

Práctica 3. LEY DE OHM. RESISTENCIA INTERNA DE UN GENERADOR.

Nombre: Jordi

Apellidos: Blasco Lozano

Grupo: 4

Fecha: 16/05/2024

2. Objetivo de la práctica

Verificar la ley de Ohm y determinar la resistencia interna de un generador.

3. Fundamento teórico

Cuando entre los extremos de un conductor lineal se aplica una diferencia de potencial V , a través de éste circula una corriente eléctrica de intensidad I , de modo que estas magnitudes están relacionadas mediante la ley de Ohm:

$$V = IR \quad (\text{Ec.1})$$

siendo R la resistencia eléctrica, la cual depende de la temperatura, de la geometría del conductor y de una magnitud característica del material, denominada resistividad ρ . Idealmente, se puede verificar la ley de Ohm mediante un circuito eléctrico sencillo formado por un generador y una resistencia, tal y como el que se muestra en la Figura 1.

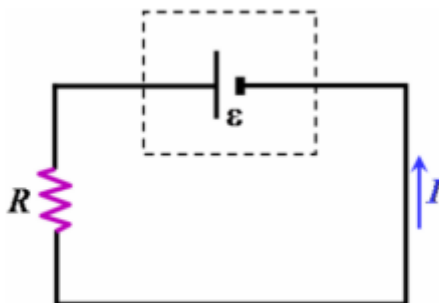


Figura 1. Circuito de un generador ideal.

Un generador se caracteriza por su fuerza electromotriz (f.e.m.) ε , que tiene dimensiones de potencial eléctrico y se mide en voltios (V). En un generador ideal, la diferencia de potencial V , que tiene entre sus bornes, es igual a la f.e.m. ε , y es independiente de la intensidad que circula por el circuito. La ley de Ohm para el circuito de la Figura 1 relaciona la intensidad I y la diferencia de potencial ε mediante:

$$\varepsilon = IR \quad (\text{Ec.2})$$

Un generador real no es perfecto y tiene pérdidas de energía debido a su resistencia interna r_i . Esto hace que la diferencia de potencial V que puede suministrar sea menor que la fuerza electromotriz (f.e.m.) ε del generador ideal. En un circuito, esta resistencia interna causa que parte de la energía se consuma dentro del propio generador, y por lo tanto, lo que se mide realmente es V , no ε .

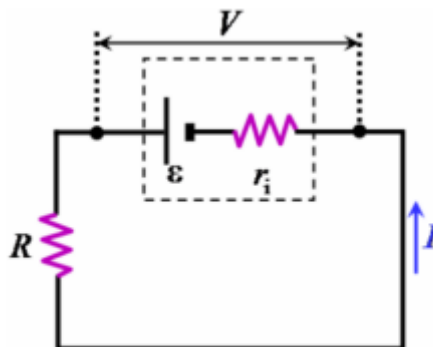


Figura 2. Circuito de un generador real.

La ley de Ohm para el circuito de la Figura 2 relaciona la intensidad I y la diferencia de potencial ε mediante:

$$\varepsilon = I(R + r_i) \quad (\text{Ec.3})$$

Teniendo en cuenta la Ec.1:

$$V = \varepsilon - I r_i \quad (\text{Ec.4})$$

La Ec.4 muestra que la tensión que suministra la pila es inferior a la f.e.m., tanto menor cuanto mayor sea la corriente que circula por el circuito. Esta disminución es debida a la resistencia interna del generador. Sólo si el circuito está abierto ($I = 0$) se cumple que $V = \varepsilon$.

4. Instrumentación y montaje experimental

Generador de corriente continua de unos 5 V, resistencias de 100, 150, 330, 680, 1000, 1500, 2200, 2700 y 3300 Ω , dos polímetros, placa de conexiones y cables.

5. Procedimiento

- Medir la diferencia de potencial V en circuito abierto para obtener la f.e.m. ε del generador. Calcular el error absoluto de las coordenadas obtenidas.
- Medir V y la corriente I para distintas resistencias R . La gráfica de V frente a I será lineal, con la pendiente igual a r_i y la ordenada en el origen igual a ε .
- Con r_i conocida, verificar la ley de Ohm graficando I frente a $(R+r_i)^{-1}$, esperando una línea recta con pendiente ε .

