

# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

## "Práctica N°6 de Laboratorio"

### "Fundamentos de Circuitos Eléctricos"

Integrantes: Jerez Bradd; Sangoquiza Andrés; Flores de Valgas Jonathan

NRC: 8702

Fecha: 2020 - 07 - 22



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué efecto existe en el rediseño de un circuito, implementado para el cálculo de la potencia al saber que el mismo posee pérdidas internas? ¿Qué relación existe entre el cálculo de potencia máxima y el Teorema de Thévenin? ¿Es posible determinar el valor de Potencia [W] de un circuito si uno de sus elementos resulta en una carga variable?

## OBJETIVOS

- General:

Comprobar experimentalmente el Teorema de la Máxima Transferencia de Potencia.

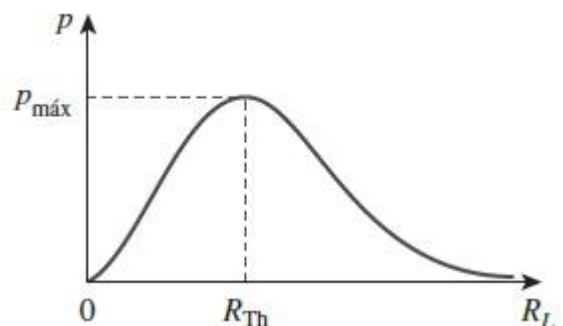
- Específico:

Determinación de la resistencia de carga que permitirá transferir la potencia máxima. Calcular los valores de potencia máxima del circuito. Identificar que valores de  $R_L$  resultan en el cálculo de la Potencia Máxima.

## MARCO TEÓRICO

Para el análisis de potencia máxima de un circuito lineal, se debe conocer los valores de  $V_{Th}$ ,  $R_L$  y  $R_{Th}$ , puesto que su relación para el cálculo de potencia nos permitirá obtener fácilmente el valor de potencia máxima, pero existen algunas cuestiones a tener en cuenta.

En presencia de un circuito con una carga  $R_L$  (variable), siempre es recomendable rediseñar el circuito aplicando el Teorema de Thévenin. Este diseño es muy usado para suministrar de potencia a la carga  $R_L$ . Además, es considerable que el rediseño de este circuito puede generar pérdidas significativas de potencia puesto que la supresión de potencia en los componentes tiene una influencia directa en comparación con el circuito original.  $R_L$  al ser variable estará comprendida entre valores de cero a infinito. Cabe mencionar, que a valores máximos de  $R_L$  la potencia será baja, de igual forma sucede si la carga  $R_L$  es mínima.



Si la carga  $R_L$  tiene una variación constante, se le puede atribuir la siguiente fórmula, de modo que sea lo más oportuno el cálculo de la potencia "No Máxima" en un circuito de Thevenin.

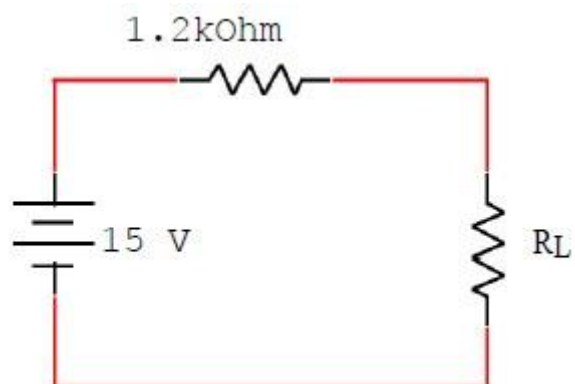
$$p = i^2 R_L = \left( \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L} \right)^2 R_L$$

Para alcanzar una “Máxima” potencia,  $R_L$  debe ser igual que  $R_{Th}$ , por lo tanto, en el cálculo de potencia máxima se obtendría la fórmula:

