

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

Primero R.Armas, Segundo I.Portero, y Tercer B.Torres

TEOREMAS FUNDAMENTALES DE LA TEORÍA DE CIRCUITOS.

I. RESUMEN.

Los teoremas y las conversiones enviados en este capítulo facilitan el análisis de ciertos tipos de circuitos. Estos métodos se utilizan junto con las leyes de ohm y de Kirchhoff en ciertas situaciones.

La resolución de circuitos exige el conocimiento de herramientas matemáticas. Ya se conoce la ley de Ohm, las reglas de Kirchhoff y resolución por mallas. Para lograr resolver algunos más complejos se proponen otras herramientas matemáticas como: transformación de redes estrella en triángulo y viceversa, principio de superposición, teoremas de Thévenin, Norton y nociones de cuadripolos.

II. INTRODUCCIÓN.

Debido a que todos los circuitos eléctricos son controlados por fuentes de voltaje o de corriente, es importante entender cómo funcionan estos elementos.

El teorema de superposición nos ayudara a abordar circuitos que tienen múltiples fuentes. Los teoremas de Thevenin y el de Norton ponen a nuestro alcance métodos apropiados para reducir un circuito a una forma equivalente simple con el propósito de facilitar su análisis.

El teorema de transferencia de potencia máxima se utiliza en aplicaciones donde es importante que un circuito dado proporcione potencia máxima a una carga.

Un ejemplo de esto es un amplificador de audio que suministra potencia máxima a un altavoz.

Las conversiones delta a Y y Y a delta resultan útiles al momento de analizar circuitos puente encontrados generalmente en sistemas que miden parámetros físicos tales como temperatura, precisión y deformación.

A. Fuente de Voltaje cd

La fuente de voltaje de cd es uno de los principales tipos de fuente de energía. Este tipo de fuente idealmente proporciona un voltaje constante a la carga, incluso cuando la resistencia varía.

B. Fuente de Corriente

La fuente de corriente es otro tipo de fuente de energía que idealmente suministra una corriente constante a una carga, incluso cuando la resistencia de esta varía. Esta fuente de corriente es importante en ciertos tipos de circuitos transistores.

C. Conversiones de fuentes

El voltaje de fuente (V_s), dividido entre la resistencia interna de la fuente (R_s), da el valor de la corriente de la fuente equivalente.

El valor de R_s es el mismo tanto con la fuente de voltaje como con la fuente de corriente. La flecha direccional para la corriente apunta de menos a más. La fuente de corriente equivalente está en paralelo con R_s .

D. Conversión de una fuente de corriente en una fuente de voltaje.

La corriente de la fuente I_s , multiplicada por la resistencia interna de la fuente R_s , da el valor del voltaje de la fuente equivalente.

De nuevo, R_s no cambia. La polaridad de la fuente de voltaje es de menos en la dirección de la corriente. La fuente de voltaje equivalente es el voltaje en serie con R_s .

E. Teorema de superposición.

En un circuito con múltiples fuentes, el teorema de superposición es una forma de determinar corrientes en dicho circuito, dejando una fuente a la vez y reemplazando las fuentes por resistencias internas.

F. Teorema de Thevenin.

El teorema de thevenin es un método para simplificar un circuito en una forma equivalente estándar.

El equivalente de thevenin de cualquier circuito resistivo de dos terminales consta de dos partes de la fuente de voltaje equivalente (V_{th}) y una resistencia equivalente (R_{th}).

G. Teorema de Norton.

Es un método empleado para simplificar un circuito lineal de dos terminales en un circuito equivalente con una fuente de corriente en paralelo con un resistor. Se denomina la fuente de corriente como I_N y la resistencia R_N .

“fig2.ps”

Corriente equivalente de Norton (I_N)

Es la corriente que se encuentra en cortocircuito entre dos terminales de salida de un circuito.

H. Resistencia equivalente de Norton.

La resistencia equivalente de Norton se emplea de igual manera que la resistencia de Thevenin. Es la resistencia total que aparece entre dos terminales de salida que tiene las fuentes reemplazadas por sus resistencias internas.

Voltaje de la fuente equivalente.

$$V_S = I_S R_S$$

“fig3.ps”

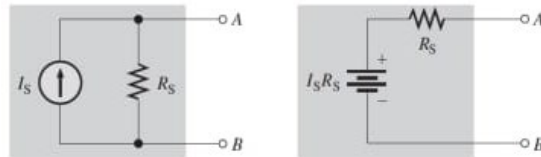
Pasos para aplicar el teorema de Norton.

