



Práctica de Laboratorio N°6. Teorema de la maxima tranferencia de portencia. Fundamentos de circuitos eléctricos.

Flores De Valgas Jonathan, Bradd Jerez y Andrés Sangoquiza.
Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE"

I. 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?

II. OBJETIVOS.

Generales

1. Comprobar experimentalmente el Teorema de la Máxima Transferencia de Potencia.

Específicos

1. Determinación de la resistencia de carga que permitirá transferir la potencia máxima.

III. 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

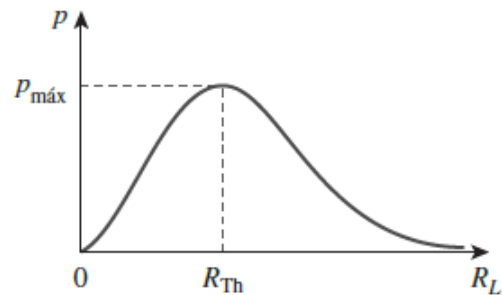


FIG. 1. Gráfica potencia vs resistencia. tomado de [1]

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 Thévenin.

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

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:

$$P_{max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}}$$

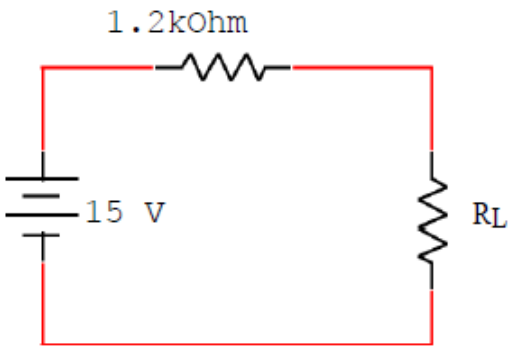


FIG. 2. Circuito Designado

IV. DIAGRAMAS.

V. LISTA DE COMPONENTES.

Cantidad	Nombre	Componente
1	VTh	15 v
1	RTh	1.2 KΩ
1	R1	220 Ω
1	R2	470 Ω
1	R3	680 Ω
1	R4	820 Ω
1	R5	1.0 KΩ
1	R6	1.5 KΩ
1	R6	1.8 KΩ
1	R6	2.2 KΩ
1	R6	3.9 KΩ
1	R6	4.7 KΩ
1	Milímetro	Voltaje

VI. CONCLUSIONES.

El cálculo de potencia por el método de Thévenin no es precisamente “Potencia Máxima” puesto que dependerá de los valores de la carga (R_L) con respecto a la resistencia de Thévenin (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 1000Ohm con una diferencia menor que el resto de cargas, entonces esta tiene una Potencia máxima.

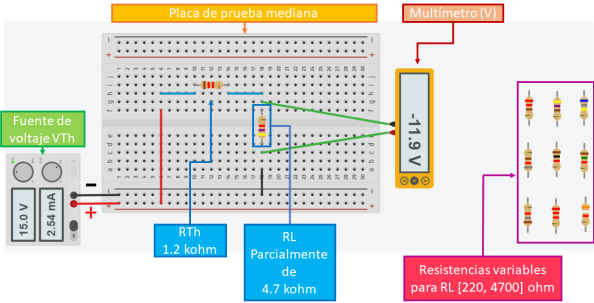


FIG. 3. Circuito implementado

VII. 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 acorde al análisis planteado. Se recomienda tener muy en cuenta no todas las potencias calculadas aplicando el Teorema de Thévenin son netamente Máximas.

VIII. CRONOGRAMA

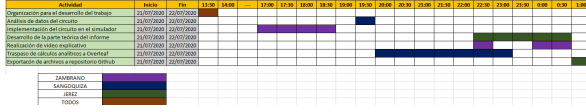


FIG. 4.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. C. K. Sadiku Matthew N. *Fundamentos de Circuitos Eléctricos*. McGraw-Hill Interamericana. México D. F., tercera edición edition, 2006.

X. ANEXOS.

XI. ANÁLISIS DE DATOS

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

1. Para $R = 220 \, [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

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

- Corriente:

$$I_{220} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{1420} = 10.6 \, [mA] \quad (2)$$

- Voltaje en 220:

$$V_{220} = I_{220}R = [10.6 \times 10^{-3}][220] = 2.33 \, [V] \quad (3)$$

- Potencia en 220:

$$P = i^2 R_L = [10.6 \times 10^{-3}]^2 [220] = 24.72 \, [mW] \quad (4)$$

2. Para $R = 470 \, [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

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

- Corriente:

$$I_{470} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{1670} = 8.98 \, [mA] \quad (6)$$

