



Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Computadores

Laboratorio de Circuitos Eléctrico - CE2201
Bitácora de Laboratorio

Datos del grupo:

Integrante(s): Ian Yoel Gómez Oses – Mauro Brenes Brenes

Profesor: Ing. Jeferson González Gómez, Dr.-Ing.

Semestre: II – 2025

Laboratorio 6. Resistencia interna de fuente de tensión y máxima transferencia de potencia

1. Introducción

Las fuentes de tensión que se utilizan en la práctica no son elementos ideales, sino que internamente tienen algunos parámetros equivalentes que tienen un efecto en la salida. La tensión o la corriente de salida varían dependiendo de la carga que se coloque.

2. Objetivos

1. Describir y explicar el funcionamiento de diferentes tipos de fuentes.
2. Aplicar métodos de medición apropiados para obtener el valor de los diferentes parámetros no ideales de una fuente.
3. Comprobar experimentalmente las características de las fuentes independientes de tensión.

3. Cuestionario previo

1. Investigue y explique las características de las fuentes de tensión y corriente ideales y reales.
2. Explique el funcionamiento de cada uno de los circuitos que se usarán en este experimento.
3. Realice todos los cálculos indicados en el procedimiento.
4. Simule el circuito de medición de la [figura 6.1](#) utilizando LTSpice.
5. Llene las tablas [6.1](#) y [6.2](#) con los datos teóricos calculados.
6. En un circuito, que valor de resistencia de carga R_L debe conectarse para obtener la máxima transferencia de potencia.
7. ¿Qué valor de resistencia debe conectarse en el circuito de la [figura 6.2](#) para obtener la máxima transferencia de potencia?

4. Equipo y materiales

Cantidad	Descripción
1	Fuente de CD
1	Multímetro digital
1	Protoboard
	Cables conectores tipo banana-banana
	Resistencias de $100\ \Omega$, $470\ \Omega$, $1\ \text{k}\Omega$, $2\ \text{k}\Omega$, $5\ \text{k}\Omega$, $100\ \text{k}\Omega$
	Resistencias de $1\ \Omega$, $10\ \Omega$, ambas de $5\ \text{W}$
	Potenciómetro analógico de $5\ \text{k}\Omega$

Cuestionario Previo

1. Investigue y explique las características de las fuentes de tensión y corriente ideales y reales.

Las fuentes de tensión ideales se caracterizan por mantener una diferencia de potencial constante entre sus terminales sin importar la magnitud de la corriente que fluya a través de ellas. Esto es posible porque presentan una resistencia interna nula ($R = 0$), lo que implica que pueden suministrar cualquier cantidad de corriente sin que la tensión se vea afectada. No obstante, en aplicaciones reales, estas fuentes presentan una resistencia interna distinta de cero, la cual se modela como una resistencia en serie con la fuente ideal. Como consecuencia, la tensión en los terminales disminuye a medida que aumenta la corriente, debido a la caída de tensión provocada por dicha resistencia interna.

En cuanto a las fuentes de corriente, una fuente ideal proporciona una corriente constante sin importar la tensión presente en sus terminales. Para lograr esto, se considera que su resistencia interna es infinita ($R = \infty$), lo cual le permite mantener una corriente fija sin tener en cuenta la tensión necesaria. Sin embargo, en la práctica, una fuente de corriente real incluye una resistencia interna conectada en paralelo con la fuente ideal. Esta resistencia provoca que parte de la corriente se desvíe por ella, haciendo que la corriente entregada a la carga dependa del valor de dicha resistencia interna, por lo que la corriente final puede variar con la carga conectada.