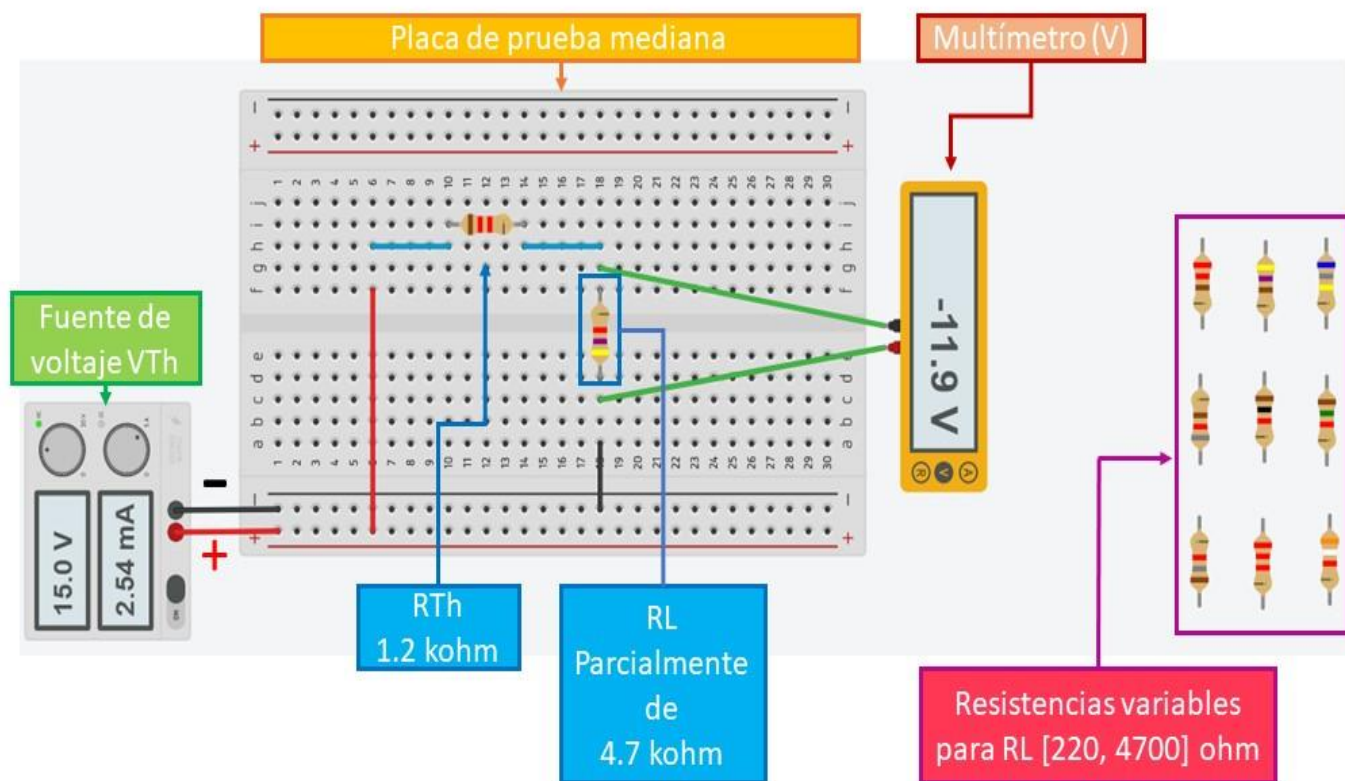
$$p_{\text{máx}} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}}$$

## DIAGRAMAS

Circuito designado:



Circuito implementado:



## LISTA DE COMPONENTES

Nombre	Cantidad	Componente
P1	1	15 , 5 Suministro de energía
R1	1	$1.2 \text{ k}\Omega$ Resistencia
Meter2	1	Voltaje Multímetro
R8	1	$1.8 \text{ k}\Omega$ Resistencia
R2	1	$220 \Omega$ Resistencia
R3	1	$470 \Omega$ Resistencia
R4	1	$680 \text{ k}\Omega$ Resistencia
R5	1	$820 \Omega$ Resistencia
R6	1	$1 \text{ k}\Omega$ Resistencia
R7	1	$1.5 \text{ k}\Omega$ Resistencia
R11	1	$4.7 \text{ k}\Omega$ Resistencia
R9	1	$2.2 \text{ k}\Omega$ Resistencia
R10	1	$3.9 \text{ k}\Omega$ Resistencia

## CONCLUSIONES

El cálculo de potencia por el método de Thevenin no es precisamente “Potencia Máxima” puesto que dependerá de los valores de la carga ( $R_L$ ) con respecto a la resistencia de Thevenin ( $R_{Th}$ ).

