

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

Roger Armas, Israel Portero, y Bryan Torres

CIRCUITOS RC.

I. RESUMEN.

Un circuito RC contiene tanto resistencia como capacitancia, se presentan circuitos RC en serie y en paralelo básicos, así como sus respuestas a voltajes sinusoidales de ca. También se analizan combinaciones dispuestas en serie-paralelo. Se estudian las potencias verdadera, reactiva y aparente en circuitos RC y se introducen algunas aplicaciones básicas de circuitos RC. Las aplicaciones de circuitos RC incluyen filtros, acoplamiento de amplificadores, osciladores, y circuitos modificadores de ondas, también se aborda la localización de fallas. Los números complejos, pues constituyen una herramienta importante para el análisis de circuitos de ca. El sistema de números complejos es una forma de expresar matemáticamente una cantidad fasorial y permite sumar, restar, multiplicar y dividir cantidades fasoriales.

II. INTRODUCCIÓN.

Se considera un circuito RC a todo aquel circuito compuesto indispensablemente por: de una parte, una asociación de resistencias, y de otra, un único condensador (se incluyen los casos en que él hay varios capacitores -condensadores- que se pueden reducir a uno equivalente), puede tener también fuentes tanto dependientes como independientes.

Un capacitor está constituido por dos placas conductoras separadas por una distancia pequeña (respecto de las longitudes características de las placas). Generalmente, entre ellas hay un medio dieléctrico. Si se conecta el capacitor a una fuente, las cargas se distribuyen llegando a una situación de equilibrio donde los dos conductores tienen igual cantidad de carga pero de signo contrario. La diferencia de potencial V entre las dos placas conductoras es proporcional a la carga q (medida en Coulomb) que hay en cada placa $q = C.V$ (1) donde C la constante se llama capacidad eléctrica (unidades: faradio = Coulomb/Volt). Esta constante depende de las características del capacitor (la superficie de las placas, la distancia de separación y el material entre las mismas). Dado el circuito de la figura 1, con el capacitor inicialmente

descargado, cuando se cierra el interruptor comienza a circular corriente por el mismo hasta cargar el capacitor.

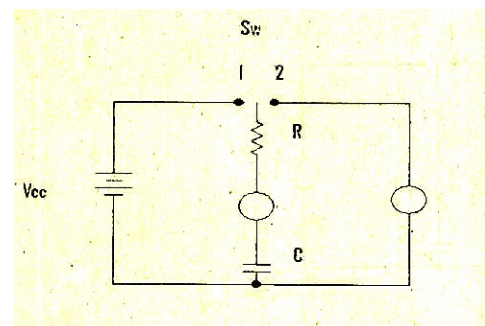
A. Fuente de Poder (CA)

El voltaje de corriente alterna o Vca es, por ejemplo, el que obtenemos de la toma de corriente de nuestras casas, el voltaje y la corriente es alterna ya que su polaridad varía con una frecuencia específica. Por ejemplo el voltaje nominal de Ecuador es de 110 volts a 60 Hz. El mismo que se usa en USA, pero diferente al que se tiene por ejemplo en Argentina, Japón o Europa.

El voltaje directo tiene una polaridad fija sin variación de frecuencia. Este voltaje es el que usa la gran mayoría de los circuitos electrónicos, ejemplo de este voltaje es el que se encuentra en las pilas alcalinas o las del tipo recargable que encontramos por ejemplo en el teléfono móvil.

La mayoría de los circuitos electrónicos usa voltaje directo, pero siempre tienen un tipo de fuente de poder que transforma el Vca a Vcd, la fuente puede ser externa o interna. Un cargador de baterías se considera una fuente de poder, por que transforma el Vca a Vcd para cargar la batería recargable.

B. Descarga de un capacitor.



Un condensador / capacitor en un circuito RC serie no se descarga inmediatamente cuando es desconectada de una fuente de alimentación de corriente directa. Cuando el interruptor pasa de la posición A a la posición B, el voltaje en el condensador V_c empieza a descender desde V_o (voltaje inicial en el condensador) hasta tener 0 voltios de la manera que se ve en el gráfico inferior.

