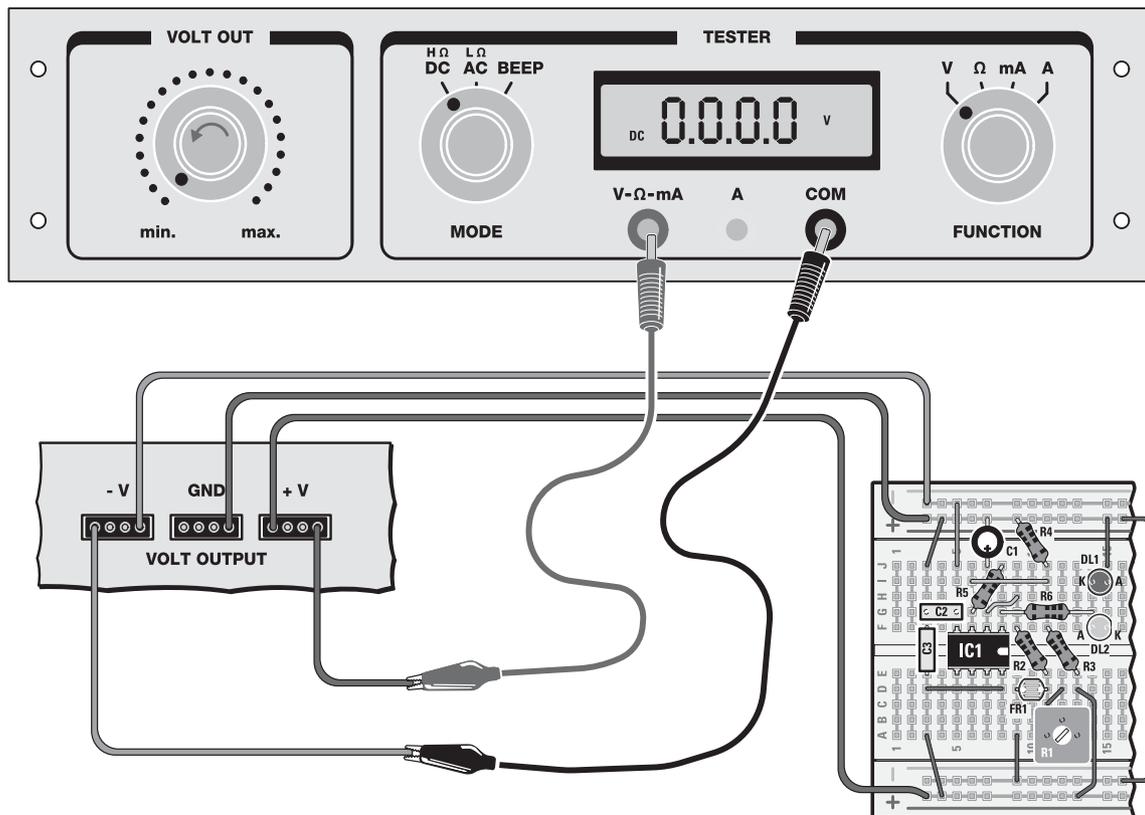


Fig.20 Llegados a este punto deberéis conectar el protoboard al **alimentador del Minilab**.

Para esto debéis conectar el hilo **azul** de **-12 Voltios** a cualquiera de los 4 orificios del conector marcado **-V**, y el hilo **rojo** de **+12 Voltios** a cualquiera de los 4 orificios del conector marcado **+V**, como se puede apreciar en el dibujo. Por otra parte, conectad el hilo **marrón** del **GND** a cualquiera de los orificios del conector con las siglas **GND**.

Girad todo hacia la **izquierda** el mando **VOLT OUT** hasta quedar situado en la posición **min**.

Seleccionad el conmutador **MODE** en **DC** y el conmutador **FUNCTION** en **V**. después coged un fragmento de hilo azul y introducidlo en uno de los orificios del conector **-V**.

Más tarde coged un fragmento de hilo **rojo** e insertadlo en uno de los orificios del conector **+V**.

Ahora conectad el hilo **azul** al casquillo **COM** del tester y el hilo rojo al casquillo **V-Ω-mA**, siempre utilizando los cables provistos de puntas conectados a otros cables de cocodrilo.

