



INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE
BUENOS AIRES

Trabajo Práctico N° 1

Teoría de Circuitos I
25.10

Grupo N° 5

Juan Bautista Correa Uranga
Juan Ignacio Caorsi
Rita Moschini

Legajo: 65016
Legajo: 65532
Legajo: 67026

25 de agosto de 2025

Resumen

Este trabajo práctico consiste de dos partes, la primera teniendo como objetivo verificar los análisis de Thevenin y Norton para el estudio de circuitos, y la segunda buscando comprobar la máxima transferencia de potencia para el valor de resistencia de Thevenin/Norton correspondiente.

En la primera parte de la práctica se ensambló el circuito indicado por la consigna con los nodos A y B formando un circuito abierto. Luego, se realizaron las mediciones de la tensión de Thevenin y la corriente de Norton entre los mismos, así como la resistencia de Thevenin/Norton. Se considera que los resultados medidos durante la práctica ($V_{Th} = 9,29V$, $I_{Nt} = 24,6mA$ y $R_{Th/Nt} = 388\Omega$) son suficientemente semejantes a los teóricos ($V_{Th} = 9,25V$, $I_{Nt} = 25,19mA$ y $R_{Th/Nt} = 367,1436\Omega$) como para considerarlos coherentes con lo estudiado en las teóricas de la materia.

En la segunda parte de la práctica se conectó una resistencia variable entre los nodos A y B y se fue aumentando su valor de entre su mínimo (0Ω) y su máximo (500Ω), a la vez que se medían con cada variación de la resistencia el valor de la misma, la caída de tensión entre los nodos A y B y la corriente que circulaba en aquella rama. Para visualizar la semejanza entre los resultados teóricos y los prácticos, se recomienda ver la figura 5, la cual muestra que los valores medidos en su mayoría se asemejan satisfactoriamente a los previstos teóricamente.

Índice

| | |
|--|----------|
| 1.. Introducción | 3 |
| 1.1. Resistencias equivalentes | 3 |
| 1.2. Ley de Ohm y Kirchoff | 3 |
| 1.3. Circuito de Thevenin y Norton | 4 |
| 2.. Desarrollo | 5 |
| 2.1. Equivalentes de Thevenin y Norton | 6 |
| <i>a).</i> Medición | 6 |
| <i>b).</i> Resultados | 6 |
| <i>c).</i> Análisis | 7 |
| 2.2. Máxima transferencia de potencia | 7 |
| <i>a).</i> Medición | 7 |
| <i>b).</i> Resultados | 7 |
| <i>c).</i> Análisis | 9 |
| 3.. Conclusiones | 9 |
| 4.. Anexos | 9 |

1. Introducción

En este trabajo práctico se estudió la variación de la potencia de un circuito en función de la variación de la resistencia brindada por el potenciómetro. Para esto se usaron los siguientes conceptos teóricos, los cuales tienen como objetivo simplificar circuitos complejos, para facilitar su estudio.

1.1 Resistencias equivalentes

Para poder simplificar el análisis de circuitos más complejos, se puede reemplazar varias resistencias R_N en una sola resistencia equivalente R_{eq} . Para realizar esto es necesario analizar en que caso nos encontramos. El primer caso es el que observa en la Figura 1, y viene dado por la ecuación $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_N$. El segundo caso, es cuando tenemos resistencias en paralelo, observar Figura 2. Este caso viene dado por la siguiente ecuación $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$.

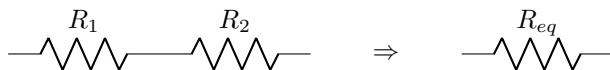


Figura 1: Equivalencia de dos resistencias en serie

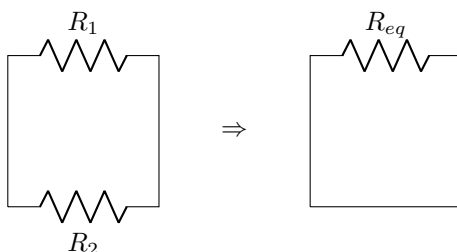


Figura 2: Equivalencia de dos resistencias en paralelo

1.2 Ley de Ohm y Kirchhoff

Para el análisis de circuitos, existen 3 leyes de gran importancia.