La corriente tendrá un valor máximo inicial de V_0/R y la disminuirá hasta llegar a 0 amperios.

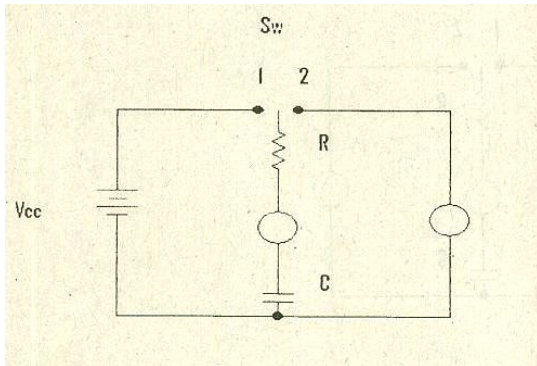
La corriente que pasa por la resistencia y el condensador es la misma. Acordarse que en un circuito en serie la corriente es la misma por todos los elementos.

C. Carga de un capacitor.

Un capacitor es un dispositivo que al aplicársele una fuente de alimentación de corriente continua se comporta de una manera especial.

Cuando el interruptor se cierra, la corriente I aumenta bruscamente a su valor máximo como un cortocircuito y tiene el valor de $I = E / R$ amperios (como si el capacitor no existiera momentáneamente en este circuito RC), y poco a poco esta corriente va disminuyendo hasta tener un valor de cero.

El voltaje en el capacitor no varía instantáneamente y sube desde 0 voltios hasta E voltios (E es el valor de la fuente de corriente directa conectado en serie con R y C).



D. Constante Tiempo.

Al producto RC se le llama constante de tiempo del circuito t y equivale al tiempo que el condensador tardaría en descargarse de continuar en todo momento la intensidad inicial I_0 . También equivale al tiempo necesario para que el condensador adquiriera una carga igual al 0,37 ($1/e$) de la carga inicial, o lo que es lo mismo que la intensidad decrezca hasta $0,37I_0$.

E. 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}).

F. 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 .

Corriente equivalente de Norton (I_n)

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

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.

G. 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.

Carga de un capacitor.

Formulas;

$$Q = Q_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) ; V = V_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) ; I = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Diagrams;

Figura1. V_0 vs t

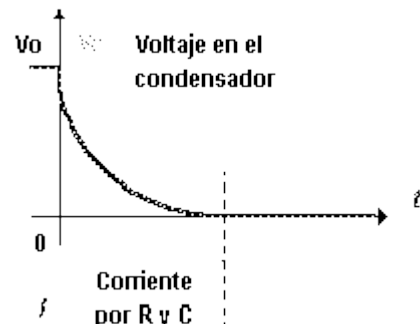
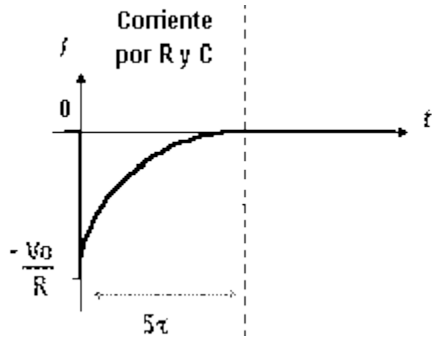


Figura2. I vs t



Descarga de un capacitor:

Formulas;

$$I = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} ; V = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}} ; Q = Q_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Diagrams;

Figura3. V vs t

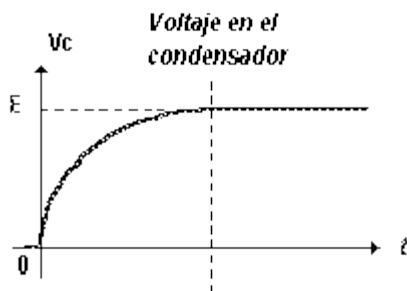
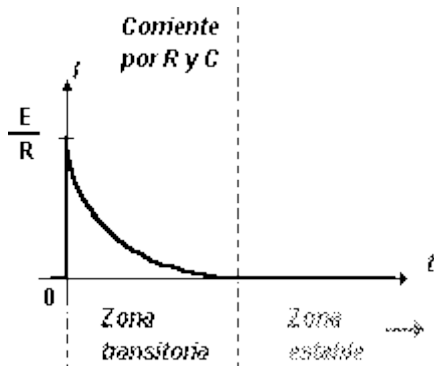


