

# Teoría y experimento en un circuito eléctrico

## Introducción

Esta práctica, dado que el material empleado es barato, y sencilla de montar, puede ser realizada en casa por los alumnos. Recomendamos que sean dos alumnos los que trabajen en equipo. Aun cuando es posible realizarla con un solo multímetro, si operan dos alumnos con dos multímetros ahorra mucho tiempo.

## Material

Una resistencia fija,  $r_1 = 100 \Omega$  nominales

Tres resistencias denominadas  $r_2$  de valores próximos a  $5 \Omega$ ,  $10 \Omega$  y  $27 \Omega$

Juego de resistencias para formar una resistencia variable designada con  $R$ .

Multímetro

Pila de petaca

Tres pilas de petaca en serie

Cables de conexión

Pinzas de cocodrilo

En la figura 1 se representa el esquema del dispositivo y en las fotografías 1 y 2 el circuito real

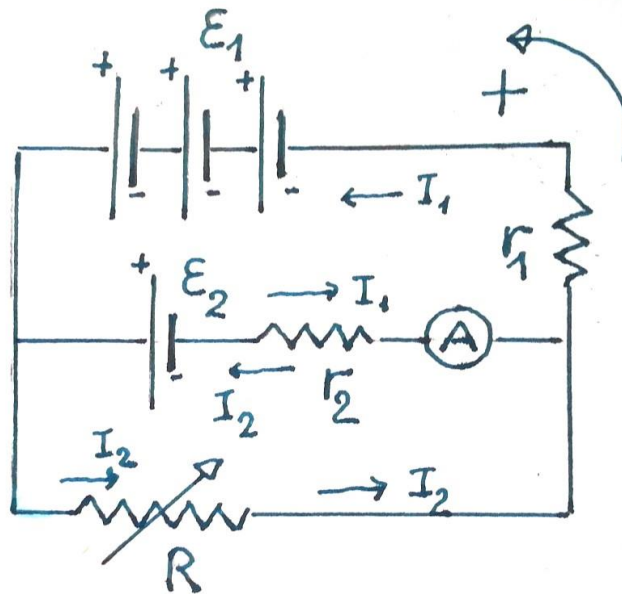
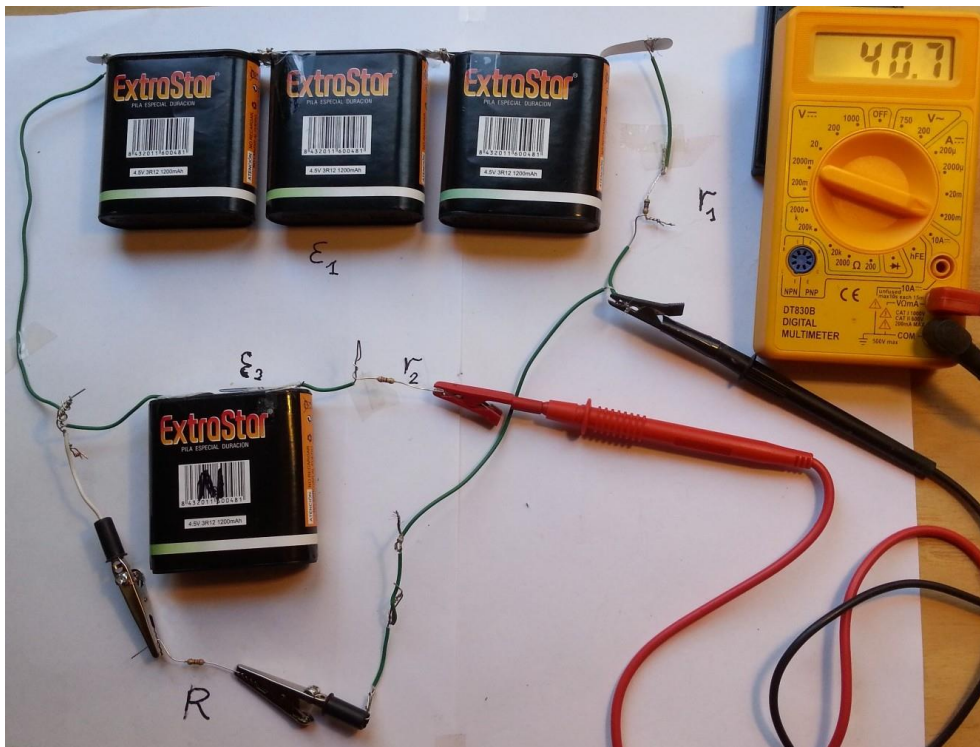
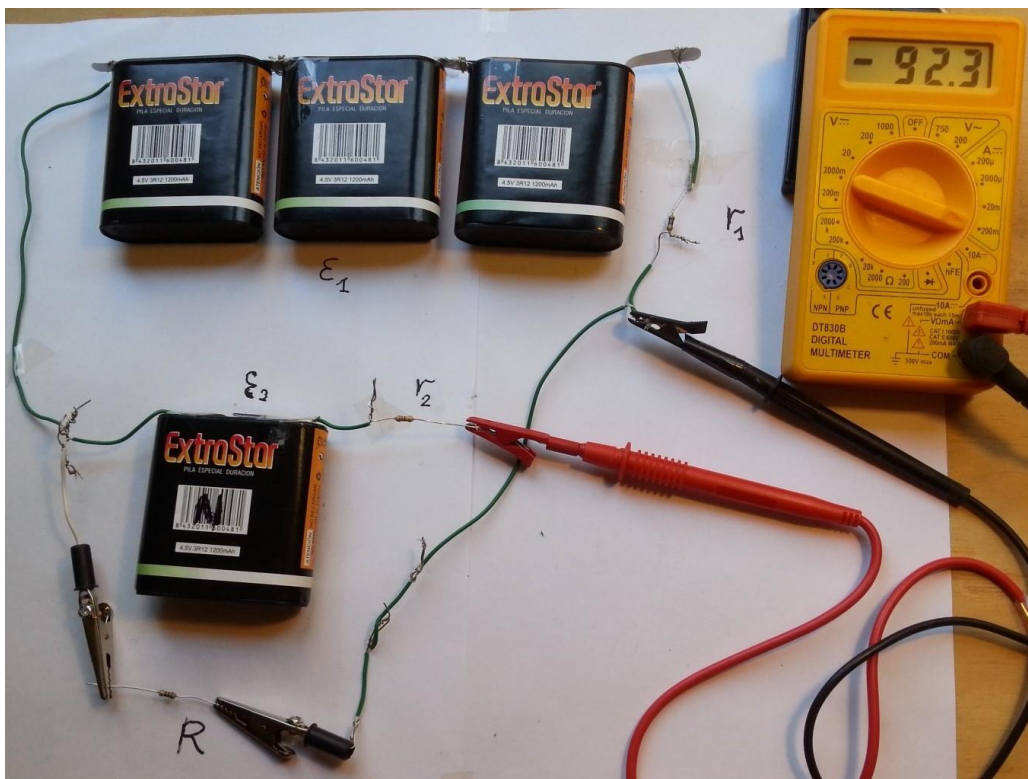


