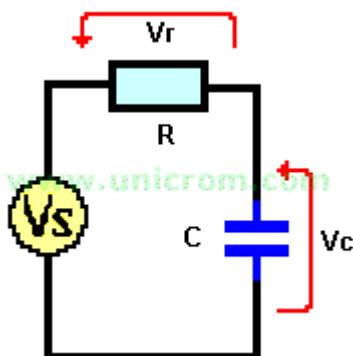


# CIRCUITOS RC Y RL

## Circuito RC serie en corriente alterna

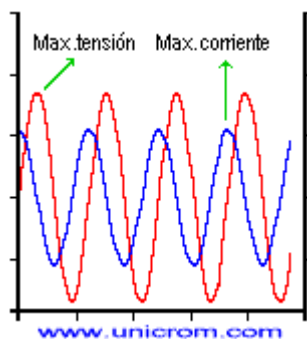


En un **circuito RC en serie** la corriente (**corriente alterna**) que pasa por la **resistor** y por el **capacitores** la misma. El **voltaje** entregado  $V_S$  es igual a la suma fasorial de la caída de voltaje en el resistor ( $V_r$ ) y de la caída de voltaje en el capacitor ( $V_c$ ). Ver la siguiente fórmula:  $V_s = V_r + V_c$  (suma fasorial)

Esto significa que cuando la corriente está en su punto más alto (corriente pico), será así tanto en el resistor como en el capacitor. Pero algo diferente pasa con los voltajes. En el resistor, el voltaje y la corriente están en fase (sus valores máximos y mínimos coinciden en el tiempo). Pero el voltaje en el capacitor no es así.

Como el capacitor se opone a cambios bruscos de voltaje, **el voltaje en el capacitor está retrasado con respecto a la corriente que pasa por él.** (el valor máximo de voltaje en el capacitor sucede después del valor máximo de **corriente** en  $90^\circ$ ).

Estos  $90^\circ$  equivalen a  $\frac{1}{4}$  de la longitud de onda dada por la frecuencia de la corriente que está pasando por el circuito. El voltaje total que alimenta el **circuito RC en serie** es igual a la suma fasorial del voltaje en el resistor y el voltaje en el capacitor.



Este voltaje tiene un ángulo de desfase (causado por el capacitor) y se obtiene con ayuda de las siguientes fórmulas:

- Valor del voltaje (magnitud):  $V_s = (V_R^2 + V_C^2)^{1/2}$
- Angulo de desfase  $\Theta = \text{Arctang} (-V_C/V_R)$

Como se dijo antes

- La corriente adelanta al voltaje en un capacitor en  $90^\circ$
- La corriente y el voltaje están en fase en un resistor.



Con ayuda de estos datos se construye el diagrama fasorial y el triángulo de voltajes. De estos gráficos se obtiene la magnitud y ángulo de la **fuentes de alimentación** (ver fórmulas anteriores):

A la resistencia total del conjunto resistor-capacitor, se le llama **impedancia** (Z) (un nombre más generalizado) y Z es la suma fasorial (no una suma directa) de los valores del resistor y de la reactancia del capacitor. La unidad de la impedancia es el "ohmio". La impedancia (Z) se obtiene con ayuda de la siguiente fórmula:

$$\text{Impedancia: } Z/\Theta = \frac{V_s / \Theta_1}{I / \Theta_2}$$

donde:

- $V_s$ : es la magnitud del voltaje
- $\Theta_1$ : es el ángulo del voltaje
- $I$ : es la magnitud de la corriente
- $\Theta_2$ : es el ángulo de la corriente

**¿Cómo se aplica la fórmula?**

La impedancia Z se obtiene dividiendo directamente  $V_s$  e  $I$  y el ángulo ( $\Theta$ ) de Z se obtiene restando el ángulo de  $I$  del ángulo  $V_s$ .



El mismo **triángulo de voltajes** se puede utilizar si a cada valor (voltajes) del triángulo lo dividimos por el valor de la corriente

(corriente es igual en todos los elementos en una conexión serie), y así se obtiene el **triángulo de impedancia**

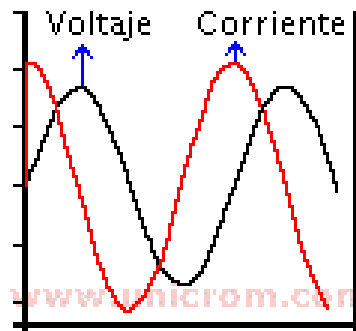
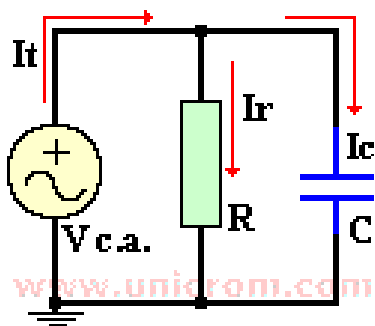
Nota: lo que está incluido en paréntesis elevado a la 1/2, equivale a la raíz cuadrada.