Figura4. I vs t



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

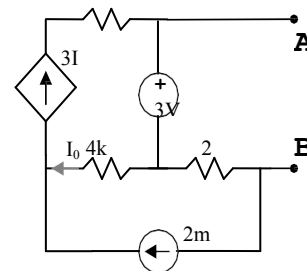
Las leyes de Kirchhoff resultan de vital importancia ya que requerimos el manejo de técnicas que nos permitan resolver circuitos complejos de manera rápida y efectiva, además, estas leyes nos permitieron analizar dichos problemas por dos métodos nodos y mallas.

VI. DESARROLLO

Problema1.-

Obtener el equivalente Thevenin del circuito entre los terminales A y B

- Sobre el circuito anterior se añade una resistencia entre los terminales A y B. ¿Qué valor debe tener esa resistencia si queremos que consuma la máxima potencia posible?

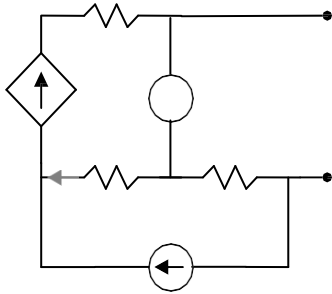


Obtención del equivalente Thevenin:

- Se calculará en primer lugar la tensión de circuito abierto VCA:

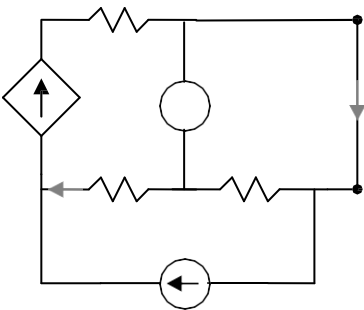
Sin resolver completamente el circuito, podemos ver que VAB será igual a los 3V de la fuente de tensión más la caída de tensión en la resistencia

de 2k. Como por esta resistencia circulan los 2mA de la fuente de intensidad, tendremos:
 $V_{CA} = 3V + 2mA * 2k\Omega = 7V$



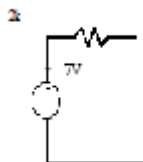
A continuación se calculará la intensidad de cortocircuito ICC:

De nuevo sin resolver el circuito podemos ver que ICC será igual a los 2mA de la fuente de intensidad más la intensidad que circule por la resistencia de 2k. Como esta resistencia se encuentra en paralelo con la fuente de tensión de 3V, entre sus terminales habrá 3V. Por tanto,
 $ICC = 2mA + 3V/2k = 3,5mA$



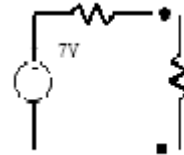
La equivalente será:

$$\begin{aligned} V_{TH} &= V_{CA} = 7V \\ I_N &= I_{CC} = 4.5mA \\ R_{TH} &= \frac{V_{TH}}{I_N} = \frac{7V}{3.5mA} = 2k\Omega \end{aligned}$$



Según el teorema de máxima transferencia de potencia, para lograr un consumo máximo de potencia la resistencia de carga debe tener el mismo valor que la resistencia Thevenin:

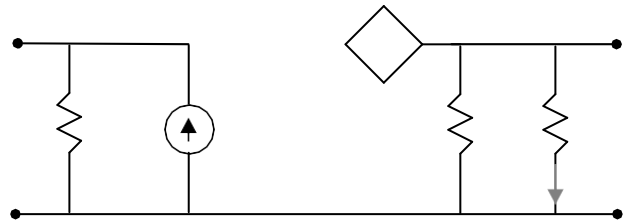
$$R_L = 2k\Omega$$



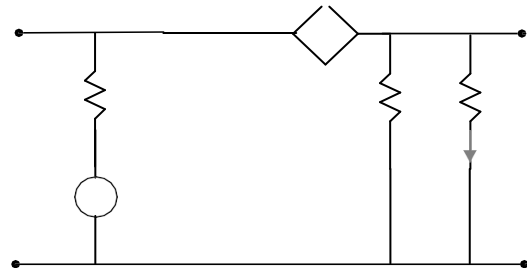
Problema 2.-

Obtener el equivalente Thevenin del circuito entre los terminales a y b

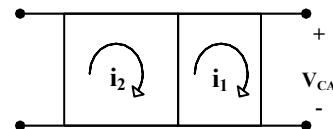
Obtener el equivalente Thevenin del circuito entre los terminales c y d



Como primer paso se hace una transformación de fuente, con lo que el circuito queda:



Primer equivalente Thévenin: calculamos la tensión a circuito abierto y la intensidad de cortocircuito entre a y b.

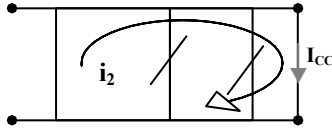


Tensión a circuito abierto:

se resuelve por mallas,
 $-240 + I_2 * 60 + I_2 * 20 + 160 * I_1 + (I_2 - I_1) * 80 = 0$
 $(I_1 - I_2) * 80 + I_1 * 40 = 0$

$$I_2 = 1125 \text{ mA}$$

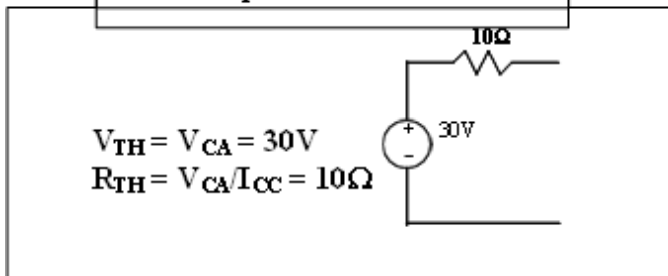
$$I_1 = 750 \text{ mA} \quad V_{CA} = 30 \text{ V}$$



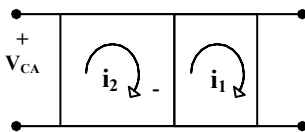
Intensidad de cortocircuito: toda la corriente circula por el cortocircuito:
 $-240 + I_2 * 60 + I_2 * 20 + 160 * 0 = 0$

$$I_2 = 3 \text{ A} \quad I_{CC} = 3 \text{ A}$$

Primer equivalente Thévenin



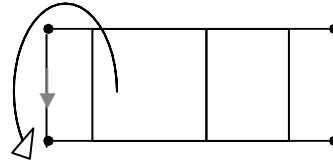
Segundo equivalente Thévenin: calculamos la tensión a circuito abierto y la intensidad de cortocircuito entre c y d.



Tensión a circuito abierto: se resuelve por mallas
 $-240 + I_2 * 60 + I_2 * 20 + 160 * I_1 + (I_2 - I_1) * 80 = 0$
 $(I_1 - I_2) * 80 + I_1 * 40 = 0$

$$I_2 = 1125 \text{ mA}$$

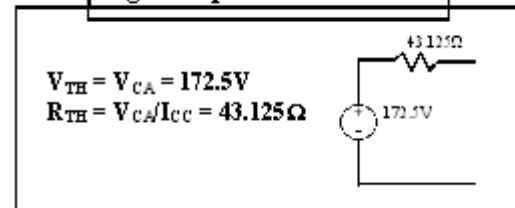
$$I_1 = 750 \text{ mA} \quad V_{CA} = 172.5 \text{ V}$$



Intensidad de cortocircuito: la parte derecha del circuito no aporta corriente, nos fijamos sólo en la malla de la izquierda:
 $I_2 = 240 / 60$

$$I_2 = 4 \text{ A} \quad I_{CC} = 4 \text{ A}$$

Segundo equivalente Thévenin



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 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>