6. Datos

a) Medida de la diferencia de potencial V en circuito abierto.

$$V = 5,20 \pm 0,01 \text{ V}$$

b) Elaborar una tabla en la que aparezcan los valores medidos para las resistencias R , las intensidades I y las diferencias de potencial V .

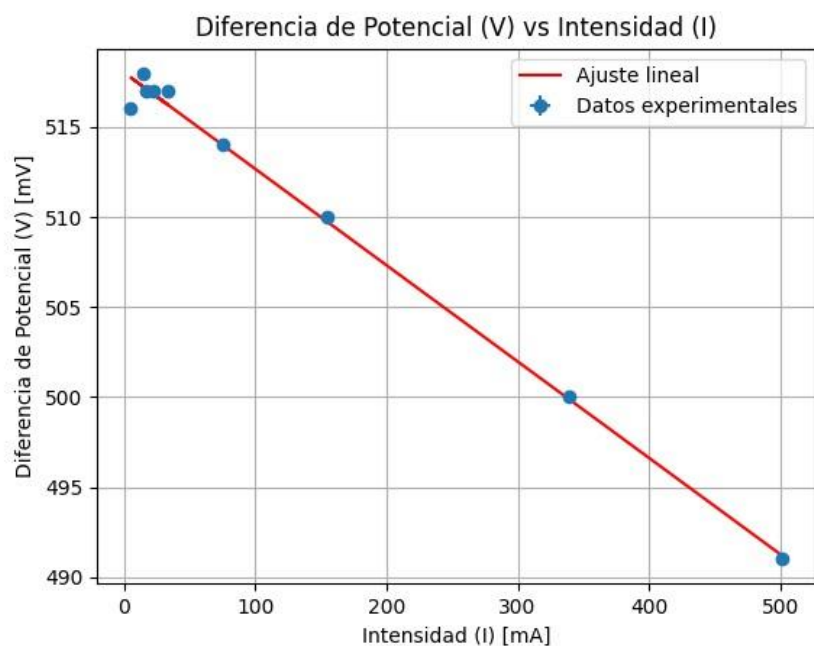
R nominal (Ω)	$R \pm E_R$ (Ω)	$I \pm E_I$ (Unidades)	$V \pm E_V$ (Unidades)
100	$99,8 \pm 0,1$	$50,1 \pm 0,1$	$4,91 \pm 0,01$
150	$148,5 \pm 0,1$	$33,9 \pm 0,1$	$5 \pm 0,01$
330	324 ± 1	$15,5 \pm 0,1$	$5,1 \pm 0,01$
680	671 ± 1	$7,5 \pm 0,1$	$5,14 \pm 0,01$
1000	982 ± 1	$5 \pm 0,1$	$5,16 \pm 0,01$
1500	1487 ± 1	$33 \pm 0,1$	$5,17 \pm 0,01$
2200	2140 ± 10	$2,2 \pm 0,1$	$5,17 \pm 0,01$
2700	2630 ± 10	$1,7 \pm 0,1$	$5,17 \pm 0,01$
3300	3210 ± 10	$1,4 \pm 0,1$	$5,18 \pm 0,01$

7. Graficos

a)

Graficos

Mediante python y las librerias matplotlib y numpy creamos un data set con todos los datos y realizamos una grafica de plots con el ajuste lineal correspondiente



b)

$$r_i = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{5.18 - 4.91}{0.14 - 5.01} = 0.055 \, \Omega$$