1°- Poner en cortocircuito las dos terminales que se desea determinar el equivalente de Norton.

2°- Determinar la corriente de Norton en las terminales en cortocircuito.

3°- Determinar la resistencia de Norton con las terminales abiertas y con las fuentes reemplazadas en corriente (abierta) y voltaje cortocircuito al igual que se hace en la resistencia de thevenin.

4°- Calcular I_N y R_N con el circuito en paralelo para que se produzca el equivalente de Norton.



“fig4.ps”

I. Teorema de transferencia de potencia máxima.

Para una fuente de voltaje dada, la potencia máxima se transfiere desde una fuente hasta una carga cuando la resistencia de la carga es igual a la resistencia interna de la fuente.

Se transfiere potencia máxima cuando $R_S = R_i$

Pasos para aplicar el teorema de superposición.

J. Conversiones Delta a Y y Y a Delta.

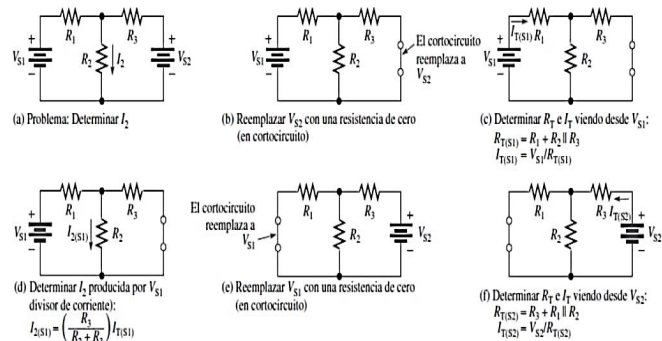
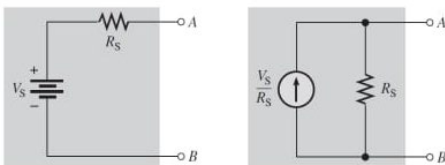
La conversión entre este tipo de circuitos son muy útiles en aplicaciones especializadas de tres terminales, un ejemplo claro es de un circuito con un puente Wheatstone con una carga.

III. IMÁGENES.

Conversión de una fuente de corriente en una fuente de voltaje.

$$I_S = \frac{V_S}{R_S}$$

“fig1.ps”



“fig5.ps”

Voltaje equivalente de Thevenin.

$$V_{TH} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_S$$

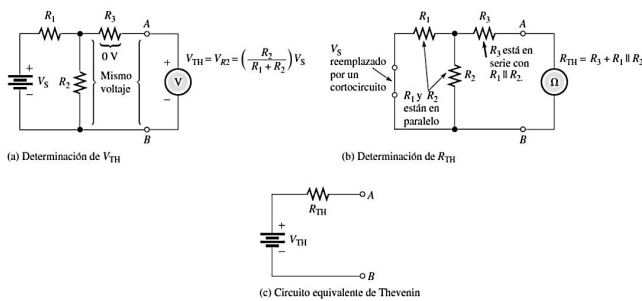
“fig6.ps”

Resistencia equivalente de Thevenin.

$$R_{TH} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

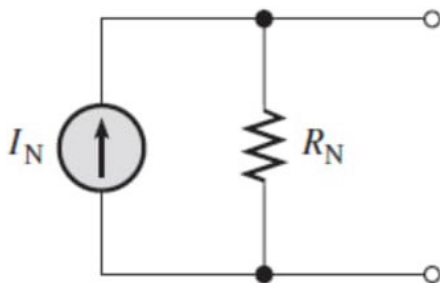
“fig7.ps”

Pasos para aplicar el teorema de Thevenin.

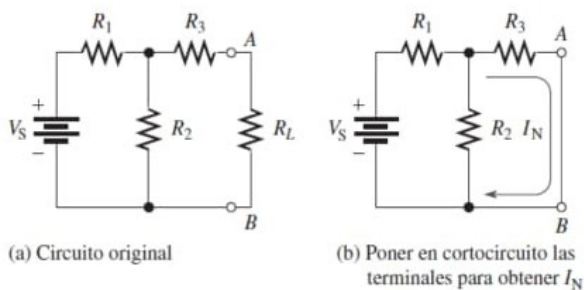


“fig8.ps”

Corriente equivalente de Norton (I_N).

