Práctica 15

RESISTENCIA INTERNA DE UN GENERADOR

1. OBJETIVO

Calcular el valor que tiene la resistencia interna de un generador, su fuerza electromotriz y la intensidad máxima que suministra, empleando para ello una pila seca de 4'5 V.

2. MATERIAL

- Pila seca de 4'5 V
- Reóstato 0 - 10 Ω
- Amperimetro de corriente continua, escala 0 - 5 A
- Voltímetro de corriente continua, escala 0 - 5 V
- Interruptor
- Cables conectores

3. FUNDAMENTO

Como consecuencia de la existencia, en todo circuito, de elementos pasivos (resistencias, motores, etc.), es decir, elementos que consumen energía, es preciso, para mantener una corriente eléctrica continua, que existan además elementos activos que suministren la energía eléctrica. Se denomina generador a cualquier dispositivo capaz de transformar de forma continua, algun tipo de energía (mecánica, térmica, química, etc.) en energía

Prácticas de Física General. Departamento de Física Aplicada.
Escuela Universitaria Politécnica de Alicante. Universidad Politécnica de Valencia (1989).

eléctrica.

Un generador se caracteriza por su fuerza electromotriz (f.e.m.), E, que se define como la energía eléctrica desarrollada por la fuente por unidad de carga que pasa por sus bornes:

$$E = \frac{dW}{dq}$$

La f.e.m. tiene dimensiones de potencial y se mide en voltios (V).

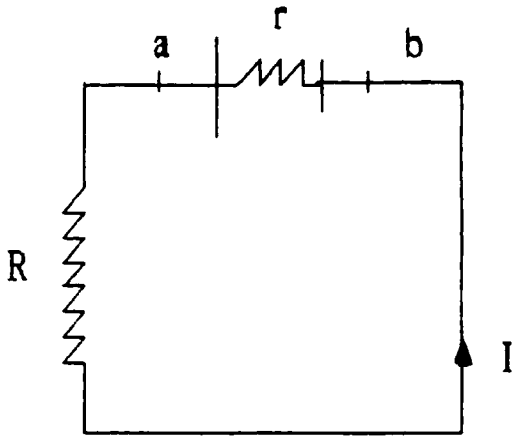
Se pueden considerar dos tipos de generadores:

- Un generador lineal que se caracteriza porque la d.d.p., V, entre sus bornes es igual a la f.e.m., E, y es independiente de la intensidad que circula por el circuito, y

- Un generador real en el que existen pérdidas debidas al propio generador, de modo que E es mayor que V. En la mayoría de los casos el comportamiento de un generador real puede explicarse suponiendo que el generador tiene una resistencia interna r, constante, responsable de las pérdidas de energía. En esta situación el generador real recibe el nombre de generador lineal y puede considerarse equivalente a un generador ideal en serie con la resistencia interna r.

Consideremos el circuito de la siguiente figura, en el que la fuente de alimentación de corriente continua (pila, acumulador, etc.), suministra corriente a una resistencia externa R. Es necesario tener presente que la corriente también circula por el interior del generador y como éste tiene una resistencia interna r (suponiendo un generador real lineal), parte de la energía es consumida en el interior.

Prácticas de Física General. Departamento de Física Aplicada.
Escuela Universitaria Politécnica de Alicante. Universidad Politécnica de Valencia (1989).



Por la ley de Ohm, el valor de la intensidad que circula por el circuito de la figura es:

$$I = \frac{E}{R + r}$$

donde E es la f.e.m. del generador, R la resistencia externa y r la resistencia interna del generador. Despejando:

$$E = I R + I r$$

y como $I R = V_{ab}$, d.d.p. entre los bornes del generador, nos queda

$$E = V_{ab} + I r$$

o bien, el valor de V_{ab} será:

$$V_{ab} = E - I r$$

Ecuación que proporciona la característica tensión-corriente para un generador lineal.