En esta conexión podréis utilizar el **voltímetro** para medir la tensión de la **alimentación** que suministraréis al circuito.

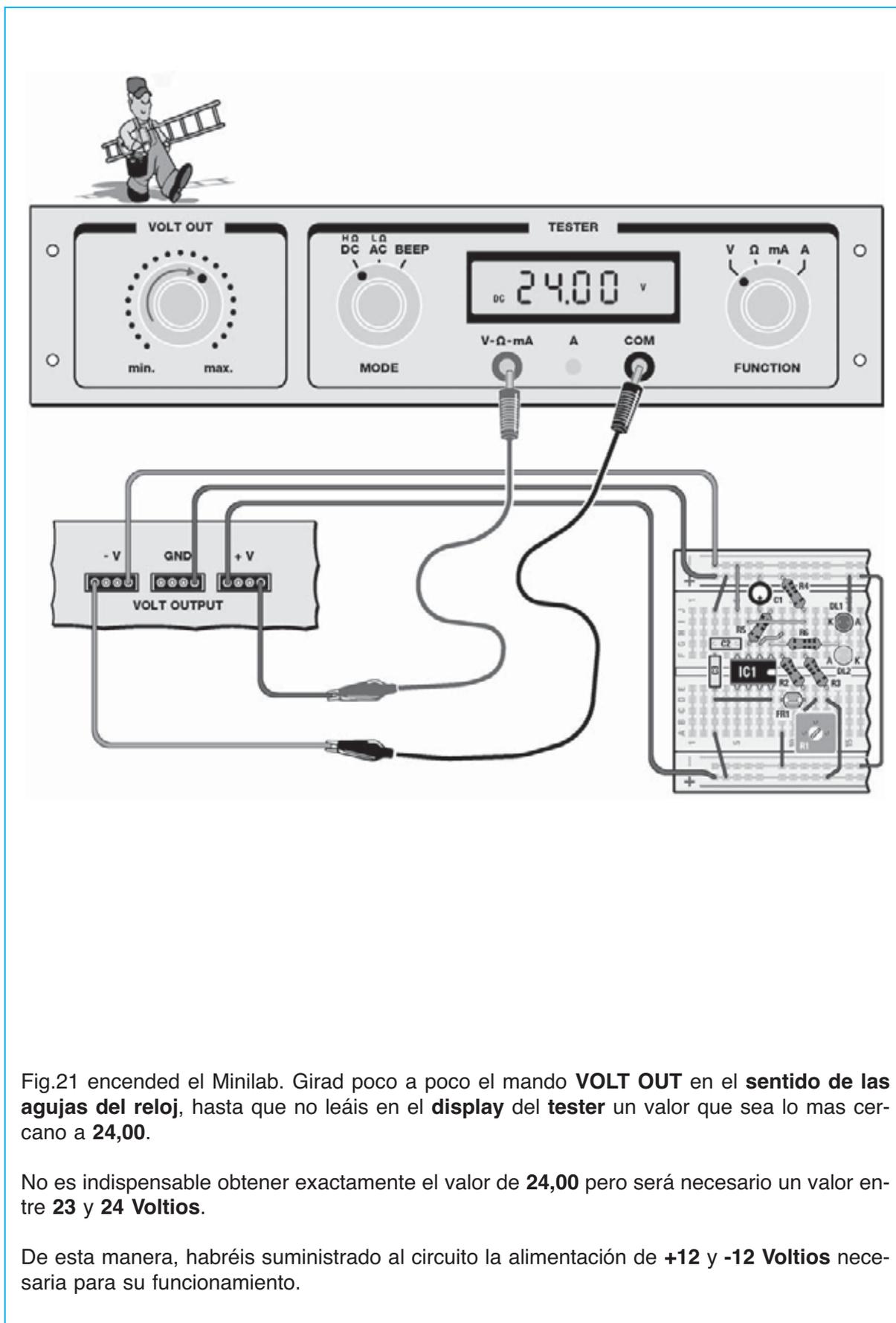


Fig.21 encended el Minilab. Girad poco a poco el mando **VOLT OUT** en el **sentido de las agujas del reloj**, hasta que no leáis en el **display** del **tester** un valor que sea lo mas cercano a **24,00**.

