



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

Centro Universitario UAEM Zumpango Ingeniería en Computación



CENTRO UNIVERSITARIO
UAEM ZUMPANGO

Dr. Arturo Redondo Galván





CIRCUITOS ELÉCTRICOS

UNIDAD I

Conocer la teoría básica de los circuitos relativa a los diversos métodos de análisis y solución, las propiedades, características y estructura de los circuitos eléctricos simples de corriente directa donde se utilicen resistencias, condensadores e inductancias.





Tema: linealidad y superposición

Objetivos:

- Aplicar diferentes técnicas para la solución de circuitos con la finalidad de simplificar su análisis.





INTRODUCCIÓN (1/1)

- El principio de superposición se aplica en el análisis de circuitos lineales.
- Este principio establece que la respuesta (una corriente o tensión deseada) en un circuito lineal que tiene más de una fuente independiente se obtiene mediante la suma de las respuestas ocasionadas por las fuentes independientes separadas que actúan solas.





ELEMENTOS LINEALES Y CIRCUITOS LINEALES (1/1)

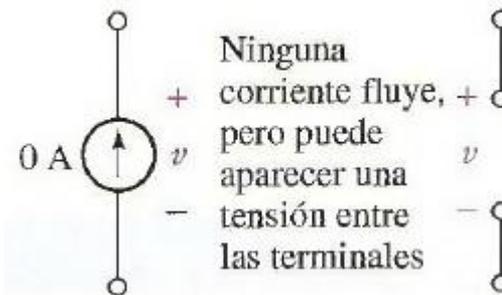
- Un **elemento lineal** es un elemento pasivo que tiene una relación lineal tensión-corriente.
- La **relación tensión-corriente** $v(t) = Ri(t)$ en un elemento pasivo es lineal.
- Una Fuente dependiente lineal es una fuente de tensión o corriente dependiente, cuya corriente o tensión de salida resulta proporcional solo a la primera potencia de la variable de corriente o tensión especificada en el circuito.
- Un **circuito lineal** es aquel que está compuesto en forma completa por fuentes independientes, fuentes dependientes lineales y elementos lineales.





PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN (1/5)

En cualquier red resistiva lineal, la tensión o corriente a través de cualquier resistencia o fuente se calcula mediante la suma algebraica de todas las tensiones o corrientes individuales ocasionadas por fuentes independientes separadas que actúan solas, junto con todas las demás fuentes de tensión independientes sustituidas por cortocircuitos y todas las demás fuentes de corriente independientes, sustituidas por circuitos abiertos.

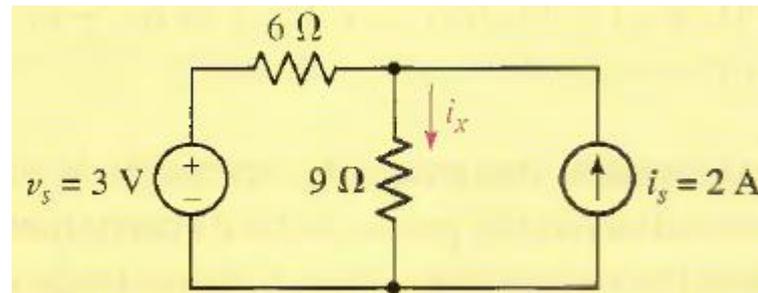




PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN (2/5)

Ejemplo:

Utilizar el principio de superposición para determinar la corriente i_x .



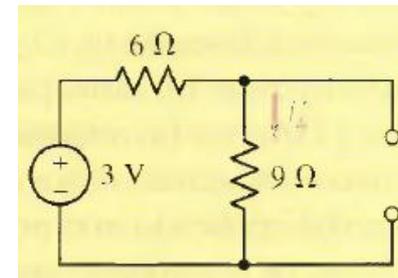


PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN (3/5)

Solución:

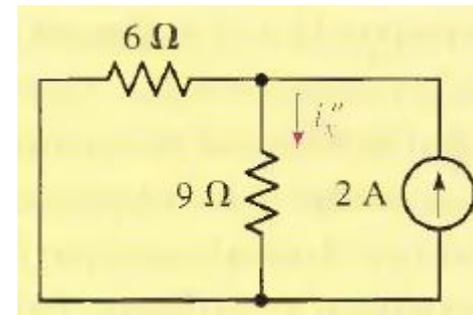
1. Se iguala a cero la fuente de corriente.

