

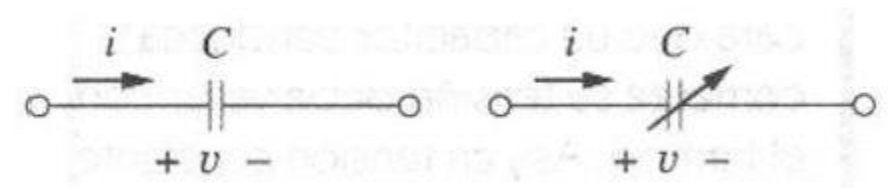
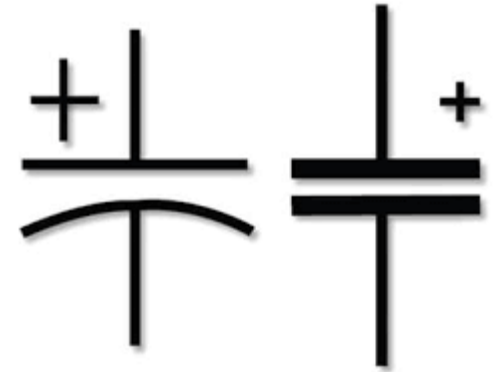
RL Y RC

EL CAPACITOR O CONDENSADOR

Un capacitor es un elemento que tiene la capacidad de almacenar cargas eléctricas y suministrarlas en un momento apropiado durante un espacio de tiempo muy corto a una carga o parte del circuito.

Su empleo en circuitos eléctricos y electrónicos es muy variado, por ejemplo: filtrado de corriente, circuitos osciladores, temporizadores, sintonizadores de emisoras, encendidos electrónicos, evitar el paso de la corriente continua de un circuito a otro, etc.

El condensador se comporta como un circuito abierto cuando se le aplica corriente continua, y si es alterna actúa como circuito cerrado, que permite el paso de la corriente en un solo sentido, esta propiedad se emplea para el filtrado de la corriente alterna.



La unidad fundamental de capacidad es el faradio, se emplean los submúltiplos del faradio.

Microfaradio $\mu F = 10^{-6} F$

Nanofaradio $n F = 10^{-9} F$

Picofaradio $p F = 10^{-12} F$

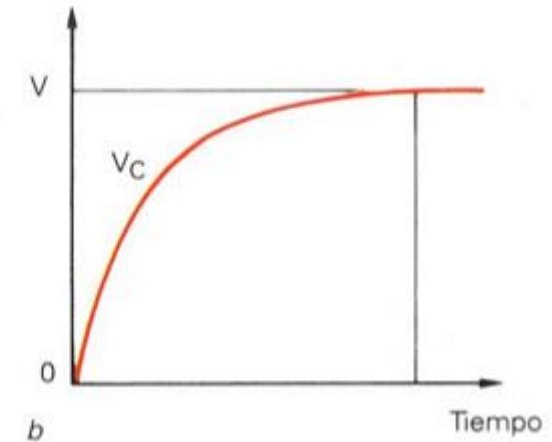
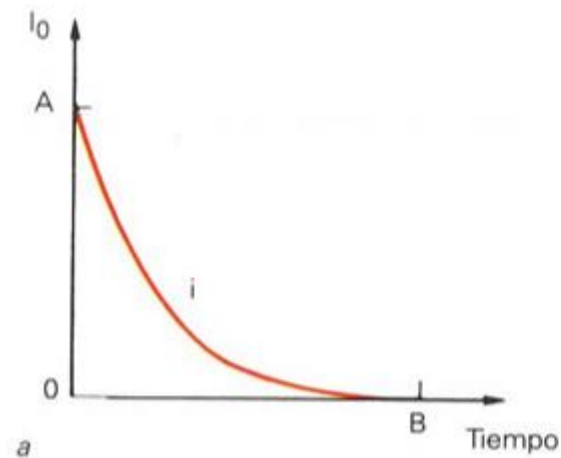
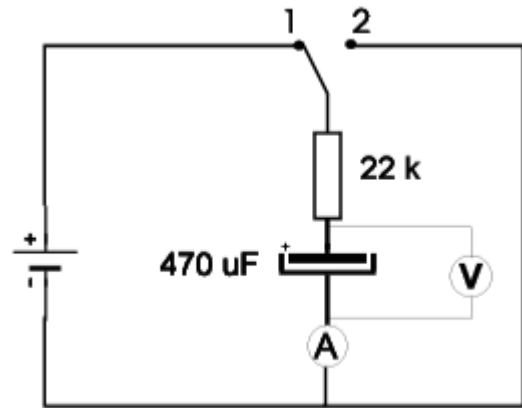
TIPO DE CONDENSADOR	VALORES	TENSIONES MÁXIMAS DE TRABAJO	TOLERANCIAS
Mica	2 pF a 22 nF	250 a 4.000 V	0,5 a 20 %
Papel	1 nF a 10 uF	250 a 1.000 V	5 - 10 - 20 %
Poliestireno	10 pF a 4,7 nF 4,7 pF a 22 nF	25 a 63 V 160 a 630 V	+/- 1pH (<50pF) 2,5 - 5 - 10 %
Poliéster	4,7 nF a 1,5 uF 1 nF a 470 nF	100 a 160 V 400 a 1.000 V	5 - 10 - 20 %
Poliéster metalizado	47 nF a 10 uF 10 nF a 2,2 uF 10 nF a 470 nF	63 a 100 V 250 a 400 V 630 a 1.000 V	5 - 10 - 20 %
Policarbonato metalizado	47 nF a 10 uF 10 nF a 2,2 uF 10 nF a 470 nF	63 a 100 V 250 a 400 V 630 a 1.000 V	5 - 10 - 20 %
Cerámico	0,56 pF a 560 pF 0,47 pF a 330 pF	63 a 100 V 250 a 500 V	2 - 5 - 10 %

Cerámico	4,7 nF a 470 nF	15 a 50 V	(-20 + 50 %)
	220 pF a 22 nF	63 a 100 V	(-20 + 80 %)
	100 pF a 10 nF	250 a 500 V	+/- 20 %
	470 pF a 10 nF	1.000 V	(-20 + 50 %)
Electrolítico de aluminio	100 a 10.000 uF	4 a 10 V	(-10 +50 %)
	2,2 a 4.700 uF	16 a 40 V	(-10 +100 %)
	0,47 a 2.200 uF	63 a 160 V	(-20 + 30 %)
	2,2 a 220 uF	200 a 450 V	(-10 + 50 %)
Electrolítico de tántalo	2,2 a 100 uF	3 a 10 V	+/- 20 %
	220 nF a 22uF	16 a 40 V	(-20 + 50 %)



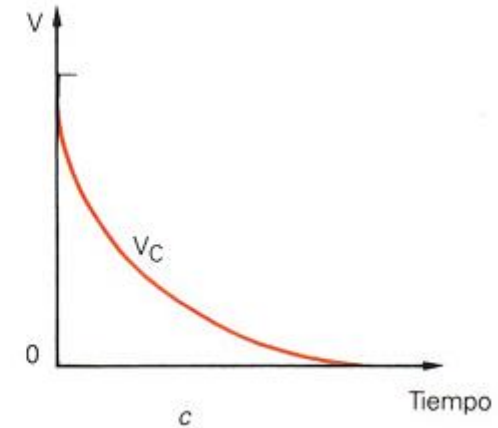
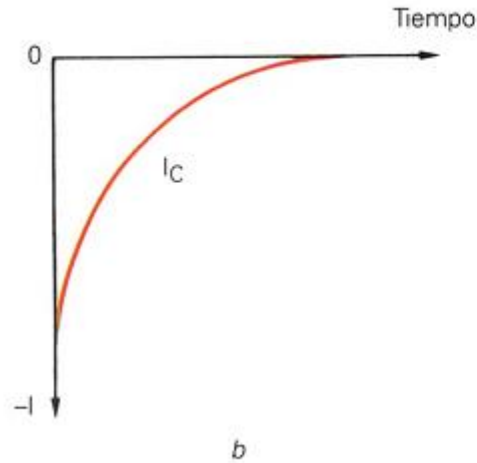
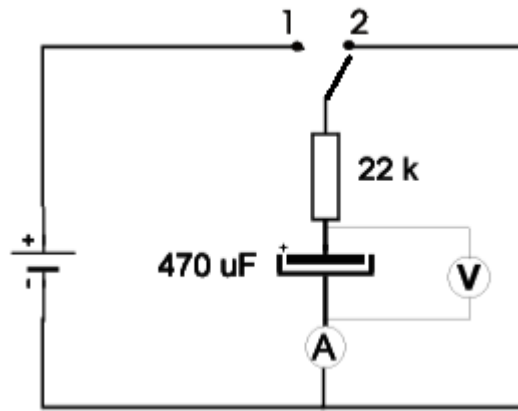
Un capacitor se carga al valor de la fuente que lo este alimentando y se descarga cuando dicha alimentación decrezca o se anule.