2. Explique el funcionamiento de cada uno de los circuitos que se usarán en este experimento.

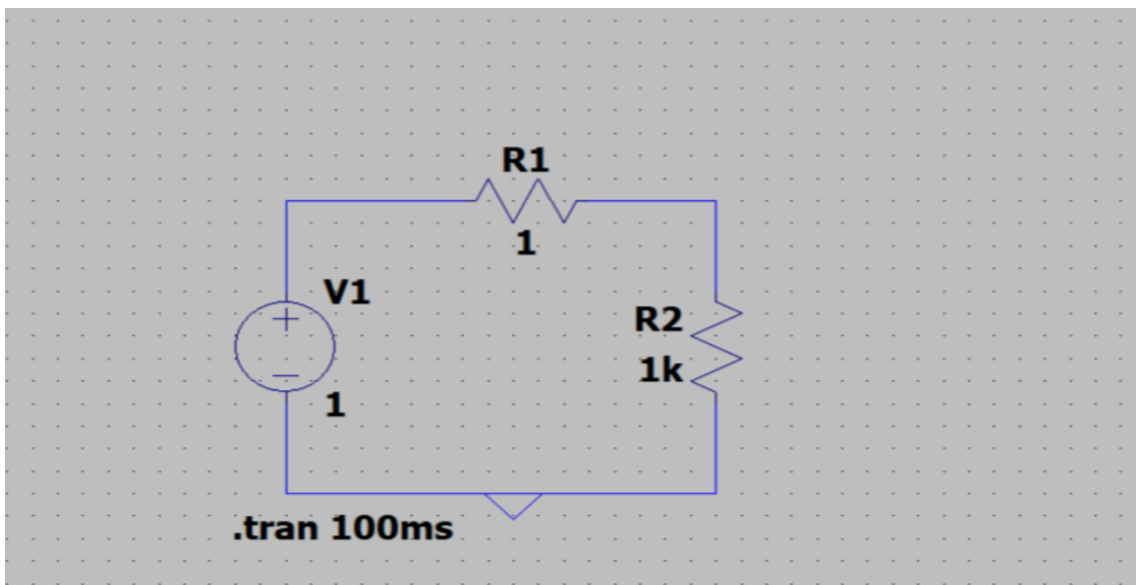
A continuación, se describe el funcionamiento de los circuitos utilizados en este experimento.

En el primer circuito (Fig. 6.1), se emplea una fuente de 1V junto con una resistencia R_i para simular una fuente de tensión real. Al reducir el valor de la resistencia de carga R_L , la corriente que debe suministrar la fuente aumenta, lo cual se interpreta como un incremento en la carga que ésta debe soportar. Este aumento en la corriente provoca una mayor caída de tensión en la resistencia interna R_i , lo que a su vez reduce la tensión disponible en la salida de la fuente. La energía disipada en R_i representa la pérdida interna de energía dentro de la fuente.

En el segundo circuito (Fig. 6.2), se utiliza una configuración básica diseñada para verificar el principio de máxima transferencia de potencia. En este caso, se trabaja con una resistencia de Thevenin $R_{th} = 1k\Omega$ y un voltaje de Thevenin constante de $V_{th} = 30V$. Al modificar el valor de la resistencia de carga R_L , se observa cómo varía la potencia entregada a la carga. El objetivo es demostrar que la potencia máxima se transfiere cuando se cumple la condición $R_L = R_{th}$.

3. Realice todos los cálculos indicados en el procedimiento.

4. Simule el circuito de medición de la figura 6.1 utilizando LTSpice.



5. Llene las tablas 6.1 y 6.2 con los datos teóricos calculados

6. En un circuito, que valor de resistencia de carga R_L debe conectarse para obtener la máxima transferencia de potencia.

El valor de la resistencia debe de ser igual al de la resistencia R_{th} la cual es la resistencia equivalente de Thevenin vista desde los terminales de la carga.

7. ¿Qué valor de resistencia debe conectarse en el circuito de la figura 6.2 para obtener la máxima transferencia de potencia?

El valor de la resistencia debe de ser $1k\Omega$

5. Procedimiento

5.1. Medición de la resistencia interna de una fuente de tensión

- 1. Calcule la tensión máxima que se puede aplicar a la resistencia de $1\ \Omega/5\ W$ que se usará en esta medición. $U =$ _____
- 2. Ajuste la tensión de la fuente a $1\ V$ y su corriente al máximo.
- 3. Arme el circuito de medición de la figura 6.1. Coloque una resistencia $R_i = 1\ \Omega$.

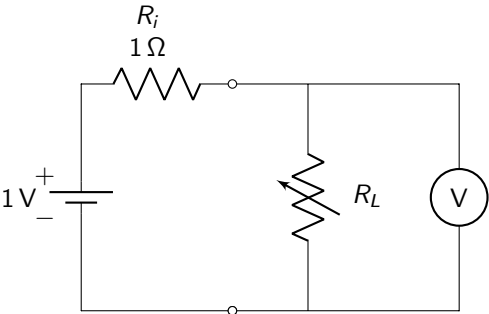


Figura 6.1: Medición de la resistencia interna de una fuente de tensión.

