

1 Introducción

El presente trabajo consistió en dos experiencias:

- Verificar los teoremas de Thevenin y Norton y verificar el teorema de la máxima transferencia de potencia (1)
- Estudiar la variación de la resistencia de una lámpara según su temperatura (2)

Para llevar a cabo los objetivos, se procedió al armado, la puesta en marcha, la medición y el análisis teórico de dos circuitos.

2 Método operativo

2.1 Circuito 1

En total se realizaron tres procedimientos:

- Se midieron los valores de R_1, R_2, R_3 (con ellos se dedujo R_{th}). A continuación se conectó la fuente y se midió, por un lado la tensión entre A y B sin carga (V_{th}), y por el otro la corriente entre A y B a circuito cerrado (I_n), es decir con ambos terminales en cortocircuito.
- Se procedió a medir, también por separado, todas las tensiones y corrientes de las tres resistencias a circuito cerrado entre A y B. En total con este procedimiento se realizaron 6 mediciones, las de $I_{R1,R2,R3}$ y $V_{R1,R2,R3}$
- Por último, se colocó una resistencia variable entre los nodos A y B, y se midió V e I simultáneamente en sucesivas oportunidades alterando la magnitud de R, con el objetivo de establecer con cuál valor de R se daba la máxima transferencia de potencia.

2.2 Circuito 2

- Se procedió a conectar una lámpara a la fuente y medir en sucesivas oportunidades, simultáneamente, la tensión, la corriente, y temperatura de la lámpara, separadas por un lapso de 20 segundos, dado que la hipótesis es que la resistencia variará en función de la temperatura a lo largo del tiempo (y por lo tanto la corriente).

2.2.1 Detalles de las mediciones

Para medir la magnitud de los resistores, y la temperatura de la lámpara se utilizó un multímetro digital, mientras que para medir las tensiones y corrientes del circuito se utilizaron voltímetros y amperímetros de aguja, conectados en paralelo y serie respectivamente. En los casos donde se necesitó medir corriente y tensión a la vez se empleó el formato de conexión conocido como conexiónado corto.

3 Análisis de resultados

3.1 Mediciones

3.1.1 Valores de los Resistores

| | Teórico | Práctico |
|-------|-------------|-----------------------|
| R_1 | 70Ω | $70.0 \pm 0.1\Omega$ |
| R_2 | 200Ω | $199.9 \pm 0.1\Omega$ |
| R_3 | 100Ω | $100 \pm 0.1\Omega$ |

3.1.2 Thevenin y Norton

| | Teórico | Práctico |
|--------------|---------------|-------------------------|
| V_{fuente} | - | $(12 \pm 0.05)V$ |
| R_{th} | 151.8Ω | $(161.8 \pm 0.2)\Omega$ |
| V_{th} | $8.88V$ | $(8.95 \pm 0.05)V$ |
| I_n | $58.53mA$ | $(55 \pm 1)mA$ |

3.1.3 Tensiones y corrientes en los resistores

| | Teórico | Práctico |
|----------|-----------|----------------|
| V_{R1} | $6.14V$ | $5.6 \pm 0.1V$ |
| V_{R2} | $5.85V$ | $5.9 \pm 0.1V$ |
| V_{R3} | $5.85V$ | $5.8 \pm 0.1V$ |
| I_{R1} | $87.78mA$ | $80 \pm 5mA$ |
| I_{R2} | $29.25mA$ | $25 \pm 5mA$ |
| I_{R3} | $58.53mA$ | $55 \pm 5mA$ |

3.1.4 Variación de R para buscar máxima transferencia de potencia

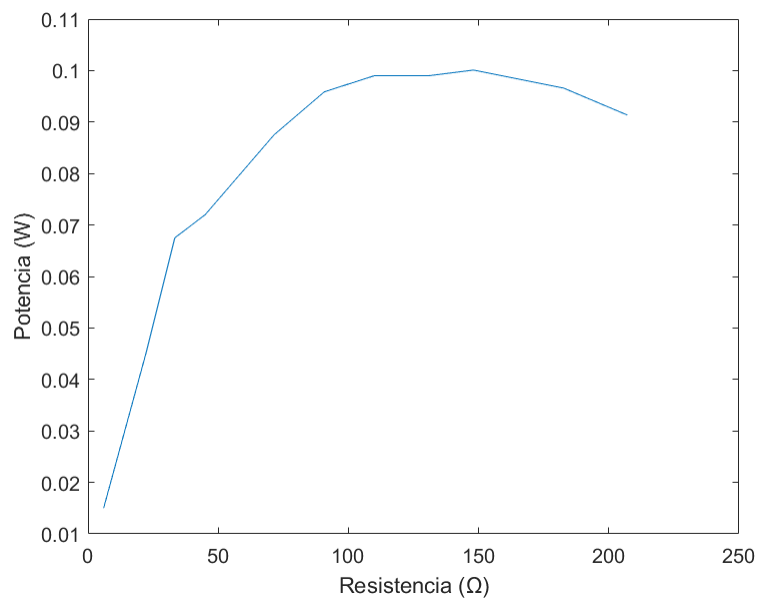
| Tensión (V) | Corriente(mA) |
|-------------|---------------|
| 0.3 | 50 |
| 1 | 45 |
| 1.5 | 45 |
| 1.8 | 40 |
| 2.5 | 35 |
| 2.95 | 32.5 |
| 3.30 | 30 |
| 3.6 | 27.5 |
| 3.85 | 26 |
| 4.20 | 23 |
| 4.35 | 21 |

