

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA-ELECTRÓNICA

**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**INFORME No. 5**

**POTENCIA Y MÁXIMA  
TRANSFERENCIA DE POTENCIA**

**Estudiante:**

Caballero Burgoa, Carlos Eduardo.

**Carrera:**

Ing. Electromecánica.

**Docente:**

Ing. Marco Antonio Vallejo Camacho.

**Grupo:** 3E.

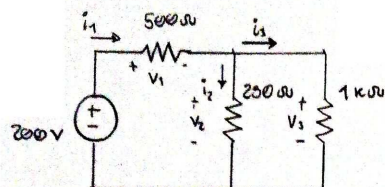
**Fecha de entrega:** 28 de Mayo del 2024.

## 1. Cálculos previos

Pre-informe

OK

- 1) Resuelva el circuito de la figura y encuentre los valores de potencias,  $P_s$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ , y  $P_3$ . Registre los resultados obtenidos en la tabla.



$$\begin{pmatrix} 500+250 & -250 \\ -250 & 1000+250 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_1 \\ i_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 200 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{cases} i_1 = 0.2857 \text{ [A]} \\ i_2 = i_1 - i_3 = 0.2286 \text{ [A]} \\ i_3 = 0.0571 \text{ [A]} \end{cases}$$

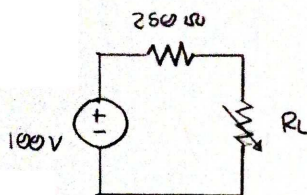
	R [Ω]	I [A]	V [V]	P [W]
R <sub>1</sub>	500	0.2857	142.8571	40.8163
R <sub>2</sub>	250	0.2286	57.1429	13.0612
R <sub>3</sub>	1000	0.0571	57.1429	3.2653

$$P_s = 200(0.2857) = 57.1429 \text{ [W]}$$

- 2) Realice la simulación del circuito y encuentre los valores de  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ , e  $I_3$ . Calcule las potencias y registre los resultados obtenidos.

	I [A]	V [V]	P [W]
R <sub>1</sub>	0.286	143	40.898
R <sub>2</sub>	0.229	57.1	13.0759
R <sub>3</sub>	0.0571	57.1	3.26041

3) En el circuito de la figura, considere que la resistencia variable  $R_L$  puede variar desde 0  $\Omega$  hasta 1k $\Omega$ . Grafique  $P_L$  vs.  $R_L$ .



$$R_L \in (0; 1000) [\Omega]$$

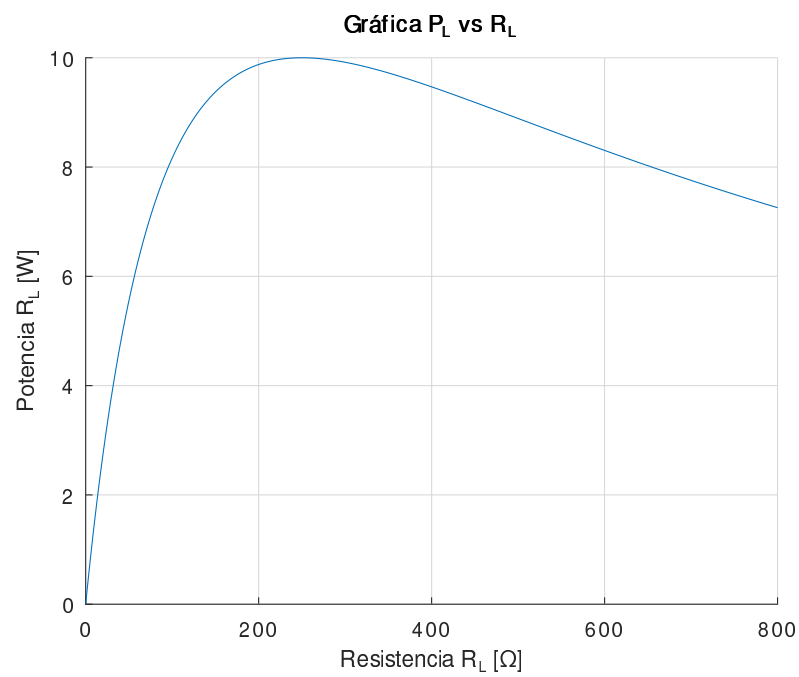
$$V_L = 100 \frac{R_L}{250 + R_L}$$

$$I_L = \frac{V}{R_1 + R_L} = \frac{100}{250 + R_L} [A]$$

$$P_L = I_L^2 R_L = \frac{100^2 R_L}{(250 + R_L)^2} [W]$$

$R_L$	$I_L$	$P_L$
0	0.400	0.000
50	0.333	5.556
100	0.286	8.163
150	0.250	9.375
200	0.222	9.877
250	0.200	10.000
300	0.182	9.917
350	0.167	9.722
400	0.154	9.467
450	0.143	9.184

$R_L$	$I_L$	$P_L$
500	0.133	8.889
550	0.125	8.594
600	0.118	8.304
650	0.111	8.025
700	0.105	7.756
750	0.100	7.500
800	0.095	7.256
850	0.091	7.025
900	0.087	6.805
950	0.083	6.597
1000	0.080	6.400



2. Simulación

Se utilizó el software *Quite Universal Circuit Simulator*. para simular el circuito, este puede verse en la figura (1).

