

DETECTOR de CAMPOS

En este artículo os explicamos como construir en la placa del Minilab un termómetro electrónico a NTC.

Con la ayuda de algunos sencillos experimentos os explicaremos en que consiste la resistencia eléctrica, y para que sirve una de las leyes fundamentales de la electrónica, la ley de Ohm.

El proyecto que os presentamos en este número dedicado al Minilab está compuesto por dos circuitos diferentes.

El primero es un termómetro electrónico, con el que midiendo la tensión en salida es posible CONOCER la temperatura en °C, medida por el sensor.

El segundo es un circuito de trigger que funciona de comparador y que, conectado al termómetro, enciende un diodo led cuando la temperatura medida alcanza un valor determinado, que ha sido programado anteriormente.

En resumen, podemos decir que aunque si el termómetro es un dispositivo de medida, el cir-

cuito de trigger funciona como un dispositivo de control.

Esta es en realidad su función cuando no quieres medir una temperatura, pero se busca que en el alcance de un valor determinado intervenga un dispositivo de control, como por ejemplo un relé elimina la fuente de calentamiento, el envío de una señal de alarma, etc.

Para medir la temperatura, el termómetro electrónico utiliza un componente NTC. Esta sigla es un acrónimo de la frase Negative Temperature Coefficient, es decir coeficiente de temperatura negativo. De hecho, el NTC no es otra cosa que una resistencia cuyo valor se reduce al aumentar la temperatura.

En la segunda parte del artículo, junto a una serie de experimentos, os ayudaremos a comprender que es una resistencia eléctrica y como se mide. Por ahora solo os diremos que las resistencias se miden en ohm, y que su valor da una idea de la oposición que un determinado componente ofrece al paso de la corriente eléctrica.

Mayor es el valor en ohm mayor es la oposición al paso de la corriente que le atraviesa. Para tener una imagen más clara, podéis pensar en la corriente eléctrica como un flujo de agua en el interior de un tubo, y la resistencia eléctrica como un estrechamiento del mismo tubo.

Bajo este fenómeno se basa el funcionamiento de uno de los componentes más utilizados en la electrónica, el cual se conoce como resistencia ya que tiene un valor concreto y calibrado en ohm.

Si cogemos un cable metálico, como por ejemplo un hilo de cobre y lo calentamos, veremos que el valor de su resistencia eléctrica aumenta.

El NTC se comporta de manera diferente respecto a una resistencia eléctrica, puesto que al aumentar la temperatura su resistencia disminuye sensiblemente y esta característica utiliza para realizar dispositivos para el control de la temperatura.

Si observáis el gráfico reproducido en fig.2, comprobaréis que el valor en ohm de un NTC se reduce notablemente al aumentar la temperatura.

En el mismo gráfico se ve, por ejemplo, que la resistencia del NTC pasa de un valor de unos 7000 ohm a 0°, de un valor de unos 800 ohm a 50°C.

ELECTROMAGNÉTICOS



Fig.1 utilizando un NTC, es decir una resistencia variable con la temperatura, es posible construir en la breadboard del Miniab un termómetro electrónico capaz de señalar las más pequeñas variaciones de temperatura.

Esto significa que con una variación de la temperatura de 50°C, la resistencia del NTC se reduce 8 veces.

Es obvio que cuanto mayor sea la variación de resistencia para un determinado valor de temperatura, mayor será la sensibilidad del NTC.

Si queremos medir la temperatura con un NTC deberemos disponer de un gráfico que represente su curva característica, gráfico que por lo normal lo suministra el constructor.

Conociendo la curva del NTC es posible calcular el valor de su resistencia para cada valor de temperatura.

Los NTC tienen un campo de aplicación. El que hemos utilizado para nuestro termómetro puede empleado en el intervalo de una temperatura que va de -25°C a 125°C, más que suficiente para medir la temperatura de un ambiente doméstico, como en el experimento que os proponemos hacer en este artículo.

Los dispositivos que permiten crear un termómetro electrónico son numerosos.

Es posible obtener mediciones precisas utilizando la variación del umbral de tensión en la conexión de un diodo de silicio, o empleando determinadas sondas de temperatura semi-

conductoras que permitan apreciar variaciones de temperatura en torno a 0,1°C.

ESQUEMA ELÉCTRICO

En la fig.3 se representa el esquema eléctrico de nuestro circuito LX.3011.

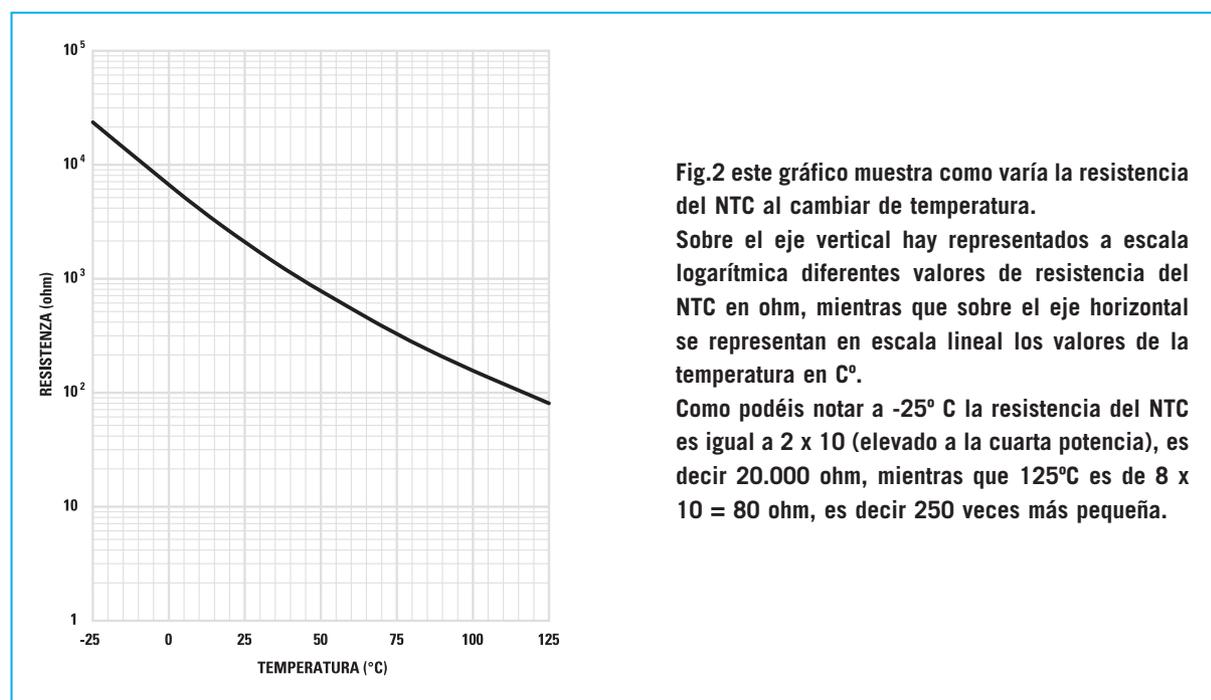
El sensor de temperatura de termómetro electrónico está formado por el NTC1.

