

Máxima transferencia de potencia

Alcocer David y Arevalo Katherine

Resumen – En el presente artículo se expone la parte práctica para comprobar el teorema de máxima transferencia de potencia. Explicación de manera teórica para mejor comprensión con la ayuda de conocimientos previos como el uso de divisor de voltaje, divisor de corriente y la potencia máxima, se corrobora la potencia máxima en el circuito a analizar. Para la obtención de los datos de manera práctica se hace uso de un software proteus.

Índice de Términos – máxima potencia ,Divisor de voltaje, Divisor de corriente.

I. INTRODUCCIÓN

El teorema de transferencia de potencia máxima es importante cuando se tiene que conocer el valor de la carga con la cual la fuente suministra la máxima potencia. Para aplicar el teorema de transferencia de potencia se hace énfasis en el teorema de Thévenin, el equivalente de Thévenin es útil para hallar la máxima potencia que un circuito lineal puede suministrar a una carga. La máxima potencia se transfiere a la carga cuando la resistencia de la carga es igual a la resistencia de Thévenin vista desde la carga ($R_L = R_{Th}$).

II. MARCO TEÓRICO

Una fuente de voltaje entrega la máxima potencia de transferencia a una resistencia de carga R_L cuando el valor de esta resistencia es igual a la resistencia interna de la fuente R_S .

Cualquier circuito se lo puede representar con un circuito equivalente de Thévenin.

Para encontrar la máxima potencia que el circuito puede otorgar se debe conectar una carga variable entre los nodos A y B del circuito.

La potencia está dada por la siguiente formula:

$$p = i^2 * R_L \quad (1)$$

Lo que también se puede expresar como:

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

Para encontrar el punto máximo se debe derivar la potencia respecto a la resistencia de carga, por lo cual los valores del Voltaje y Resistencia de Thévenin serán constantes.

$$\frac{dp}{dR_L} = 0 = R_L - R_{Th} \quad (3)$$

Por lo cual la máxima transferencia de potencia se da cuando la resistencia de carga es igual a la resistencia de Thévenin del circuito.

$$R_L = R_{Th} \quad (4)$$

Para calcular la máxima potencia transferida cuando la resistencia de carga es igual a la resistencia de Thévenin se debe usar la siguiente expresión:

$$p_{max} = \frac{V_{Th}^2}{4 * R_{Th}} \quad (5)$$

III. DISEÑO Y CALCULO

A. Circuito experimental

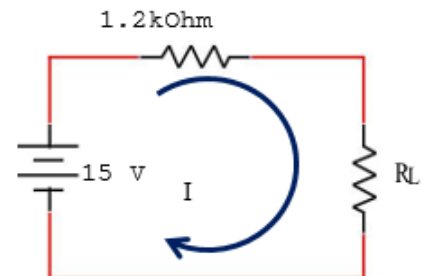


Figura 6.1. Circuito para comprobar el Teorema de la MTP

Datos

1 Fuente de voltaje

1 resistencias fija de 1.2kΩ

1 resistencia de carga que va variando

$$R_L = 220\Omega$$

Voltaje en la resistencia de 220Ω

$$V_L = \left(\frac{0.22}{1.2 + 0.22} \right) * 15 = 2.32V$$

Corriente

Documento recibido el 5 de febrero de 2021. Este trabajo fue realizado de manera gratuita, mediante el uso de un simulador proteus.

A. D. El autor pertenece a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Pichincha, Ecuador (e-mail: dsalcocer@espe.edu.ec).

A. K El autor pertenece a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Pichincha, Ecuador (e-mail: ktarevalo@espe.edu.ec).

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{15}{1.2 + 0.22} = 10.56 \text{ mA}$$

Potencia

Máxima

$$P = I^2 * R_L = (10.56)^2 * (0.22) = 0.024 \text{ W}$$

$$R_L = 470 \Omega$$

Voltaje en la resistencia de 470Ω

$$V_L = \left(\frac{0.47}{1.2 + 0.47} \right) * 15 = 4.22 \text{ V}$$

Corriente en la resistencia de 470Ω

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{15}{1.2 + 0.47} = 8.98 \text{ mA}$$