3.1.5 Variación de la resistencia en función de la temperatura y corriente en función de la temperatura

| Tensión (V) | Corriente (mA) | Temperatura (C°) |
|-------------|----------------|------------------|
| 9.7 | 88 | 50 |
| 10 | 87.5 | 85 |
| 9.9 | 87 | 115 |
| 10 | 86 | 140 |
| 9.9 | 85 | 150 |

3.2 Gráficos

3.2.1 Variación de R para buscar máxima transferencia de potencia



3.2.2 Variación de la resistencia en función de la temperatura

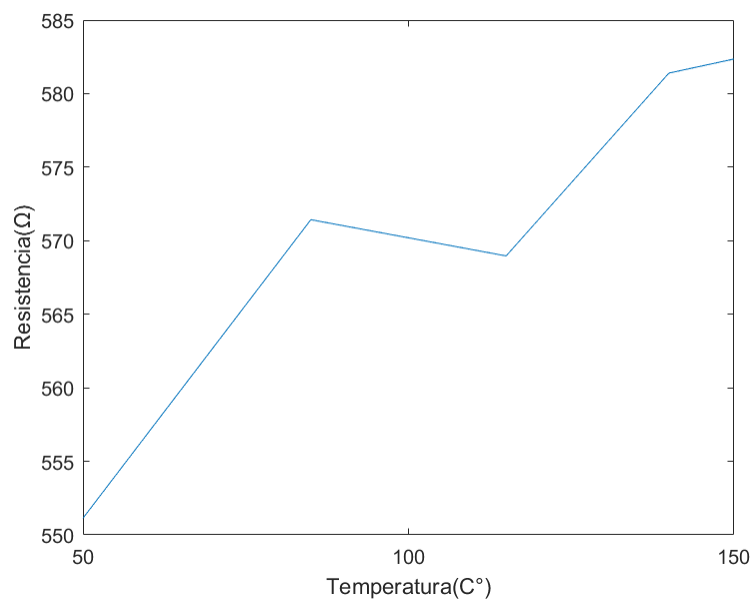


Figure 1: Resistencia de la lámpara en función de la temperatura

3.2.3 Variación de la corriente en función de la temperatura

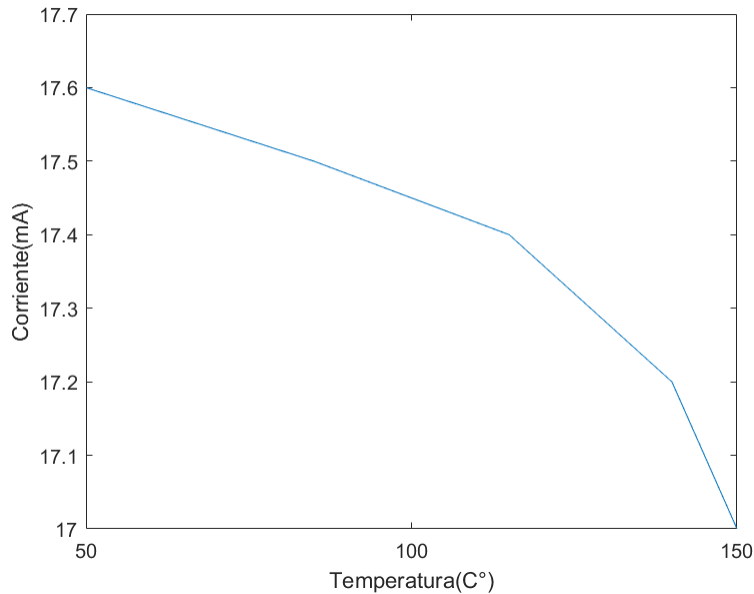


Figure 2: Corriente de la lámpara en función de la temperatura

4 Conclusión

4.1 Conclusiones del grafico 3.2.1

Las mediciones del grafico 3.2.1. se tomaron de forma tal que se pueda observar si el valor medido se acerca o no al teórico, siendo éste: $R_{th} \approx 151,85$.