El NTC está dentro de un divisor resistivo compuesto por el mismo NTC y la resistencia R1 de 32.800 ohm, que tiene la función de reducir la corriente que lo atraviesa a unas pocas centenas de microamperios.

El divisor está conectado por un cable a +12 voltios y por otro a la masa, mientras que su punto central está conectado a la entrada no invertida (+), del amplificador operacional IC1/A, a través de la resistencia R4 de 100 kilo-ohm.

Observando el esquema eléctrico veréis que en el circuito hay un segundo divisor formado por la resistencia R2 de 2200 ohm y por la R3 de 32.800 ohm.

Aunque si este segundo divisor se conecta por un lado a +12 voltios y por otro a la masa, y



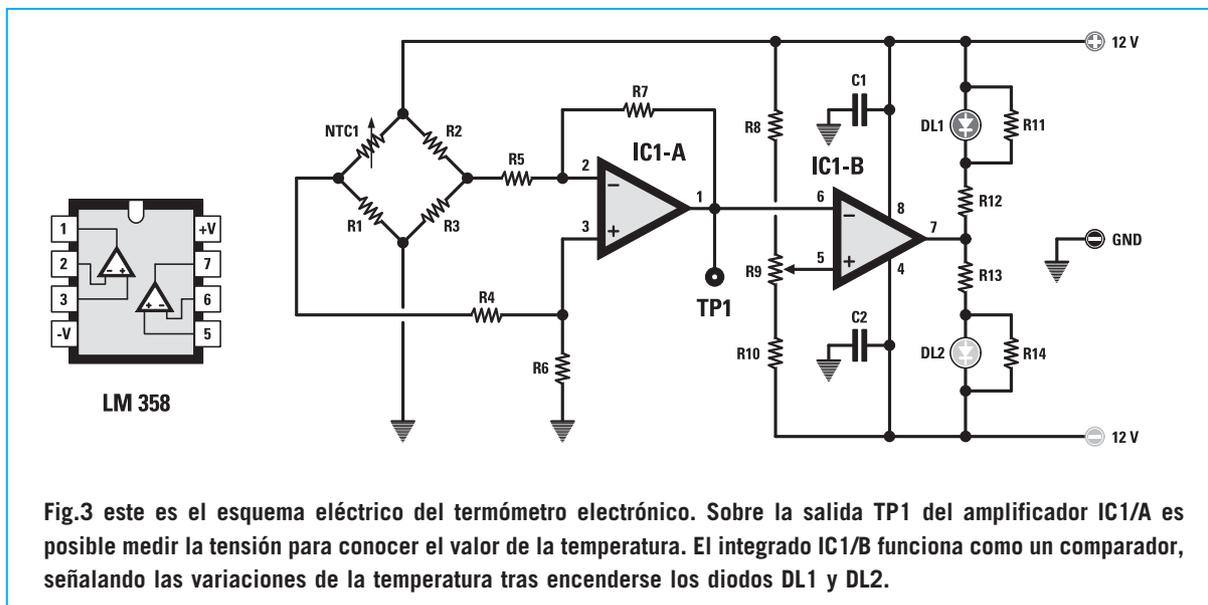


Fig.3 este es el esquema eléctrico del termómetro electrónico. Sobre la salida TP1 del amplificador IC1/A es posible medir la tensión para conocer el valor de la temperatura. El integrado IC1/B funciona como un comparador, señalando las variaciones de la temperatura tras encenderse los diodos DL1 y DL2.

LISTADO DE LOS COMPONENTES LX.3011

NTC1 = NTC 2.200 ohm
 R1 = 32.800 ohm 1%
 R2 = 2.200 ohm 1%
 R3 = 32.800 ohm 1%
 R4 = 100.000 ohm 1%
 R5 = 100.000 ohm 1%
 R6 = 1 megaohm 1%
 R7 = 1 megaohm 1%
 R8 = 33.000 ohm

R9 = 5.000 ohm trimmer
 R10 = 33.000 ohm
 R11 = 2.200 ohm
 R12 = 1.000 ohm
 R13 = 1.000 ohm
 R14 = 2.200 ohm
 C1 = 100.000 pF poliéster
 C2 = 100.000 pF poliéster
 DL1 = diodo led rojo
 DL2 = diodo led verde
 IC1 = integrado tipo LM358

tiene la función de suministrar una tensión de referencia a la entrada inversora (-) del amplificador operacional IC1/A, a través de la resistencia R5, también esta de 100 kilo-ohm.

La tensión que existente en el pin 1 de salida del amplificador operacional es la diferencia que hay entre la tensión de la entrada inversora y la no inversora, multiplicada por la ganancia del amplificador.

La ganancia A del amplificador se extrae de la formula:

$$A = R7 : R5$$

siendo: **R7 = 1 Megaohm** es decir **1.000.000 ohm**
R5 = 100 Kilo-ohm es decir **100.000 ohm**

obtenemos:

$$A = 100.000 = 10 \text{ veces}$$

Los valores de las tres resistencias R1, R2 y R3 se calculan de manera que la tensión en salida del amplificador se sitúe próximo a cero, cuando el valor de la temperatura es de 25°C.

En este caso, la resistencia del NTC es exactamente de 2.220 ohm siendo la misma que la R2, cuya tensión entre las entradas del amplificador, en el ámbito de las tolerancias de los componentes, es igual a 0 veces.

Así pues, si la temperatura medida en el termómetro es inferior a 25°C, la tensión que mediremos en salida del amplificador será de signo negativo.

Si, en cambio, la temperatura medida fuese superior a los 25°C, la tensión en salida del amplificador será de signo positivo.

En la fig.4 se reproduce el gráfico que muestra como varía la tensión en salida del amplificador en función de la temperatura.

Este gráfico es indispensable, porque, midiendo el valor de la tensión en salida del amplificador, nos permite conocer el valor de la temperatura en °C.

Si, por ejemplo, medimos una tensión en la salida del amplificador de +2,00 voltios, observando el gráfico somos capaces de ver que la temperatura medida del NTC es de 32°C.