$$i_x' = 3 / (6 + 9) = 0.2 \text{ A.}$$



2. Se iguala a cero la fuente de tensión.

$$i_x'' = (2) 6 / (6 + 9) = 0.8 \text{ A.}$$



$$i_x = i_x' + i_x'' = 1.0 \text{ A.}$$

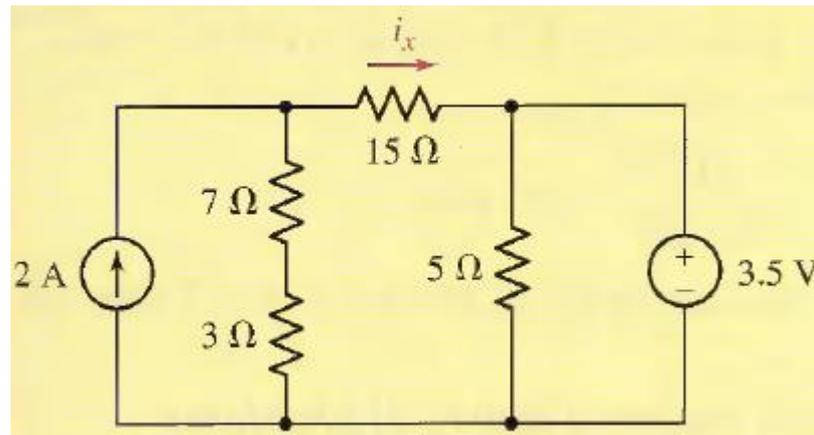




PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN (4/5)

Ejercicio:

Aplicar el principio de superposición en el circuito de la figura para calcular la corriente i_x .

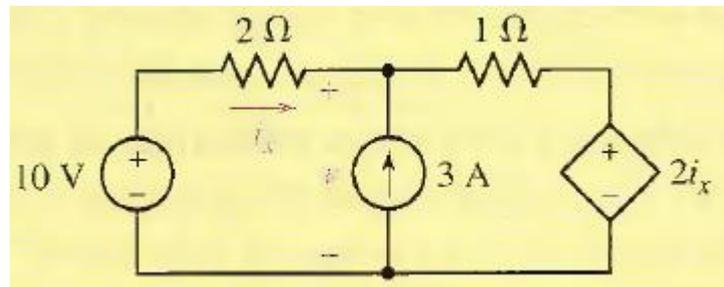




PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN (5/5)

Ejercicio:

Aplicar el principio de superposición para determinar la corriente i_x .





Tema: transformaciones de fuentes y circuitos equivalentes de Thévenin y Norton

Objetivos:

- Analizar fuentes prácticas y transformaciones de fuentes.
- Aplicar las técnicas de Thévenin y Norton para simplificar el análisis de circuitos lineales.





INTRODUCCIÓN (1/1)

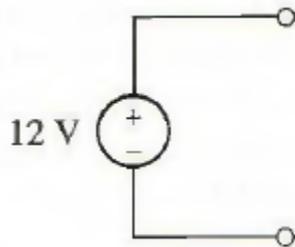
- El análisis de circuitos utilizando **fuentes prácticas** permiten efectuar **representaciones más exactas** de los dispositivos físicos.
- Las fuentes prácticas de tensión y corriente se puede intercambiar sin afectar el resto del circuito. Estas fuentes se denomina **fuentes equivalentes**.
- Los métodos resultarán aplicables tanto a las fuentes independientes como dependientes.



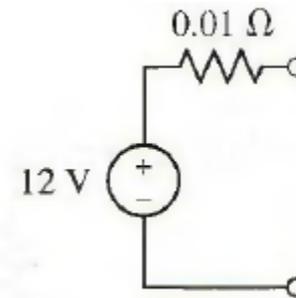


FUENTES DE TENSIÓN PRÁCTICAS (1/1)

- La **fente de tensión ideal** es aquella cuya tensión terminal es independiente de la corriente que circula por ella.
- Una **fente de tensión práctica** es una fuente ideal en serie con una resistencia.