Fig.1

En el experimento se hacen tres tandas de medidas, en las tres son fijos  $\varepsilon$ ,  $\varepsilon_2$  y  $r_1 = 100 \Omega$  nominales. En cada tanda  $r_2$  toma valores próximos a  $5 \Omega$ ,  $10 \Omega$  y  $27 \Omega$ .  $R$  es la resistencia variable con diez o doce valores diferentes para cada una de las tres tandas. Todos los valores citados deben medirse con el multímetro. Las fuerzas electromotrices se miden al final de cada tanda y las resistencias cada vez que se coloquen en el circuito



Fotografía 1. El circuito está formado por tres pilas iguales conectadas en serie cuya fuerza electromotriz se designa con  $\varepsilon_1$ ; una pila nombrada como  $\varepsilon_2$ ,  $r_1 = 100 \Omega$  nominales, una resistencia  $r_2$  y una resistencia variable  $R$  y el multímetro como amperímetro en corriente continua. El valor de  $R$  determina que la corriente sea positiva.



Fotografía 2.-Respecto de la fotografía 1 se ha cambiado únicamente La resistencia variable  $R$  y en este caso la corriente es negativa. Por consiguiente si en un caso la corriente es positiva y en otro negativa tiene que haber un valor de  $R$  para el cual la corriente sea nula.

## Teoría del experimento

En la figura 1,  $I_1$  es la intensidad que pasa por el grupo de tres pilas y por  $r_1$ .  $I_2$  pasa por la resistencia variable  $R$  y  $r_2$  está recorrida por  $I_1$  e  $I_2$ . Se toma como sentido positivo el contrario a las agujas del reloj.

Para la malla total del circuito

$$I_1 r_1 + I_2 R = \varepsilon_1 \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon_1 - I_2 R}{r_1} \Rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon_1 - I_1 r_1}{R}$$

Para la malla inferior

$$\begin{aligned} I_2 R + I_2 r_2 - I_1 r_2 = \varepsilon_2 &\Rightarrow I_2 (R + r_2) - \frac{\varepsilon_1 - I_2 R}{r_1} r_2 = \varepsilon_2 \Rightarrow I_2 (R + r_2) r_1 - \varepsilon_1 r_2 + I_2 R r_2 = \varepsilon_2 r_1 \Rightarrow \\ &\Rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon_2 r_1 + \varepsilon_1 r_2}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 R + I_2 r_2 - I_1 r_2 = \varepsilon_2 &\Rightarrow \frac{\varepsilon_1 - I_1 r_1}{R} (R + r_2) - I_1 r_2 = \varepsilon_2 \Rightarrow \varepsilon_1 (R + r_2) - I_1 r_1 (R + r_2) - I_1 R r_2 = \varepsilon_2 R \Rightarrow \\ &\Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon_1 (R + r_2) - \varepsilon_2 R}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2} \end{aligned}$$

