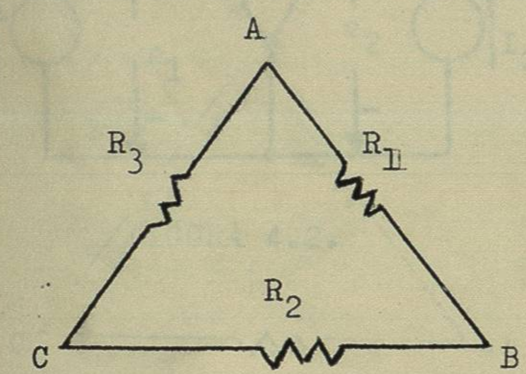
CAPITULO IV

TRANSFORMACION DE CIRCUITOS

En muchos casos la reducción sencilla de una red eléctrica no puede emplearse debido a las interconexiones que determinan- que la no posibilidad de realizar una reducción del tipo serie, paralelo o serie-paralelo.

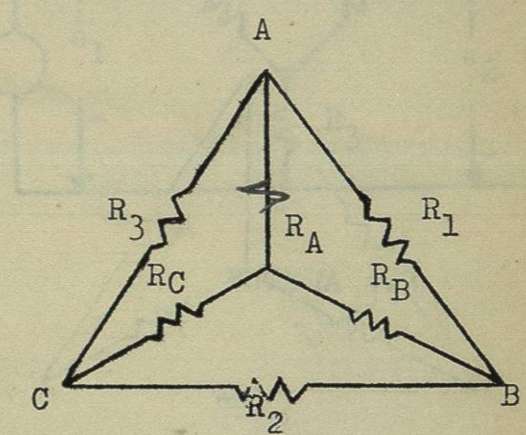
En tales casos, dichas reducciones o transformaciones de - circuitos pueden presentarse de la siguiente manera:

a) TRANSFORMACION -Y.- Si se tiene una malla formando un triángulo con tres resistencias R1, R2, y R3, normalmente se le llama delta, este tipo de conexión se observa en la figura 4.1. -- (a)



Tres resistencias concectadas en triángulo.

FIGURA 4.1.(a)



Transformación -Y

FIGURA 4.1 (b)

Este tipo de configuración delta se puede reemplazar por - una estrella de tres radios, (o Y) representados en la figura - 4.1 (b), por R_A, R_B y R_C, siempre que los valores R_A, R_B y R_C - se calculen correctamente.

Una sustitución de esta clase exige que las resistencias - vistas desde las terminales AB, BC, CA, sean precisamente las - mismas, después de hecha la sustitución que antes de efectuar - ésta. Se puede realizar una deducción general, de las relacio--

nes que deben existir entre los valores de las resistencias para que la combinación sea equivalente.

Podemos establecer la equivalencia de un circuito estrella y uno delta por el manejo de dos pares de terminales con fuentes de corriente y con la condición de que el voltaje sea el mismo en la estrella y la delta. Dos sistemas con estas condiciones se muestran en las figuras 4.2 y 4.3.

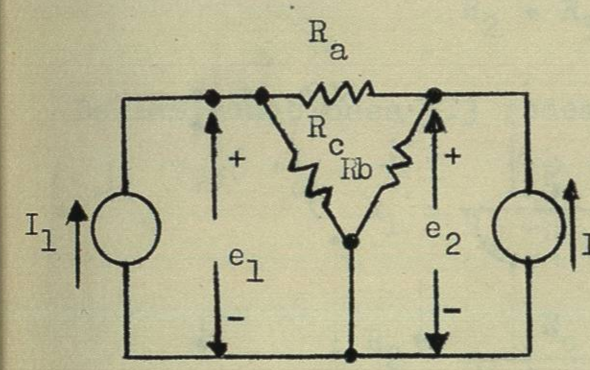
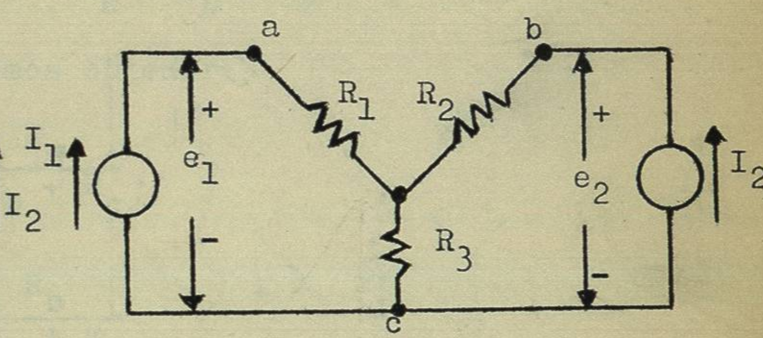


FIGURA 4.2.