Como consecuencia, se pudo apreciar, a pesar de que los instrumentos no son óptimos para las mediciones, que esta realmente próximo a R_{th} , por una diferencia de aproximadamente 10 ohms. Las diferencias resultantes se deben a las consideraciones realizadas en la resolución teórica de los circuitos, donde no se tiene en cuenta la tolerancia de las resistencias utilizadas en la práctica, que en este caso no juega un papel importante dado que no se trabajó con tensiones altas (del orden de los 100V), donde la variación que se produciría es más considerable en ese caso. Tampoco se tiene en cuenta la resistencia interna que posee la fuente de tensión ni los instrumentos de medición empleados. Se verifica, por otra parte, el comportamiento lineal de la corriente por las resistencias respecto a la tensión.

4.2 Conclusiones de los graficos en los puntos 3.2.2 y 3.2.3

La resistencia en función de la temperatura (Ver Figure 1) tiende al principio actuar en la “zona en frío” o “zona lineal” donde vale la ley de ohm. Luego, con el paso del tiempo y el aumento de la temperatura, se puede observar que la función deja de ser lineal y, por lo tanto, la lámpara deja de tener un comportamiento óhmico.

Se observa que, al aumentar la temperatura de la lámpara, la resistencia aumenta tal como lo predice la ecuación: $R = R_0(1 + \alpha T)$

El valor de R_0 es supérfluo, ya que como el α del tungsteno es 0.0045 a 20°C (temperatura ambiente), lo que al fin y al cabo lo que resulta importante es que sea mayor que 0 para poder afirmar que el valor de la resistencia aumentará conforme lo haga la temperatura.

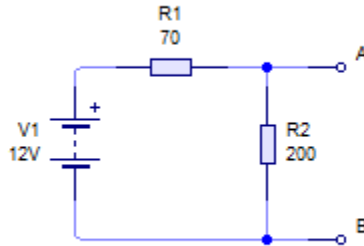
Como aumenta la resistencia, la corriente debe disminuir su valor ya que es el único dispositivo conectado al circuito bajo una tensión “constante” (Ver Figure 2), verificando la hipótesis planteada en el inciso 2.2.

5 Anexo

5.1 Resolucion analítica del circuito 1

Como el circuito está abierto entre los nodos A y B, no circular corriente por la resistencia R3.

Por este motivo, el circuito equivalente queda reducido a:

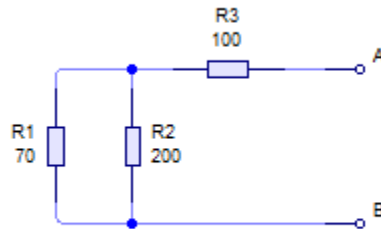


Donde V_{ab} coincide con el valor de V_{th}

Aplicando divisor de tensión se obtiene que:

$$V_{th} = \frac{V R2}{R1 + R2} = \frac{80}{9} V \approx 8,88V$$

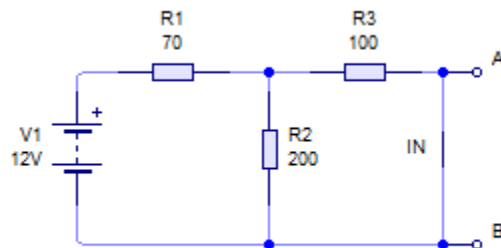
Para averiguar cual es la R_{th} se procede a pasivar las fuentes del circuito por ende, para nuestro análisis, el circuito equivalente quedaría de la siguiente forma:



R_{th} es la resistencia medida entre los puntos A y B, ergo se procede a la asociación de resistencias para obtener una R_{eq} , que claramente es la R_{th} .

$$R_{eq} = R_{th} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} + R3 = \frac{4100}{27} \Omega \approx 151,85 \Omega$$

Ahora solo resta calcular la I_n



I_n se define como la corriente que circula desde el nodo A hacia el nodo B.

Para poder saber cuanto vale esa corriente calcularemos la tensión que cae sobre R3, para después aplicar ley de ohm

$$R_p = R_2 // R_3 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{200}{3} \Omega \approx 66,67 \Omega$$

Aplicando divisor de tensión:

$$V_{R2} = V_{R3} = \frac{V_1 \cdot R_p}{R_p + R_1} = \frac{240}{41} V \approx 5,85 V$$

$$I_n = I_{R3} = \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{12}{205} A \approx 58,53 mA$$

Además, se verifica que $\frac{V_{th}}{I_n} = \frac{4100}{27} \Omega = R_{th}$

Para calcular las demás corrientes:

$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{5,85}{200} A \approx 29,25 mA$$

$$I_{R1} = I_{R2} + I_{R3} = (58,53 + 29,25) mA = 87,78 mA$$

Finalmente tenemos:

$$V_{R1} = I_{R1} \cdot R_1 = 6,14 V$$