- 4. Mida la tensión en la carga para los valores de resistencias indicadas en la tabla 6.1.

Tabla 6.1: Mediciones de tensión de carga para determinar la resistencia interna de la fuente de tensión.

R_L	∞	1 k Ω	470 Ω	100 Ω	10 Ω	5 Ω	1 Ω	0,5 Ω
$V_{L(e)}$	1,0510 V	1,043 V	1,0199 V	1,0014 V	904,3 mV	753,4 mV	456,1 mV	335,6 mV
$V_{L(f)}$	1 V	999 mV	997,88 mV	990,09 mV	909,09 mV	833,33 mV	500 mV	333,33 mV

5.2. Máxima transferencia de potencia

- 1. Arme el circuito de medición de la figura 6.2. En la resistencia R_L , coloque un potenciómetro analógico de 5 k Ω .

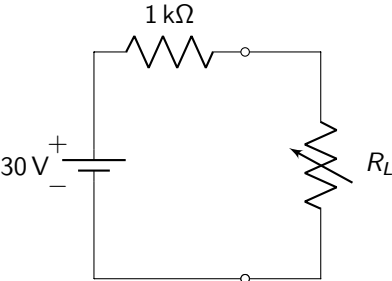


Figura 6.2: Circuito para determinar la máxima transferencia de potencia.

- 2. Mida la corriente y la tensión para cada uno de los valores de resistencia R_L .
- 3. Varíe la carga del circuito según la tabla 6.2 y mida la tensión de la carga para cada caso.

Tabla 6.2: Mediciones de tensión de carga en función de la resistencia de carga para el circuito de la figura 6.2.

R_L	$0\ \Omega$	$100\ \Omega$	$300\ \Omega$	$700\ \Omega$	$1\ \text{k}\Omega$	$1,3\ \text{k}\Omega$	$1,5\ \text{k}\Omega$	$2\ \text{k}\Omega$	$2,5\ \text{k}\Omega$	∞
$V_{L(e)}$	$0,06\text{V}$	$2,61\text{V}$	$6,95\text{V}$	$12,51\text{V}$	$15,34\text{V}$	$17,09\text{V}$	$18,09\text{V}$	$20,18\text{V}$	$21,42\text{V}$	$29,94\text{V}$
$I_{L(e)}$	$20,82\text{mA}$	$23,25\text{mA}$	$23,83\text{mA}$	$17,87\text{mA}$	$15,03\text{mA}$	$13,08\text{mA}$	$12,09\text{mA}$	$10,04\text{mA}$	$8,68\text{mA}$	0A
$V_{L(r)}$	0V	$2,73\text{V}$	$6,92\text{V}$	$12,35\text{V}$	15V	$16,96\text{V}$	18V	20V	$21,42\text{V}$	30V
$I_{L(r)}$	30mA	$27,27\text{mA}$	$23,08\text{mA}$	$17,65\text{mA}$	15mA	$13,04\text{mA}$	12mA	10mA	$8,57\text{mA}$	0A

6. Evaluación

1. Para la fuente de tensión grafique V contra I . Determine la resistencia interna a partir del gráfico.
2. Utilizando los datos de la tabla 6.1 calcule el valor de la resistencia interna de la fuente de tensión para cada una de las mediciones.
3. ¿Cuál de los resultados anteriores permite determinar de una mejor manera el valor de la resistencia interna de la fuente? Explique. Grafique los resultados de la tabla 6.2.
4. Grafique la potencia consumida en la resistencia R_L , es decir realice un gráfico donde el eje horizontal sea la resistencia de carga del circuito de la figura 6.2 y el eje vertical sea la potencia consumida para cada valor de resistencia, $P_L = f(R_L)$.
5. Analice los resultados obtenidos en la gráfica anterior, preste especial atención al valor de resistencia que produce la máxima transferencia de potencia.
6. Mencione las principales conclusiones sobre este experimento.