- Voltaje en 470:

$$V_{470} = I_{470}R = [8.98 \times 10^{-3}][470] = 4.22 \, [V] \quad (7)$$

- Potencia en 470:

$$P = i^2 R_L = [8.98 \times 10^{-3}]^2 [470] = 37.9 \, [mW] \quad (8)$$

3. Para $R = 680 \, [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

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

- Corriente:

$$I_{680} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{1880} = 7.98 \, [mA] \quad (10)$$

- Voltaje en 680:

$$V_{680} = I_{680}R = [7.98 \times 10^{-3}][680] = 5.43 \, [V] \quad (11)$$

- Potencia en 680:

$$P = i^2 R_L = [7.98 \times 10^{-3}]^2 [680] = 43.3 \, [mW] \quad (12)$$

4. Para $R = 820 \, [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

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

- Corriente:

$$I_{820} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{2020} = 7.43 \, [mA] \quad (14)$$

- Voltaje en 820:

$$V_{820} = I_{820}R = [7.43 \times 10^{-3}][820] = 6.09 \, [V] \quad (15)$$

- Potencia en 820:

$$P = i^2 R_L = [7.43 \times 10^{-3}]^2 [820] = 45.27 \, [mW] \quad (16)$$

5. Para $R = 1000 \, [\Omega]$

- Resistencia equivalente:

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

- 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:

$$P = i^2 R_L = [6.82 \times 10^{-3}]^2 [1000] = 46.51 \text{ [mW]} \quad (20)$$

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:

$$P = i^2 R_L = [5.56 \times 10^{-3}]^2 [1500] = 46.37 \text{ [mW]} \quad (24)$$

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:

$$V_{1800} = I_{1800}R = [5 \times 10^{-3}][1800] = 9 \text{ [V]} \quad (27)$$

- Potencia en 1800:

$$P = i^2 R_L = [5 \times 10^{-3}]^2 [1800] = 45.00 \text{ [mW]} \quad (28)$$

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:

$$V_{2200} = I_{2200}R = [4.41 \times 10^{-3}][2200] = 9.70 \text{ [V]} \quad (31)$$

- Potencia en 2200:

$$P = i^2 R_L = [4.41 \times 10^{-3}]^2 [2200] = 42.79 \text{ [mW]} \quad (32)$$

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:

$$V_{3900} = I_{3900}R = [2.94 \times 10^{-3}][3900] = 11.47 \text{ [V]} \quad (35)$$

- Potencia en 3900:

$$P = i^2 R_L = [2.94 \times 10^{-3}]^2 [3900] = 33.71 \text{ [mW]} \quad (36)$$

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:

$$V_{4700} = I_{4700}R = [2.54 \times 10^{-3}][4700] = 11.94 \text{ [V]} \quad (39)$$

- Potencia en 4700:

$$P = i^2 R_L = [2.54 \times 10^{-3}]^2 [4700] = 30.32 \text{ [mW]} \quad (40)$$

B. ¿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 maximo 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 maxima de un circuito thevenin.

C. ¿Cuál fue la potencia maxima RL

$$P_{max} = i^2 R_L = [6.82 \times 10^{-3}]^2 [1000] = 46.51 [mW] \quad (45)$$

D. ¿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:

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

- Corriente:

$$I_{1000} = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{15}{2200} = 6.82 [mA] \quad (47)$$

- Potencia Máxima:

$$P_{max} = i^2 R_L = [6.82 \times 10^{-3}]^2 [1000] = 46.51 [mW] \quad (48)$$

E. Análisis de Errores:

Error porcentual:

$$Error = \frac{V_{Teórico} - V_{Medido}}{V_{Teórico}} \quad (49)$$

RL	Corriente medida	Voltaje medido	Potencia calculada experimentalmente	Potencia calculada teóricamente
(Ω)	(mA)	(V)	(mW)	(mW)
220	10.6	2.32	24.72	24.72
470	8.98	4.22	37.89	37.90
680	7.98	5.43	43.33	43.30
820	7.43	6.09	45.25	45.27
1000	6.82	6.82	46.51	46.51
1500	5.56	8.33	46.31	46.37
1800	5.00	9.00	45.00	45.00
2200	4.41	9.71	42.82	42.79
3900	2.94	11.5	33.81	33.71
4700	2.54	11.9	30.23	30.32

TABLE I. Parámetros Eléctricos del circuito

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

RL	Error Porcentual	Error Porcentual	Error Porcentual
(Ω)	(%V)	(%I)	(%W)
220	0.430	0	0.20
470	0.000	0	0.43
680	0.000	0	0.09
820	0.000	0	0.09
1000	0.000	0	0.00
1500	0.000	0	0.16
1800	0.000	0	0.00
2200	0.000	0	0.09
3900	0.000	0	0.14
4700	0.000	0	0.39

TABLE II. Errores porcentuales

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.