Así, mediante una sencilla medida de tensión realizada con el voltímetro del Minilab, podemos volver al valor de la temperatura medida por el termómetro.

Después de haber visto como funciona el termómetro, solo nos queda por explicar la parte que queda del circuito, que está formada por el integrado IC1/B, que consiste en un sencillo comparador.

La entrada no inversora del comparador está conectada al trimmer R9 de 5 kilo-ohm, conectado por un lado a los +12 voltios y por el

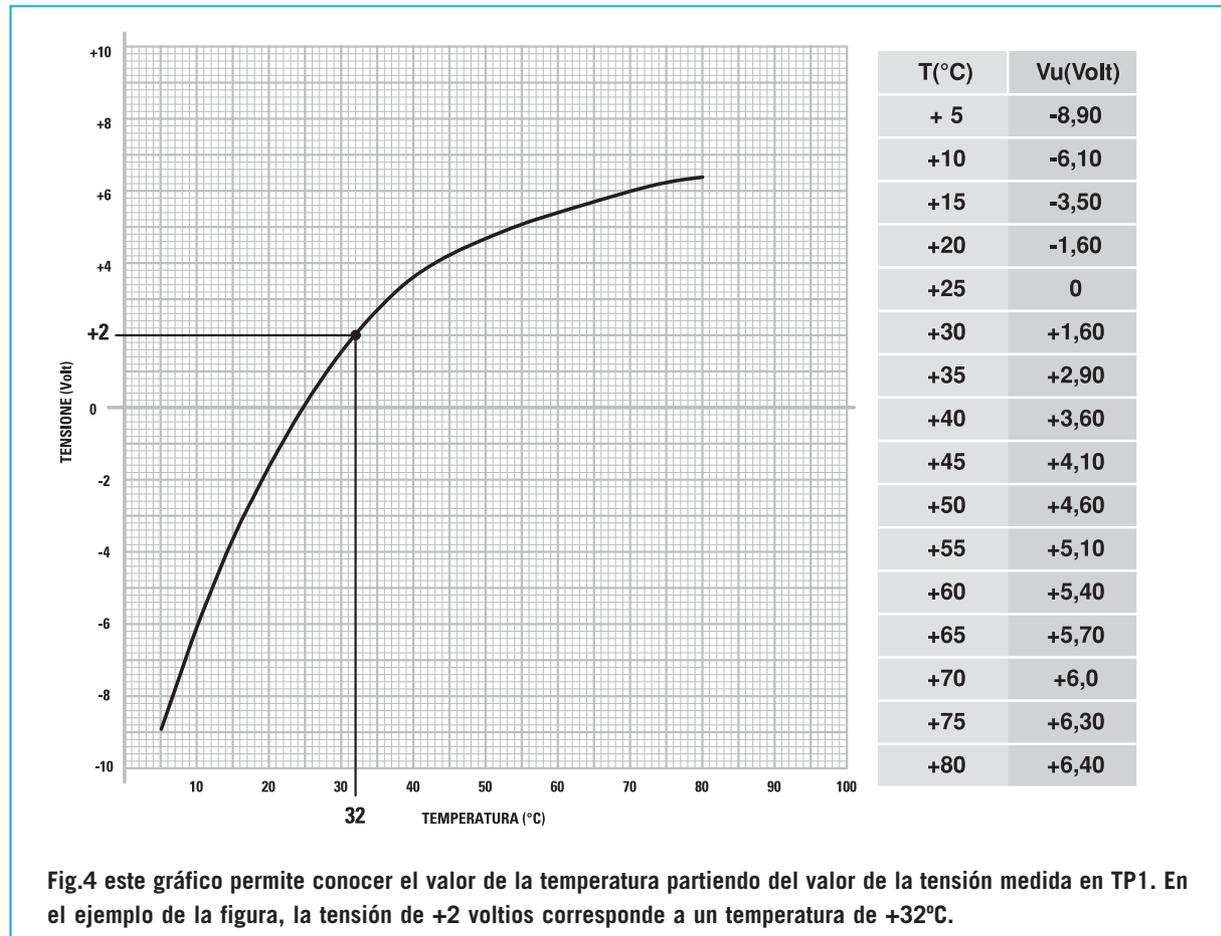
otro a los -12 voltios, a través de las resistencias R8 y R10 de 33 Kilo-ohm.

Girando el central del trimmer se puede variar la tensión en la entrada del comparador hasta hacerla coincidir con la tensión procedente del pin de salida 1 del amplificador.

Haciéndolo de este modo se puede activar una señal luminosa, que entra en funcionamiento cuando la temperatura sobrepasa el valor que habéis fijado.

La función del comparador es la de provocar el encendido de uno de los dos led DL1y DL2, y en concreto encender el led rojo DL1 en cuanto la temperatura medida por el NTC supere el valor determinado por vosotros, o encender el led verde DL1 si la temperatura se mantiene por debajo de ese mismo valor.

Para que el comparador pueda funcionar correctamente necesita realizar una sencilla operación de calibrado, que os explicaremos en las páginas siguientes.

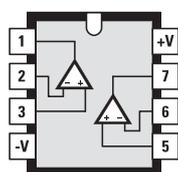


LOS PROYECTOS DEL MINILAB

Termómetro electrónico

Como veréis, el montaje de este circuito es realmente sencillo, ya que el termómetro está compuesto por un circuito integrado, por el sensor de temperatura NTC, por dos diodos led, por un trimmer y por un puñado de resistencias y condensadores.

Os recordamos insertar bien los terminales de los componentes en los orificios de la placa, si queréis que no se produzcan problemas en el funcionamiento del circuito.



LM 358

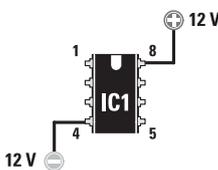


Fig.5 el termómetro electrónico utiliza un solo integrado, siglado LM358.

Observando desde arriba el integrado que aquí os mostramos, comprobaréis que su esquema a bloques muestra dos amplificadores operacionales, representados por dos pequeños triángulos, cada uno con dos entradas, uno no inversora con el signo+, otra inversora con el signo - y una salida.

En este proyecto utilizaremos un amplificador operacional en su clásica configuración de amplificador inversora (IC1/A), y otro operacional en la configuración de un circuito comparador (IC1/B).

En el cuerpo del integrado hay dos filas de 4 pin cada una, con un total de 8 pin numerados del 1 al 8.