La primera es **la Ley de Ohm**, la cual establece una relación lineal entre la tensión, la corriente y la resistencia para los elementos pasivos. Matemáticamente $V = R \cdot I$.

La otra es **la primera ley de Kirchhoff** la cual establece que la suma de las corrientes entrantes a un nodo, es igual a la suma de las corrientes salientes.

del nodo. Matematicamente $\sum I_n = 0$, siendo I_n las corrientes que entran o salen de un nodo.

Por último tenemos **la segunda ley de Kirchoff** la cual establece que la suma de las tensiones sobre una malla es igual a 0. Matematicamente $\sum V_n = 0$, siendo $V_n = 0$ todas las tensiones de la malla recorrida.

1.3 Circuito de Thevenin y Norton

Muchas veces, a la hora de analizar un circuito complejo, lo único que interesan son las tensiones, corrientes y resistencias en la salida del mismo. Un ejemplo de esto a la hora de analizar un circuito integrado, donde muchas veces se miran solo las salidas y entradas del mismo. Para tal motivo, existen dos teoremas equivalentes, el **Teorema de Thevenin** y el **Teorema de Norton** (observar Figura 3), los cuales son muy útiles para simplificar circuitos mas complejos.

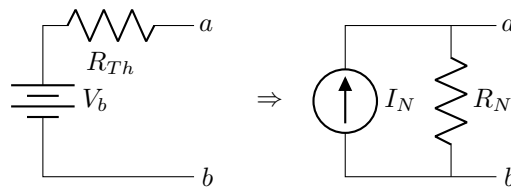


Figura 3: Equivalencia de Norton.

En ambos casos, se pueden establecer la siguientes igualdades:

1. $R_N = R_{Th}$
2. V_{ab} es igual en ambos casos.
3. $V_{Th} = I_N \cdot R_N = I_N \cdot R_{Th}$

Es importante mencionar que para poder conseguir los valores equivalente, se puede seguir 3 metodos:

1. Si en el circuito existen solo resistencia y fuentes de tensión/corriente no dependientes se puede pasivar las fuentes, esto es dejar las fuentes de tensión en cortocircuito y las fuentes de corriente en circuito abierto. Una vez hecho eso, se obtiene la resistencia equivalente según lo dicho en la sección de resistencia equivalentes. Por último se busca la corriente de Norton, dejando las puntas A-B en cortocircuito o la tension dejando las puntas en circuito abierto.
2. En caso de existir fuentes no dependientes y fuente dependientes, es importante mencionar que estas últimas no se pueden pasivar. Por tal motivo lo que se debe hacer es calcular la corriente de Norton y la tensión de Thevenin para luego, mediante la ley de ohm, calcular la resistencia equivalente.

3. En caso de tener solo fuentes dependientes y ninguna fuente no dependientes, lo que se hace es conectar una fuente al borde A-B y resolver para conseguir o la corriente o la tension. Finalmente, con esos datos, se despeja la resistencia equivalente, mediante la ley de ohm.

Por último, muchas veces este método sirve para calcular rapidamente la potencia transferida a la carga. En particular, **el máximo de potencia transferida** ocurre cuando $R_{Carga} = R_{Th/N}$.

2. Desarrollo

Para el desarrollo de este trabajo, se consideró el circuito indicado en la esquemática Figura 4.

Para construirlo se usaron los siguientes materiales:

- $V_{S_1} = 12\text{ V}$
- $V_{S_2} = 5\text{ V}$
- $R_1 = R_2 = 220\ \Omega$
- $R_3 = 680\ \Omega$
- $R_4 = 100\ \Omega$
- Resistencia variable con $R_{L_{max}} = 500\ \Omega$
- Protoboard y cables puentes

Primero, se procedió a la construcción del circuito según lo indicado por la esquemática Figura 4.

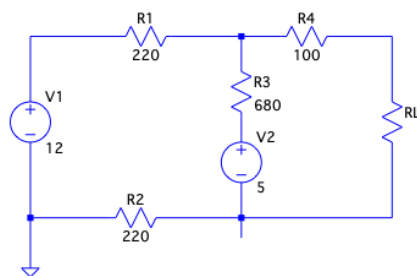


Figura 4: Esquemática del circuito

Como elementos de medición y alimentación se usaron los siguientes materiales:

- Multímetro: UNI-T, Standar Digital multimeter, modelo: UT39C
- Osciloscopio: KEYSIGHT, Digital Storage Oscilloscope, modelo: DSOX 1202G
- Fuente DC doble: GW, modelo: GPC-3030D

Finalmente se midieron con el multímetro los siguientes valores para compararlos con los teóricos. Tabla 1

| R_i | Nominales [Ω] | Valores medidos [Ω] |
|-------|------------------------|------------------------------|
| R_1 | 200 | 223 |
| R_2 | 220 | 219 |
| R_3 | 680 | 667 |
| R_4 | 100 | 99 |

Tabla 1: Resistencias: nominales vs. medidos

2.1 Equivalentes de Thevenin y Norton

a) Medición

Para la primera parte del trabajo, se procedió a la medición de la resistencia de Thevenin, Corriente de Norton y el Voltaje de Thevenin. Para toda esta sección se desconectó la resistencia variable (RL).

En primer lugar, se midió el voltaje de Thevenin. Esto se realizó conectando el voltímetro en paralelo con el nodo A y el nodo B.

En segundo lugar, se midió la Corriente de Norton. Esto se realizó usando el multímetro en modo amperímetro. Para realizar la medición, este se conectó en serie con los extremos A y B.

Finalmente se midió la resistencia de Norton/Thevenin. Para esto, primero se pasivaron ambas fuentes de tensión. Esto se consiguió apagando ambas fuentes de tensión y luego cambiándolas por cables, haciendo cortocircuito. Por último, se usó el multímetro en modo óhmetro y se conectaron ambas puntas a los nodos A y B.

b) Resultados

Los valores teóricos calculados son los siguientes:

- $V_{Th} = 9,25 \text{ V}$
- $I_{Nt} = 25,19 \text{ mA}$
- $R_{Th/Nt} = 367,1436 \Omega$

Para esta primera parte se consiguieron los siguientes valores experimentales:

- $V_{Th} = 9,29\text{V}$
- $I_{Nt} = 24,6\text{ mA}$
- $R_{Th/Nt} = 388\ \Omega$

c) Análisis

Luego de realizar repetidas mediciones, se puede observar que los valores medidos y los teóricos son bastante similares, con un error relativo máximo del 5,7% en el caso de la resistencia de Thevenin/Norton. Este error puede explicarse principalmente por la tolerancia de las resistencias utilizadas en el circuito, que es del 5%, y por pequeñas imprecisiones en la medición. Además, influyó la precisión del multímetro empleado, que es de $\pm(0,5\% + 1)$ para la medición de tensión de corriente continua y de $\pm(0,8\% + 1)$ para la medición de resistencia y corriente continua. Factores adicionales, como la calidad de las conexiones y las condiciones ambientales, pudieron haber contribuido levemente al error, aunque sin afectar la validez del modelo de Thevenin/Norton.

2.2 Máxima transferencia de potencia

a) Medición

Para esta parte, se añadió la resistencia variable al circuito. Seguidamente, se conectaron un osciloscopio en paralelo con la resistencia variable (R_L), para medir el voltaje, y un multímetro en modo amperímetro en serie con el circuito y la resistencia.