Esta última expresión nos indica que la tensión que suministra la pila siempre es inferior a la f.e.m., y esta disminución es debida a la resistencia del generador.

Prácticas de Física General. Departamento de Física Aplicada.
Escuela Universitaria Politécnica de Alicante. Universidad Politécnica de Valencia (1989).

Sólo en el caso de que el circuito esté abierto (I = 0):

$$V_{ab} = E$$

Cuando se unen los bornes del generador uno con otro, I = E/r es la corriente de cortocircuito y es máxima la intensidad que puede suministrar la pila.

Se denomina rendimiento de un generador, μ, al cociente entre la potencia suministrada y la desarrollada:

$$\mu = \frac{P_s}{P} = \frac{V}{E}$$

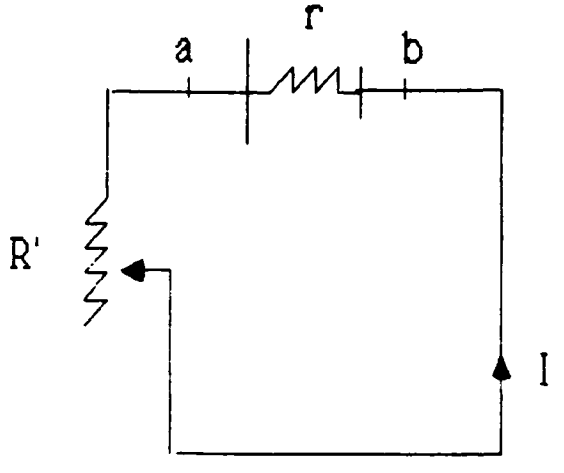
Evidentemente $\mu \leq 1$. Para un generador lineal:

$$\mu = 1 - I\frac{r}{E}$$

siendo μ(I) una relación lineal.

De la expresión $V_{ab} = E - I.r$ se puede obtener la resistencia interna del generador (r) y la fuerza electromotriz (f.e.m.) representando las tensiones en los bornes de la resistencia frente a la intensidad del circuito, es decir, V_{ab} frente a I.

Un dispositivo experimental sencillo para obtener estos datos viene dado en la figura



Prácticas de Física General. Departamento de Física Aplicada.
Escuela Universitaria Politécnica de Alicante. Universidad Politécnica de Valencia (1989).

La resistencia exterior se hace cambiar por medio de una resistencia variable o reóstato, R'. La intensidad que circula por el circuito vendrá dada por la ecuación:

$$I = \frac{E}{R' + r}$$

además:

$$E = I R' + I r = V_{ab} + I r$$

luego:

$$V_{ab} = E - I r$$

como $I R' = V_{ab}$, $I = V_{ab}/R'$, de donde:

$$V_{ab} = E - r \frac{V_{ab}}{R'}$$

y finalmente:

$$V_{ab} = \frac{E}{1 + \frac{r}{R'}}$$

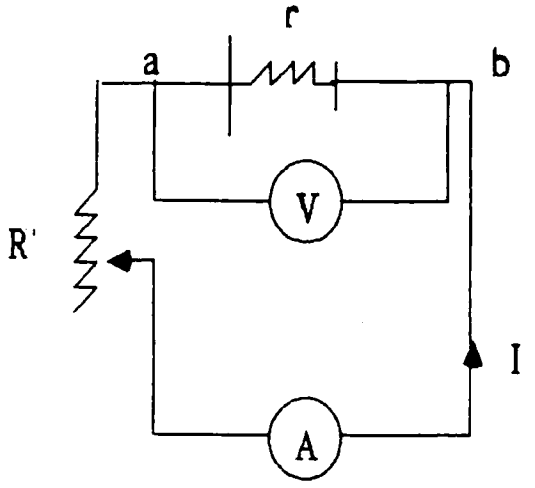
Cuando $R' >> r$; r/R' tiende a cero y V_{ab} tiende a E.

Cuando $R' << r$; V_{ab} tiende a cero.