Como siempre sobre el cuerpo del integrado hay una muesca de referencia, que sirve para introducir el integrado en el lado correcto. La muesca de referencia también sirve para identificar la posición de los pines. Colocando el integrado con la muesca de referencia orientada hacia arriba, como se indica en la figura, y observando el integrado desde arriba, es decir con los pin dirigidos hacia el circuito impreso, veréis que el pin 1 es el primer en la parte superior derecha de la muesca de referencia. A partir del pin número 1, los pin vienen numerados en progresión en sentido contrario a las agujas del reloj. Las funciones de los 8 pin son las siguientes:

- Pin 1 : salida operacional 1
- Pin 2 : entrada inversora operacional 1
- Pin 3 : entrada no inversora operacional 1
- Pin 4 : alimentación V- (-12 voltios)
- Pin 5 : entrada no inversora operacional 2
- Pin 6 : entrada inversora operacional 2
- Pin 7 : salida operacional 2
- Pin 8 : alimentación V+ (+12 voltios).

Este integrado se alimenta con una tensión dual, aplicando un tensión de -12 voltios en el pin 4, y una tensión de +12 voltios sobre el pin 8.

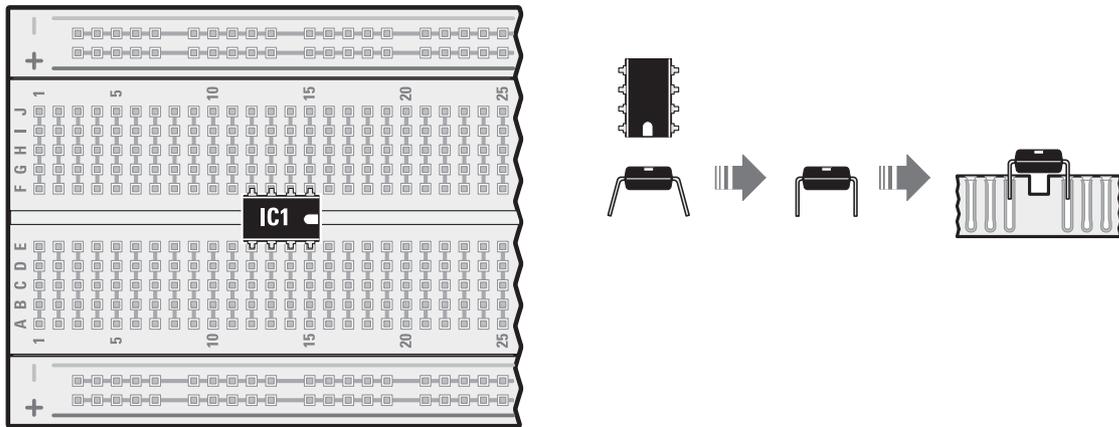


fig.6 comenzad insertando el integrado LM358 IC1, colocándolo en los orificios que hay en la línea central, en la posición que se indica en la figura, es decir con la muesca de referencia orientada hacia la derecha. Tened cuidado al colocarlo bien, pues si la muesca de referencia no está en su sitio podrías dañar el integrado.

Os aconsejamos plegar ligeramente las dos filas de pin con unas pinzas antes de insertar el circuito integrado en la placa, procurando que queden paralelas. Una vez hecho esto, orientad la muesca de referencia hacia la derecha, e introducidla en la dirección adecuada apretándolo hasta el fondo.

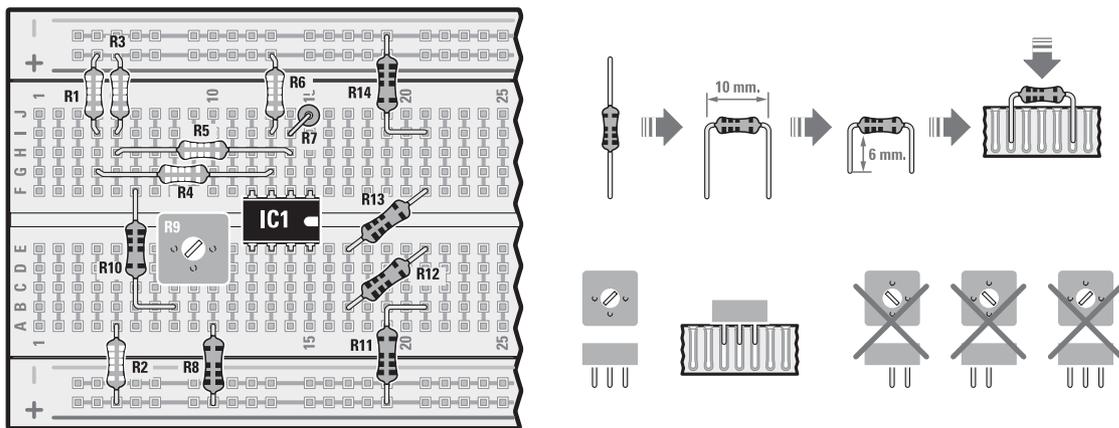


Fig.7 ahora continuad con las resistencias, que las podréis reconocer fácilmente por los colores impresos en su cuerpo.

Algunas de las resistencias tienen tolerancia +/-5% mientras que otras, en concreto las relativas al amplificador, son de precisión y tienen tolerancia de +/-1%.

Las resistencias de precisión son fácilmente reconocibles, ya que sobre su cuerpo hay impresa 5 bandas coloreadas en lugar de las 4 habituales, además la banda de tolerancia en vez de ser de color oro es de color marrón.

2.200 ohm 2,2 Kohm rojo-rojo-negro-marrón-marrón
32.800 ohm 32,8 Kohm naranja-negro-gris-rojo-marrón
100.000 ohm 100 Kohm marrón-negro-negro-naranja-marrón
1.000.000 ohm 1 Megaohm marrón-negro-negro-amarillo-marrón

Después de identificarlas, insertad las resistencias de precisión una a una en las posiciones indicadas. Antes de introducirlas en la breadboard os aconsejamos de pasar ligeramente sobre los terminales metálicos un trozo de lija, para quitar restos de oxido. Las resistencias R1-R2-R3 y R6 se plegarán, de modo que queden a una distancia de 10mm de su cuerpo, tal y como se indica en la figura.

Las resistencias R4 y R5 se plegarán, de modo que queden a una distancia de 23mm de su cuerpo.

La resistencia, en cambio, se plegará sobre si misma, como se indica en la figura, y luego introducirla verticalmente en la breadboard.

Las resistencias restantes se plegarán como se indica en la figura, dependiendo de su colocación en la resistencia. Como el dibujo está a una escala 1:1 y para realizar una mejor medición, os aconsejamos comprobar la distancia resistencia, midiendo directamente en el dibujo la distancia de los orificios.

Después de haber introducido las resistencias coged del kit el trimmer R9, que no es otra cosa que una resistencia variable, formada por un bloque de plástico coloreado. Como podréis ver, en la cara superior del bloque hay un tornillo para la regulación, mientras que en la cara inferior hay tres terminales metálicos en forma de triángulo. Cuando insertéis el trimmer en el circuito prestad atención al introducir los terminales metálicos de la forma justa.

Si observáis el dibujo veréis que los terminales se insertan en el circuito, de modo que el triángulo formado por los 3 pin se oriente con el vértice hacia abajo.

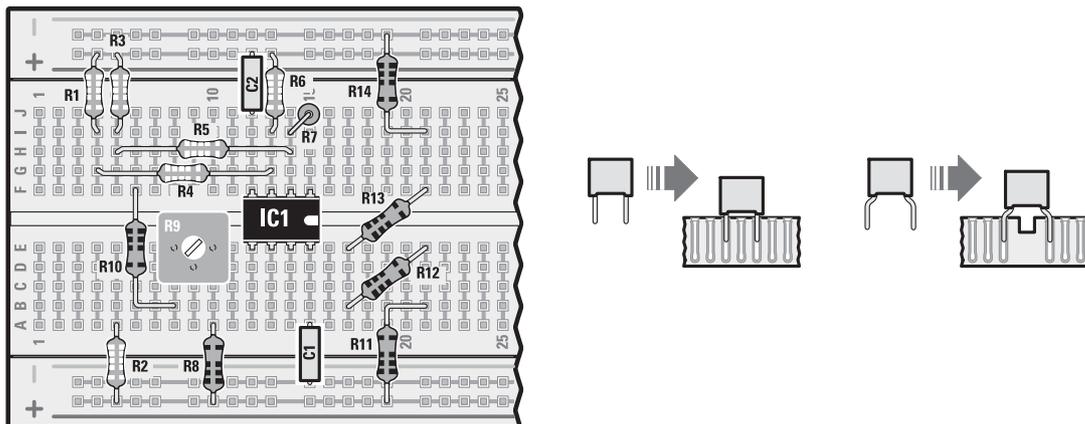


Fig.8 ahora sacad del kit los 2 condensadores de poliéster C1 y C2. Los condensadores de poliéster tienen la característica de no tener polaridad por lo que sus pin pueden ser

intercambiados tranquilamente entre ellos. Los dos condensadores C1 y C2 tienen un valor de 100 nF. Sobre su cuerpo esta impreso lo siguiente:

sigla: .1 o 100n condensador de 100 nF

Una vez identificadas, insertad los 2 condensadores en la breadboard, cada uno en la posición que se indica en la figura.

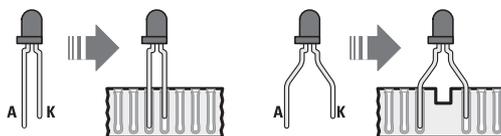
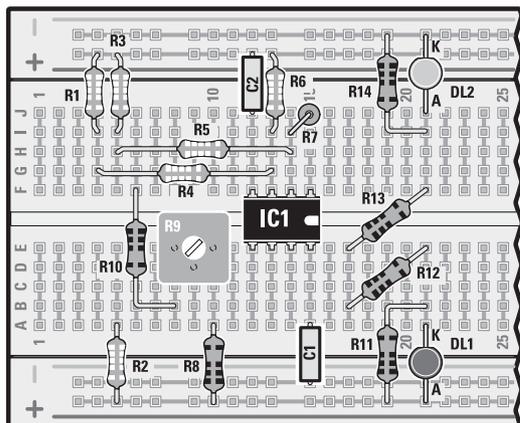


Fig.9 A continuación coged del kit los dos diodos led DL1 y DL2, uno de color rojo y el otro de color verde. Como ya sabéis, el terminal más largo indica el ánodo (A) del diodo, mientras que el terminal más corto indica el cátodo (K). Insertad el diodo led rojo en la posición indicada en la figura, con el cátodo (K) orientado hacia arriba, y el led verde, en la posición asignada, con el cátodo (K) orientado hacia arriba.

Prestad atención, cuando montéis los diodos, respetando siempre la dirección en la que están colocados, ya que sino el circuito no funcionará.

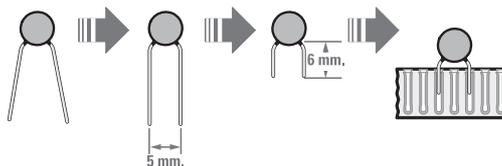
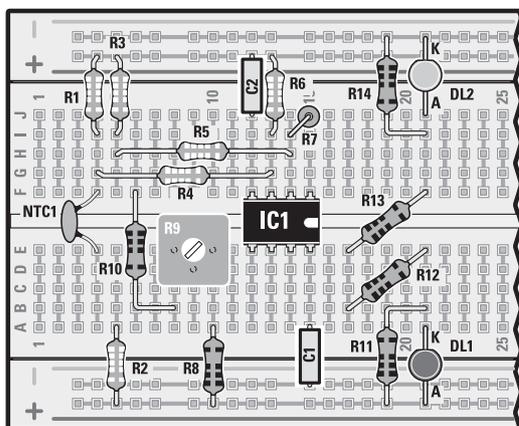


Fig.10 Por último insertad en la breadboard el sensor de temperatura NTC1. Tratándose de un resistencia que varía con la temperatura, este componente no presenta una polaridad por lo que sus pin pueden ser intercambiados tranquilamente.

Insertad el NTC en los orificios asignados en la placa, conservando la longitud de los terminales metálicos, de modo que estén lo suficientemente alejados del circuito.