Potencia Máxima en la resistencia de 470Ω

$$P = I^2 * R_L = (8.98)^2 * (0.47) = 0.037 \text{ W}$$

$$R_L = 680 \Omega$$

Voltaje en la resistencia de 680Ω

$$V_L = \left(\frac{0.68}{1.2 + 0.68} \right) * 15 = 5.43 \text{ V}$$

Corriente en la resistencia de 680Ω

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{15}{1.2 + 0.68} = 7.98 \text{ mA}$$

Potencia Máxima en la resistencia de 680Ω

$$P = I^2 * R_L = (7.98)^2 * (0.68) = 0.043 \text{ W}$$

$$R_L = 820 \Omega$$

Voltaje en la resistencia de 820Ω

$$V_L = \left(\frac{0.82}{1.2 + 0.82} \right) * 15 = 6.09 \text{ V}$$

Corriente en la resistencia de 820Ω

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{15}{1.2 + 0.82} = 7.42 \text{ mA}$$

Potencia Máxima en la resistencia de 820Ω

$$P = I^2 * R_L = (7.42)^2 * (0.82) = 0.045 \text{ W}$$

$$R_L = 1000 \Omega$$

Voltaje en la resistencia de 1000Ω

$$V_L = \left(\frac{1}{1.2 + 1} \right) * 15 = 6.81 \text{ V}$$

Corriente en la resistencia de 1000Ω

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{15}{1.2 + 1} = 6.81 \text{ mA}$$

Potencia Máxima en la resistencia de 1000Ω

$$P = I^2 * R_L = (6.81)^2 * (1) = 0.046 \text{ W}$$

$$R_L = 1500 \Omega$$

Voltaje en la resistencia de 1500Ω

$$V_L = \left(\frac{1.5}{1.2 + 1.5} \right) * 15 = 8.33 \text{ V}$$

Corriente en la resistencia de 1500Ω

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{15}{1.2 + 1.5} = 5.55 \text{ mA}$$

Potencia Máxima en la resistencia de 1500Ω

$$P = I^2 * R_L = (5.55)^2 * (1.5) = 0.046 \text{ W}$$

$$R_L = 1800 \Omega$$

Voltaje en la resistencia de 1800Ω

$$V_L = \left(\frac{1.8}{1.2 + 1.8} \right) * 15 = 9 \text{ V}$$

Corriente en la resistencia de 1800Ω

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{15}{1.2 + 1.8} = 5 \text{ mA}$$

Potencia Máxima en la resistencia de 1800Ω

$$P = I^2 * R_L = (5)^2 * (1.8) = 0.045 \text{ W}$$

$$R_L = 2200 \Omega$$

Voltaje en la resistencia de 2220Ω

$$V_L = \left(\frac{2.2}{1.2 + 2.2} \right) * 15 = 9.70 \text{ V}$$

Corriente en la resistencia de 2220Ω

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{15}{1.2 + 2.2} = 4.41 \text{ mA}$$

Potencia Máxima en la resistencia de 2220Ω

$$P = I^2 * R_L = (4.41)^2 * (2.2) = 0.042 \text{ W}$$

$$R_L = 3900 \Omega$$

Voltaje en la resistencia de 3900Ω

$$V_L = \left(\frac{3.9}{1.2 + 3.9} \right) * 15 = 11.47 \text{ V}$$

Corriente en la resistencia de 3900Ω

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{15}{1.2 + 3.9} = 2.94 \text{ mA}$$

Potencia Máxima en la resistencia de **3900Ω**

$$P = I^2 * R_L = (2.94)^2 * (3.9) = 0.033 \text{ mW}$$

$$R_L = 4700\Omega$$

Voltaje en la resistencia de **4700Ω**

$$V_L = \left(\frac{4.7}{1.2 + 4.7} \right) * 15 = 11.94 \text{ V}$$

Corriente en la resistencia de **4700Ω**

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{15}{1.2 + 4.7} = 2.54 \text{ mA}$$

Potencia Máxima en la resistencia de **4700Ω**

$$P = I^2 * R_L = (2.54)^2 * (4.7) = 0.030 \text{ W}$$

B. Errores relativos

Mediante el error relativo se obtendrá el fallo en la práctica esto se debe a la cantidad de decimales con los cuales se están trabajando