Ese cambio de carga a descarga hace la que corriente se invierta o retrase respecto a la que entrega la fuente.



A medida que se va cargando el condensador, va aumentando la tensión en él y la intensidad va disminuyendo.

En la descarga, la tensión disminuye hasta hacerse nula, también se hará nula la intensidad.



En una *corriente alterna* de 50Hz, la tensión es positiva 50 veces por segundo, y negativa otras 50, por lo que cambia 100 veces cada segundo.

Esto quiere decir que el condensador se carga y descarga 100 veces por segundo.

La *corriente de carga* coincide con la *tensión del circuito*, pero la de descarga está retrasada, por lo que **está desfasada** respecto a la tensión del circuito

$$i_c(t) = C \cdot dv/dt$$

$$v_{c(t)} = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i_{c(t)} dt$$

La potencia generada por el condensador será

$$P_c = v \cdot i = v \cdot C \cdot dv/dt = C \cdot v \cdot dv/dt$$

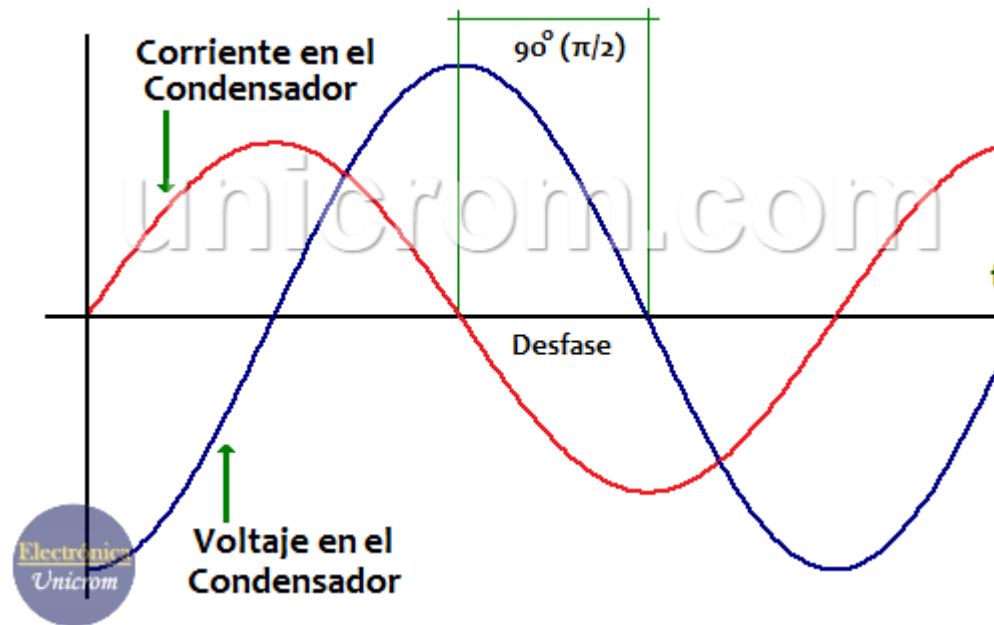
La energía almacenada será

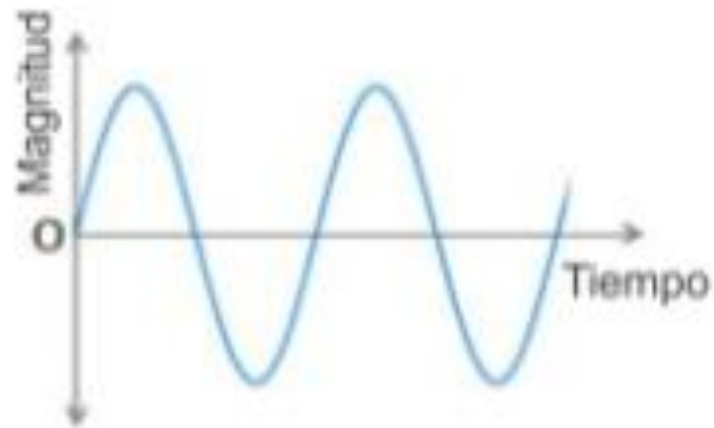
$$W = \int P \cdot dt = \int \{C \cdot v \cdot dv/dt\} \cdot dt \text{ los } dt \text{ se van}$$

$$W = \int C \cdot v \cdot dv = C \cdot \int v \cdot dv$$

$$W = C \cdot V^2/2$$

En el capacitor la corriente se adelanta al voltaje en 90° .

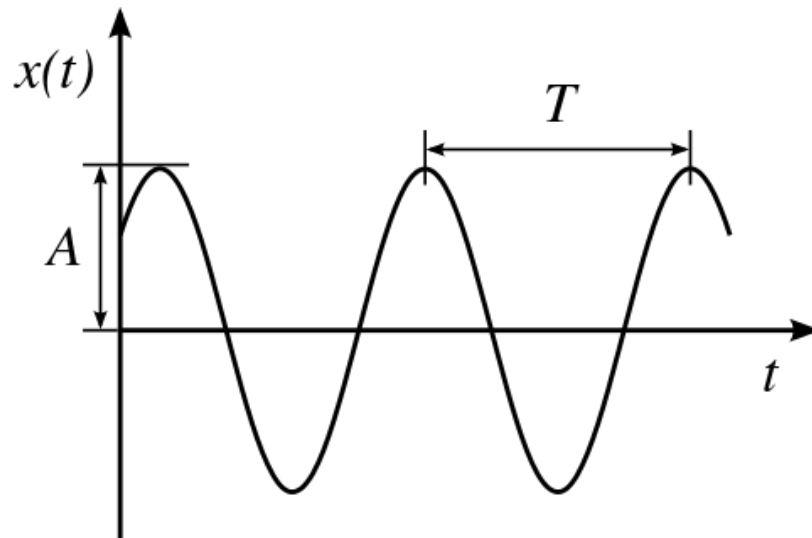




Corriente Alterna AC



Corriente Directa DC



Relación corriente-voltaje del capacitor.

$$i = \frac{dq}{dt}$$

La oposición al paso de una corriente sea en directa o alterna por un elemento que se encuentre en el circuito “ resistencia, capacitor o bobina” se le llama resisitividad o resistencia y se mide en ohm.

En el caso del capacitor se le llama reactancia capacitiva y se expresa en la siguiente formula.

Para el caso de corriente directa donde la frecuencia es igual a cero, el valor de la Reactancia capacitiva es infinita por lo que se comporta como un circuito abierto.

$$X_c = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{C 2\pi f}$$

En AC, a medida que aumenta la frecuencia “kHz”, se hace un corto o tiende a cero.

Existe la reactancia capacitiva debido a los condensadores y la reactancia inductiva debido a las bobinas.

LA BOBINA o INDUCTOR

Son componentes pasivos de dos terminales que generan un flujo magnético cuando se hace circular por ellas una corriente eléctrica.

Se fabrican arrollando un hilo conductor sobre un núcleo de material ferromagnético o al aire. Su unidad de medida es el Henrio (H).



$$V_L(t) = L \cdot di/dt$$

La corriente será.

$$V_L(t)/L = di/dt$$

$\{V_L(t)/L\} * dt = di$ integrando en ambos extremos se tendrá

$$i_L(t) = 1/L * \int V(t) * dt$$

La potencia en la bobina será

$$P_L(t) = v * i = L * di/dt * i$$

La energía almacenada sera

$$W = \int P * dt = \int \{L * di/dt * i\} * dt \quad dt \text{ se elimina}$$

$$W = \int \{L * di * i\} = L * \int di * i$$

$$W = L * i^2 / 2$$

Bobinas en DC:

Cuando conectamos una bobina a una fuente de DC, solamente se produce el efecto de la resistencia ofrecida por el alambre con que está fabricada, pero con una pequeña diferencia con respecto a un circuito puramente resistivo. **Por lo que se dice que en Dc se comporta como un corto.**

En un circuito inductivo (debido a que posee un inductor), la corriente se tarda un determinado tiempo para llegar al valor máximo.