### Circuito RC paralelo en corriente alterna

En un **circuito RC en paralelo** el valor de la **tensión** es el mismo en el **condensador** y en la **resistencia** y la corriente (**corriente alterna**) que la fuente entrega al circuito se divide entre la resistencia y el condensador. ( $I_t = I_r + I_c$ ). Ver el primer diagrama abajo.

La **corriente** que pasa por la resistencia y la tensión que hay en ella están en fase debido a que la resistencia no causa desfase. La corriente en el capacitor está adelantada con respecto a la tensión (voltaje), que es igual que decir que el voltaje está retrasado con respecto a la corriente.

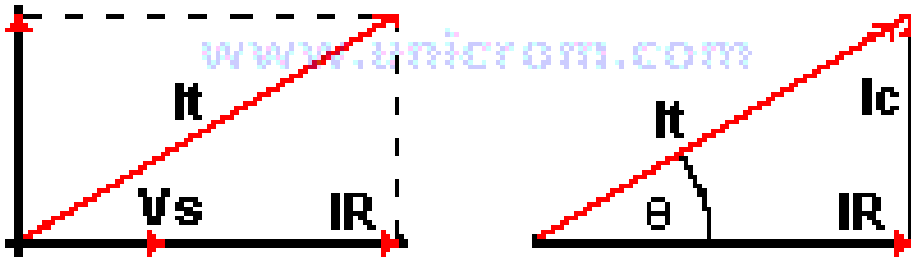
Como ya se sabe el capacitor se opone a cambios bruscos de tensión.



La magnitud de la corriente alterna total es igual a la suma de las corrientes por los dos elementos y se obtiene con ayuda de las siguientes fórmulas:

- Magnitud de la corriente (AC) total:  $I_t = (I_r^2 + I_c^2)^{1/2}$
- Angulo de desfase:  $\Theta = \text{Arctang} (-I_c/I_r)$

Ver el siguiente diagrama fasorial de corrientes:



La **impedancia**  $Z$  del circuito en paralelo se obtiene con la fórmula:

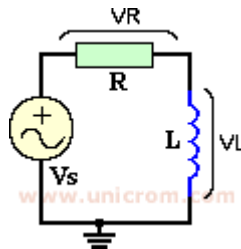
$$Z / \theta = \frac{V / \theta_1}{I / \theta_2}$$

$Z$  se obtiene dividiendo directamente  $V$  e  $I$  y el ángulo ( $\theta$ ) de  $Z$  se obtiene restando el ángulo de  $I$  del ángulo  $V$ . Este ángulo es el mismo que aparece en el gráfico anterior y se obtiene con la formula:  $\theta = \text{Arctang} (-I_c/I_r)$

Nota: lo que está incluido en paréntesis elevado a la  $1/2$ , equivale a la raíz cuadrada.

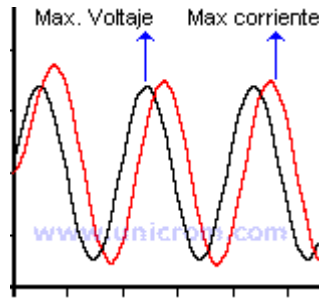
### Circuito RL en serie en corriente alterna

En un **circuito RL serie** en **corriente alterna**, se tiene una resistencia y una bobina en serie. La corriente en ambos elementos es la misma.



La tensión en la bobina está en fase con la corriente (corriente alterna) que pasa por ella (tienen sus valores máximos simultáneamente).

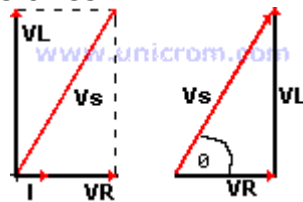
Pero el voltaje en la **bobina** está adelantado a la **corriente** que pasa por ella en  $90^\circ$  (la tensión tiene su valor máximo antes que la corriente)



El valor de la **fente de voltaje** que alimenta este circuito esta dado por las siguientes fórmulas:

- Voltaje (magnitud)  $V_S = (V_R^2 + V_L^2)^{1/2}$
- Angulo =  $\theta = \text{Arctang}(V_L/V_R)$ .

Estos valores se expresan en forma de magnitud y ángulo. Ver el diagrama fasorial de tensiones.



Ejemplo:  $47 / 30^\circ$  que significa que tiene magnitud de 47 y ángulo de 30 grados

La **impedancia**  $Z$  sería la suma (suma fasorial) de la **resistencia** y la reactancia inductiva. Y se pueden calcular con ayuda de la siguiente fórmula:

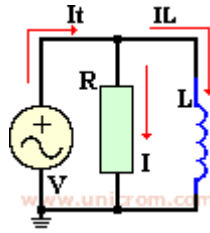
$$\text{Impedancia} = Z \angle \theta = \frac{V_S \angle \theta}{I \angle \phi}$$

- Para obtener la magnitud de  $Z$  se dividen los valores de  $V_S$  e  $I$
- Para obtener el  $\theta$  de  $Z$  se resta el ángulo de la corriente, del ángulo del **voltaje**.

Nota: lo que está incluido en paréntesis elevado a la  $1/2$ , equivale a la raíz cuadrada.