No es indispensable obtener exactamente el valor de **24,00** pero será necesario un valor entre **23** y **24 Voltios**.

De esta manera, habréis suministrado al circuito la alimentación de **+12** y **-12 Voltios** necesaria para su funcionamiento.

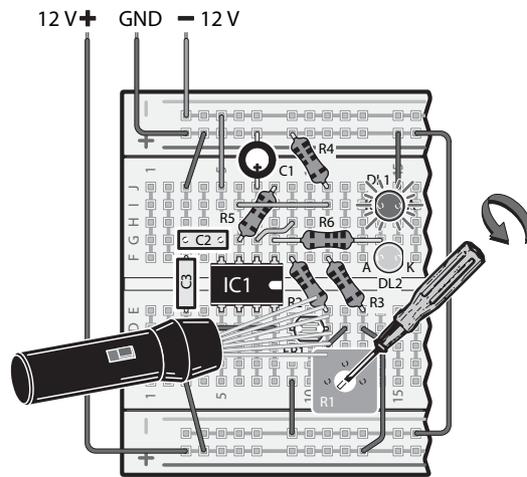


Fig.22 Ahora os podréis divertir comprobando el funcionamiento de vuestro **crepuscular** con el **trigger** de **Schmitt**. La primera operación que debéis hacer es el calibrado del **trimmer R1**, que regula la **sensibilidad** del circuito a la **luz**. Si queréis que el circuito encienda el diodo led **verde** cada vez que **encienda** la luz de la **habitación** deberéis:

- Coged un pequeño **destornillador** e introducidlo en el cursor del **trimmer R1**, como se indica en el dibujo.
- Girad al máximo el trimmer **R1** en **sentido contrario a las agujas del reloj**.
- **Encended** la luz de la habitación que activará la alarma, que en el dibujo hemos representado con una linterna, colocando el circuito en tal modo para que la fotorresistencia este **suficientemente iluminada**. Por tanto, una vez que hayas **girado** el trimmer, el led **rojo** se **encenderá**.

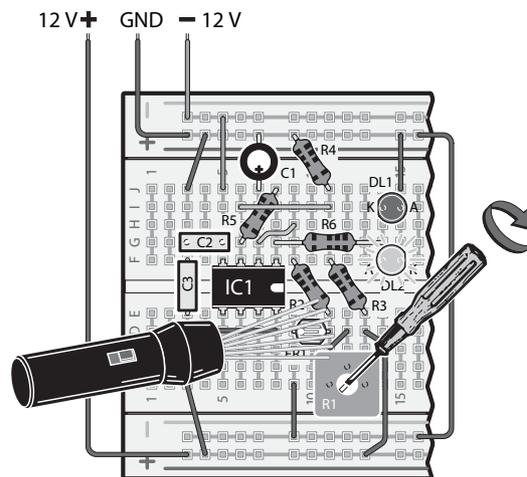


Fig.23 Ahora, con la luz encendida, girad al lado **opuesto** el trimmer R1 hasta que no veáis que el trigger de Schmitt **cambie**, encendiéndose el color **verde**. Esto significará que el trimmer **R1** está perfectamente calibrado. Girad un poco más el trimmer R1 hasta estar seguros de su activación y luego **no lo toquéis más**.

Una vez hecho el calibrado probad si el circuito funciona:

- **Apagad** la luz y comprobad si el led **rojo** se **enciende**.
- **Encended** otra vez la luz y comprobad si se enciende el led **verde**. Esto significa que vuestro circuito funciona correctamente. Si encendiendo la luz el led **verde** no se encendiese, girad en **sentido de las agujas del reloj** un poco más el trimmer **R1**.
- **Apagad** y **encended** por última vez para asegurarnos que el circuito funciona correctamente.