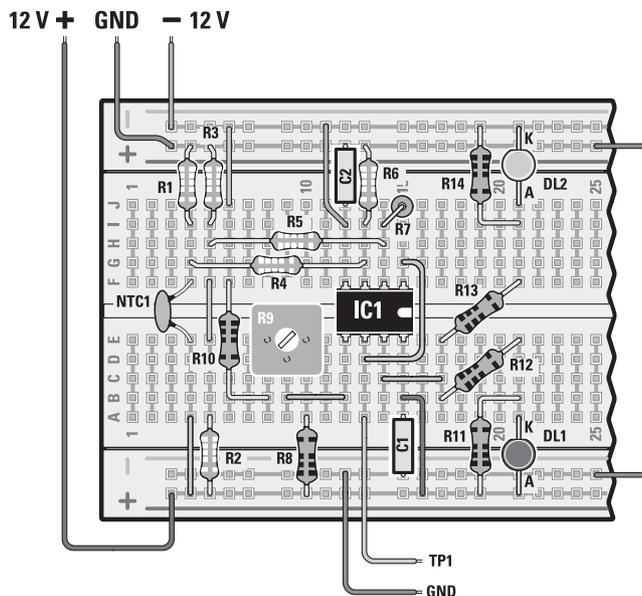


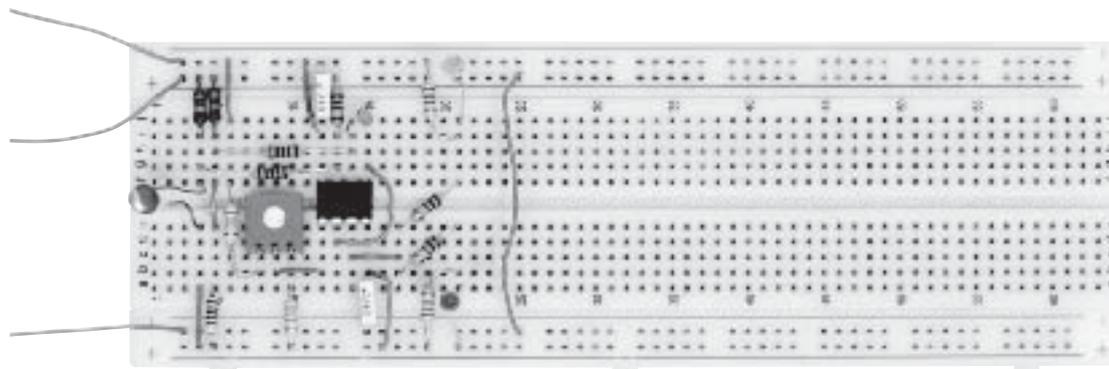
Fig.11 una vez en este punto completad el circuito con las conexiones indicadas en la figura, con mucho cuidado al pelar el cable, para después insertarlo a fondo en los orificios de la breadboard, de manera que realicéis un contacto seguro. Os aconsejamos de llevar a cabo cuidadosamente este punto, ya que sino el circuito no funcionará.

Después de haber realizado las conexiones en la placa utilizando pequeños trozos de cable, deberéis completar el montaje con las conexiones necesarias para la alimentación del circuito. Insertad en la breadboard los tres cables, rojo, azul y marrón que sirven para conectar el alimentador del Minilab. El cable rojo de +12 voltios se colocará en la línea roja (+) situada debajo de la breadboard, el cable azul de -12 voltios se colocará en la línea azul (-) situada arriba, mientras que el cable marrón conectado a la línea roja (+) situada arriba, se utiliza como masa (GND) del circuito.

La línea roja (+) situada arriba se conecta con un trozo de cable a la línea azul (-) situado abajo en la placa.

Finalmente, insertad los dos cables verde y marrón TP1 y GND que se utilizarán para leer la tensión en salida del termómetro.

Realizar un último repaso para asegurarnos de que todos los componentes han sido colocados en su posición y después hacer lo mismo con las conexiones.



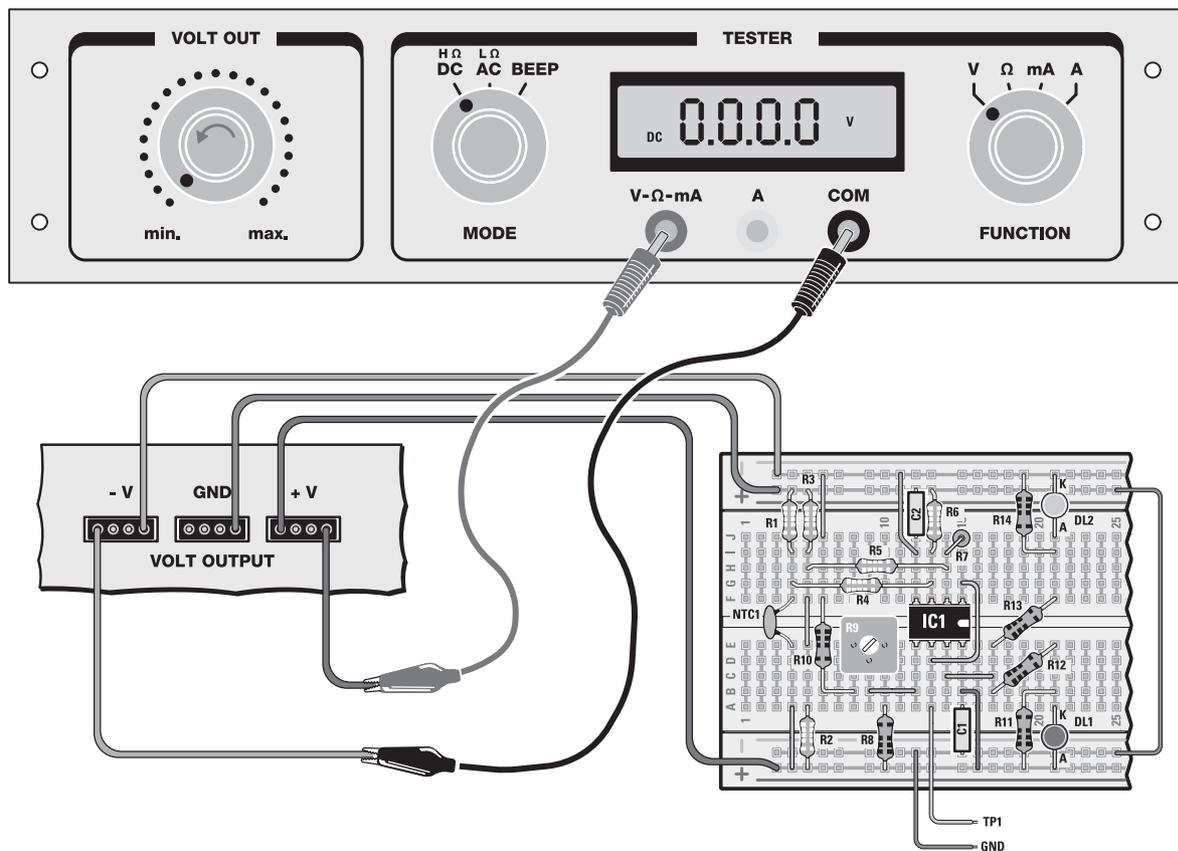


Fig.12 Llegados a este punto deberéis conectar a la breadboard el alimentador del Minilab.

Para realizar esto, conectad el cable azul de -12 voltios a cualquiera de los 4 orificios del conector -V, y el cable rojo de +12 voltios a cualquiera de los 4 orificios del conector +V como se indica en la figura.

Conectad también el cable marrón del GND a cualquiera de los 4 orificios que hay en el conector GND.