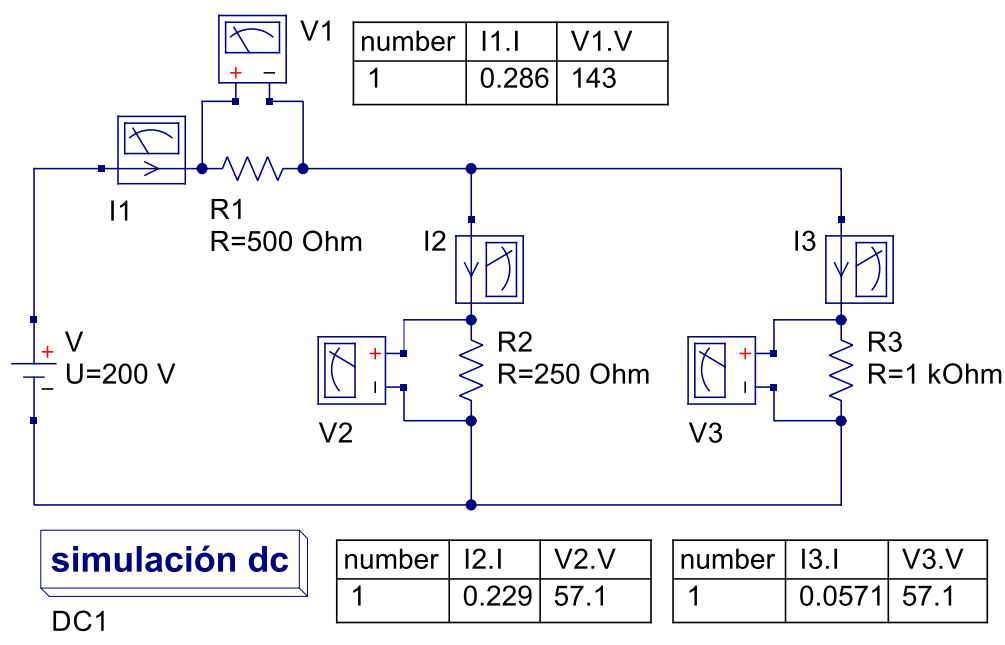


Figura 1: Simulación del circuito para calculo de potencias.



### 3. Tablas y mediciones

En la figura (2), se adjunta la hoja de resultados provista en la guía de laboratorio, rellena con la información teórica, simulada y las mediciones realizadas en laboratorio.

<b>PRÁCTICA 5</b>	<b>MARTES</b> <small>Día</small>	<b>14 : 47</b> <small>Hora</small>	<b>3E</b> <small>Grupo</small>	<b>14/05/24</b> <small>Fecha</small>	<b>1/24</b> <small>Gestión</small>	
<b>CABALLERO BURGOA</b> <small>Apellido(s)</small>		<b>CARLOS EDUARDO</b> <small>Nombre(s)</small>			<small>VoBo Docente Laboratorio</small>	

#### Resultados

	$V_s$	$R_1 = 500 \Omega$		$R_2 = 250 \Omega$		$R_3 = 1 k\Omega$	
		$V_1$	$I_1$	$V_2$	$I_2$	$V_3$	$I_3$
<b>TEÓRICO</b>	200 V	142.86	0.286	67.14	0.229	57.14	0.0571
<b>SIMULACIÓN</b>	200 V	143	0.286	57.1	0.229	57.1	0.0571
$P_s = V_s \times I_1 = 57.14$		$P_1 = V_1 \times I_1 = 40.82$		$P_2 = V_2 \times I_2 = 13.06$		$P_3 = V_3 \times I_3 = 3.26$	

Tabla 5.1.

$V_s$	$(500\Omega) R_1 = 521$		$(250\Omega) R_2 = 257$		$(1K\Omega) R_3 = 1046$	
	$V_1$	$I_1$	$V_2$	$I_2$	$V_3$	$I_3$
187	135.6	0.26	53	0.21	53	50.6
$P_s = V_s \times I_1 = 48.62$	$P_1 = V_1 \times I_1 = 35.256$		$P_2 = V_2 \times I_2 = 11.13$		$P_3 = V_3 \times I_3 = 26.82$	
$P_s$ (Vatímetro)	$P_1$ (Vatímetro)		$P_2$ (Vatímetro)		$P_3$ (Vatímetro)	
62	44		14		3	

Tabla 5.2.