A este tiempo se le llama constante de tiempo inductivo y depende de la inductancia en henrios de la bobina y de su resistencia. Para calcularla, podemos utilizar la siguiente fórmula: $t = L / R$

Donde: t = Constante de tiempo en segundos L = Inductancia de la bobina en Henrios
 R = Resistencia de la bobina en Ohmios

Cuando en una bobina se desconecta un voltaje de DC, la corriente no cesa inmediatamente. El campo magnético de la bobina, al reducirse rápidamente, genera una corriente en los terminales de la bobina, que aparece durante unos instantes después de haberle quitado la alimentación. Por esta razón se dice que las bobinas almacenan corriente.

Bobinas en AC:

Cuando aplicamos un voltaje de corriente alterna a una bobina, se producirá en ella un campo magnético que está variando continuamente.

Esta oposición que ofrece una bobina a los voltajes de corriente alterna se llama reactancia inductiva "XL" y se mide en Ohmios. La reactancia inductiva depende de la frecuencia de la señal o voltaje alterno y de la inductancia de la bobina.

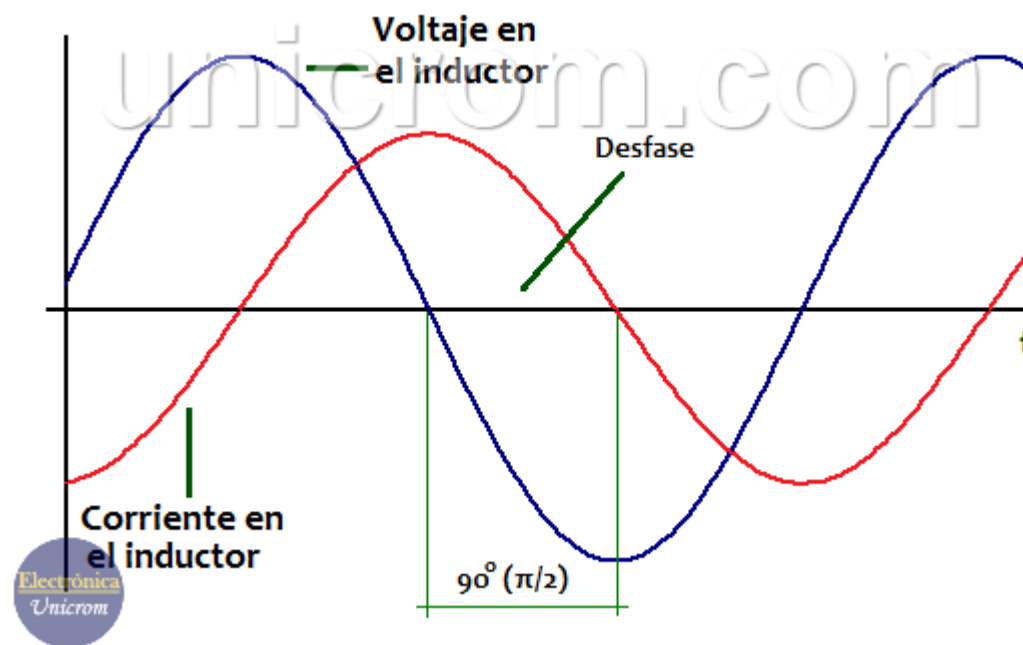
En ac una bobina se comporta como un circuito abierto y descarga su corriente al cambiar la polaridad de la fuente.

La formula para encontrar la reactancia inductiva es la siguiente: $XL = 2\pi fL = 6.28 * f * L$

Donde: F = Frecuencia en Hertzios o ciclos por segundo L = Inductancia de la bobina, en Henrios

El fenómeno de la reactancia inductiva, y su dependencia de la frecuencia, es fundamental para el funcionamiento de los circuitos de radio.

En la bobina el voltaje adelanta a la corriente en 90° .



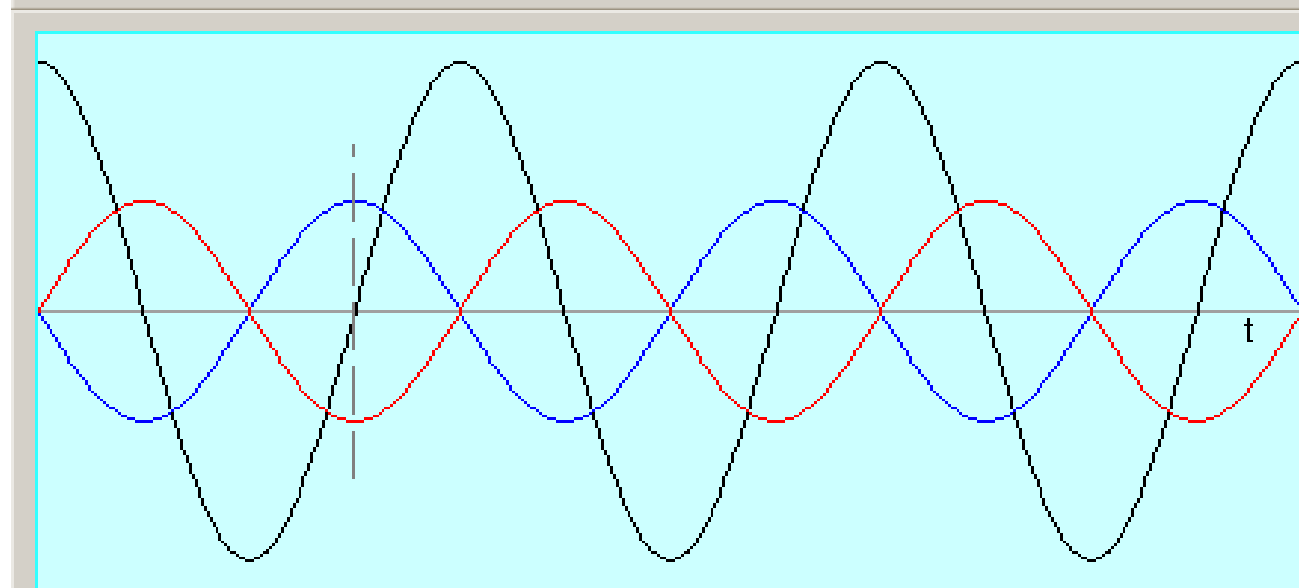
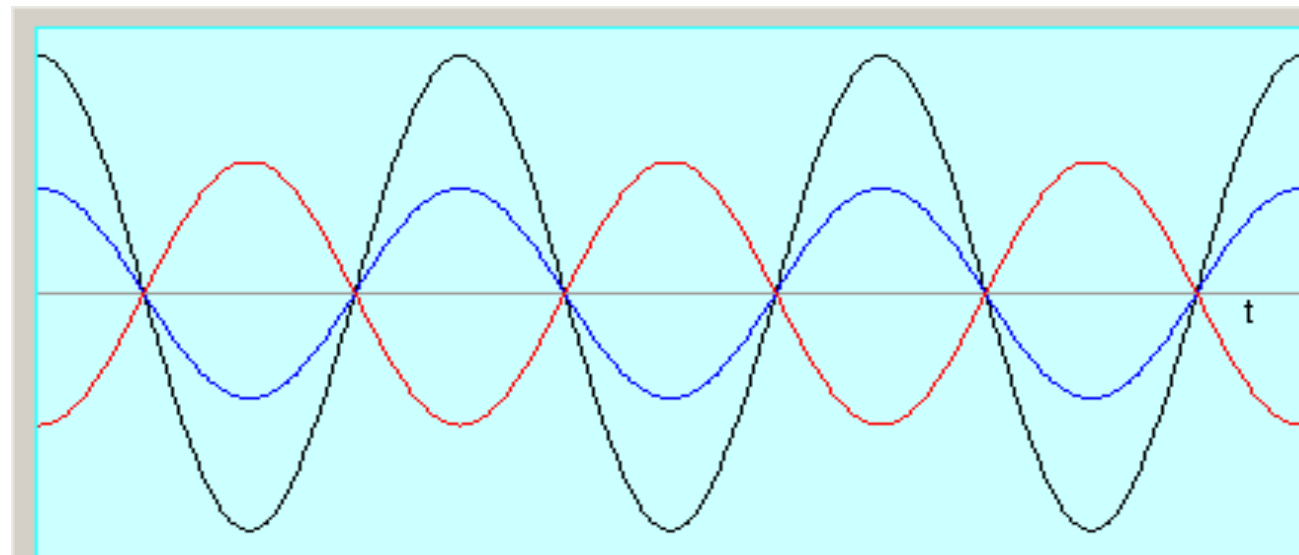
Fase mide la diferencia de tiempo entre dos ondas. Aunque la fase es una diferencia de tiempo, siempre se mide en terminos de ángulo, en grados o radianes.