Girad la palanca VOLT OUT toda hacia la izquierda hasta dejarlo en la posición min.

Seleccionad el conmutador MODE en DC y el conmutador FUNCTION en V.

Luego, coged un trozo de cable azul e introducidlo en uno de los orificios del conector -V. Después, coged un trozo de cable rojo e insertadlo en uno de los orificios del conector +V.

A continuación conectad el cable azul a la entrada COM del tester y el cable rojo a la entrada V-?-mA, utilizando los cables llenos de puntas conectados a los cables con codrilos.

Esta conexión os servirá para medir con el voltímetro la tensión de alimentación que suministrará al circuito.

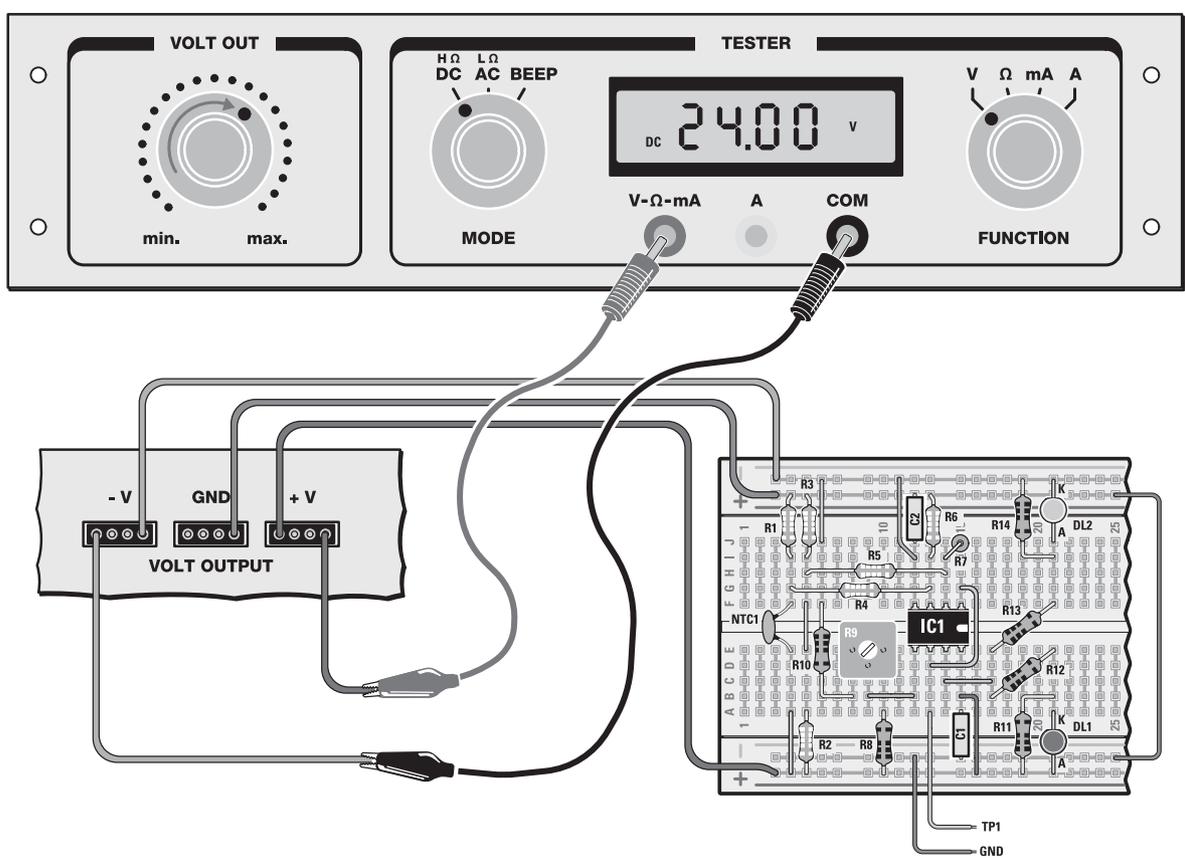


Fig.13 encend el Minilab. Girad poco a poco la palanca VOLT OUT en sentido de los agujas del reloj hasta que no leáis sobre el display del tester un valor que se acerque lo más posible a 24,000.

Como sabéis no es indispensable obtener exactamente los 24,000, por lo que bastará que el valor sobre el display se encuentre entre los 23 y 24 voltios. De este modo, habéis suministrado al circuito una alimentación de +12 voltios y -12 voltios necesarios para su funcionamiento.



