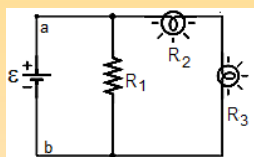


Situación Problema:



Para el circuito anterior se necesita comprobar que la potencia entregada por la FEM es igual a la potencia consumida.

¿Qué parámetros se necesitan medir para comprobar el principio de conservación de energía planteado?



¡DEFINICIÓN! FUERZA ELECTROMOTRIZ (FEM)

Es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito abierto o de producir una corriente eléctrica en un circuito cerrado.

FUERZA ELECTROMOTRIZ, RESISTENCIA INTERNA Y POTENCIA

COMPETENCIA

- C1. Determina la resistencia interna de una fuente de alimentación
- C3. Determina la potencia eléctrica en un dispositivo de un circuito eléctrico.
- C2. Comprueba que la potencia entregada por la FEM es igual a la potencia consumida por la carga conectada

INDICADOR DE LOGRO

- I1. Mide la FEM de una fuente de alimentación sin estar conectada a una carga eléctrica.
- I2. Mide la diferencia de potencial de una FEM trabajando.
- I3. Mide la corriente que fluye por la FEM y calcula la resistencia interna.
- I4. Mide los parámetros eléctricos necesarios y calcula la potencia entregada por una FEM, por la fuente de alimentación en operación y la consumida por la carga conectada.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Una Fuente de **Fuerza Electromotriz** (llamada **fem**) es un dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial o una corriente en un circuito eléctrico. Así tenemos por ejemplo, las pilas galvánicas, acumuladores eléctricos, dínamos, generadores, etc.

En un circuito las cargas eléctricas se mueven normalmente de un punto de mayor potencial a otro de menor potencial. Cuando estas pasan a través de una resistencia (foco, plancha eléctrica, etc.) o pasan a través de un dispositivo electromecánico (motor eléctrico, por ejemplo), “pierden” energía eléctrica, que se transforma en energía interna en el primer caso y en energía mecánica, en el segundo caso. Para completar el circuito las cargas deben regresar a la fuente de energía de donde originalmente partieron y ahí son forzadas moverse del extremo de más bajo potencial al de más alto potencial. Para esto, la fuente debe realizar un trabajo sobre los portadores de carga que, al pasar a un nivel de mayor potencial ganan de nuevo energía eléctrica y así están disponibles para iniciar el nuevo recorrido.

Las fuentes de fuerza electromotriz regulables AC/DC para uso de laboratorio generalmente consisten en un arreglo de transformadores, diodos, condensadores, inductancias y resistencias los que están confinados en un compartimiento de diseño particular en el cual se destacan externamente las terminales de salida de la fuente, el cable de conexión a la toma de alimentación, el o los portafusibles y las perillas de regulación.

Al trabajar con una fem como las descritas se deben de considerar dos aspectos: **Los elementos internos de la fuente y los elementos externos, a los que ésta alimenta.** Los elementos externos (focos, combinación de resistores y/o capacitores) se conectan a las terminales de la fuente, intercalando un interruptor.

Al medir la diferencia de potencial en las terminales de salida de la fuente con el **interruptor abierto se mide la fuerza electromotriz o fem** (ϵ) de la fuente, mientras que, al medir la diferencia de potencial en las mismas, con el interruptor cerrado, se mide una diferencia de potencial ΔV entre dos puntos del circuito que comprenden tanto a los elementos internos de la fuente como a los elementos externos.

La diferencia entre ϵ , con el interruptor abierto y ΔV con el interruptor cerrado, medidos ambos en las terminales de la fuente, es el efecto combinado de la resistencia neta de los elementos internos (resistencia interna de la fuente) como de la resistencia neta de los elementos externos.



¡RECUERDE!

El término *fuerza electromotriz* es un nombre incorrecto, pues no se trata de una fuerza que se mida en newtons, por eso, y para evitar confusiones se usa con mayor frecuencia la abreviatura **fem**.

Cuando se mide el voltaje entre los terminales de una fuente o una batería estamos midiendo lo que en ocasiones se llama, **Voltaje Terminal**. Si no hay flujo de corriente de la fuente o la batería entonces este Voltaje Terminal es precisamente el valor de la **fem**. Por el contrario, si existe un flujo de corriente de la fuente o de la batería, tendremos una caída interna en el voltaje igual a Ir . El Voltaje Terminal (o sea **Voltaje Real**) será entonces igual a:
 $\epsilon - Ir$ que se tomaría como un diferencia de potencial en el circuito.



¡BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA!