$$\varepsilon = V + r_i I = 5.18 + (0.055)(0.14) = 5.1877 \, V$$

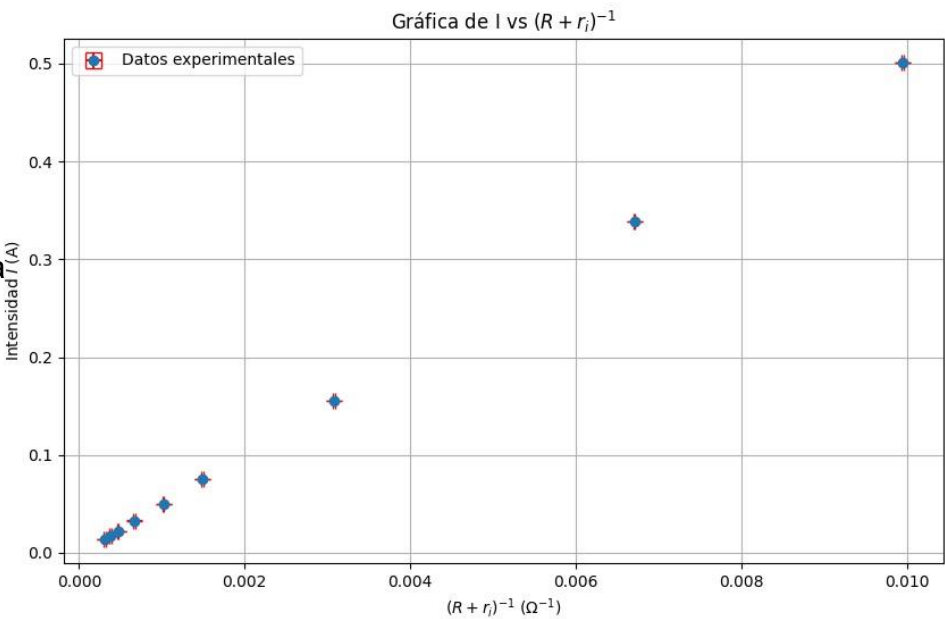
$$|M| = r_i = 0.055 \pm 0.001 \, \Omega$$
$$n = \varepsilon = 5.1877 \pm 0.01 \, V$$

c)

$R \pm E_R \, (\Omega)$	$(R+r_i)^{-1} \pm E_{(R+r_i)^{-1}} \, (\mu\Omega^{-1})$	$I \pm E_I \pm E_{I'} \, (\text{mA})$
99.8 ± 0.1	9950 ± 10	501 ± 0.1
148.5 ± 0.1	6710 ± 10	339 ± 0.1
324 ± 1	3080 ± 10	155 ± 0.1
671 ± 1	1490 ± 10	75 ± 0.1
982 ± 1	1020 ± 10	50 ± 0.1
1487 ± 1	670 ± 10	33 ± 0.1
2140 ± 10	470 ± 10	22 ± 0.1
2630 ± 10	380 ± 10	17 ± 0.1
3210 ± 10	310 ± 10	14 ± 0.1

d)

Seguimos los mismos pasos de python del anterior apartado pero con los nuevos datos para realizar la grafica



8. Calculos

Realizamos las derivadas parciales según la formula

$$E_f = \left| \frac{\partial f}{\partial R} \right| E_R + \left| \frac{\partial f}{\partial r_i} \right| E_{r_i} \quad E_f = \left| -\frac{1}{(R + r_i)^2} \right| E_R + \left| -\frac{1}{(R + r_i)^2} \right| E_{r_i}$$

Luego sustituimos por los datos

$$E_f = \frac{1}{(324.5)^2} \times 1 \approx \frac{1}{105260.25} \approx 9.5 \times 10^{-6} \Omega^{-1}$$

9. Resultados y respuestas

a)

<i>Cuestión</i>	Resultado
f.e.m ε (apartado 7b)	$5.1877 \pm 0.01 \text{ V}$
Resistencia interna r_i del generador (apartado 7b)	$0.055 \pm 0.001 \Omega$

b)

Cuando R es grande V ronda los 5,17, es decir el limite de V cuando R tiende a infinito está acotado entre 5,17 y 5,19

c)

La medida del circuito abierto de V es practicamente la misma a ε del apartado 7b

Conclusión

En esta práctica se verificó la ley de Ohm y se determinó la resistencia interna de un generador. Los resultados mostraron una relación lineal entre la diferencia de potencial y la corriente, confirmando la teoría. Los valores de la resistencia interna y la f.e.m. obtenidos mediante ajustes por mínimos cuadrados fueron consistentes y coincidieron con las medidas en circuito abierto. La práctica demostró cómo las pérdidas internas afectan la tensión suministrada, validando la aplicación de conceptos teóricos a circuitos eléctricos reales.