Luego de esto, se realizó la medición empezando con el potenciómetro en su mínimo valor de resistencia. Luego de anotar los valores de corriente y voltaje, se siguió repitiendo el proceso aumentando el valor de resistencia del potenciómetro hasta llegar al valor máximo.

b) Resultados

Los resultados recolectados fueron los señalados en la Tabla 3. Para información adicional, se puede observar la Tabla 2 en el apéndice.

| Corriente [mA] | Voltaje [V] | Resistencia [Ω] (calculada teóricamente) |
|----------------|-------------|--|
| 22 | 0,5 | 22,73 |
| 20 | 1 | 50 |
| 19,1 | 1,375 | 71,99 |
| 18,3 | 2 | 109,29 |
| 16,9 | 2,5 | 147,93 |
| 15,1 | 3 | 198,68 |
| 13,6 | 3,25 | 238,97 |
| 12 | 3,875 | 322,92 |
| 11,4 | 4,5 | 394,74 |
| 11,3 | 4,625 | 409,29 |

Tabla 2: Valores medidos de la segunda parte de la práctica.

Los resultados recolectados fueron los siguientes. Observar Tabla 3

| Resistencia [Ω] | Potencia [mW] |
|--------------------------|---------------|
| 30 | 16,27 |
| 60 | 28,14 |
| 90 | 36,85 |
| 120 | 43,27 |
| 150 | 47,99 |
| 180 | 51,45 |
| 210 | 53,94 |
| 240 | 55,71 |
| 270 | 56,91 |
| 300 | 57,67 |
| 330 | 58,10 |
| 360 | 58,26 |
| 390 | 58,21 |
| 420 | 58,00 |
| 450 | 57,66 |
| 480 | 57,23 |

Tabla 3: Valores teóricos

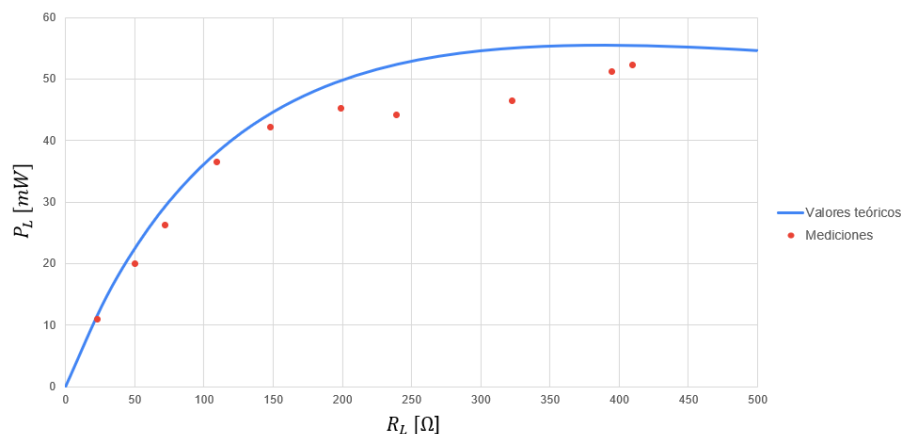


Figura 5: Potencia P_L disipada por el resistor variable R_L en función del valor del mismo.

Se puede observar en la tabla que el valor de la máxima potencia disipada por el resistor se corresponde con el valor de 360Ω del mismo.

c) Análisis

Se puede observar que los valores teóricos y los medidos son lo suficientemente cercanos para confirmar la validez del valor de teórica de la resistencia de carga R_L que maximiza la potencia disipada. Aún así, se debe remarcar que la desviación que hay en la práctica se puede deber a la precisión del multímetro utilizado como también la del osciloscopio y por supuesto, a la tolerancia de las resistencias utilizadas en el circuito (5 %).

3. Conclusiones

A lo largo del desarrollo del trabajo práctico, se verificó experimentalmente la aplicabilidad de los teoremas de Thévenin y Norton. Además, se adquirió experiencia fundamental en el manejo adecuado de instrumentos de medición y montaje de circuitos eléctricos sobre una protoboard. Como resultado de esta práctica, se comprobó la efectividad del teorema de máxima transferencia de potencia identificando la resistencia de carga óptima.

4. Anexos