“*Física para Ciencias e Ingeniería*” 7a Edición. Raymond A. Serway

“*Fundamentos de Física*” 4a Edición. Robert Resnick

“*Física Universitaria*” 12a Edición. Sears Zemansky

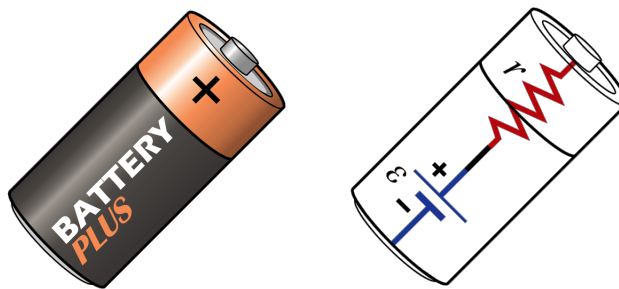


Figura 1
FEM y Resistencia Interna de una Batería común

Los diagramas (a) y (b) de la figura siguiente ilustran lo antes expuesto.

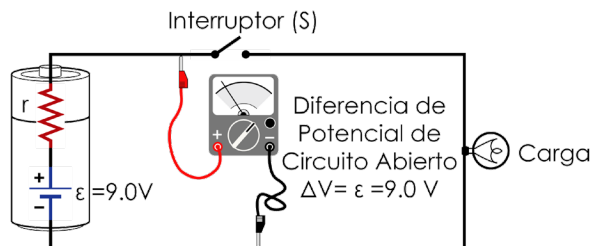


Figura 1(a)
El multímetro mide el voltaje de la fem de la batería, es decir la ϵ

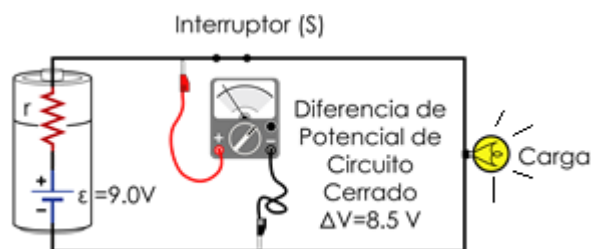


Figura 2(b)
El multímetro mide el voltaje de la fem menos el voltaje de la resistencia interna es decir ΔV

El trabajo que realiza la fuente de fuerza electromotriz debe ser igual a la energía que “pierden” las cargas en su recorrido por todo el circuito. La pérdida por efecto Joule en una resistencia R en un tiempo dt se puede expresar así:

$$dW_R = i^2 R dt$$

Y la pérdida por el efecto de la resistencia interna r de la fuente, es:

$$dW_r = i^2 r dt$$

El trabajo de la fuente en ese mismo intervalo de tiempo es:

$$dW_\epsilon = dWR + dWr \quad \epsilon i dt = i^2 R dt + i^2 r dt$$

Donde ϵ es la fuerza electromotriz de la fuente.

En términos de potencia se tiene:

$$P_\epsilon = P_R + P_r$$

$$\text{Donde: } P_\epsilon = \epsilon i \quad P_R = i^2 R \quad y \quad P_r = i^2 r$$

TAREA PREVIA

1. ¿Qué es un circuito eléctrico y cuáles son sus partes principales?
2. ¿Qué diferencia hay entre los conceptos de fem (ϵ) y diferencia de potencial (ΔV)?
3. ¿Qué se entiende por resistencia interna de una fuente de alimentación?
4. ¿A qué se le llama potencia eléctrica?
5. ¿Cuál es la diferencia entre la potencia eléctrica de una fuente de energía y la potencia de un resistor en un circuito eléctrico?
6. ¿Cómo puede aplicarse el principio de conservación de la energía entre la fem y los elementos externos a la fuente en un circuito eléctrico?

RECURSOS

1	Fuente de Energía CD (variable)
1	Multímetro Digital
2	Focos de 6 Voltios con Receptáculo
1	Tablero para circuitos
1	Juego de alambres para conexión

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL



¡COMENTARIO!

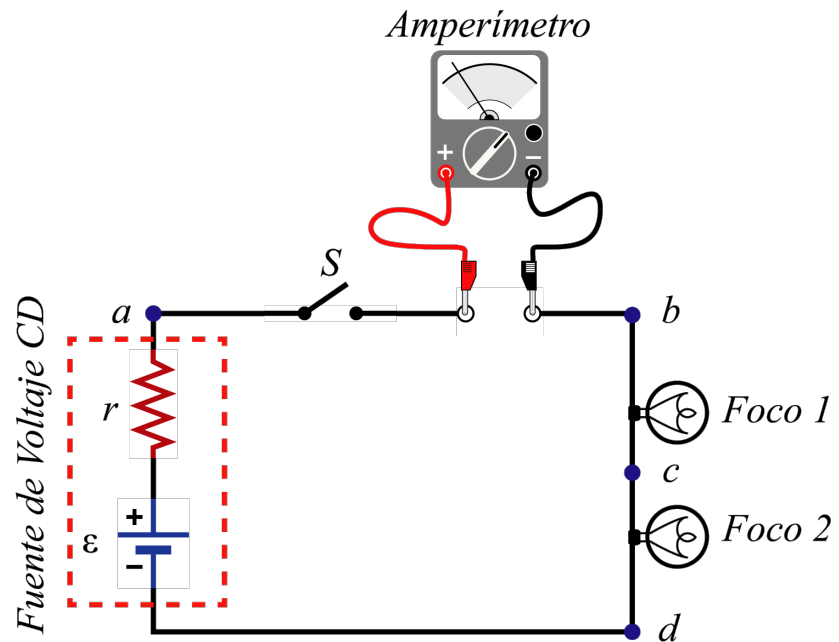
Para el desarrollo de este laboratorio haremos las siguientes consideraciones:

- La resistencia interna generalmente es pequeña.
- La resistencia interna puede afectarse tanto por los componentes internos como por los externos a la fuente de voltaje.
- Hay que distinguir entre un voltaje de circuito abierto y un voltaje de circuito cerrado ya que en el sentido más estricto, no son lo mismo.

1. Configure el multímetro en la función de óhmetro y mida la resistencia de los focos.

Anote ese valor: R_{f1} : _____ Ω R_{f2} : _____ Ω

2. Con el equipo disponible construya el circuito que se muestra en la siguiente figura.





¡CUIDADO!

Siga al pie de la letra las indicaciones que su instructor le explique en cuanto al uso del equipo.

Manipule con cuidado las perillas de la fuente.

No toque el equipo sin previa autorización de su instructor.

Aplice las normas de seguridad que su instructor le comente.

Realice las mediciones de voltaje y corriente en forma continua para evitar mediciones erróneas por calentamiento de los focos.

Si tiene dudas, siempre pregunte a su instructor.

3. Ajuste, haciendo uso del voltímetro, un voltaje de 0.5V a la salida de la fuente de alimentación (esto en circuito abierto).
4. Cierre el circuito y mida las diferencias de potencial entre los puntos “b y c”, “c y d” y “a y d”. Anote estos resultados en la tabla No1.
5. Abra el circuito y mida el valor de la corriente con el amperímetro y anote este resultado en la tabla No1 de resultados obtenidos.
6. Repita los pasos del 3 al 5 para los valores de fem que indique el instructor.
7. Complete la tabla No1 y realice los cálculos para determinar los parámetros indicados.

RESULTADOS OBTENIDOS

FEM \mathcal{E} (V)	V_{ad} (V)	V_{bc} (V)	V_{cd} (V)	I (mA)	R_{f1} (Ω)	R_{f2} (Ω)	V_r (V)	RESISTENCIA INTERNA (Ω) r
1								
1.5								
2								
2.5								

TABLA 1 R_{f1} : Resistencia del foco 1 R_{f1} : Resistencia del foco 1

FEM \mathcal{E} (V)	P_1 (Watts)	P_2 (Watts)	P_r (Watts)	$\mathcal{E} \cdot I$ (Watts) (Potencia entregada)	$P_{f1} + P_{f2} + P_r$ (Potencia consumida)
1					
1.5					
2					
2.5					

TABLA No2 P_{f1} : Potencia foco 1 P_{f2} : potencia foco 2 P_r : potencia r interna



PONGA EN PRÁCTICA LO EXPERIMENTADO

Cuatro pilas de 1.5V se conectan en serie con una bombilla de 12Ω . Si la corriente medida es de 0.45A

¿Cuál es la resistencia interna de cada pila, si se supone que son idénticas y se desprecia la resistencia de los alambres?

constancia de todos los cálculos realizados, para completar las tablas.

Cuando compare dos cantidades, siempre hágalo tomando en cuenta la cantidad, con igual número de decimales.

Las conclusiones, justificaciones y comentarios se basan en la toma de datos, haciendo referencia a estos, y el comportamiento de las variables físicas de las cuales depende el fenómeno experimentado.

1. Complete la tabla No1 efectuando los cálculos correspondientes a las restantes columnas.
2. Calcule la potencia disipada por los focos, resistencia interna, la potencia que proporciona la fuente ($P_e = \epsilon I$) y la potencia total consumida ($P_1 + P_2 + P_r$). Complete la tabla No2.
3. ¿Es significativa la diferencia entre el valor de la resistencia de los filamentos de los focos en frío (medidos con el óhmetro) en relación con los valores calculados en condiciones de trabajo (calientes)? Explique y justifique en base a los resultados obtenidos y la naturaleza de trabajo de los mismos.
4. De acuerdo con el comportamiento de la resistencia del filamento de los focos y los voltajes que se fueron registrando para cada valor de fem ¿Clasificaría dicho filamento como un material óhmico? justifique su respuesta.
5. ¿Cuál es la tendencia presentada por la resistencia interna para los diferentes valores de fem utilizada? De una explicación justificando los resultados de acuerdo a las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento y la teoría que le fundamenta.
6. Para los distintos valores de fem (potencia entregada) , y $P_1+P_2+P_r$ (potencia consumida), haga una comparación entre ambos resultados. ¿Se cumple el principio de conservación de la energía? Si hay diferencias entre la potencia consumida por el sistema y la entregada por la fem, ¿a qué se le puede atribuir?