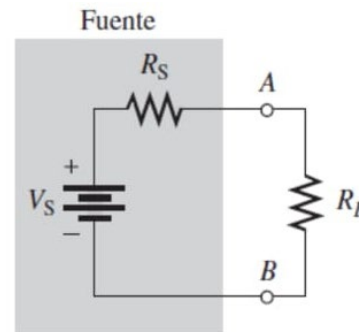


“fig9.ps”



“fig10.ps”

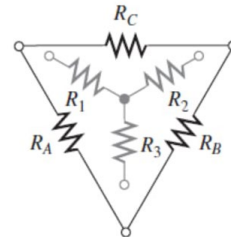
Teorema de transferencia de potencia máxima.



“fig11.ps”

Conversión de Delta a Y.

Se requiere que R_1 , R_2 , R_3 debe estar en función de R_A , R_B , R_C



Se emplea las siguientes formulas:

$$R_1 = \frac{R_A R_C}{R_A + R_B + R_C}$$

$$R_2 = \frac{R_B R_C}{R_A + R_B + R_C}$$

$$R_3 = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B + R_C}$$

“fig12.ps”

Conversiones de Y a Delta.

Para realizar esta conversión R_A, R_B, R_C debe de estar en función de R_1, R_2, R_3

Se emplea las siguientes formulas:

$$R_A = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_2}$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1}$$

$$R_C = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_3}$$

“fig13.ps”

IV. INDICACIONES ÚTILES

I. Ecuaciones

Ley de Ohm.

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

Divisor de corriente para dos ramas.

$$I_X = \frac{R_T}{R_X + R_T} I_T \quad (2)$$

Divisor de voltaje.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{IN} \quad (3)$$

V. OTRAS RECOMENDACIONES

Las leyes de Kirchhoff resultan de vital importancia ya que requerimos el manejo de técnicas que nos permitan resolver circuitos complejos de manera rápida y efectiva, además, estas leyes nos permitieron analizar dichos problemas por dos métodos nodos y mallas.

VI. DESARROLLO

Ejercicio1: Por Teorema de Transferencia de potencia máxima.

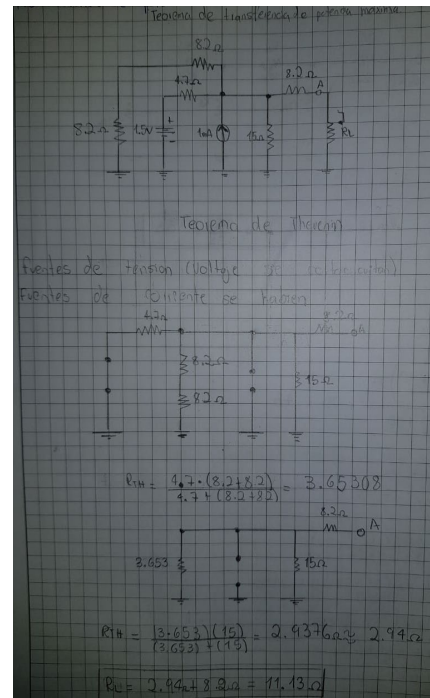
En el circuito de la figura, determine el valor de R_L , para transferencia de potencia máxima.

1°- Observo el circuito planteado y lo vuelvo a dibujar de forma que sea más evidente las resistencias que se encuentran en serie-paralelo.

2°- Al par de resistencias de 8.2 ohm que se encuentran en serie las coloco de forma que estén en paralelo a la resistencia de 4.7 ohm y paralelo a la fuente de corriente, de este modo no estoy alterando el circuito.

3°- Ahora aplico el teorema de Thevenin, que dice que todas las fuentes de tensión las ponga en cortocircuito y que las fuentes de corrientes trabajen abiertas.

4°- Aplicando ya el teorema procedo a calcular el valor de R_L , comienza haciendo paralelo a la resistencia 4.7 con el par de resistencias en serie de 8.2 y por último el valor resultante hago paralelo a la resistencia 15 y luego sumo la de 8.2, sacando así la resistencia de R_L .



“fig14.ps”

Ejercicio 2: Por teorema de Thevenin.

¿Cuáles son los valores de R_4 y R_{TH} cuando la potencia máxima se transfiere de la fuente Thevenizada a la red en configuración de escalera de la figura?

1°- Primero separo en un circuito más pequeño donde tengo la

resistencia de Thevenin para poder calcular el valor de su resistencia, tenemos que tener en cuenta que la corriente en serie siempre va hacer la misma y el voltaje en serie es el que se va a dividir en este caso por la mitad.

2º- Usando la fórmula de ley de ohm voltaje/corriente=resistencia.

3º- Ahora aplico el teorema de Thevenin, cortocircuito la fuente, y separo mi resistencia R_{th} y comienzo a reducir mi circuito.

