



### :: OBJETIVOS [6.1]

Estudiar la influencia que ejerce la resistencia interna de una pila sobre la diferencia de potencial existente entre sus bornes y medir dicha resistencia interna.

### :: PREINFORME [6.2]

- Consultar que es una fuente de alimentación de corriente directa DC, su polaridad y que diferencia presenta con una fuente de alimentación de corriente alterna AC.
- Exprese el significado del concepto fuerza electromotriz *fem* de una batería.

### :: EQUIPOS Y MATERIALES [6.3]

- Reóstato Phywe de  $100 \Omega$  ó  $330 \Omega$ .
- Multímetro digital Fluke o Hi-Tech u otra marca.
- Amperímetro análogo Pasco o similar.
- Pila comercial de  $6 \text{ Volt}$ , en buen estado.
- 10 conductores

### :: MARCO TEÓRICO [6.4]

Consideremos el circuito representado en la figura 6.1, donde una fuente de alimentación de corriente directa DC (pila) suministra corriente a una resistencia externa  $R$ , conectada directamente a los bornes a y b de la pila. Esta corriente circula no solo por la resistencia externa  $R$ , sino que también lo hace por la resistencia propia de la pila (marcada con la letra  $r$  en la figura 6.1).

De acuerdo con la ley de Ohm, el valor de dicha corriente es:

$$I = \frac{E}{R+r} \quad (6.1)$$

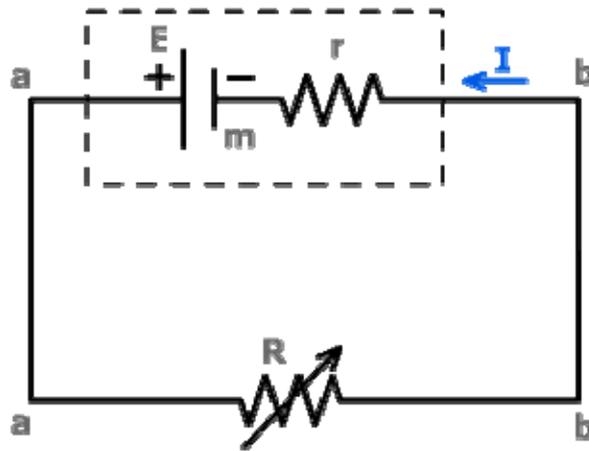


Figura 6.1

Siendo  $E$  la fuerza electromotriz *fem* de la pila. Del circuito de la figura 6.1 se sigue que

$$V_{a-a} = V_{a-m} + V_{m-b} + V_{b-a} = 0 \text{ Volt} \tag{6.2}$$

De acuerdo con la ley de ohm esta ecuación puede ser escrita así:

$$-E + I \times r + I \times R = 0 \text{ Volt} \tag{6.3}$$

Donde  $V_{b-a} = I \times R$  es la caída de potencial en la resistencia exterior  $R$ , es decir, la tensión en los bornes de la resistencia y  $V_{m-b} = V_I = I \times r$  es la caída de potencial en la resistencia interna  $r$ .

Se concluye que

$$V_I = E - V_{a-b} = I \times r \tag{6.4}$$

Lo cual indica que  $V_I$  es proporcional a la corriente. La gráfica de  $V_I$  en función de  $I$  es una línea recta cuya pendiente es precisamente la resistencia interna de la pila. De otra parte, la tensión entre los bornes  $V_{a-b}$  se puede expresar como:

$$V_{a-b} = E - I \times r \tag{6.5}$$

De modo que la tensión entre los bornes  $V_{a-b}$  de una pila que esta suministrando corriente, es inferior a la *fem*  $E$  de la pila.



**La gráfica de  $V_{a-b}$  en función de  $I$  es también una línea recta, cuya pendiente, con signo invertido es la resistencia de la pila.**

En esta práctica de laboratorio la *fem*  $E$  de la pila será igual a la tensión  $V_{a-b}$  entre los bornes de la misma, cuando la pila no suministre corriente, esto es cuando esta en circuito abierto. Conforme aumente la intensidad de la corriente suministrada por la pila (el circuito cerrado), disminuirá la tensión entre los bornes.

## :: PROCEDIMIENTO [6.5]

### Medición de la resistencia interna de una pila [6.5.1]:

- a. Instale el circuito de la figura 6.2.

En la figura 6.2,  $E$  es la *fem* de una pila comercial de 6 Volt,  $r$  es su resistencia interna,  $S$  es un interruptor,  $\text{---}\text{V}\text{---}$  y  $\text{---}\text{A}\text{---}$  son los medidores de voltaje y corriente respectivamente,  $R$  es un reóstato e  $I$  es la corriente que circula por el circuito.