Tras los cálculos realizados, se concluye que la potencia máxima de  $R_L$  llega a ser aquella que posee un valor más próximo al valor de  $R_{Th}$ . Puesto que la que más se acerca a este valor es la carga de 1000 Ohm con una diferencia menor que el resto de cargas, entonces esta tiene una Potencia máxima.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda tener cuidado con los prefijos para cada unidad que perjudiquen y distorsionen los resultados en los cálculos de potencia. Además, se debe analizar la diferencia entre los valores  $R_{Th}$  y  $R_L$  antes de realizar los cálculos, puesto que los resultados deberán estar a corde al análisis planteado. Se recomienda tener muy en cuenta no todas las potencias calculadas aplicando el Teorema de Thévenin son netamente Máximas.

## CRONOGRAMA

Actividad	Inicio	Fin	13:30	14:00	---	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	0:00	0:30	1:00
Organización para el desarrollo del trabajo	21/07/2020	22/07/2020																				
Análisis de datos del circuito	21/07/2020	22/07/2020																				
Implementación del circuito en el simulador	21/07/2020	22/07/2020																				
Desarrollo de la parte teórica del informe	21/07/2020	22/07/2020																				
Realización de video explicativo	21/07/2020	22/07/2020																				
Traspaso de cálculos analíticos a Overleaf	21/07/2020	22/07/2020																				
Exportación de archivos a repositorio Github	21/07/2020	22/07/2020																				
ZAMBRANO																						
SANGOQUIZA																						
JEREZ																						
TODOS																						

## BIBLIOGRAFÍA

Sadiku Matthew N. (2006). Fundamentos de Circuitos Eléctricos. McGraw-Hill Interamericana. México D. F.

## HOJAS TÉCNICAS

## 1. Análisis de Datos

### 1.1. Mida el voltaje, la corriente y la potencia para cada valor de RL que se indica en la tabla. Anote sus resultados.

#### 1. Para $R = 220 \text{ } [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1200 + 220 = 1420 \text{ } [\Omega] \quad (1)$$

- Corriente:

$$I_{220} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{1420} = 0,01056 \approx 10,6 \text{ } [mA] \quad (2)$$

- Voltaje en 220:

$$V_{220} = I_{220}R = [10,6 \times 10^{-3}][220] = 2,33 \text{ } [V] \quad (3)$$

- Potencia en 220:

$$P = i^2 R_L = [10,6 \times 10^{-3}]^2 [220] = 0,024716 \approx 24,72 \text{ } [mW] \quad (4)$$

#### 2. Para $R = 470 \text{ } [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1200 + 470 = 1670 \text{ } [\Omega] \quad (5)$$

- Corriente:

$$I_{470} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{1670} = 8,98 \text{ } [mA] \quad (6)$$

- Voltaje en 470:

$$V_{470} = I_{470}R = [8,98 \times 10^{-3}][470] = 4,22 \text{ } [V] \quad (7)$$

- Potencia en 470:

$$P = i^2 R_L = [8,98 \times 10^{-3}]^2 [470] = 0,0379 \approx 37,9 \text{ } [mW] \quad (8)$$

#### 3. Para $R = 680 \text{ } [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1200 + 680 = 1880 \text{ } [\Omega] \quad (9)$$

- Corriente:

$$I_{680} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{1880} = 7,98 \text{ } [mA] \quad (10)$$

- Voltaje en 680:

$$V_{680} = I_{680}R = [7,98 \times 10^{-3}][680] = 5,43 \text{ } [V] \quad (11)$$

- Potencia en 680:

$$P = i^2 R_L = [7,98 \times 10^{-3}]^2 [680] = 0,0433 \approx 43,3 \text{ } [mW] \quad (12)$$

#### 4. Para $R = 820 \text{ } [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1200 + 820 = 2020 \text{ } [\Omega] \quad (13)$$