1. Para la fuente de tensión grafique V contra I . Determine la resistencia interna a partir del gráfico.

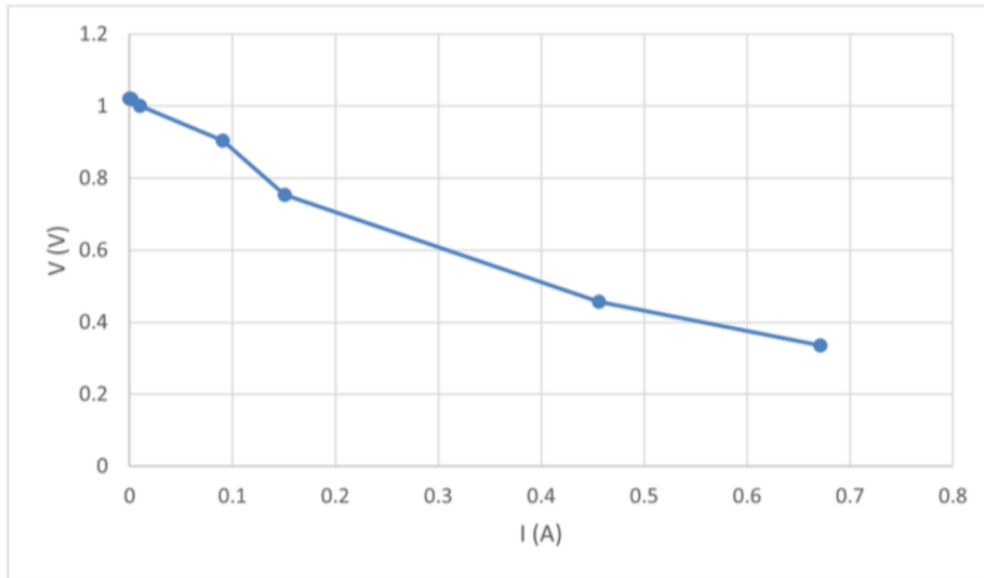


Figura 4. Grafica de V vs I

Al sacar el promedio de las pendientes de la grafica, se obtiene el valor de R_i . Cuyo valor es $R_i = 1,26\Omega$

2. Utilizando los datos de la tabla 6.1 calcule el valor de la resistencia interna de la fuente de tensión para cada una de las mediciones

Usando la ecuación del circuito:

$$V_L = \left(\frac{R_L}{R_L + R_i} \right) \cdot V_{oc}$$

Se despeja R_i :

$$R_i = \left(\frac{V_{oc}}{V_L} - R_L \right) \cdot R_L$$

donde V_{oc} es el voltaje en circuito abierto $V_{oc} = 1,0212 \text{ V}$, se calculan los siguientes valores para la resistencia interna R_i :

$R_L (\Omega)$	$V_L(e) (V)$	$R_i (\Omega)$
1000	1,0203	0,88
470	1,0199	0,60
100	1,0014	1,98
10	0,9043	1,29
5	0,7534	1,78
1	0,4561	1,24
0,5	0,3356	1,02

3. ¿Cuál de los resultados anteriores permite determinar de una mejor manera el valor de la resistencia interna de la fuente? Explique. Grafique los resultados de la tabla 6.2.

La energía disipada en R_i representa la pérdida de energía en el interior de la fuente. Esta será mayor a medida que la carga demande una mayor corriente, ya que se produce una caída de voltaje más grande en la resistencia interna, lo que reduce el voltaje terminal. Por lo tanto, la mejor manera de determinar R_i es cuando R_L se encuentra cada vez más cerca del valor de R_i , y serán los resultados de $R_i = 1,24$ y $R_L = 1,24$