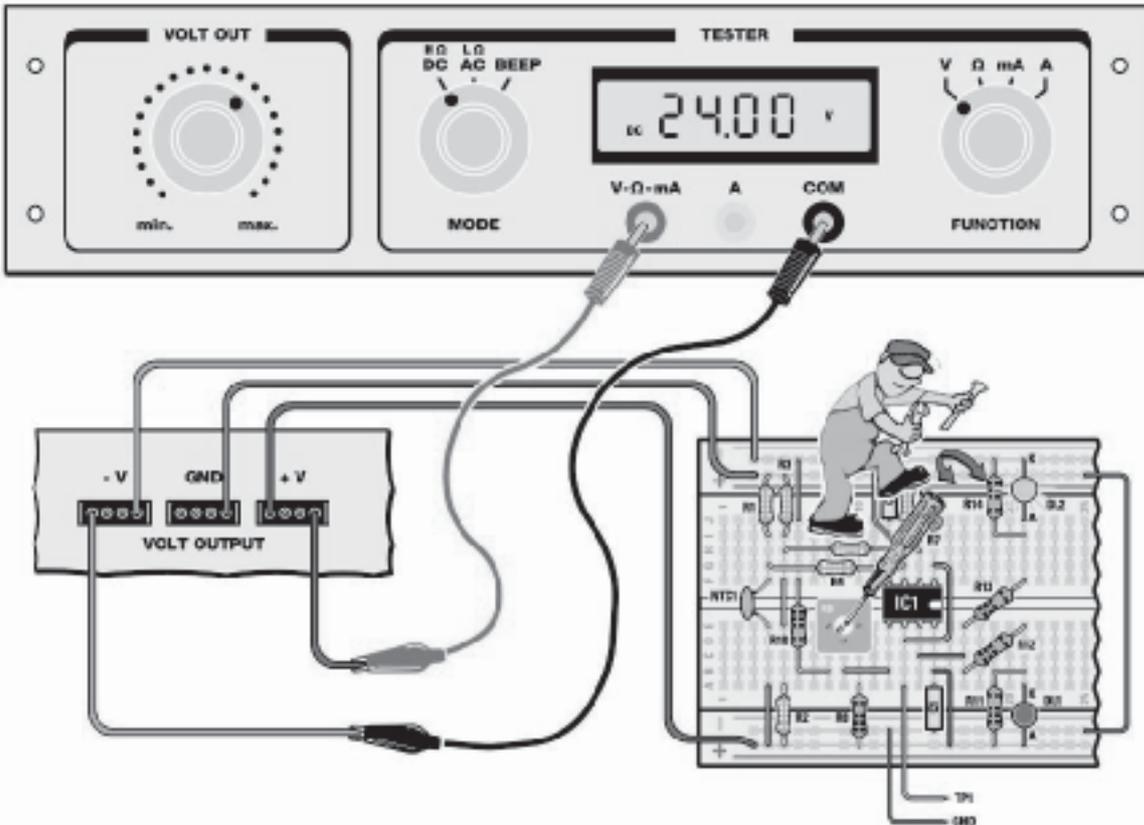


Fig.14 ahora podéis comprobar el funcionamiento de vuestro termómetro electrónico.

Lo primero que debéis realizar es el calibrado del trimmer R9, que regula el comparador y el encendido de los diodos led rojo y verde.

Supongamos que estáis midiendo la temperatura ambiente a unos 22°C y que queréis que el termómetro os indique cada vez que hay un cambio en la temperatura, encendiéndose en el diodo led rojo al superar la temperatura dicho valor, y que por el contrario se encienda el diodo led verde cuando la temperatura baje.

Para realizar esto, girad primero el central del trimmer R9 completamente en sentido contrario a las agujas del reloj. En estas condiciones el diodo led rojo se encenderá. Ahora girad lentamente el central del trimmer R9 en sentido a las agujas del reloj hasta que veáis apagarse led rojo y encenderse el led verde. Ya no debéis tocar más el trimmer, ya que habéis alcanzando la condición de equilibrio del comparador.

Si ahora provocáis un ligero calentamiento del NTC, por ejemplo si lo cogéis entre los dedos, veréis rápidamente encenderse el diodo led rojo, indicando que se ha superado la temperatura que habéis fijado.

Si quitáis los dedos y lo dejáis enfriar el NTC, veréis encenderse de nuevo el led verde, indicando nuevamente que la temperatura ha vuelto a la temperatura establecida.

Una vez terminado con el montaje del termómetro, podréis divertirnos observando las diferentes cambios de los led que indican las inevitables variaciones de la temperatura ambiente.

Os daréis cuenta que NTC es un sensor de temperatura realmente sensible.

Si por ejemplo, una vez regulado el trimmer de manera que pueda encenderse el led verde, tocad el cuerpo del NTC con un dedo, observando que con este breve contacto el led verde cambia a rojo, indicando que ha habido un ligero calentamiento en la temperatura.

Será por tanto suficiente golpear ligeramente en el NTC para que el led vuelva a la posición original.

Midiendo la temperatura ambiente

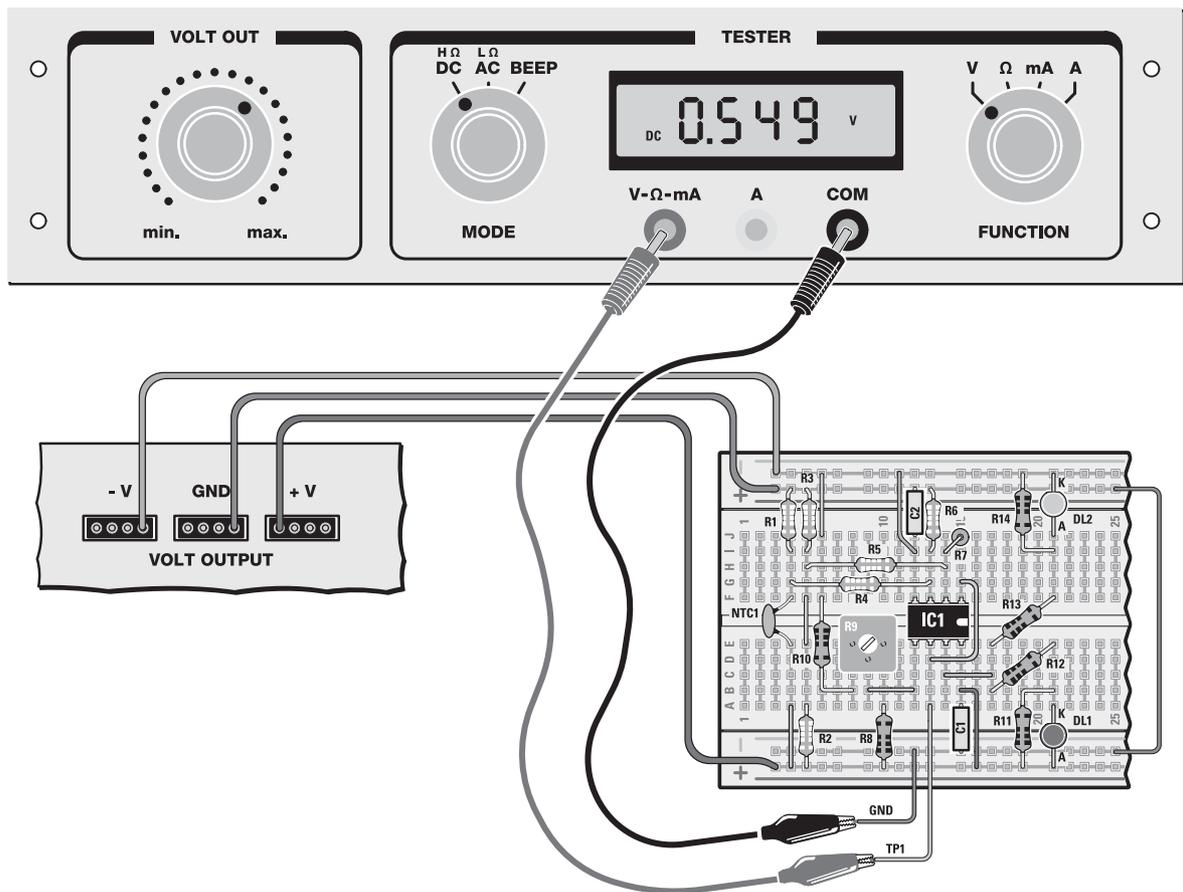


Fig.15 si ahora queréis saber cual es la temperatura de ambiente, deberéis proceder del siguiente modo:

- conectad el termómetro del alimentador del Minilab y ejecutad todas las operaciones indicadas en las figg. 12 y 13, de modo que alimente el circuito con una tensión de +/- 12 voltios.