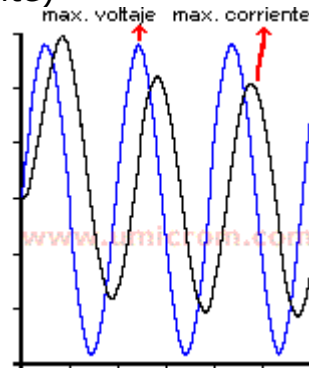
### **Circuito RL en paralelo en corriente alterna**

En un circuito RL paralelo, el valor de **voltaje** es el mismo para la **resistencia** y para la **bobina**. Ver el siguiente diagrama



$$V = V_R = V_L$$

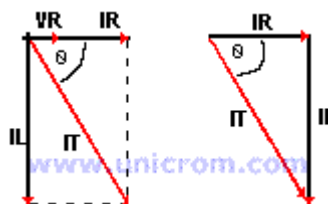
La **corriente** que pasa por la resistencia está en fase con el voltaje aplicado. (El valor máximo de voltaje coincide con el valor máximo de corriente). En cambio en la bobina la corriente se atrasa  $90^\circ$  con respecto al voltaje. (el valor máximo de voltaje sucede antes que el valor máximo de la corriente)



La corriente total que alimenta este circuito se puede obtener con ayuda de las siguientes fórmulas:

- Corriente (magnitud)  $I_t = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$
- Angulo  $\theta = \text{Arctang} (-I_L/I_R)$

Ver el diagrama fasorial y de corrientes



La **impedancia (Z)** se obtiene con ayuda de la siguiente fórmula:

$$Z/\theta = \frac{V/\theta_1}{I/\theta_2}$$

### ¿Cómo se logra lo anterior?

- Para obtener la magnitud de  $Z$  dividen las magnitudes de  $V_s$  e  $I_t$  para obtener la magnitud de la impedancia
- Para obtener el  $\angle$  de  $Z$  se resta el ángulo de la corriente del de voltaje para obtener el ángulo de la impedancia.

Nota: lo que está incluido en paréntesis elevado a la  $1/2$ , equivale a la raíz cuadrada.

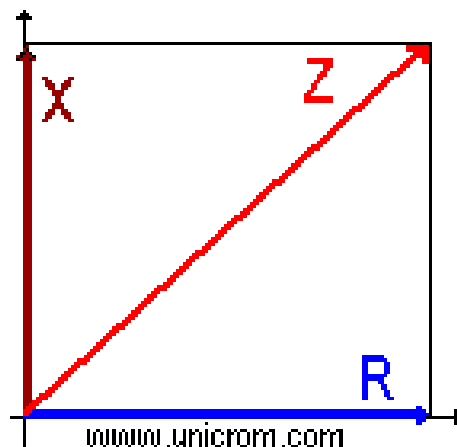
### Impedancia (resistencia + reactancia)

La resistencia es el valor de oposición al paso de la corriente (sea corriente directa o corriente alterna) que tiene el resistor o resistencia. La **reactancia** es el valor de la oposición al paso de la corriente alterna que tienen los condensadores (capacitores) y las bobinas (inductores).

En este caso existe la **reactancia capacitiva** debido a los condensadores y la **reactancia inductiva** debido a las bobinas. Cuando en un mismo circuito se tienen estos elementos combinados (resistencias, condensadores y bobinas) y por ellas circula corriente alterna, la oposición de este conjunto de elementos al paso de la corriente alterna se llama: **impedancia**.

La **impedancia** tiene unidades de Ohmios (Ohms). Y es la suma de una componente resistiva (debido a las resistencias) y una componente reactiva (debido a las bobinas y los condensadores) es:  $Z = R + j X$

La jota ( $j$ ) que precede a la  $X$ , nos indica que ésta (la  $X$ ) es un número imaginario. No es una suma directa, es una suma fasorial (suma de fasores). Lo que sucede es que estos elementos (la bobina y el condensador) causan una oposición al paso de la corriente alterna (además de un desfase), pero idealmente no causa ninguna disipación de potencia, como si lo hace la resistencia (La Ley de Joule)



En La bobina y las corrientes y el condensador y la corriente alterna se vio que hay un desfase entre las corrientes y los voltajes, que en el primer caso es atrasada y en el segundo caso es adelantada. El desfase que ofrece un bobina y un condensador son opuestos y, si estos llegaran a ser de la misma magnitud, se anularían y la **impedancia** total del circuito sería igual al valor de la resistencia. (ver la fórmula anterior) La fórmula  $Z = R + j X$  se grafica como se muestra en la figura anterior. Las reactancias se representan en eje Y (el eje imaginario / eje vertical) pudiendo dirigirse para arriba o para abajo, dependiendo de si es mayor la influencia de la bobina o la del condensador.

Las resistencias se muestran en el eje X. (sólo en la parte positiva del eje X / eje horizontal). El valor de la **impedancia** (la línea diagonal) será:  $Z = (R^2 + X^2)^{1/2}$ . Z (**impedancia**) = raíz cuadrada de: (la suma de: (la resistencia al cuadrado y la reactancia al cuadrado))

Nota: Lo que está entre paréntesis elevado a la 1/2, es equivalente a la raíz cuadrada.