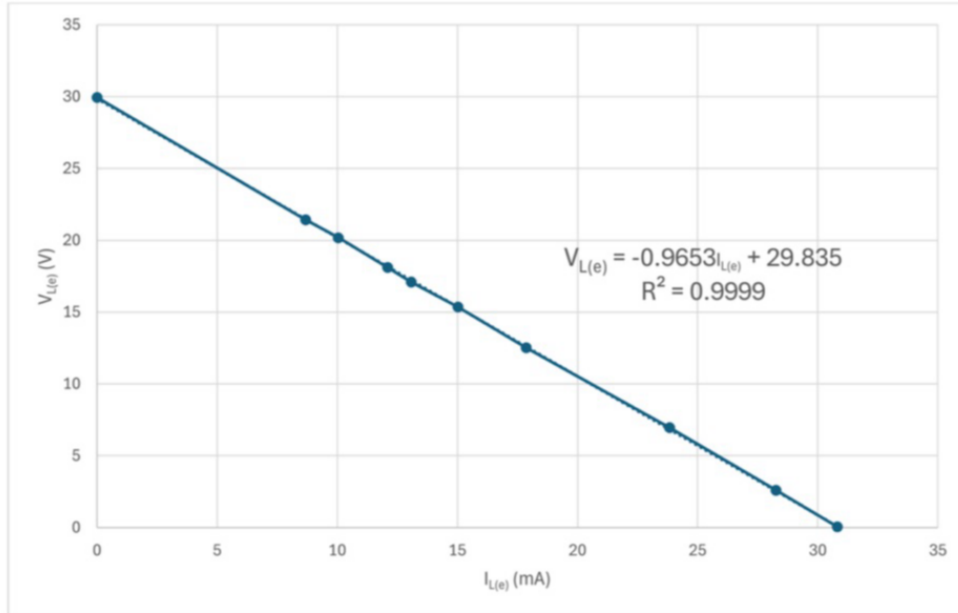


Figura 5. Gráfica de $V_{L(e)}$ vs $I_{L(e)}$

4. Grafique la potencia consumida en la resistencia R_L , es decir realice un gráfico donde el eje horizontal sea la resistencia de carga del circuito de la figura 6.2 y el eje vertical sea la potencia consumida para cada valor de resistencia, $P_L = f(R_L)$.

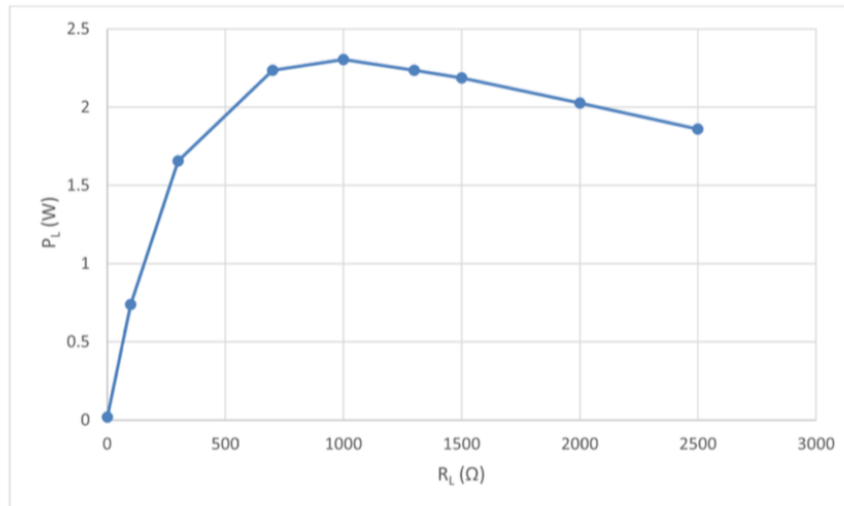


Figura 6. Gráfica de R_L vs P_L

5. Analice los resultados obtenidos en la gráfica anterior, preste especial atención al valor de resistencia que produce la máxima transferencia de potencia.

La gráfica obtenida muestra que, conforme el valor de R_L se aproxima al de R_i , la potencia entregada a la carga aumenta, alcanzando un valor máximo cuando $R_L = R_i$. Posteriormente, a medida que R_L se aleja de este valor, la potencia disminuye. Este comportamiento confirma el Teorema de Máxima Transferencia de Potencia, respaldando así los fundamentos teóricos establecidos previamente.

6. Mencione las principales conclusiones sobre este experimento.

Se concluye que, en función del valor de la resistencia de carga R_L , la tensión de salida de una fuente real no se mantiene constante. A medida que la corriente aumenta, se observa una caída de tensión más grande, lo cual evidencia el efecto de la resistencia interna. Esto implica que la fuente no se comporta idealmente, ya que su voltaje terminal depende de la carga conectada.

En la segunda parte del experimento, se observó que la potencia entregada a la carga disminuye cuando R_L se aleja del valor de R_i . Si R_L es muy grande, la corriente es mínima, reduciendo la potencia. Si R_L es muy pequeña, la caída de tensión en R_i es significativa, lo que también reduce la potencia entregada. La máxima transferencia de potencia ocurre cuando $R_L = R_i$.

En resumen, este experimento permitió comprobar el Teorema de Máxima Transferencia de Potencia y analizar la influencia de la resistencia interna de una fuente.

Referencias

- [1] T. L. Floyd, *Principios de circuitos eléctricos*. Pearson Educación, 2007.
- [2] A. Charles, *Fundamentos de circuitos eléctricos*. McGraw-Hill Interamericana, 2022.