Si se toma la onda negra como referencia, la onda azul está en fase y la onda roja está en oposición de fase.

La fase es la representación gráfica de una onda en el dominio del tiempo

Si se toma la onda negra como referencia, la onda azul está en avance de fase y en cuadratura. La onda roja está en retardo y en cuadratura.

Es importante comentar que por **cuadratura de fase** entendemos que las dos componentes tienen un desfase de 90°





RELACIONES DE FASE

La relación de **fase** entre dos formas de **ondas** indica que una de ellas se **adelanta** o **atrasa** (en grados o radianes)

i) ONDA SENOIDAL

$$y = A_m \text{ Sen } (\omega t \pm \theta)$$

Forma de onda se ha desplazado en " θ " grados a derecha o izquierda de 0° .

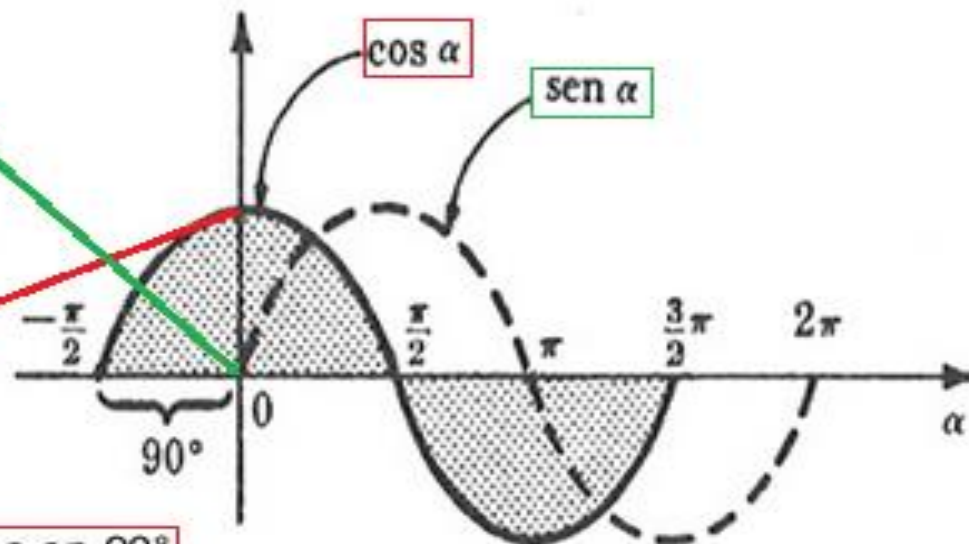
ii) ONDA COSENOIDAL .

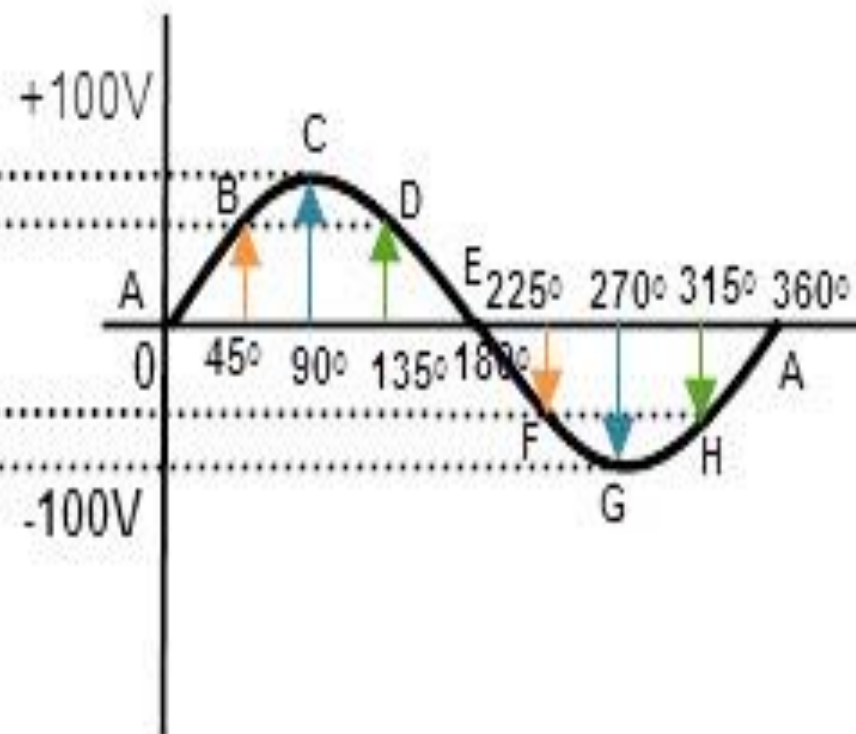
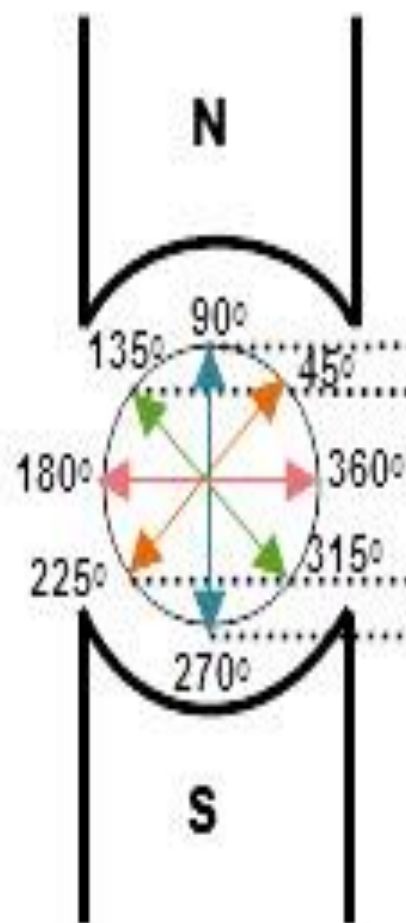
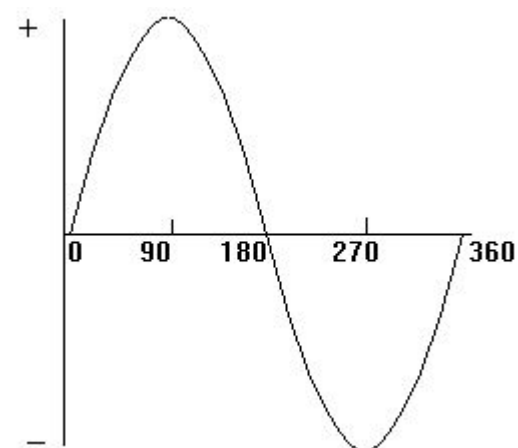
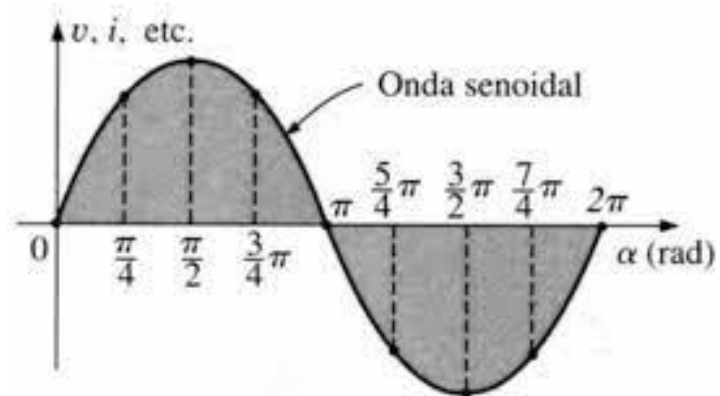
$$y = \text{Sen}(\omega t + 90^\circ) = \text{Cos } \omega t$$

$$y = \text{Sen}(\omega t - 90^\circ)$$

*Curva coseno adelanta a la de seno en 90°

* 90° es el ángulo entre las dos formas de onda (fuera de fase en 90°)