- b. Con el interruptor  $S$  abierto ( $I = 0 \text{ A}$ ), el voltímetro Fluke mide la *fem*  $E$  de la pila, si se coloca entre los terminales **a** y **b** de la rama superior del circuito representado en la figura 6.2 escriba éste valor de  $E$  en el reglón ubicado sobre la tabla 6.1.

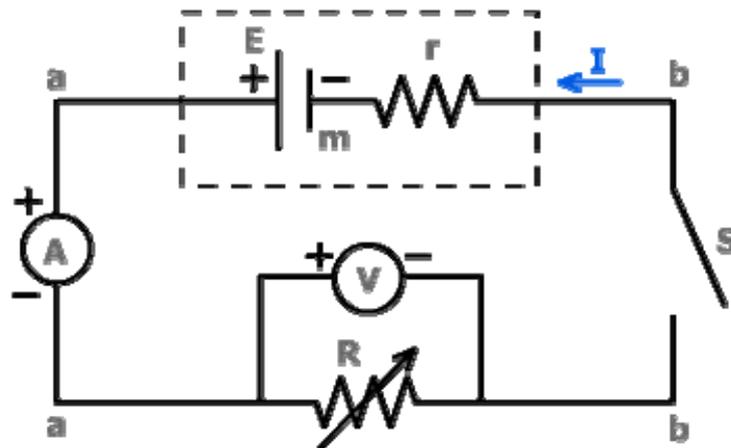


Figura 6.2

- c. Energice el circuito (cerrando el interruptor), ajuste el reóstato  $R$  hasta que el amperímetro marque aproximadamente la primera magnitud de la intensidad de corriente indicada en la columna de la izquierda, tabla 6.1, con el óhmetro determine el valor de la resistencia  $R$  y además mida la tensión  $V_{a-b}$  en los bornes de dicha resistencia cuyos valores se llevaran a la columna respectiva de la misma tabla.

- d. Repita la instrucción anterior para todos los valores de la intensidad de corriente anotados en la Tabla 6.1, primero en orden creciente (columnas de la izquierda) y después en orden decreciente (columnas de la derecha).
- e. Complete las columnas  $V_1$  de la tabla 6.1, allí escriba en cada casilla correspondiente el valor de la diferencia  $E - V_{a-b}$ .

$$E = \text{_____} V$$

<b>I</b> (mA)	<b>V<sub>a-b</sub></b> (V)	<b>V<sub>1</sub></b> (V)	<b>R</b> (Ω)	<b>V<sub>a-b</sub></b> (V)	<b>V<sub>1</sub></b> (V)	<b>R</b> (Ω)
0						
100						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						

TABLA 6.1

**:: ANÁLISIS Y GRÁFICOS [6.6]**

- a. Representar gráficamente y por separado en sendas hojas de papel milimetrado,  $V_1$  en función de  $I$  y  $V_{a-b}$  en función de  $I$ .
- b. Determinar la pendiente para cada gráfica construida.
- c. Deduzca las ecuaciones que relacionan las variables graficadas.

**:: PREGUNTAS [6.7]**

- a. Demuestre que si  $E$  y  $r$  son la fem y la resistencia interna de la pila y  $R_v$  la resistencia interna del voltímetro, la tensión que mide dicho voltímetro entre los bornes del generador (pila) esta dada por la siguiente expresión.

$$V_{a-b} = \frac{E}{1 + \frac{r}{R_v}} \tag{6.6}$$

- b. De acuerdo con la expresión anterior ¿podemos medir en forma exacta la *fem* de una pila utilizando un voltímetro? Justifique su respuesta.
- c. ¿Podemos medir la resistencia interna de una pila utilizando un puente de Wheatstone o un óhmetro profesional? Explique su respuesta.
- d. A partir de las gráficas  $V_I$  y  $V_{a-b}$  en función de  $I$ , determine la resistencia interna  $r$  de la pila y discuta su resultado.
- e. A partir de las gráficas de  $V_I$  y de  $V_{a-b}$  en función de  $I$ , determine la intensidad de corriente de corto circuito de la pila. ¿Qué representa dicha corriente? ¿Es posible mantenerla de un modo permanente?.
- f. Consultar de que factores depende la vida útil de una pila ó batería.
- g. Consultar sobre pilas recargables, del tipo que usan los celulares y las cámaras de vídeo.