ERROR RELATIVO

$$eI\% = \frac{|\text{valor teórico} - \text{valor calculado}|}{\text{valor teórico}} * 100$$

$$eW\% = \frac{|\text{valor teórico} - \text{valor calculado}|}{\text{valor teórico}} * 100$$

$$eW_{220}\% = \frac{|0.02 - 0.02|}{0.02} * 100 = 0\%$$

$$eW_{470}\% = \frac{|0.03 - 0.03|}{0.03} * 100 = 0\%$$

$$eW_{620}\% = \frac{|0.04 - 0.04|}{0.04} * 100 = 0\%$$

$$eW_{1000}\% = \frac{|0.04 - 0.04|}{0.04} * 100 = 0\%$$

$$eW_{1500}\% = \frac{|0.04 - 0.04|}{0.04} * 100 = 0\%$$

$$eW_{1800}\% = \frac{|0.04 - 0.04|}{0.04} * 100 = 0\%$$

$$eW_{2200}\% = \frac{|0.04 - 0.04|}{0.04} * 100 = 0\%$$

$$eW_{3900}\% = \frac{|0.03 - 0.03|}{0.03} * 100 = 0\%$$

$$eW_{4700}\% = \frac{|0.03 - 0.03|}{0.03} * 100 = 0\%$$

C. TABLAS

Tabla 6.1. Parámetros Eléctricos del circuito de la figura 6.1.

RL (Ω)	Corrientes medida (mA)	Voltaje medido (V)	Potencia calculada experimentalmente (W)	Potencia calculada teóricamente (W)
220	10,6	2,32	0,02	0,023
470	8,98	4,22	0,03	0,037
680	7,98	5,43	0,04	0,043
820	7,43	6,09	0,04	0,045
1000	6,82	6,82	0,04	0,046
1500	5,56	8,33	0,04	0,046
1800	5	9	0,04	0,045
2200	4,41	9,71	0,04	0,042
3900	2,94	11,5	0,03	0,033
4700	2,54	11,9	0,03	0,03

IV. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

A. Materiales y Equipos

1 Fuente de voltaje
 Amperímetro, voltímetro, vatímetros digitales
 1 resistencias fija
 1 resistencia de carga que va variando
 1 protoboard
 Software proteus

Una vez que se ha completado el montaje del circuito eléctrico se encuentra listo para obtener los valores de la corriente y el voltaje por cada resistencia de carga ya obteniendo estos dos datos se procedió al cálculo de la potencia.

Con la ayuda de un vatímetro se llega a corroborar el valor teórico con el experimental.

Según los datos de la tabla 6.1 es clara la similitud de los valores teóricos y prácticos y se ratifica con el error relativo se encuentra en un valor de 0% ya que solo se tomó dos decimales para el mismo.

V. CONCLUSIONES

Finalmente se llega a corroborar el teorema de máxima transferencia de potencia el cual dice que cuando la resistencia de carga es igual al valor de la resistencia de la fuente se va a obtener su valor máximo de potencia mediante el análisis del circuito realizado previamente se observó de manera practica que para resistencias menores a 1.2 KOhm y mayores a la misma los valores de la potencia eran mínimos. Por lo cual se concluye que; para que experimente la máxima potencia en el circuito el valor de la resistencia de carga debe ser de 1.2 KOhm , los valores que se asemejan a esta resistencia llegan a obtener una potencia relativamente máxima

VI. RECOMENDACIONES

Tener en cuenta que para medir la potencia en proteus necesitamos de un vatímetro el cual se conecta en serie para la corriente y en paralelo para el voltaje una terminal no se conecta.

APÉNDICE

Proteus es una aplicación para la ejecución de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño del esquema electrónico, programación del software, construcción de la placa de circuito impreso, simulación de todo el conjunto, depuración de errores, documentación y construcción.

RECONOCIMIENTO

D.A. agradece al Sr. Ingeniero Edwin Alulema por impartir las clases de Fundamentos de Circuitos Electrónicos procurando la plena comprensión de los estudiantes.

K.A. agradecimientos del autor para el ingeniero por facilitar su conocimiento sobre el tema

REFERENCIAS

- [1] Floyd, Thomas L., (2007). Principios de circuitos eléctricos. México. PEARSON EDUCACIÓN

Biografía Autor(es)

David Alcocer Ojeda, nació en Quito, Ecuador el 4 de julio de 1998. Actualmente está estudiando la carrera de Ingeniería en Mecatrónica en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Katherine Arevalo Aguilar nació en Ibarra, Ecuador el 1 de abril de 1999. Cursando la carrera de ingeniería mecatrónica en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.