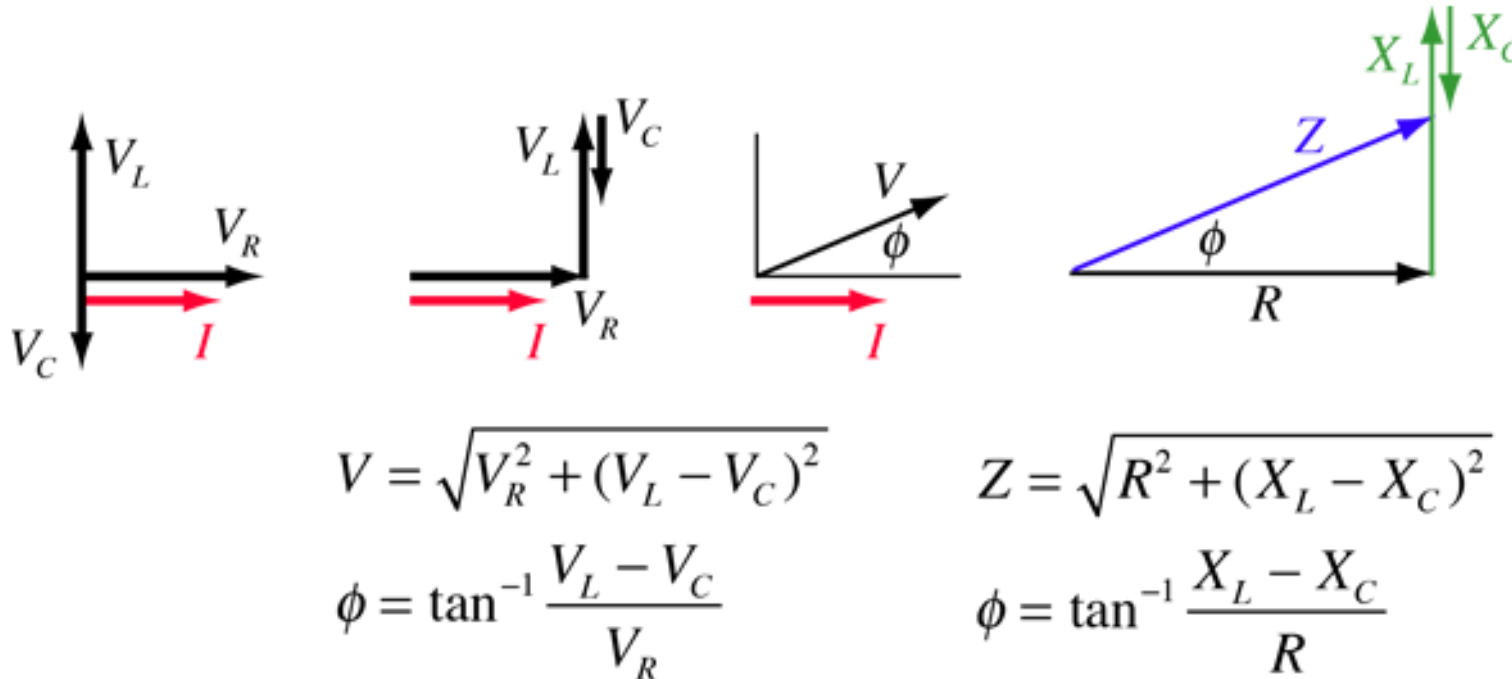


Señal en AC: Una señal en AC, contiene Amplitud, fase y frecuencia, lo cual genera en los capacitores y bobinas una impedancia.

Impedancia compleja “Z”

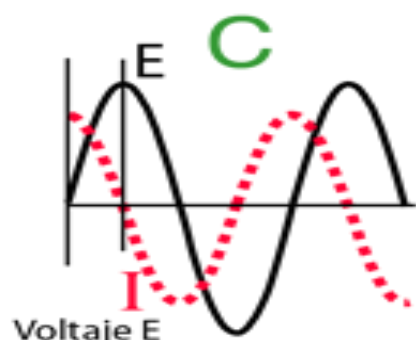
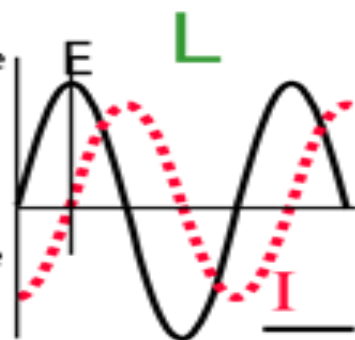
La **impedancia** (Z) es una medida de oposición que presenta un circuito a una corriente cuando se aplica una tensión.

Cuando un circuito es alimentado con corriente continua (CC), su impedancia es igual a la resistencia, lo que puede ser interpretado como la impedancia con ángulo de fase cero.



Un nemónico para la relación de fase entre la corriente y el voltaje.

Cuando se aplica un voltaje a una inductancia, esta se resiste al cambio en la corriente. La corriente se desarrolla mas lentamente que el voltaje, retrasándose en tiempo y fase.



Voltaje E
Corriente I

Dado que el voltaje en un condensador es directamente proporcional a la carga en él, la corriente debe adelantar al voltaje en tiempo y fase para conducir la carga a las placas del condensador y elevar el voltaje.

Voltage leads Current

E **L** **I**

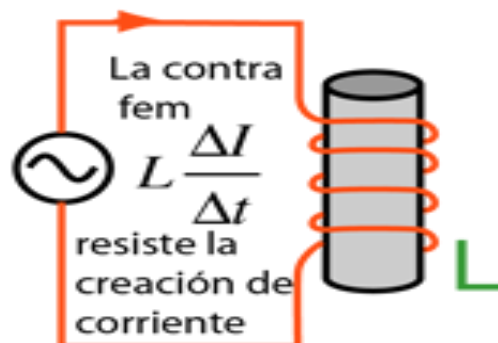
en una inductancia

Current leads Voltage

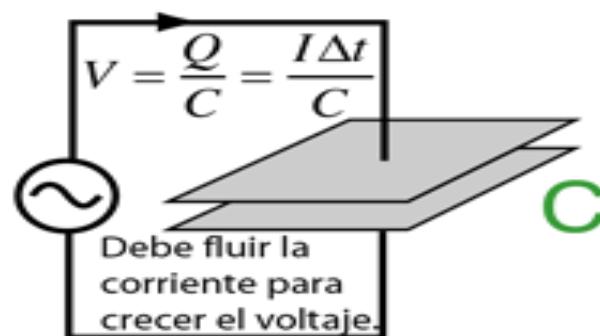
I **C** **E** man

en un condensador

Inductancia L



Capacitancia C



INTERRUPTORES

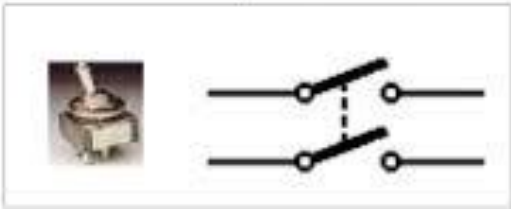
Es un dispositivo que tiene como función permite el paso de una corriente o también interrumpirla.