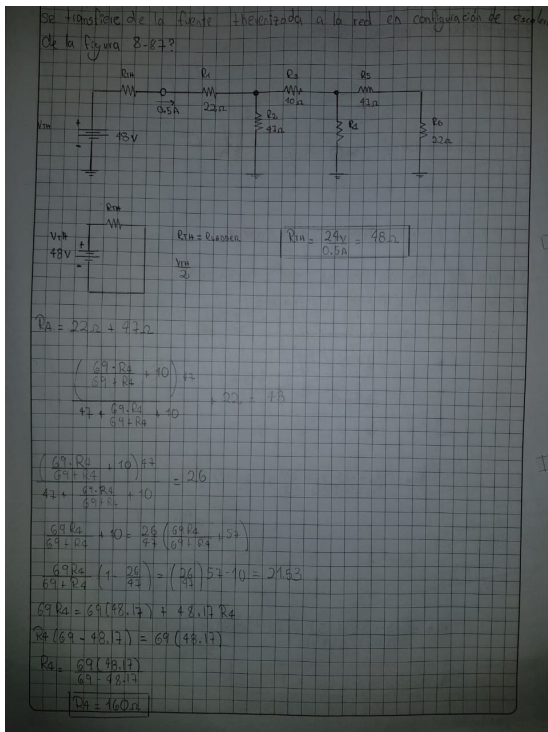
4º- Comienzo por el extremo alejado del circuito y sumo la resistencia R_6 y R_5 que se encuentran en serie.

5º- Luego la suma de R_5 y R_6 hago paralelo a R_4 .

6º- Luego de obtener el resultado de esta resistencia le sumo la R_3 que se encuentra en serie y hago un paralelo con R_2 y sumo mi R_1 que se encuentra en serie y por ultimo igualo a mi R_{th} .

7º- Resolviendo la ecuación despejo R_4 .

“fig15.ps”



VII. ALGUNOS ERRORES COMUNES

Uno de los más comunes errores al resolver un circuito mediante la ley de Kirchhoff es colocar bien los signos al recorrer una malla del circuito. Siempre la corriente se mueve del punto de mayor potencial (+) al de menor potencial (-), con lo cual si al recorrer una malla nos encontramos con una resistencia tenemos que contemplarla como una caída de tensión y la colocamos con un signo menos, si no nos encontramos con una batería debemos colocar el signo opuesto al del terminal que nos encontremos primero, por que eso nos dirá si encontramos una subida o una bajada de tensión.

VIII. CONCLUSIÓN

Cualquier resistor de carga conectado entre las terminal de salida de un circuito equivalente Norton tendrá la misma corriente a través de el y el mismo voltaje entre sus terminales como si estuviera conectado a las terminales de salida del circuito original.

La transferencia de potencia máxima se da cuando la resistencia de la carga es igual a la resistencia interna de la fuente.

Una malla es un lazo que no contiene otros lazos en su interior, es decir que comienza en el terminal de un componente cualquiera y el final del recorrido es el terminal del mismo componente, pero sin lugar a que exista otra malla en su interior.

APÉNDICE

Es más importante entender lo que estas leyes significan que aprenderse las formulas en sí.

A nivel práctico no es necesario conocer profundamente todas estas leyes, pero sí lo básico para entenderlas y poder aplicarlas.

Por último, aprender todo lo que seas capaz, no te conformes con lo básico.

REFERENCES

- [1] norenelson. (2021). teorema de Thevenin y Zbarra. Retrieved 5 January 2021, from <https://es.slideshare.net/norenelson/teorema-de-thevenin-y-zbarra>
- [2] Ley de Kirchhoff: Análisis de mallas. - HETPRO/TUTORIALES. (2021). Retrieved 5 January 2021, from <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/ley-de-kirchhoff-analisis-de-mallas/>
- [3] 3 puntos básicos para entender circuitos electrónicos - Zaragoza MakerSpace. (2021). Retrieved 5 January 2021, from <https://zaragozmakerspace.com/index.php/3-puntos-basicos-para-entender-circuitos-electronicos/>
- [4] H. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. New York: Springer-Verlag, 1985, ch. 4.
- [5] Veloso, C. (2021). ▷ LEY DE KIRCHHOFF - PRIMERA Y SEGUNDA LEY (Ejercicios). Retrieved 5 January 2021, from <https://www.electrontools.com/Home/WP/ley-de-kirchhoff/>
- [6] Conversión Estrella a Delta - TOMi.digital. (2021). Retrieved 5 January 2021, from <https://tomi.digital/es/32086/conversion-estrella-a-delta>