$(250 \Omega) R_1 = 257$											
Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$V_s$	100.1	99.7	99.5	99.2	100.5	100.2	100	99.8	99.7	99.6	99.5
$V_L$	74.8	71.1	65.8	60.4	55.8	50.3	46.5	42.4	38.7	36.0	33.2
$I$	0.10	0.11	0.13	0.16	0.18	0.20	0.21	0.23	0.24	0.25	0.27
$R_L = V_L / I$	G1-F0	G1-F10	G1-F20	G1-F30	G1-F40	G1-F50	G1-F60	G1-F70	G1-F80	G1-F90	G1-F100
	748	646.36	506.15	377.50	310.00	251.50	221.43	184.35	161.25	144.00	122.96
$P_1 = I^2 \times R_1$	2.57	3.11	4.34	6.58	8.33	10.28	11.33	13.59	14.80	16.06	18.73
$P_L = V_L \times I$	7.48	7.82	8.65	9.66	10.04	10.06	9.76	9.75	9.29	9.0	8.96
$P_s + P_L$	10.05	10.93	12.99	16.24	18.37	20.34	21.1	23.35	24.1	25.06	27.7

Tabla 5.3.

Figura 2: Tabla de resultados.

## 4. Cuestionario

1. Con los datos presentados en la tabla 5.2, verifique la conservación de la energía.

Los valores de potencia son los siguientes:

Medición	$V_S[W]$	$R_1[W]$	$R_2[W]$	$R_3[W]$
Calculo teórico	57.14	40.82	13.06	3.26
Voltaje x corriente	48.62	35.256	11.13	2.682
Vatímetro	62	44	14	3

Para verificar la conservación de la energía, la potencia disipada por las resistencias debe ser igual a la potencia suministrada por la fuente de voltaje:

Calculo teórico:

$$P_{\text{dis}} = 40.82 + 13.06 + 3.26 = 57.14[W] = P_{\text{sum}}$$

Voltaje x corriente:

$$P_{\text{dis}} = 35.256 + 11.13 + 2.682 = 49.068[W] \approx 48.62[W]$$

$$\text{Error} = \frac{49.068 - 48.62}{48.62} * 100 = 0.92 \%$$

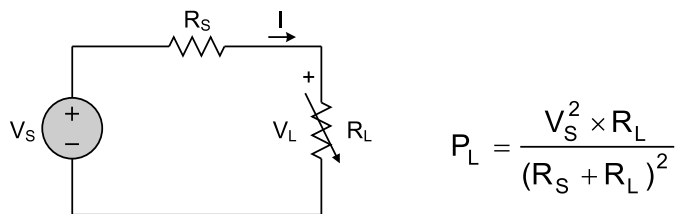
Vatímetro:

$$P_{\text{dis}} = 44 + 14 + 3 = 61[W] \approx 62[W]$$

$$\text{Error} = \frac{62 - 61}{62} * 100 = 1.61 \%$$

Ambas discrepancias están dentro de los márgenes de error de la medición.

2. Si consideramos un circuito como el mostrado en la figura a continuación se puede encontrar que la potencia consumida en la resistencia de carga  $R_L$  esta dada por la ecuación presentada en la misma figura. Demostrar matemáticamente el teorema de la máxima transferencia de potencia ( $R_L = R_S$ ).



Se calcula el voltaje de la resistencia  $R_L$  a partir del divisor de tensión:

$$V_L = V_S \frac{R_L}{R_S + R_L} \quad (1)$$

Se calcula la corriente de la resistencia  $R_L$  a partir de la ley de *Ohm*:

$$I_L = \frac{V_S}{R_{eq}} = \frac{V_S}{R_S + R_L} \quad (2)$$

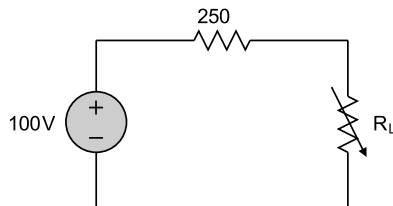
Se halla la potencia de la resistencia  $R_L$  haciendo uso de las ecuaciones (1) y (2):

$$\begin{aligned} P_L &= I_L V_L \\ &= \frac{V_S}{R_S + R_L} V_S \frac{R_L}{R_S + R_L} \\ P_L &= V_S^2 \frac{R_L}{(R_S + R_L)^2} \end{aligned} \quad (3)$$

Para hallar el máximo de la función se calcula la derivada de (3) y se iguala a 0:

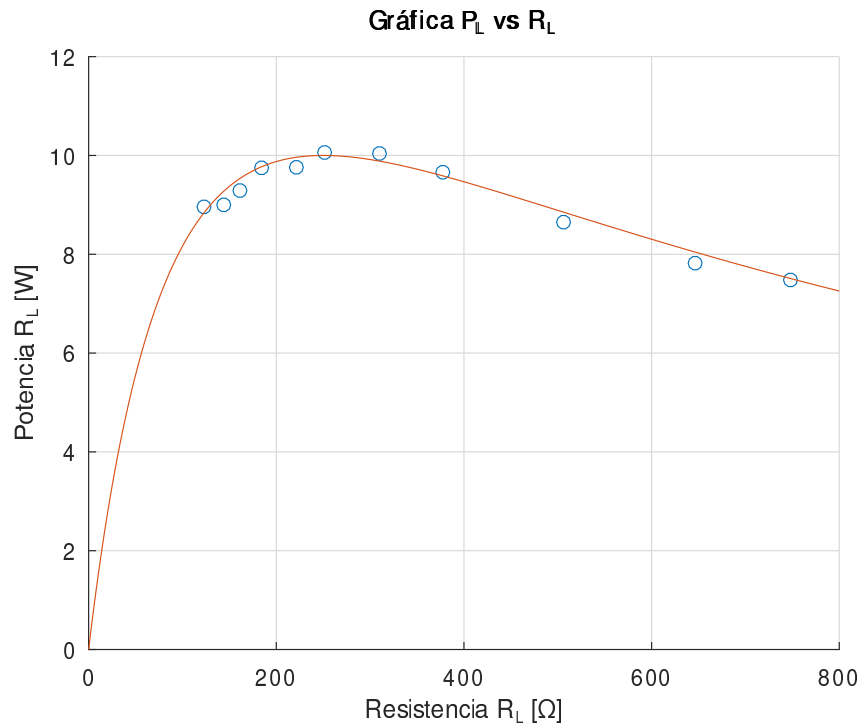
$$\begin{aligned} \frac{dP_L}{dR_L} &= \left( V_S^2 \frac{R_L}{(R_S + R_L)^2} \right)' \\ 0 &= V_S^2 \left( \frac{R_L}{(R_S + R_L)^2} \right)' \\ 0 &= V_S^2 \left( \frac{R'_L}{(R_S + R_L)^2} + \frac{R_L}{[(R_S + R_L)^2]'} \right) \\ 0 &= V_S^2 \left( \frac{1}{(R_S + R_L)^2} - \frac{2 R_L}{(R_S + R_L)^3} \right) \\ \frac{1}{(R_S + R_L)^2} &= \frac{2 R_L}{(R_S + R_L)^3} \\ R_S + R_L &= 2 R_L \\ R_S &= R_L \end{aligned} \quad (4)$$

3. Graficar  $P_L$  vs.  $R_L$  empleando los resultados obtenidos en la tabla 5.3. Verifique en que valor de  $R_L$  se da la máxima transferencia de potencia.



Los datos medidos son:

Nº	$R_L$	$P_L$
1	748.00	7.48
2	646.36	7.82
3	506.15	8.55
4	377.50	9.66
5	310.00	10.04
6	251.50	10.06
7	221.43	9.76
8	184.35	9.75
9	161.25	9.29
10	144.00	9.00
11	122.96	8.96



**Figura 3:** Curva de potencia y valores tomados en laboratorio.

En la figura (3) se muestra la curva de la función potencia y los datos tomados en laboratorio, puede apreciarse que la máxima transferencia de potencia se realizó en la muestra 6, cuyo valor de resistencia es  $251.51[\Omega]$  para la cual la potencia es  $10.06[W]$ .

## 5. Conclusiones

En laboratorio se realizaron mediciones de potencia con la ayuda de multímetros para la toma de tensión y corriente, además haciendo uso del vatímetro, si bien en las mediciones de



potencia se pudo constatar la conservación de energía, los valores son diferentes.

	Voltaje x corriente	Vatímetro	Error
$V_S$	48.62	62	21.58 %
$R_1$	35.26	44	19.86 %
$R_2$	11.13	14	20.50 %
$R_3$	2.68	3	10.67 %

Esta discrepancia puede deberse a la forma de medición, ya que la medición con vatímetro se realizó en cuatro etapas (una componente a la vez), mientras que la medición con multímetros se realizó en dos etapas (conectando hasta cuatro multímetros a la vez en el circuito). Por lo cual el voltaje de regulación de la fuente ha podido caer por debajo del valor real.

Entonces la medición con vatímetro debe estar mas próximo al valor real de potencia.

Adicionalmente se comprobó teóricamente y en laboratorio la máxima potencia que es transferida a una resistencia y como tal valor máximo esta relacionado con la resistencia de *Thévenin*.