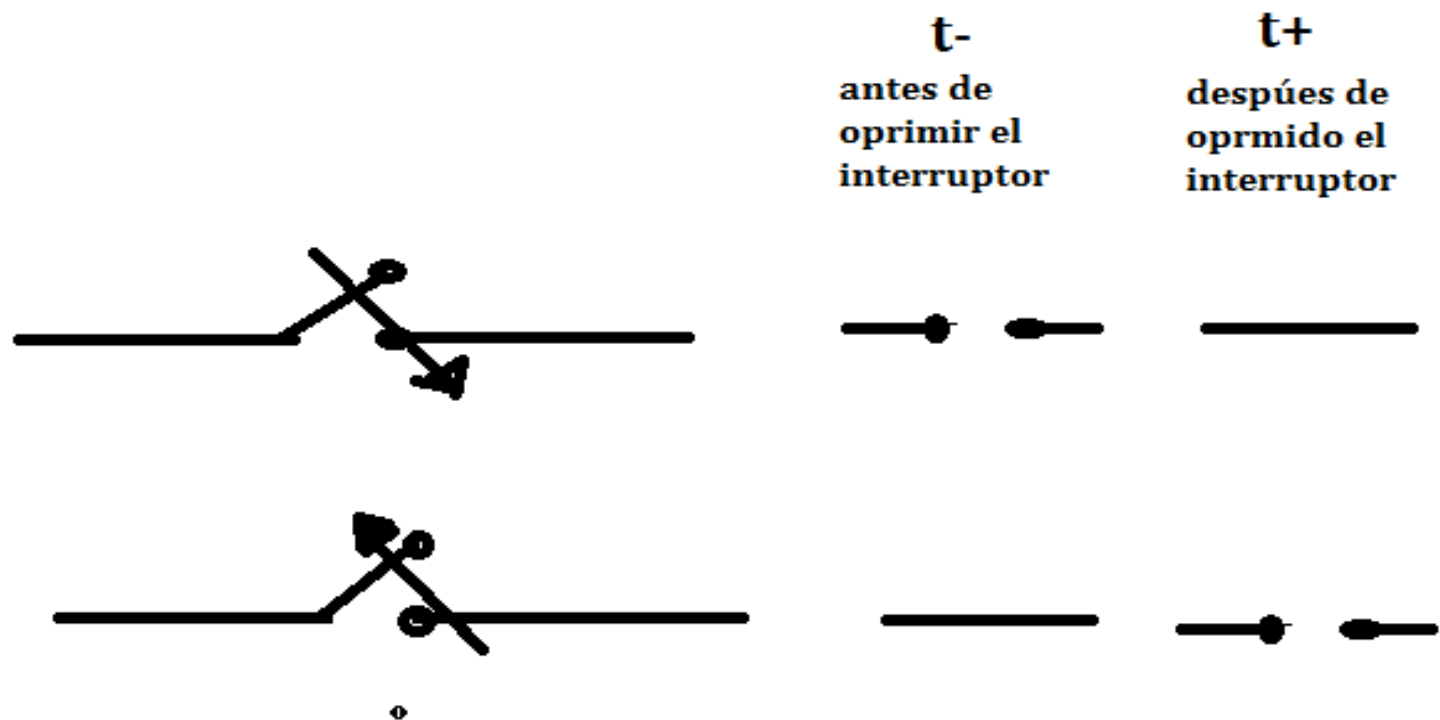
Interruptor simple



Interruptor doble



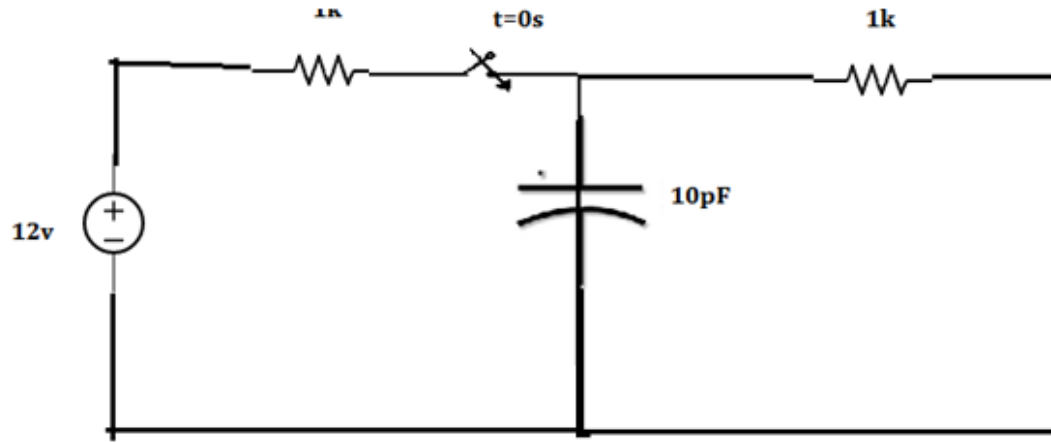
Interruptor			Conmutador unipolar		
Pulsadores NA - NC			Conmutador bipolar		
Microinterruptor			Relé		



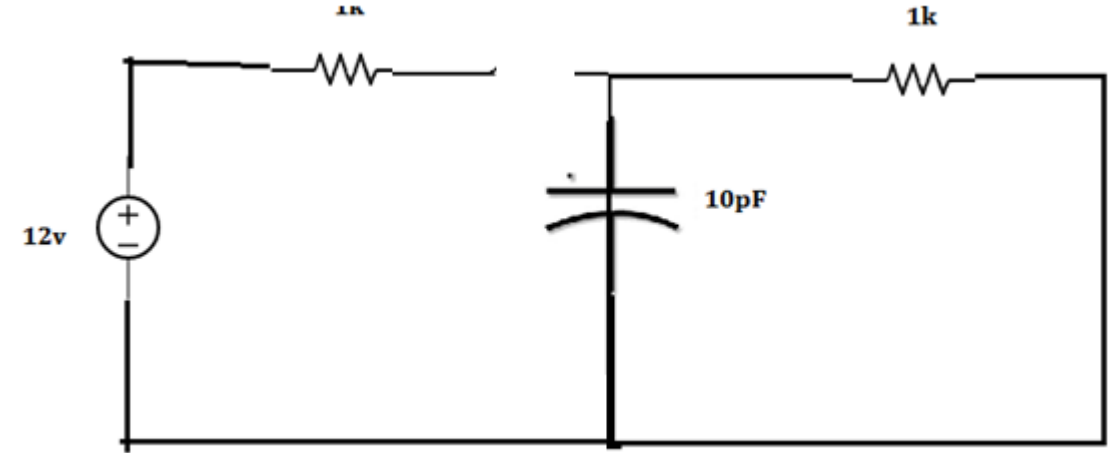
Un interruptor en un circuito hace que se tengan dos estados, un antes que se simbolizara con “ t^- ”, y un después de actuar el interruptor “ t^+ ”.

En la figura el primer interruptor se encuentra inicialmente abierto “ t^- ” y la flecha lo obliga en “ t^+ ” a que se cierre.

Para el segundo interruptor se encuentra inicialmente cerrado “ t^- ” y la flecha lo obliga en “ t^+ ” a que se abra.

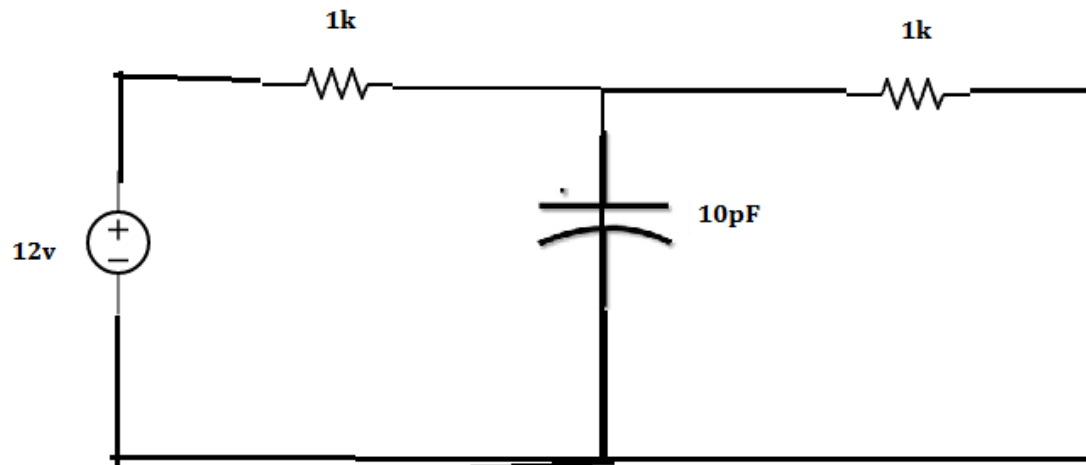


Para el antes $t-$



Observando el interruptor, el antes nos indica que el interruptor se encuentra abierto.