4. DESARROLLO DE LA PRACTICA

Montar el circuito de la siguiente figura, utilizando una pila seca de petaca de 4'5 V, un voltímetro, un amperímetro y un reóstato.

Prácticas de Física General. Departamento de Física Aplicada.
Escuela Universitaria Politécnica de Alicante. Universidad Politécnica de Valencia (1989).



Si la V_{ab} con el circuito abierto es menor de 4 voltios la pila está agotada y hay que cambiarla.

Variando R' se van obteniendo distintas intensidades y se anotan pares de valores.

Es importante cerrar el circuito sólo en el momento de efectuar la medida, ya que sobre todo con intensidades altas las pilas se agotan rápidamente, y los valores obtenidos en una serie de medidas no son coincidentes.

Es conveniente dejar transcurrir 1 minuto entre cada medida y no tener más de 10 segundos el circuito cerrado.

Es necesario repetir toda la serie de medidas tres veces dejando transcurrir entre una serie de medidas y otra 15 minutos.

Para efectuar las medidas correctamente es necesario el trabajo de dos alumnos al mismo tiempo, uno de ellos manejará la resistencia variable y medirá con el voltímetro, mientras que el otro tendrá a su cargo el amperímetro y el interruptor.

El que se encarga del reóstato de detendrá en los valores de tensión fijados de antemano, por ejemplo, 4'5, 4'4, . . . ,3'5 voltios y en el momento de llegar al valor preestablecido el otro mide la intensidad y abre el circuito.

No es conveniente bajar de 3'5 voltios para no agotar la pila rapidamente.

Prácticas de Física General. Departamento de Física Aplicada.
Escuela Universitaria Politécnica de Alicante. Universidad Politécnica de Valencia (1989).

5. CUESTIONES

(1) Efectuar tres series de medidas como se ha descrito con anterioridad y colocarlas en una tabla.

(2) Calcular las desviaciones medias de las tres medidas y compararlas con el error absoluto.

(3) Efectuar una representación gráfica de V_{ab} frente a I, y utilizando el método de los mínimos cuadrados obtener un valor de r y de E.

(4) Obtener el valor máximo de intensidad suministrado por la pila.

(5) Obtener la representación gráfica que da el rendimiento del generador en función de la intensidad, una vez conocida la resistencia interna del generador, ¿qué se puede deducir de dicha representación?

Prácticas de Física General. Departamento de Física Aplicada.
Escuela Universitaria Politécnica de Alicante. Universidad Politécnica de Valencia (1989).

BIBLIOGRAFIA

- PRACTICAS DE FISICA, A. Beléndez, J. G. Bernabeu, J. Vera, C. Pastor y A. Martín. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 1988.

- FISICA GENERAL, F. Sears, M. Zemansky. Ed. Aguilar. Madrid, 1979.

- PRACTICAS DE FISICA GENERAL, Carlos Pastor Antón. E.U.I.T.O.P. Universidad Politécnica de Valencia. Ejemplar fotocopiado.

- PRACTICAS DE LABORATORIO DE FISICA GENERAL, M. R. Ortega. Ediciones Marzo 80. Barcelona, 1980.

- PRACTICAS DE FISICA, E. Bonet y otros. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 1987.

- ELEMENTOS DE ELECTRONICA/3, "Tecnología de los semiconductores", F.A. Wilson. Ediciones CEAC. Barcelona, 1982.

- FISICA PRACTICA BASICA, P. Soler, A. Negro. Ed. Alhambra. Madrid, 1973.

- PRACTICAS DE OPTICA GEOMETRICA Y RADIOMETRIA, I. Pascual y otros. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante. Alicante, 1988.

- PRACTICAS DE FISICA GENERAL, M. Pujal, D. Giménez, I. Castillejo. E.T.S.I.I. Universidad Politecnica de Barcelona.

Prácticas de Física General. Departamento de Física Aplicada.
Escuela Universitaria Politécnica de Alicante. Universidad Politécnica de Valencia (1989).