- Corriente:

$$I_{820} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{2020} = 7,43 \text{ } [mA] \quad (14)$$

- Voltaje en 820:

$$V_{820} = I_{820}R = [7,43 \times 10^{-3}][820] = 6,09 \text{ } [V] \quad (15)$$

- Potencia en 820:

$$P = i^2 R_L = [7,43 \times 10^{-3}]^2 [820] = 0,04527 \approx 45,27 \text{ } [mW] \quad (16)$$

#### 5. Para $R = 1000 \text{ } [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1200 + 1000 = 2200 \text{ } [\Omega] \quad (17)$$

- Corriente:

$$I_{1000} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{2200} = 6,82 \text{ } [mA] \quad (18)$$

- Voltaje en 1000:

$$V_{1000} = I_{1000}R = [6,82 \times 10^{-3}][1000] = 6,82 \text{ } [V] \quad (19)$$

- Potencia en 1000:

$$P = i^2 R_L = [6,82 \times 10^{-3}]^2 [1000] = 0,04651 \approx 46,51 \text{ } [mW] \quad (20)$$

#### 6. Para $R = 1500 \text{ } [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1200 + 1500 = 2700 \text{ } [\Omega] \quad (21)$$

- Corriente:

$$I_{1500} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{2700} = 5,56 \text{ } [mA] \quad (22)$$

- Voltaje en 1000:

$$V_{1500} = I_{1500}R = [5,56 \times 10^{-3}][1500] = 8,34 \text{ } [V] \quad (23)$$

- Potencia en 1500:

$$P = i^2 R_L = [5,56 \times 10^{-3}]^2 [1500] = 0,04637 \approx 46,37 \text{ } [mW] \quad (24)$$

#### 7. Para $R = 1800 \text{ } [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1200 + 1800 = 3000 \text{ } [\Omega] \quad (25)$$

- Corriente:

$$I_{1800} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{3000} = 5 \text{ } [mA] \quad (26)$$

- Voltaje en 1000:

$$V_{1800} = I_{1800}R = [5x10^{-3}][1800] = 9 \text{ [V]} \quad (27)$$

- Potencia en 1800:

$$P = i^2 R_L = [5x10^{-3}]^2 [1800] = 0,04637 \approx 45 \text{ [mW]} \quad (28)$$

#### 8. Para $R = 2200 \text{ } [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1200 + 2200 = 3400 \text{ } [\Omega] \quad (29)$$

- Corriente:

$$I_{2200} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{3400} = 4,41 \text{ [mA]} \quad (30)$$

- Voltaje en 1000:

$$V_{2200} = I_{2200}R = [4,41x10^{-3}][2200] = 9,70 \text{ [V]} \quad (31)$$

- Potencia en 2200:

$$P = i^2 R_L = [4,41x10^{-3}]^2 [2200] = 0,04279 \approx 42,79 \text{ [mW]} \quad (32)$$

#### 9. Para $R = 3900 \text{ } [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1200 + 3900 = 5100 \text{ } [\Omega] \quad (33)$$

- Corriente:

$$I_{3900} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{5100} = 2,94 \text{ [mA]} \quad (34)$$

- Voltaje en 1000:

$$V_{3900} = I_{3900}R = [2,94x10^{-3}][3900] = 11,47 \text{ [V]} \quad (35)$$

- Potencia en 3900:

$$P = i^2 R_L = [2,94x10^{-3}]^2 [3900] = 0,03371 \approx 33,71 \text{ [mW]} \quad (36)$$

#### 10. Para $R = 4700 \text{ } [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1200 + 4700 = 5900 \text{ } [\Omega] \quad (37)$$

- Corriente:

$$I_{4700} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{5900} = 2,54 \text{ [mA]} \quad (38)$$

- Voltaje en 1000:

$$V_{4700} = I_{4700}R = [2,54x10^{-3}][4700] = 11,94 \text{ [V]} \quad (39)$$

- Potencia en 4700:

$$P = i^2 R_L = [2,54x10^{-3}]^2 [4700] = 0,03032 \approx 30,32 \text{ [mW]} \quad (40)$$