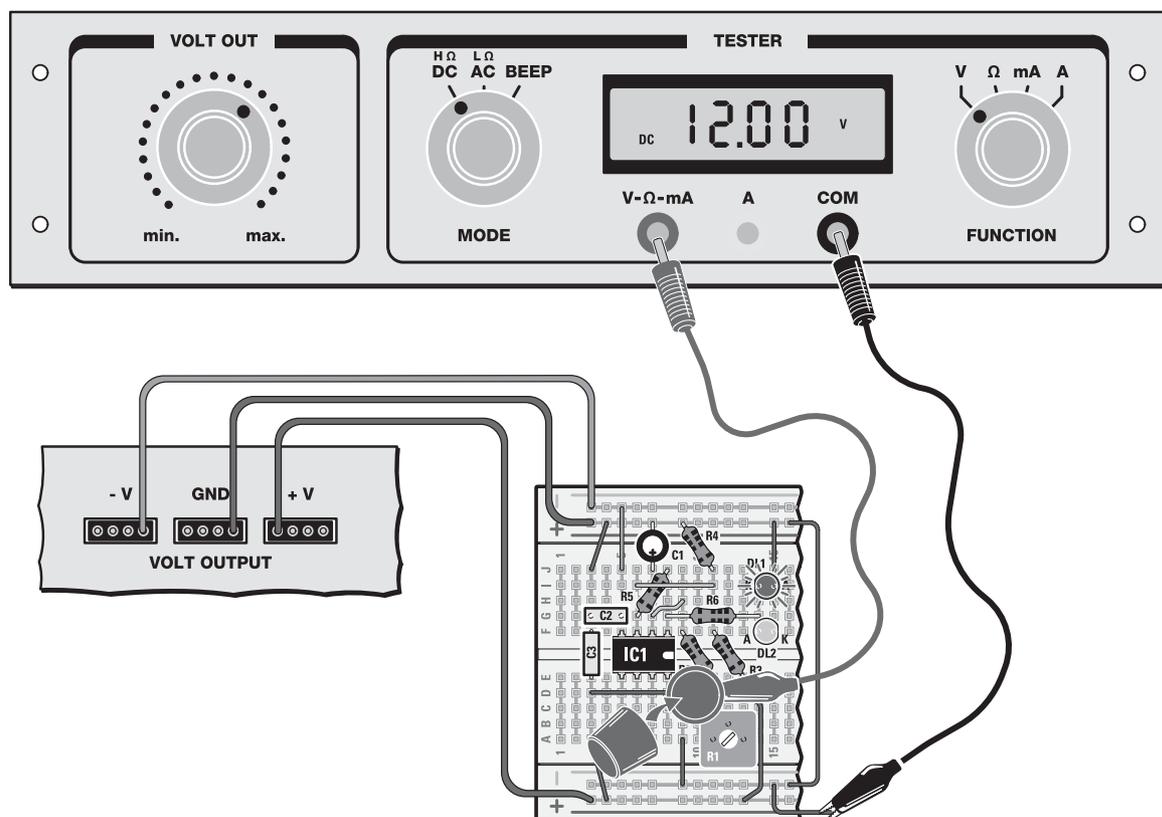


Fig.24 Llegados a este punto, podéis medir los dos **umbrales** de **conmutación**. Para ello coged del kit uno de los cables de cocodrilo.

Conectad un cocodrilo a la terminal de la **fotorresistencia** mirando hacia la **derecha**, tal y como viene representado en el dibujo de la Fig.25.

Después conectad el cable al casquillo **V-Ω-mA** del **tester** del **Minilab**, como viene en la figura, utilizando el cable con punta que viene en el kit.

A continuación coged el otro cable de cocodrilo y conectadlo al hilo marrón del protoboard.

Conectad el otro cocodrilo al casquillo **COM** de **Minilab** utilizando el otro cable de punta. Esta conexión os servirá para medir con el **voltiméetro** las **tensiones** de **umbral** del trigger Schmitt.

Cuando todo esté conectado, cambiad el conmutador **MODE** del tester a la posición **DC**, para medir la **tensión continua**. Después cambiad el conmutador **FUNCTION** a la posición **V** para medir los **Voltios**.

Ahora que el tester está preparado para medir correctamente, cubrid de nuevo la fotorresistencia con la tapa de un bolígrafo, como se indica en el dibujo, para que sobre ella **no** golpee la luz de ambiente.

Cuando encendáis el Minilab, se deberá leer una tensión de unos **12 Voltios** y en el circuito se deberá encender el diodo led **rojo**.