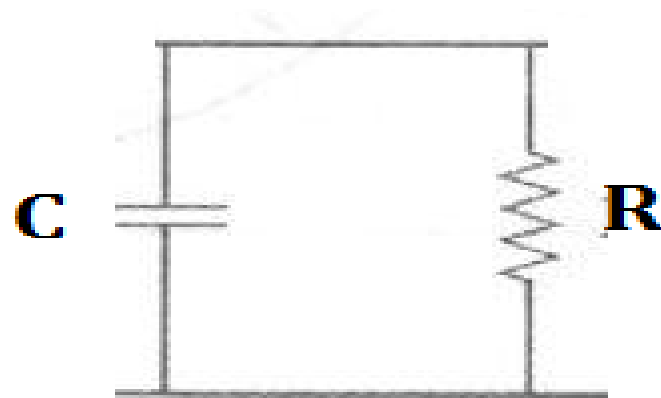
Para el después $t+$



En el circuito el interruptor se comporta como un corto y hace que la fuente se una al condensador.

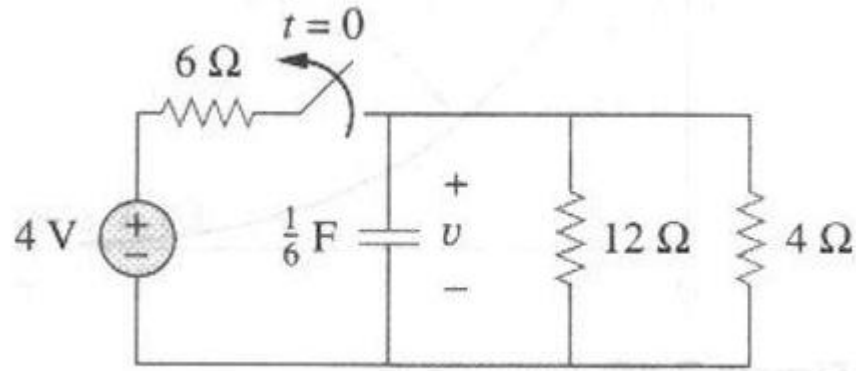
CIRCUITOS RC SIN FUENTE

Se considera un circuito RC sin fuente, aquel en el cual al aplicar $t+$ en el interruptor, solo resultan resistencias y el capacitor. Una vez determinado que el circuito es sin fuente se deberá reducir a una sola resistencia y un solo capacitor, a lo cual llamaremos circuito RC sin fuente:



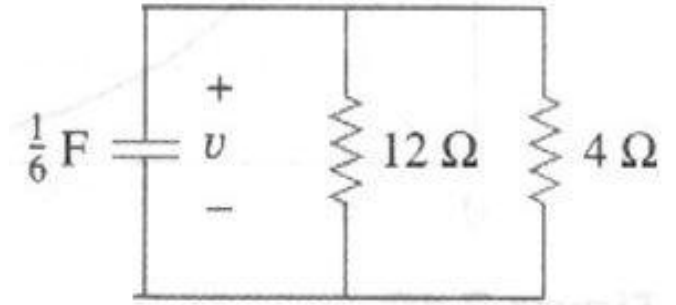
Ejemplo

Se tiene el siguiente circuito



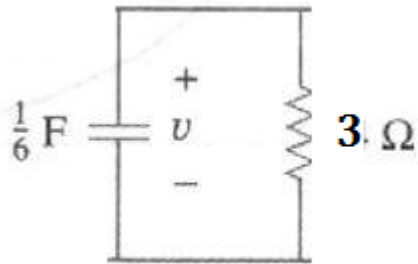
Para saber si es RC sin fuente debo de aplicar $t+$

Aplicando $t+$ se tiene:



Como se observa, el circuito no tiene fuente de voltaje ni de corriente presente.

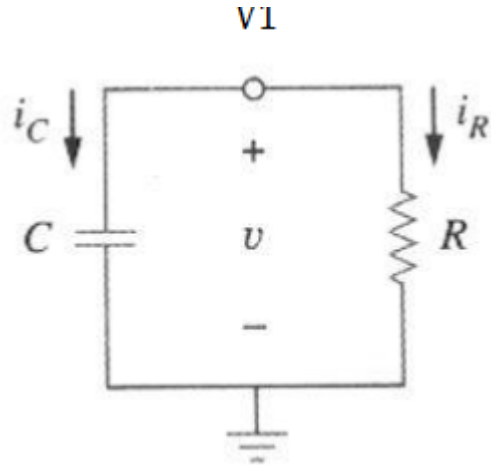
Reduciendo se tendrá



Todo circuito que se analice con RC sin fuente, se deberá reducir a un sola resistencia y un capacitor.

VOLTAJE EN UN CAPACITOR SIN FUENTE.

Para determinar el voltaje que almacena el condensador sin fuente aplicamos análisis nodal:



$$C \cdot dv/dt + V1/R = 0$$

$$C \cdot dv/dt = - V1/R$$

$$dv/dt = - V1/R \cdot C$$

$$dv/dt = - Vc/R \cdot C$$

$$dv/Vc = - \{ 1/RC \} \cdot dt$$

$$\int dv/Vc = \int - \{ 1/R \cdot C \} \cdot dt$$

$$\int dv/Vc = - 1/RC \cdot \int dt$$

$$\text{Logn} (Vc/Vo) = - 1/RC \cdot t$$

$$\text{Logn} (Vc/Vo) = - t/RC$$

$$Vc/Vo = e^{- t/RC}$$

$$Vc = Vo \cdot e^{- t/RC}$$

$$Vc(t) = Vo \cdot e^{- t/RC}$$

$$Vc(t) = Vo \cdot e^{- t/T}$$

como por nodal $v1 - 0 - Vc = 0$ entonces $V1 = Vc$

integro en ambos lados

R y C son constantes y salen de la integral

integrando se tiene

aplico antilogaritmo para hallar v

donde Vo es la condición inicial de C antes de que actúe $t+$

haciendo $RC = T$

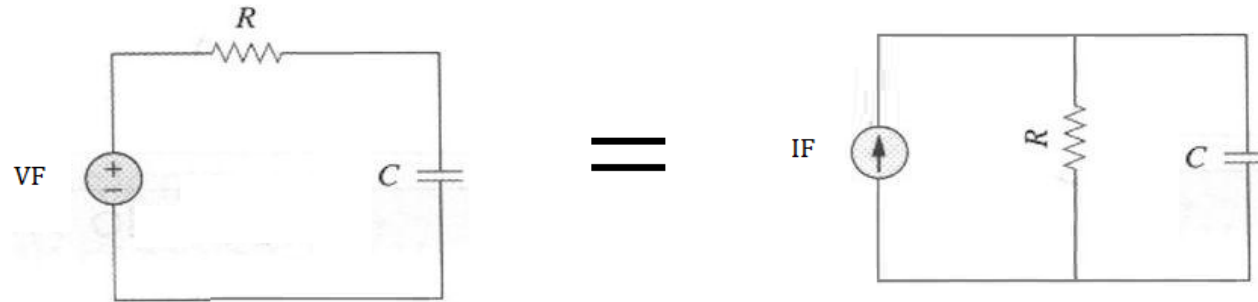
a T se le llama constante de relajación y es la rapidez con que se descarga el condensador.

e es la expresión Euler y al ser elevado al menos su máximo valor es uno.

Vo se obtiene accionando en el circuito inicial el interruptor en $t-$, en $t-$ el capacitor se comporta como un circuito abierto y se debe obtener el voltaje entre sus extremos donde se encuentra abierto.