### 1.2. ¿Se cumple el teorema de la máxima transferencia de potencia? Argumente su respuesta.

Si se cumple puesto que es cuando la resistencia Thévenin  $[R_{Th}]$  es igual a la resistencia variable  $[R_L]$ . Podemos explicarlo en el siguiente análisis de la potencia máxima:

$$P = I^2 R_L = \left[ \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L} \right]^2 R_L \quad (41)$$

Si quiero el valor máximo de la potencia, igualo a cero la derivada de la potencia respecto a la resistencia  $R_L$ :

$$\frac{dp}{dR_L} = 0 \rightarrow V_{Th}^2 \left[ \frac{[R_{Th} + R_L]^2 - 2R_L[R_{Th} + R_L]}{[R_{Th} + R_L]^4} \right] = 0 \quad (42)$$

$$V_{Th}^2 \left[ \frac{R_{Th} + R_L - 2R_L}{[R_{Th} + R_L]^3} \right] = 0 \quad (43)$$

$$R_{Th} + R_L - 2R_L = 0 \rightarrow R_{Th} = R_L \quad (44)$$

Esto se cumple siempre y cuando se desee la potencia máxima de un circuito thevenin.

### 1.3. ¿Cuál fue la potencia máxima RL

$$P_{max} = i^2 R_L = [6,82 \times 10^{-3}]^2 [1000] = 0,04651 \approx 46,51 \text{ [mW]} \quad (45)$$

### 1.4. ¿Para qué valor de RL se obtiene la MTP?

La MTP se obtiene cuando la resistencia  $R_L$  es igual a la  $R_{Th}$ , puesto que ningún valor de  $R_L$  es igual a  $R_{Th}$ , se considera el valor que más se aproxime, el cual corresponde a  $R_L = 1000[\Omega]$ .

- Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = 1000 + 1200 = 2200 \text{ } [\Omega] \quad (46)$$

- Corriente:

$$I_{1000} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{2200} = 6,82 \text{ [mA]} \quad (47)$$

- Potencia Máxima:

$$P_{max} = i^2 R_L = [6,82 \times 10^{-3}]^2 [1000] = 0,04651 \approx 46,51 \text{ [mW]} \quad (48)$$

### 1.5. Análisis de Errores:

Error porcentual:

$$Error = \left| \frac{V_{Terico} - V_{Medido}}{V_{Terico}} \right| \quad (49)$$

Este error puede ser aplicado para los Voltajes, Corriente y Potencia.



RL	Corriente medida	Voltaje medido	Potencia calculada experimentalmente	Potencia calculada teóricamente	Error Porcentual	Error Porcentual	Error Porcentual
( $\Omega$ )	(mA)	(V)	(mW)	(mW)	(%V)	(%I)	(%W)
220	10.6	2.32	24.72	24.72	0.43	0	02
470	8.98	4.22	37.89	37.90	0	0	0.43
680	7.98	5.43	43.33	43.30	0	0	0.09
820	7.43	6.09	45.25	45.27	0	0	0.09
1000	6.82	6.82	46.51	46.51	0	0	0
1500	5.56	8.33	46.31	46.37	0.43	0	0.16
1800	5.00	9.00	45.00	45.00	0	0	0
2200	4.41	9.71	42.82	42.79	0.43	0	0.09
3900	2.94	11.5	33.81	33.71	0.026	0	0.14
4700	2.54	11.9	30.23	30.32	0.026	0	0.39

Cuadro 1: Parámetros Eléctricos del circuito

### Comentarios Generales

- Los errores del voltaje en las mediciones es demasiado pequeñas, tanto que tienden al cero, por lo que nosotros podemos considerar todos los resultados como correctos, al no exceder el 5 % de error.
- Los errores de Corriente se mantienen nulos, puesto que los cálculos analíticos con los medidos o experimentales son iguales. Entonces todo estos son correctos. Al ser resultados ideales.
- Los errores de la potencia al igual que la de los voltajes tenemos errores que tienden al cero, por lo que también podemos considerar todos estos cálculos son correctos al no exceder el 5 % de error.