fente ideal



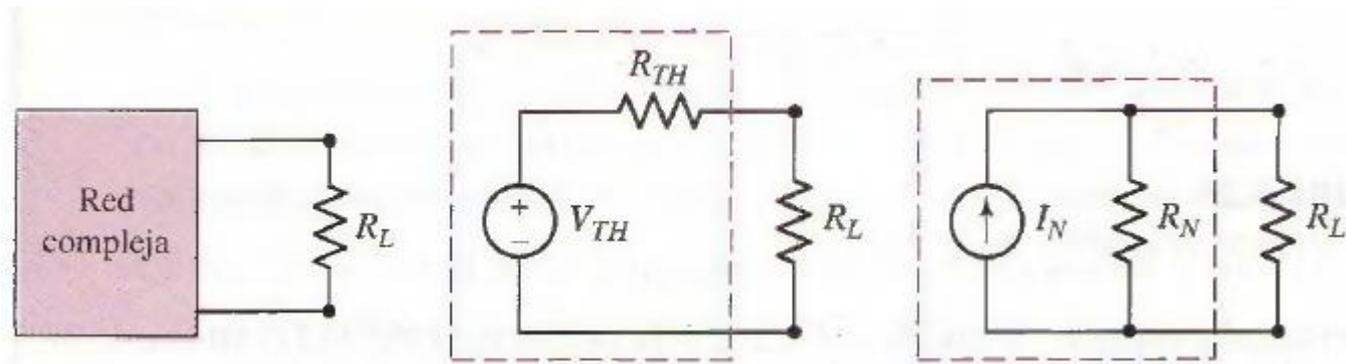
fente práctica





CIRCUITOS EQUIVALENTES DE THÉVENIN Y NORTON (1/6)

- Si se requiere hacer un análisis parcial de un circuito para determinar la corriente, voltaje o potencia entregada a una resistencia de carga, el **teorema de Thévenin** puede hacerlo sustituyendo todo el circuito, excepto la carga, por una **fente de tensión independiente en serie con una resistencia**. El **teorema de Norton** realiza una operación similar pero con la **fente de corriente en paralelo con una resistencia**.





CIRCUITOS EQUIVALENES FE THÉVENIN Y NORTON (2/6)

- Una de las principales aplicaciones de los teoremas de Thévenin y Norton es la sustitución de una gran parte de un circuito, a menudo complicada y no interesante, por un equivalente muy simple.
- El nuevo circuito permite efectuar cálculos rápidos del voltaje, corriente y potencia que el circuito original es capaz de entregar a la carga.
- También ayuda a elegir el mejor valor de la resistencia de carga.

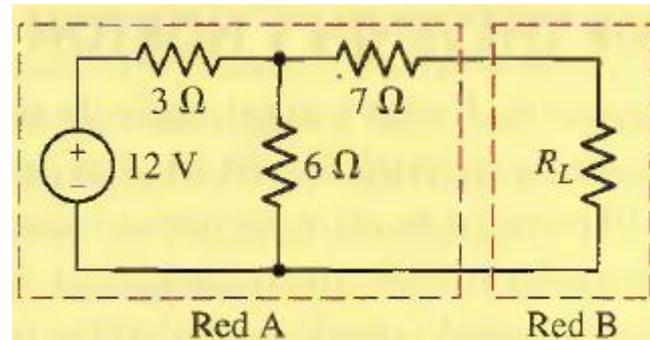




CIRCUITOS EQUIVALENES FE THÉVENIN Y NORTON (3/6)

Ejemplo:

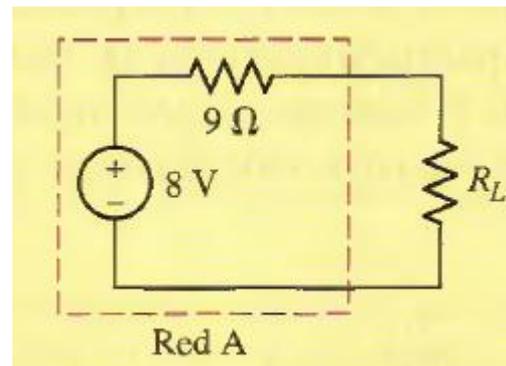
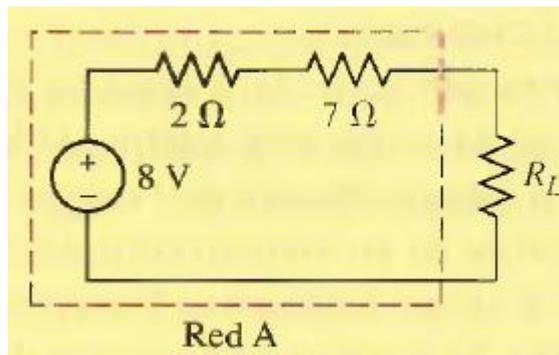
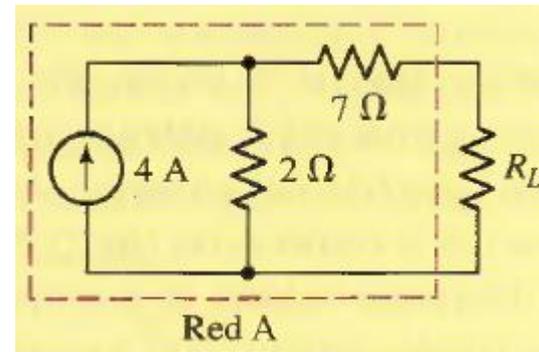
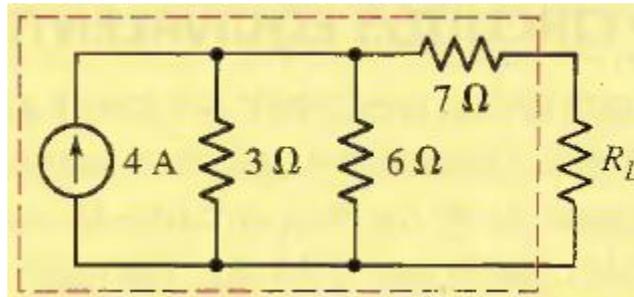
Determinar el equivalente de Thévenin del circuito mostrado y calcular la potencia entregada a la resistencia de carga R_L .





CIRCUITOS EQUIVALENES FE THÉVENIN Y NORTON (4/6)

Solución:



$$P_L = \left(\frac{8}{9 + R_L} \right)^2 R_L$$

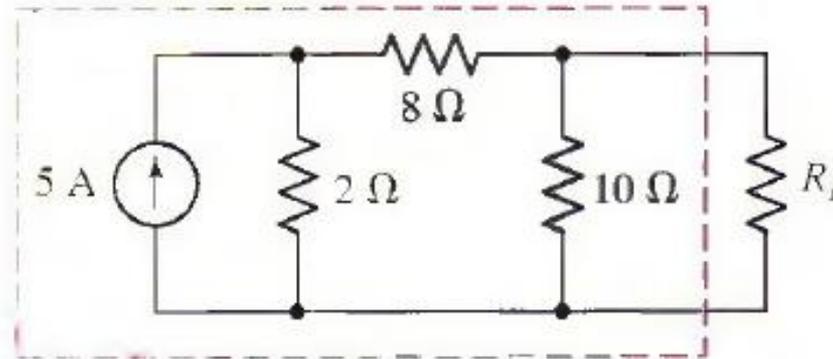




CIRCUITOS EQUIVALENES FE THÉVENIN Y NORTON (5/6)

Ejercicio 1:

Mediante transformaciones repetidas de fuente, determinar el equivalente de Norton del circuito mostrado.

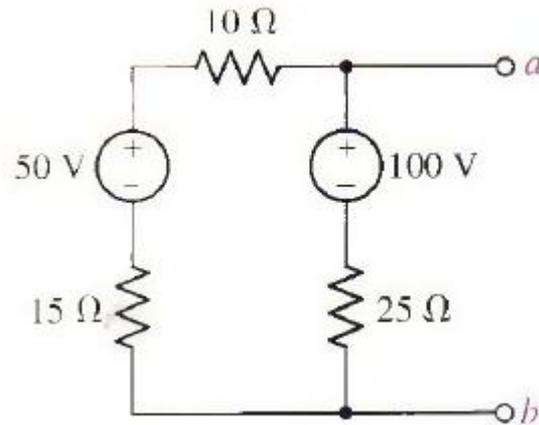




CIRCUITOS EQUIVALENES FE THÉVENIN Y NORTON (6/6)

Ejercicio 2:

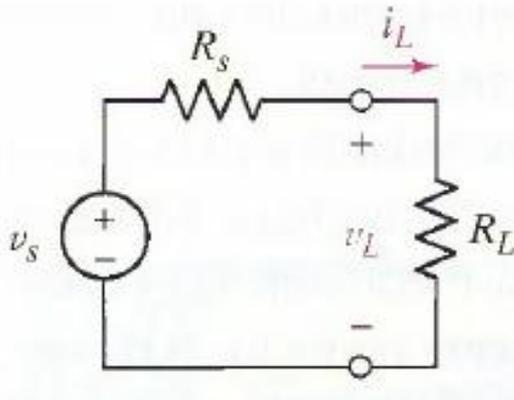
a) Determinar el equivalente de Thévenin de las terminales a y b del circuito mostrado. ¿Cuánta potencia se suministraría a una resistencia conectada entre a y b si R_{ab} es igual a: b) 50Ω , c) 12.5Ω ?





TRANSFERENCIA DE POTENCIA MÁXIMA (1/6)

La potencia que se entrega a una carga R_L del circuito es:



$$p_L = i_L^2 R_L = \frac{v_s^2 R_L}{(R_s + R_L)^2}$$





TRANSFERENCIA DE POTENCIA MÁXIMA (2/6)

Para determinar el valor de R_L que absorbe una potencia máxima de la fuente práctica dada, se diferencia con respecto a R_L :

$$\frac{dp_L}{dR_L} = \frac{(R_s + R_L)^2 v_s^2 - v_s^2 R_L (2)(R_s + R_L)}{(R_s + R_L)^4}$$

e igualando a cero se tiene:

o

$$2R_L(R_s + R_L) = (R_s + R_L)^2$$

$$R_s = R_L$$





TRANSFERENCIA DE POTENCIA MÁXIMA (3/6)

Teorema de transferencia de potencia máxima:

Una fuente de tensión independiente en serie con una resistencia R_s , o una fuente de corriente independiente en paralelo con una resistencia R_s , suministra una potencia máxima a esa resistencia de carga para la cual $R_L = R_s$.

Una forma alterna de considerar el teorema de potencia máxima en términos de la resistencia equivalente de Thévenin de una red:

Una red suministra la potencia máxima a una resistencia se carga R_L cuando R_L es igual a la resistencia equivalente de Thévenin de la red.





TRANSFERENCIA DE POTENCIA MÁXIMA (4/6)

Si la resistencia de Thévenin de la carga es igual a la resistencia de Thévenin de la red, es decir $R_L = R_s = R_{TH}$, se transferirá la potencia máxima de la red.

$$P_{\text{máx|entregado a la carga}} = \frac{v_s^2}{4R_s} = \frac{v_{TH}^2}{4R_{TH}}$$

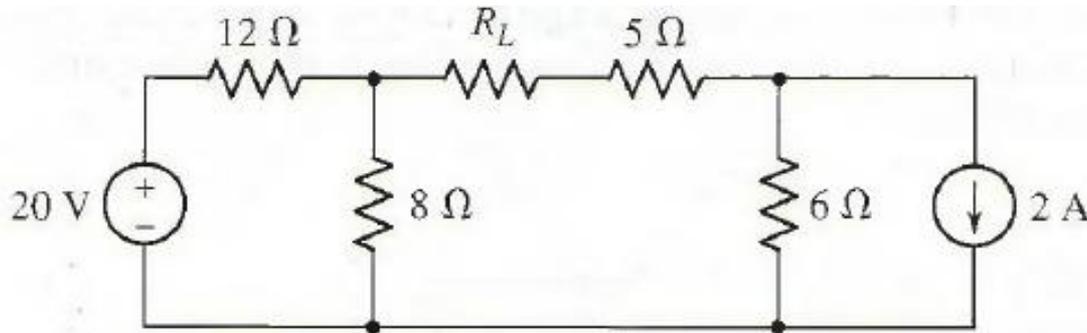




TRANSFERENCIA DE POTENCIA MÁXIMA (5/6)

Ejercicio 1:

Si cualquier valor arbitrario puede elegirse para R_L , en el circuito de la figura, ¿cuál es la potencia máxima que podría disiparse en R_L ?

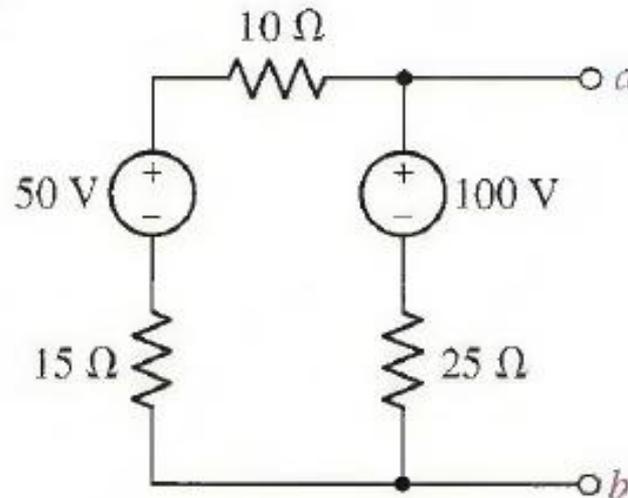




TRANSFERENCIA DE POTENCIA MÁXIMA (6/6)

Ejercicio 2:

(a) Determinar el equivalente de Thévenin en las terminales a y b para la red de la figura. ¿Qué cantidad de potencia se entregaría a una resistencia conectada entre a y b si R_{ab} es igual a: (b) 10Ω ; (c) 75Ω ?



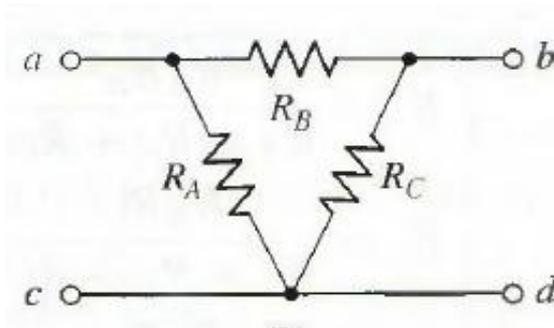
Dr. Arturo Redondo Galván



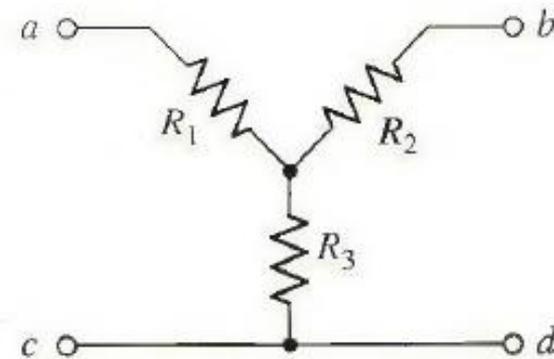


CONVERSION DELTA-ESTRELLA (1/8)

En situaciones donde no existen combinaciones en serie o paralelo es necesario utilizar una técnica llamada delta estrella (Δ -Y).



Red delta



Red estrella

$$p_L = i_L^2 R_L = \frac{v_s^2 R_L}{(R_s + R_L)^2}$$





CONVERSION DELTA-ESTRELLA (2/8)

Para convertir una red estrella a delta:

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

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

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





CONVERSION DELTA-ESTRELLA (3/8)

Para convertir una red delta a estrella:

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

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

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

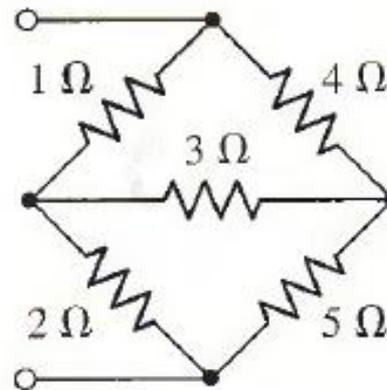




CONVERSION DELTA-ESTRELLA (4/8)

Ejemplo:

Utilizar la técnica de conversión delta a estrella para determinar la resistencia equivalente de Thévenin del circuito de la figura.

