

# Cubo de resistencias y LEDs

## 1. Principio físico que ilustra

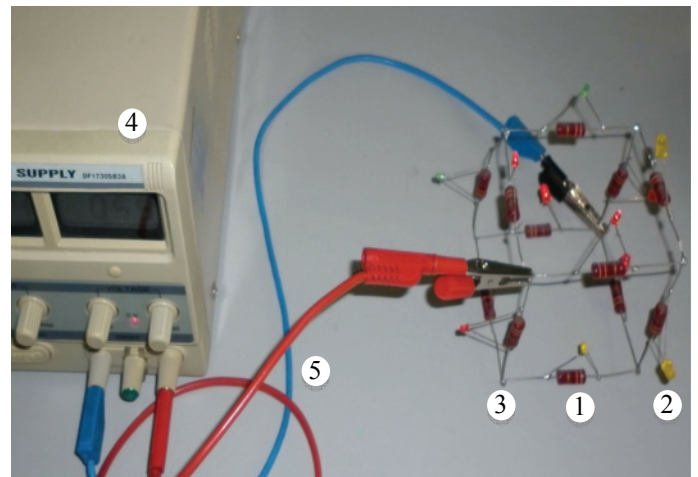
**Conducción eléctrica**  
**Leyes de Kirchhoff**

## 3. Descripción

Esta experiencia permite el estudio del fenómeno de la conducción eléctrica a través de resistencias y LEDs. Dicha conducción se puede caracterizar a partir de las leyes de Kirchhoff, que permiten calcular la corriente eléctrica que circula por cada resistencia y la diferencia de potencial entre los extremos de cada una de ellas.

## 2. Foto o Esquema

5F20.10

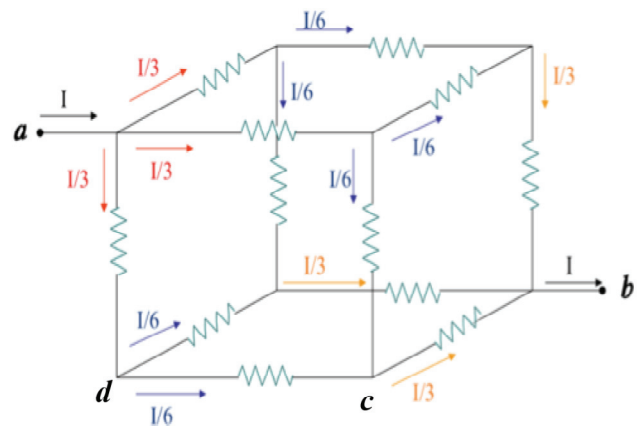


## 4. Web del catálogo: <http://www.ucm.es/theoscarlab>

Transportable: SI

## 5. Fundamento teórico

Las características de la conducción eléctrica pueden ejemplificarse mediante un cubo de resistencias, como el que se muestra en el esquema adjunto, en el que en cada arista de un cubo se intercala una resistencia, todas ellas con el mismo valor  $R$ . Si se aplica una diferencia de potencial entre los puntos  $a$  y  $b$  ( $V_{ab}$ ) la corriente fluye a través de las distintas resistencias. El valor de la corriente a través de cada resistencia, así como la diferencia de potencial entre los extremos de cada una de ellas, puede calcularse utilizando las leyes de Kirchhoff, que se pueden enunciar como sigue:  $\sum_i I_i = 0$ ;  $\sum_i \Delta V_i = 0$ ;



La primera ecuación, o *ley de los nudos*, se aplica a *los nudos* de un circuito, lugares donde la corriente eléctrica tiene posibilidad de bifurcarse (como los vértices del cubo), y establece que la suma total de las corrientes, con signo, que llegan a un nudo es nula, donde el signo de las corrientes que llegan al nudo es opuesto al signo de las corrientes que salen del nudo. La segunda ecuación, o *ley de las mallas*, se aplica a las *mallas*, o trayectorias cerradas en un circuito y establece que la suma de las variaciones de potencial a lo largo de cualquier malla del circuito también es nula. Aplicando ambas leyes a los nudos y mallas que aparecen en el cubo de resistencias, y conocido el valor de  $R$  y  $V_{ab}$ , se obtiene un sistema de ecuaciones lineales que permite calcular la corriente que circula por cada una de las resistencias, y que se muestran en la figura.

Para ilustrar la circulación de la corriente a través del cubo, se ha soldado un LED en paralelo con cada resistencia (como se ve en la fotografía), que se ilumina cuando la tensión entre sus extremos supera la *tensión umbral* del LED. De esta manera se aprecia de forma visual como en algunas aristas la tensión entre las resistencias es mayor (LEDs encendidos) que en otras (LEDs apagados). Sin embargo, al ser los LEDs dispositivos no óhmicos, el análisis del cubo se complica, ya que cuando aquellos conducen, la resistencia equivalente del sistema LED-resistencia se reduce respecto al valor de la resistencia.

## 6. Materiales y montaje

Los elementos requeridos para la fabricación de este cubo de resistencias y LEDs son de fácil obtención:

1. 12 resistencias de 43 Ohmios.
2. 12 LEDs.
3. Hilo conductor rígido.
4. Fuente de alimentación NZD Electronics - DF1730SB3A (0-3 A, 0-30 V regulables).
5. Cables de conexión flexibles.
6. Soldador de estaño.

Para construir el cubo, en primer lugar se construyen sus aristas, soldando conductores rígidos a ambos extremos de cada una de las resistencias de igual valor. Posteriormente se sueldan las distintas aristas para formar el cubo. Finalmente se suelda en paralelo a cada resistencia un LED, de forma que el sentido de conducción directa del LED sea el definido por las flechas corriente de la figura.

Para poner en funcionamiento el cubo, basta con conectar sus vértices opuestos, etiquetados por  $a$  y  $b$  en la figura, a los polos positivo y negativo de una fuente de alimentación, respectivamente. Aumentando poco a poco la tensión de la fuente desde 0 V, se observará como se encienden primero los LEDs contiguos a los vértices  $a$  y  $b$ , encendiéndose posteriormente el resto de los LEDs. No es conveniente superar en la fuente tensiones de 7.5 - 8 V, para no dañar los LEDs, ya que por simplicidad del montaje, éstos no llevan ninguna resistencia de protección en serie.

## 7. Observaciones

Para el montaje y operación de esta experiencia, utilizando en concreto el material antes mencionado, es necesario tener en cuenta las siguientes observaciones:

- Hay que tener especial cuidado con la polaridad de la fuente, con el polo positivo en el vértice  $a$  del cubo, y el polo negativo en el vértice  $b$ , para que los LEDs luzcan correctamente.
- Para proteger los LEDs es conveniente operar la fuente de alimentación limitando previamente la corriente máxima de salida hasta unos 200 mA aproximadamente.
- Es posible obtener una práctica más portable sustituyendo la fuente de alimentación por dos pilas de 9 V conectadas en paralelo, en serie con un potenciómetro (para obtener una tensión variable entre los extremos del cubo).
- Para estudiar distintos tipos de circuitos con el mismo cubo, es posible conectar la fuente de alimentación no sólo a los vértices opuestos del cubo, sino también a los vértices en la diagonal de una de las caras del cubo ( $V_{ac}$ , en la figura), o incluso a los dos extremos de una resistencia ( $V_{ad}$ , en la figura). El patrón de iluminación de los LEDs será desde luego distinto, y de nuevo hay que prevenir el posible daño de los LEDs limitando en corriente la fuente.