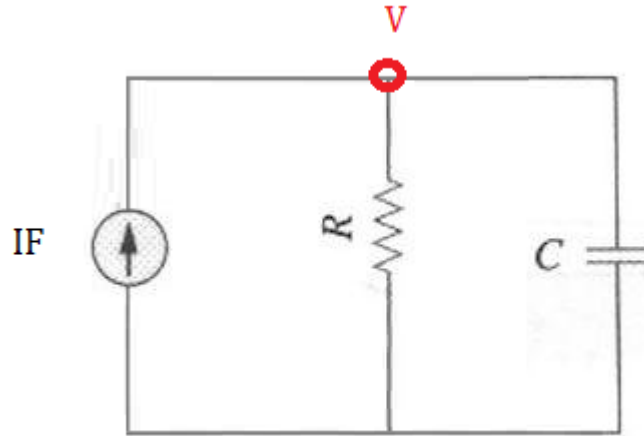
RC CON FUENTE

Se considera un circuito RC con fuente, aquel en el cual habiendo aplicado $t+$ en el interruptor, resultan resistencias y fuentes en el extremo donde se encuentran los condensadores. Una vez determinado que el circuito es con fuente se deberá reducir a una sola resistencia, una fuente y un solo condensador, a lo cual llamaremos circuito RC con fuente:



VOLTAJE EN UN CAPACITOR CON FUENTE.

Para determinar el voltaje que almacena el condensador con fuente aplicamos análisis nodal:



$$-I_F + V/R + C \cdot dv/dt = 0$$

$$-I_F + V/R = -C \cdot dv/dt$$

$$1/R \cdot (V - I_F \cdot R) = -C \cdot dv/dt$$

$$1/RC = -dv/dt / (V - I_F \cdot R)$$

$$-1/RC \cdot dt = dv / (V - I_F \cdot R) \quad \text{Aplico integral en ambos lados}$$

$$\int -1/RC \cdot dt = \int dv / (V - I_F \cdot R)$$

$$-1/RC \cdot \int dt = \int dv / (V - I_F \cdot R) \quad \text{Solucionando se tendrá}$$

$$-1/RC \cdot t = \text{Log}\{(V - I_F \cdot R) / (V_0 - I_F \cdot R)\}$$

$$-t/RC = \text{Log}\{(V - I_F \cdot R) / (V_0 - I_F \cdot R)\} \quad \text{Procedo aplicar antilogaritmo}$$

$$e^{-t/RC} = \{(V - I_F \cdot R) / (V_0 - I_F \cdot R)\}$$

$$(V_0 - I_F \cdot R) \cdot e^{-t/RC} = (V - I_F \cdot R)$$

$$I_F \cdot R + (V_0 - I_F \cdot R) \cdot e^{-t/RC} = V \quad \text{Como } V = V_C$$

$$V_C(t) = I_F \cdot R + (V_0 - I_F \cdot R) \cdot e^{-t/RC} \quad \text{Con } T = RC$$

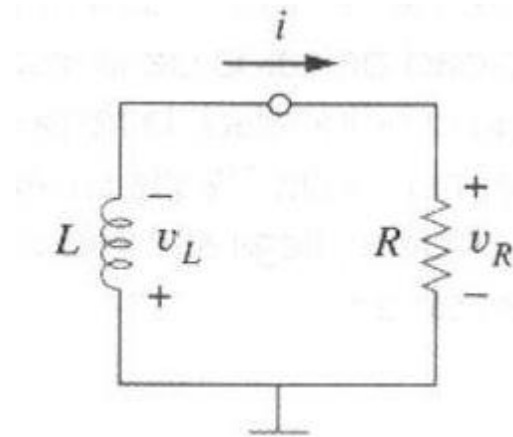
$$V_C(t) = I_F \cdot R + (V_0 - I_F \cdot R) \cdot e^{-t/T}$$

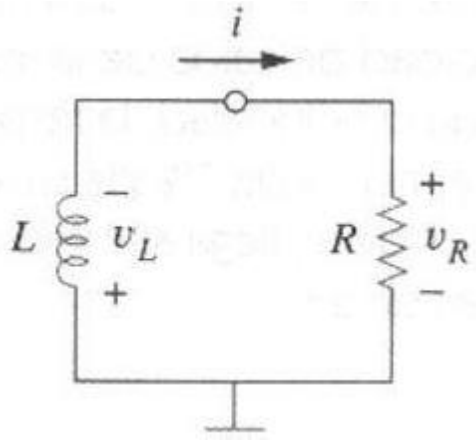
También puede utilizar la expresión en términos de V_s

$$V_C(t) = V_F + (V_0 - V_F) \cdot e^{-t/T}$$

CIRCUITOS RL SIN FUENTE

Se considera un circuito RL sin fuente, aquel en el cual habiendo aplicado t_+ en el interruptor, solo resultan resistencias en el extremo donde se encuentran las resistencias. Una vez determinado que el circuito es sin fuente se deberá reducir a una sola resistencia y una sola bobina, a lo cual llamaremos circuito RL sin fuente:





Aplicando la LKV al circuito en serie se tendrá

$$i \cdot R + L \frac{di}{dt} = 0$$

Aplicando el mismo procedimiento que se hizo en RC con fuente se tendrá:

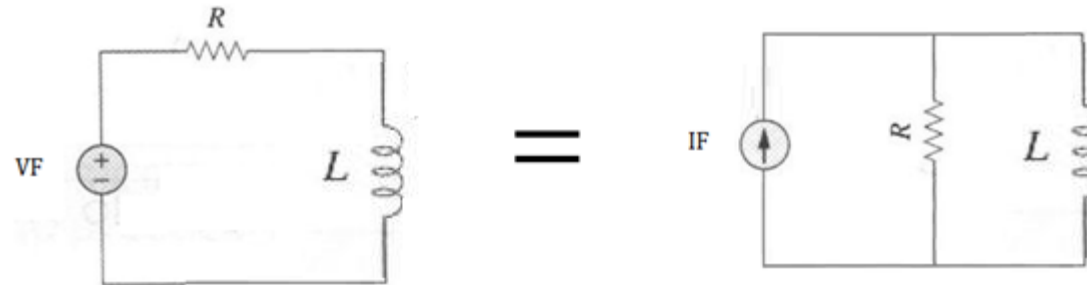
$$I(t) = I_0 \cdot e^{-t/T} \quad \text{Donde } T = L/R$$

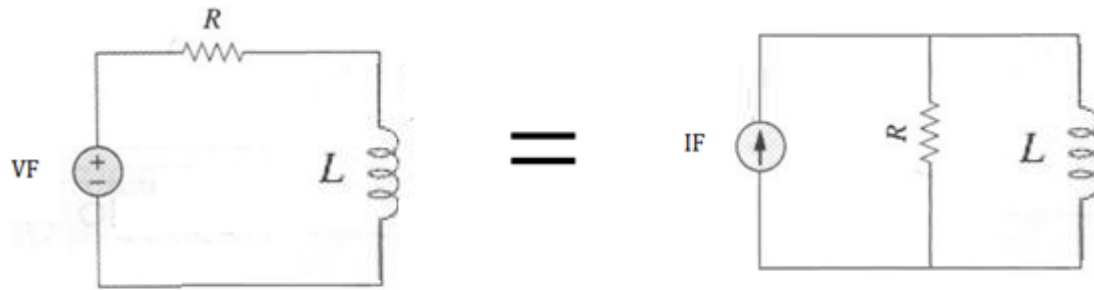
e es la expresión Euler y al ser elevado al menos su máximo valor es uno. I_0 se obtiene aplicando al circuito inicial el interruptor en t^-

En t^- la bobina se comporta como un corto y se debe obtener la corriente que circula por dicho corto.

RL CON FUENTE

Se considera un circuito RL con fuente, aquel en el cual habiendo aplicado $t+$ en el interruptor, resultan resistencias y fuentes en el extremo donde se encuentran las bobinas. Una vez determinado que el circuito es con fuente se deberá reducir a una sola resistencia, una fuente y un solo condensador, a lo cual llamaremos circuito RL con fuente:





Aplicando la LKV al circuito en serie se tendrá

$$-V_F + i \cdot R + L \frac{di}{dt} = 0$$

Aplicando el mismo procedimiento que se hizo en RC con fuente se tendrá:

$$I(t) = I_F + (I_0 - I_F) \cdot e^{-t/T} \quad \text{Donde } T = L/R$$

e es la expresión Euler y al ser elevado al menos su máximo valor es uno.
 I_0 se obtiene aplicando al circuito inicial el interruptor en $t=0$