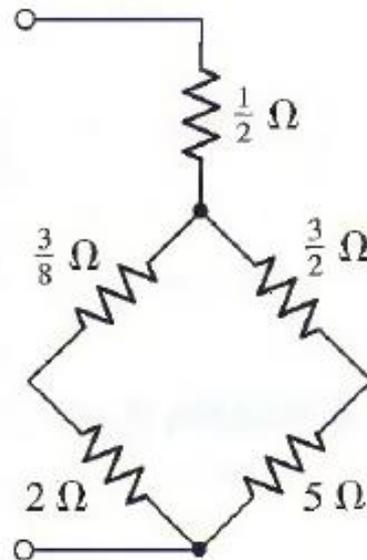




CONVERSION DELTA-ESTRELLA (5/8)

Solución:

El circuito esta compuesto por dos redes delta. Haciendo la conversión Δ -Y de la parte superior tenemos el siguiente circuito:



Dr. Arturo Redondo Galván

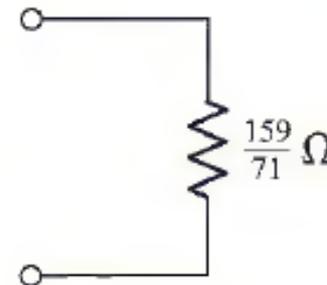
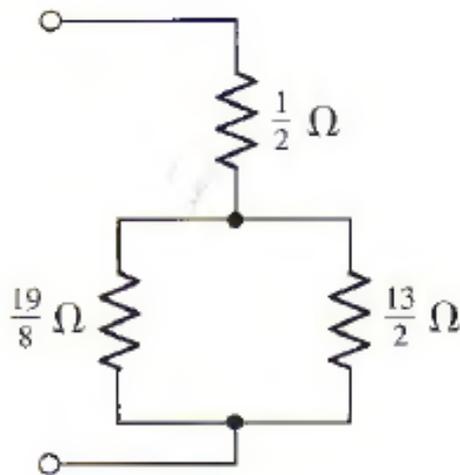




CONVERSION DELTA-ESTRELLA (6/8)

Solución:

En seguida se obtienen las resistencias equivalentes de las resistencias en serie de $\frac{3}{8} \Omega$ con 2Ω y de $\frac{3}{2} \Omega$ con 5Ω . Posteriormente se resuelve el paralelo de las resistencias anteriores y, finalmente, este resultado en serie con la resistencia de $\frac{1}{2} \Omega$.

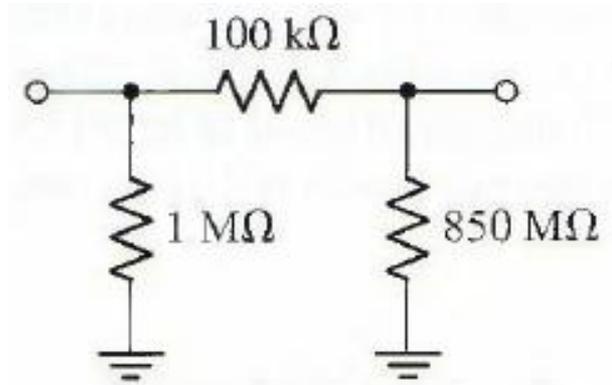




CONVERSION DELTA-ESTRELLA (7/8)

Ejercicio 1:

Convertir la red de la figura en una red conectada en Y.

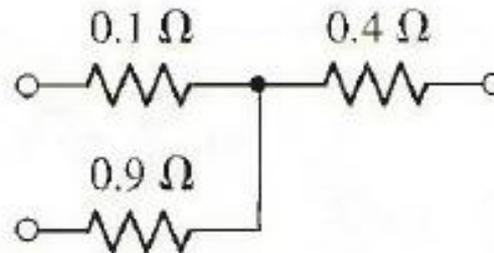




CONVERSION DELTA-ESTRELLA (8/8)

Ejercicio 2:

Convertir la red de la figura en una red conectada en Δ .





REFERENCIAS (1/1)

1. Hayt, William H.; Kemmerly, Jack E. *“Análisis de circuitos en ingeniería”* Ed. McGraw Hill Interamericana (2007) 7ª Edición/4ª Edición en Español ISBN 9701004078 (Original English ISBN 007027410X).
2. Johnson, David E.; Johnson, Johnny R.; Hilbur, John I.; Scott, Peter D. *“Análisis básico de circuitos Eléctricos”* Ed. Prentice Hall (1996) ISBN 9688806382.
3. Edminister, Joseph E.; Nahvi, Mammood *“Circuitos eléctricos”* Ed. McGraw Hill (1987) Madrid ISBN 8448110617.