FUGURA 4.3

Las respuestas pueden ser escritas por inspección de cada sistema por medio del teorema de superposición:

Para el circuito Estrella los voltajes son:

$$e_1 = (R_1 + R_3)\,(I_1) + R_3\,(I_2) \qquad \text{Ec. 4.1}$$

$$e_2 = (R_3)\,(I_1) + (R_2 + R_3)\,(I_2)$$

Para el sistema en Delta (∇) las ecuaciones son:

$$e_1 = \frac{(R_c)\,(R_a + R_b)\,(I_1)}{R_a + R_b + R_c} + \frac{R_c\,(R_b)\,(I_2)}{R_a + R_b + R_c} \qquad \text{Ec. 4.2}$$

$$e_2 = \frac{R_c\,(R_b)}{R_a + R_b + R_c}\,(I_1) + \frac{R_b\,(R_a + R_c)}{R_a + R_b + R_c}\,(I_2)$$

Los coeficientes en las ecuaciones 4.1 y 4.2 pueden ser idénticos y entonces:

$$R_1 + R_3 = \frac{R_c\,(R_a + R_b)}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_3 = \frac{R_b\,R_c}{R_a + R_b + R_c} \qquad \text{Ecs. 4.3}$$

$$R_2 + R_3 = \frac{R_b\,(R_a + R_c)}{R_a + R_b + R_c}$$

De las ecuaciones 4.3 podemos obtener:

$$\left.\begin{aligned} R_1 &= \frac{R_a\,R_c}{R_a + R_b + R_c} \\ R_2 &= \frac{R_a\,R_b}{R_a + R_b + R_c} \\ R_3 &= \frac{R_b\,R_c}{R_a + R_b + R_c} \end{aligned}\right\} \Delta \text{ A } Y$$

De lo anterior podemos deducir la expresión general para pasar de un circuito delta (∇) a un estrella (Y)

$$\text{Resistencia } Y = \frac{\text{Producto de Resistencias adyacentes del } (\nabla)}{\text{Suma de las resistencias del } (\nabla)}$$

Igualmente de las ecuaciones 4.3 podemos encontrar la solución para resistencias (∇) que son:

$$\left.\begin{aligned} R_a &= \frac{R_1\,R_2 + R_2\,R_3 + R_3\,R_1}{R_3} \\ R_b &= \frac{R_1\,R_2 + R_2\,R_3 + R_3\,R_1}{R_1} \\ R_c &= \frac{R_1\,R_2 + R_2\,R_3 + R_3\,R_1}{R_2} \end{aligned}\right\} Y \text{ A } \Delta$$

igualmente podemos obtener una expresión general para pasar de- un circuito estrella a un delta (∇).

$$\text{Resistencia } (\nabla) = \frac{\text{Suma de los productos de las resistencias en } \lambda \text{ tomadas en pares}}{\text{La Resistencia opuesta en estrella}}$$