La intensidad que circula por el amperímetro es

$$I_A = I_1 - I_2 = \frac{\varepsilon_1 (R + r_2) - \varepsilon_2 R}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2} - \frac{\varepsilon_2 r_1 + \varepsilon_1 r_2}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2} = \frac{R(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) - \varepsilon_2 r_1}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2} \quad (1)$$

El análisis del numerador de la ecuación (1) nos indica que la intensidad  $I_A$  puede ir en un sentido y en el contrario dependiendo del valor de  $R$  y que, por tanto, habrá un valor de  $R$  para el que  $I_A$  sea cero. Veamos para qué valor de  $R$  la intensidad que pasa por el amperímetro es nula

$$\varepsilon_1 R - \varepsilon_2 R - \varepsilon_2 r_1 = 0 \Rightarrow R = \frac{\varepsilon_2 r_1}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} \quad (2)$$

La ecuación (2) nos dice que la resistencia  $R$  que hace nula la corriente que pasa por el amperímetro no depende de  $r_2$ . En esta práctica comprobaremos si esta deducción teórica lo confirma el experimento y además compararemos los valores experimentales con los proporcionados por la ecuación (1).

## Modo de operar

**Nota importante.** El circuito solamente debe estar cerrado cuando se tomen las medidas y esta operación debe realizarse con mucha rapidez para impedir que las pilas se descarguen.

1) Monte el circuito de la figura 1 con la primera resistencia  $r_2$ , la de valor próximo a  $5 \Omega$ . Mida el valor de esa resistencia con el multímetro utilizado como óhmetro

$r_2 =$

Coloque sucesivamente resistencias R medidas con el óhmetro y anote para cada una el valor leído en el amperímetro con su signo que puede ser negativo o positivo.

Anote los valores medidos en la tabla IA

Tabla I A

R/ $\Omega$									
I <sub>A</sub> /mA									

Al final de estas medidas determine las fuerzas electromotrices  $\epsilon_1$  y  $\epsilon_2$

$$\epsilon_1 = \quad ; \quad \epsilon_2 =$$

Calcule la intensidad de la corriente mediante la fórmula (1). Emplee en ella los valores medidos de las resistencias y de las fuerzas electromotrices. Esta intensidad la denominamos teórica..Anote los valores en la tabla IB

Tabla IB

R/ $\Omega$									
I <sub>A</sub> /mA(teórica)									

2) Represente en una misma gráfica la intensidad experimental y la teórica frente a R. Compruebe para que valor de R se anula la corriente I<sub>A</sub>, compare este valor con el proporcionado por la ecuación (2)

3) Cambie la resistencia r<sub>2</sub> por la de valor próximo 10  $\Omega$  y opere como anteriormente. Los resultados aparecen en la tabla IIA

$$r_2 =$$

Tabla I IA

R/ $\Omega$									
I <sub>A</sub> /mA									

Al final de estas medidas determine las fuerzas electromotrices  $\epsilon_1$  y  $\epsilon_2$

$$\epsilon_1 = \quad ; \quad \epsilon_2 =$$

Calcule la intensidad de la corriente mediante la fórmula (1). Emplee en ella los valores medidos de las resistencias y de las fuerzas electromotrices. Esta intensidad la denominamos teórica..Anote los valores en la tabla IIB

Tabla IIB

R/ $\Omega$									
I <sub>A</sub> /mA(teórica)									

4) Represente en una misma gráfica la intensidad experimental y la teórica frente a R. Compruebe para que valor de R se anula la corriente I<sub>A</sub>, compare este valor con el proporcionado por la ecuación (2).

5) Cambie la resistencia r<sub>2</sub> por la de valor próximo 27  $\Omega$  y opere como anteriormente. Los resultados aparecen en la tabla IIIA

$$r_3 =$$

Tabla IIIA

R/ $\Omega$									
I <sub>A</sub> /mA									

Al final de estas medidas determine las fuerzas electromotrices  $\epsilon_1$  y  $\epsilon_2$

$$\epsilon_1 = \quad ; \quad \epsilon_2 =$$

Calcule la intensidad de la corriente mediante la fórmula (1). Emplee en ella los valores medidos de las resistencias y de las fuerzas electromotrices. Esta intensidad la denominamos teórica..Anote los valores en la tabla IIIB

Tabla IIIB

R/ $\Omega$									
I <sub>A</sub> /mA(teórica)									

6) Represente en una misma gráfica la intensidad experimental y la teórica frente a R. Compruebe para que valor de R se anula la corriente I<sub>A</sub>, compare este valor con el proporcionado por la ecuación (2).

7) haga dos nuevas gráficas en la primera coloque los valores experimentales de las res medidas. En la segunda coloque los valores teóricos de las tres medidas. Compárelas y decida si se ha alcanzado el objetivo expresado al final del apartado teoría del experimento..