TEOREMAS DE THEVENIN Y NORTON

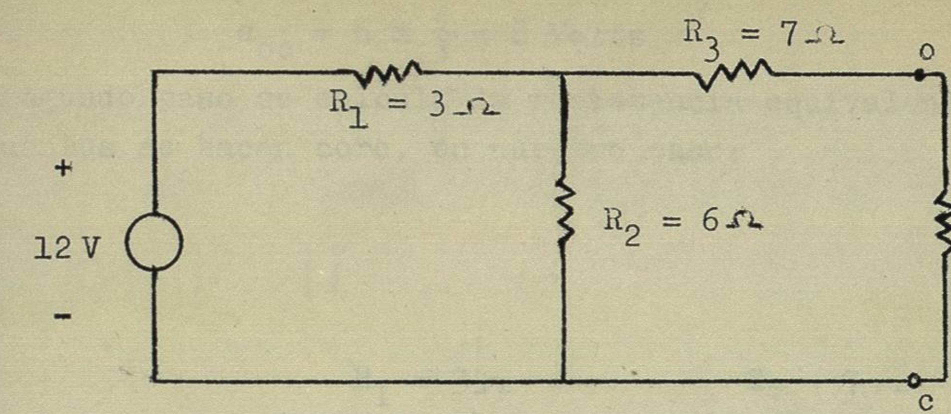
Algunas veces durante el transcurso del análisis de Circuitos Lineales, nos encontramos con algunas redes compuestas de - varias fuentes ya sea de corrientes o de voltaje y elementos resistivos, de las cuales se desea particularmente conocer la co- corriente, voltaje o potencia en un elemento determinado o agregado que bien puede ser una resistencia de carga (R_L); la aplicación de los teoremas de Thevenin y Norton resulta la manera - más ventajosa de lograr rápidamente estos propósitos, ya que -- sustituye gran parte de una red complicada por un circuito equivalente más simple. Este nuevo circuito como ya se dijo nos permite calcular rápidamente los parámetros antes mencionados. El- Teorema de Thevenin se enuncia de la manera siguiente:

"Cualquier red compuesta de elementos resistivos, fuentes- de voltaje y corriente, se pueden substituir por una fuente de- voltaje en serie con una resistencia". El valor de la fuente es igual al voltaje medido en terminales estando en circuito abierto, la resistencia es igual a la resistencia equivalente medida en las terminales cuando todas las fuentes estan igualadas a -- cero.

Para formar una fuente de voltaje "cero" se cortocircuitan sus terminales, para el caso de una fuente de corriente las terminales se colocan en circuito abierto.

APLICACION DEL TEOREMA DE THEVENIN.

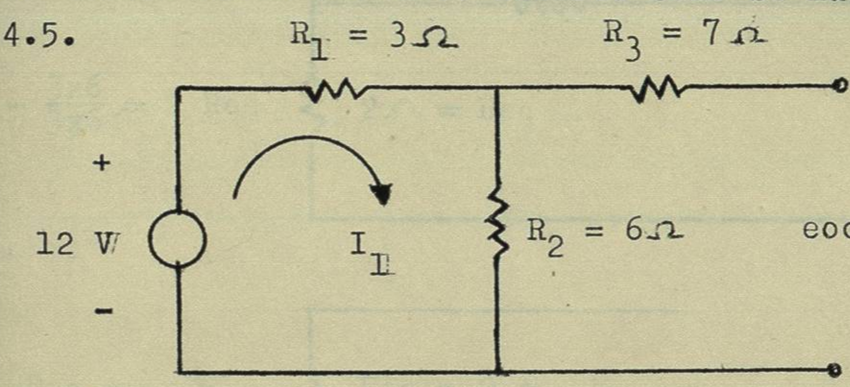
Supóngase que se tiene un circuito como el mostrado en la- Figura 4.4 y se quiere encontrar su equivalente Thevenin.

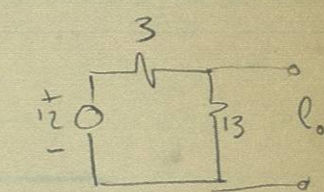


$\frac{9}{16}$ 12

FIGURA 4.4

Como primer paso es necesario encontrar el valor de la --- fuente de voltaje del circuito equivalente. Según el enunciado del Teorema este valor es el voltaje medido en terminales cuando se encuentra en circuito abierto como se muestra en la Figura 4.5.





$e_{oc} = \frac{13}{16}$ 12

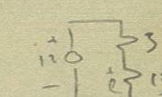


FIGURA 4.5

Este voltaje se puede calcular por cualquiera de los métodos enunciados en el capítulo anterior, (Corriente de malla, -- voltaje de nodo, etc.). Analizando el circuito por corriente de malla se encuentra una corriente (i) que viene dada por la si-- guiente ecuación:

$$12 - 3i - 6i = 0$$

De donde:

$$i = \frac{12}{9} = 4/3 \text{ Amps.}$$

De donde el voltaje (e_{oc}) que es el valor que hay que dar a la fuente de voltaje en el circuito equivalente, viene dado por: