

ELECTROTECNIA

CRISTALDO JAVIER



Generación de tensión alterna:

La generación y el uso masivo de la corriente alterna es algo más reciente que la corriente continua, y en todo el mundo se la utiliza mayoritariamente, porque presenta las siguientes ventajas:

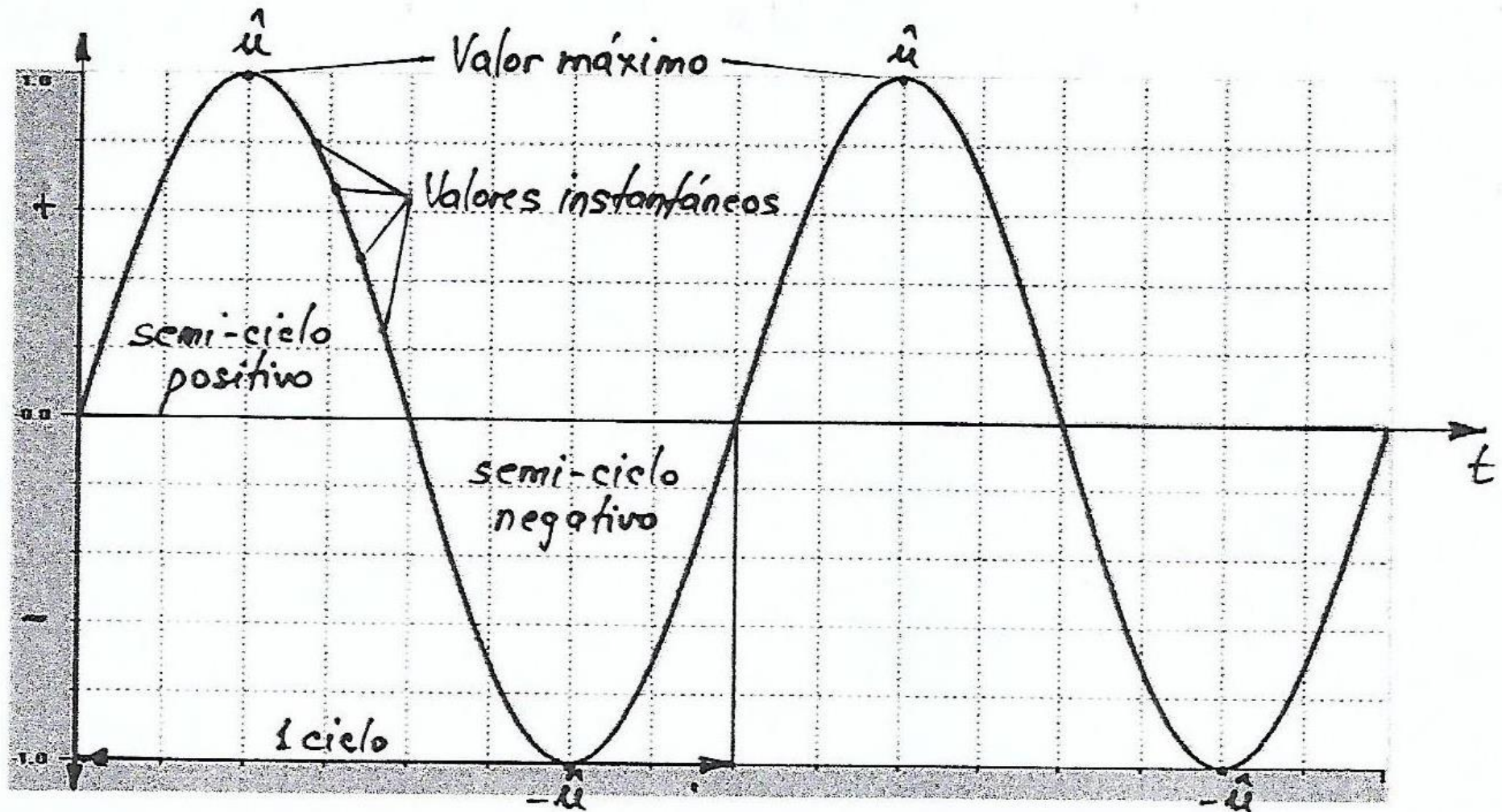
- Es más fácil de transformar, reducir o elevar.
- Las máquinas son de construcción más sencilla, motores y generadores.
- Posee buenas propiedades para el transporte de la energía.
- Se puede conmutar mejor.
- Se puede generar en un amplio rango de frecuencias.

Si una espira gira con velocidad constante, dentro de un campo magnético homogéneo, se induce en ella una tensión que varía su polaridad, de una manera suave y regular; ésta se denomina: tensión alterna senoidal.

La tensión toma en cada instante otro valor, denominado valor instantáneo, el cual se calcula con la siguiente expresión:

$$u = \hat{u} \times \text{sen } \alpha \quad [V]$$

Ciclo, periodo y frecuencia de una CA



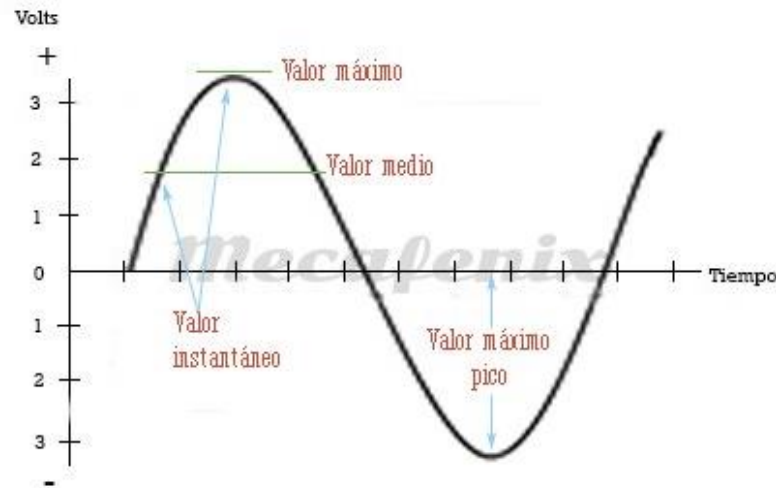
ELCTROTECNIA

Cada revolución o giro del generador produce una oscilación de la C.A. denominada ciclo. Un ciclo posee un semi-ciclo positivo y otro negativo. La cantidad de veces que se repiten ciclos por segundo, se conoce como frecuencia (f), osea si un generador gira a 50 revoluciones por segundo, producirá una CA con 50 ciclos/segundos, denominado 50Hz (Hertz).

$$f = \frac{1}{T} \quad \therefore \quad T = \frac{1}{f}$$

ELCTROTECNIA

- **Valor instantáneo:** (u ; i ; p), es el valor de la tensión, corriente o potencia en un instante determinado: ej $u= 145V$; $i=1,26A$.
- **Valor máximo:** (\hat{u} ; \hat{i} ; \hat{p}), es el mayor valor de todos los instantáneos: ej. $\hat{u}=311V$; $i=1,6A$.



ELCTROTECNIA

- **Valor eficaz:** (U, I, P), es el valor medio cuadrático, de una oscilación; es aquel valor que comparado con una C.C.; produce la misma cantidad de calor. La relación entre valor máximo y valor eficaz, es 1,41..., osea $\sqrt{2}$. Ej: U=220V I=1,14A, siempre es el 70% del valor máximo.
- **Valor medio:** (Umed; Imed), es el valor medio aritmético de todos los valores instantáneos de un período: $U_{med} = \frac{2 \times \hat{u}}{\pi}$ (v), (ej. Umed=198V; Imed=1,02A), siempre es el 63% del valor máximo.

ELCTROTECNIA

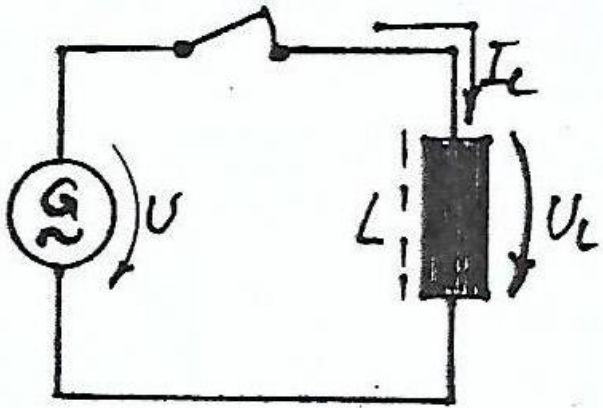
- Frecuencia circular, velocidad angular o pulsación: Símbolo: ω
Símbolo de la unidad: (1/s o s^{-1}).
Es el cociente entre el ángulo descrito por el vector, y el tiempo empleado para ello:

$$\omega = \frac{\text{ángulo recorrido}}{\text{tiempo empleado}} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \times f$$

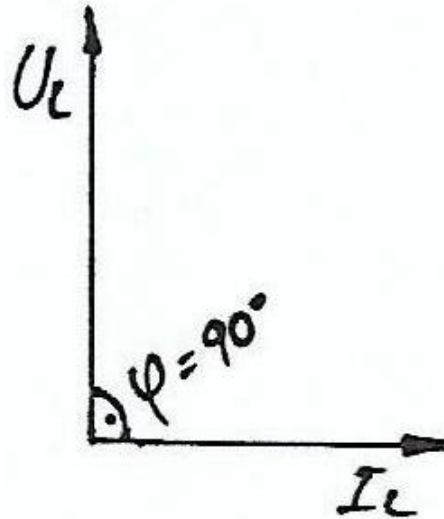
$$[s^{-1}]$$

Comportamiento de un inductor, o bobina, en C.A.

Inductor: Al conectar una bobina a una tensión alterna, la bobina sufre permanente cambio del campo magnético, y por ello aparece una fuerza contra-electromotriz, (f.c.e.m. inducida), que produce una **oposición adicional**, que frena a la corriente. Por ello una bobina en C.A. consume mucho menos corriente que en C.C.



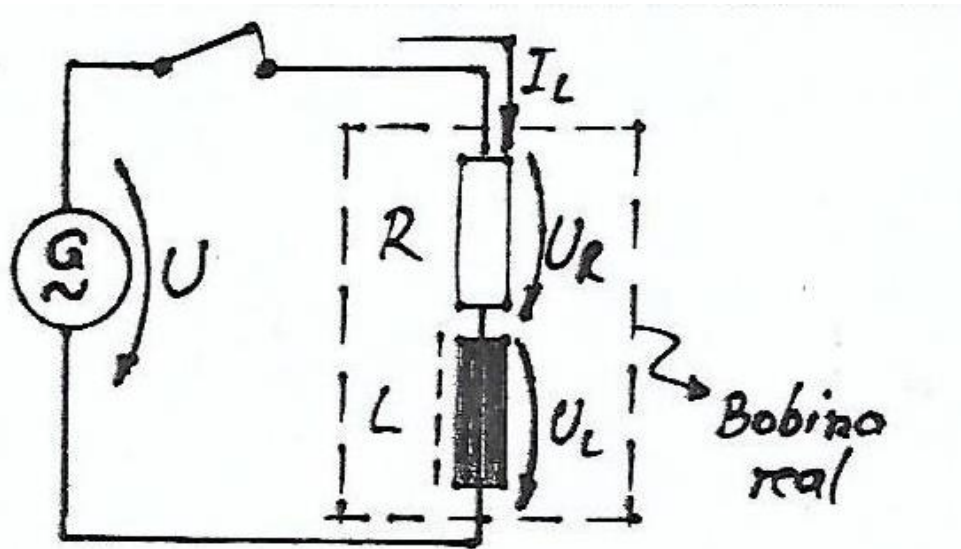
C.I.V.I.L.



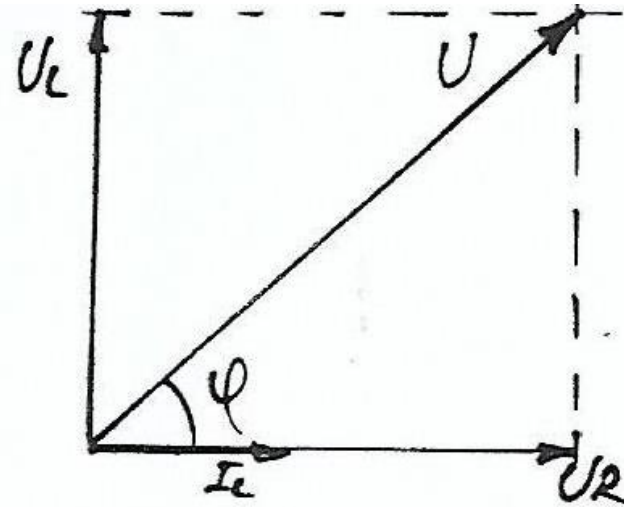
En una bobina ideal la intensidad de corriente esta retrasada 90° respecto de la tensión

ELCTROTECNIA

En una bobina REAL ese desfasaje es menor que 90°



C.I.V.I.L.



ELCTROTECNIA

La oposición específica X_L de la bobina se puede calcular así: _____

$$X_L = \frac{U_L}{I_L} \quad [\Omega] \quad (\text{según Ohm})$$

o también se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$X_L = \omega \times L = 2\pi \times f \times L \quad [\Omega]$$

Donde: $2 \times \pi \times f = \omega$ = velocidad angular. o pulsación
L = Inductancia de la bobina

ELCTROTECNIA

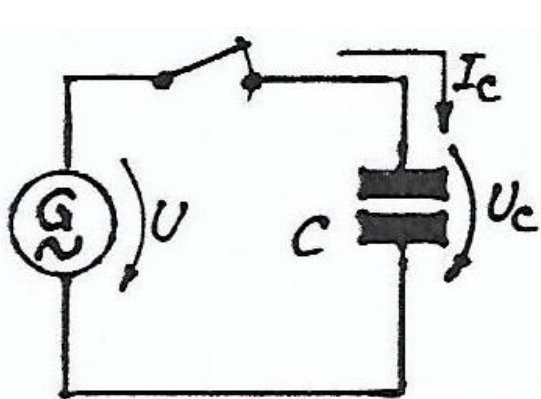
Conclusión: ésta oposición adicional en C.A. se denominará **Reactancia inductiva** (X_L), y se la considera una magnitud **matemática** o “ficticia”, porque no se la puede medir, solamente calcular:

$$X_L = \omega \times L \quad [\Omega]$$

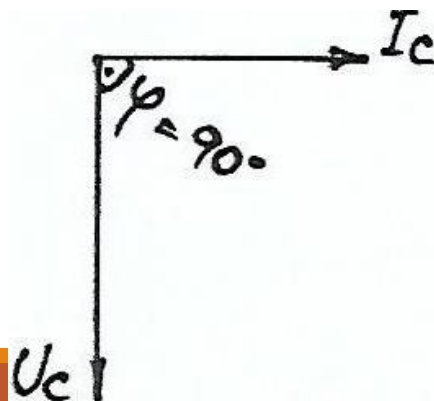
El capacitor en corriente alterna C.A.

Al conectar un condensador a una tensión alterna, las placas del C. permanentemente se cargan y se descargan, por ello siempre circula una corriente hacia y desde el condensador, por más que el dieléctrico supone circuito abierto, por su elevada resistencia.

Si circula corriente en un circuito con capacitor, asumimos que él debe tener otra resistencia que en continua, menor, y a ésa resistencia, también matemática, la llamaremos, **Reactancia capacitiva (X_C)**



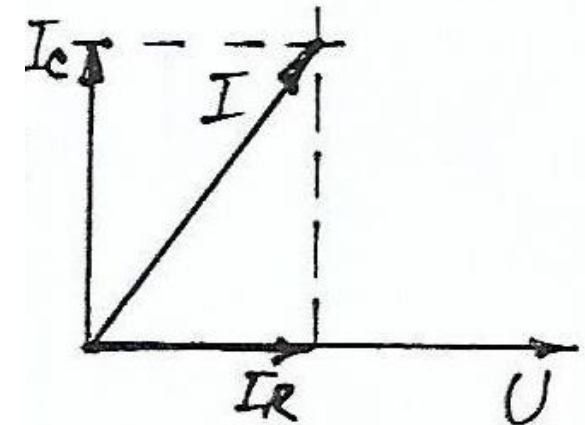
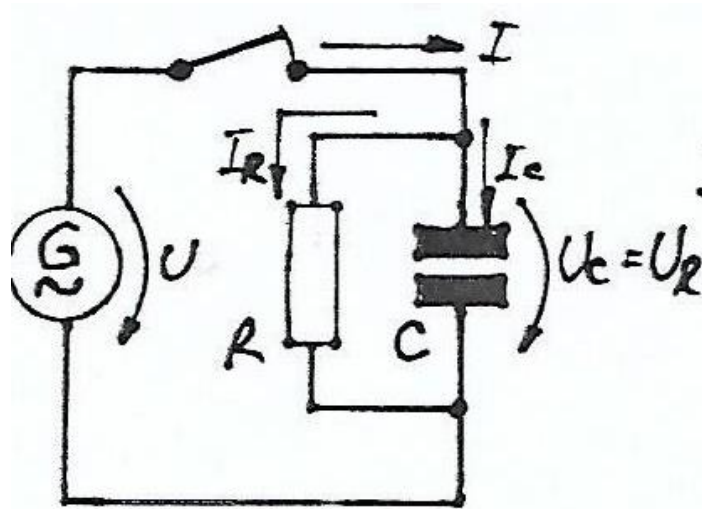
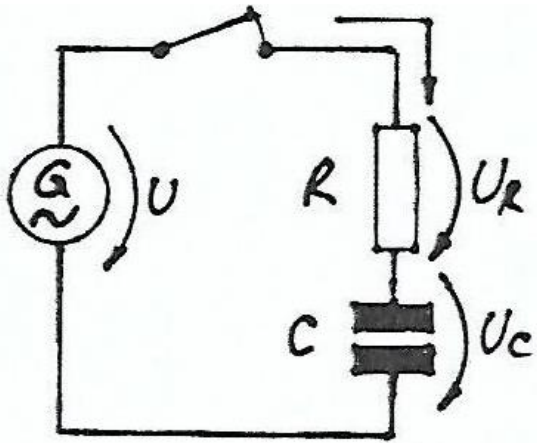
C.I.V.I.L.



En un capacitor ideal la intensidad de corriente esta adelantada 90° respecto de la tensión

ELCTROTECNIA

En un capacitor REAL, ese desfasaje es menor que 90°



C.I.V.I.L.

ELCTROTECNIA

La oposición específica X_C , que presenta un condensador se puede calcular:

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} \quad [\Omega]$$

Donde: $2\pi \times f = \omega =$ velocidad angular
 $C =$ capacitancia.

Tampoco ésta magnitud se puede medir, por lo que también la consideramos "imaginaria", pero si calcular:

$$X_C = \frac{1}{\omega \times C} \quad [\Omega]$$

La oposición global, denominado: Impedancia (Z)

De lo aprendido hasta el momento, deducimos que tanto las bobinas como los condensadores presentan dos clases de oposiciones a la corriente alterna: una real, concreta y palpable, la **resistencia óhmica pura**, (R), y otra, imaginaria, matemática o reacción a la C.A., denominada **reactancia**, (X).

Ambas coexisten juntas, y se traducen en una oposición total o "global" a la corriente alterna, denominada : **Impedancia (Z)** , también medida en ohm.

La impedancia también se calcula:

$$Z = \frac{U_{ca}}{I_{ca}} \quad [\Omega]$$

ELCTROTECNIA

La resistencia óhmica pura, R , es una magnitud real, por lo tanto, el vector que representa una R , se dibuja en posición horizontal, con la punta hacia la derecha:



ELCTROTECNIA

La **reactancia inductiva**, (X_L), por ser un valor **imaginario** o matemático, se dibuja en la **posición vertical**, con la punta de flecha hacia **arriba**, porque precisamente la reactancia inductiva produce un **desfase** entre la **tensión** y la **corriente**. Normalmente se **atrassa** la **corriente** respecto a la **tensión**, en un **ángulo** menor a 90° .

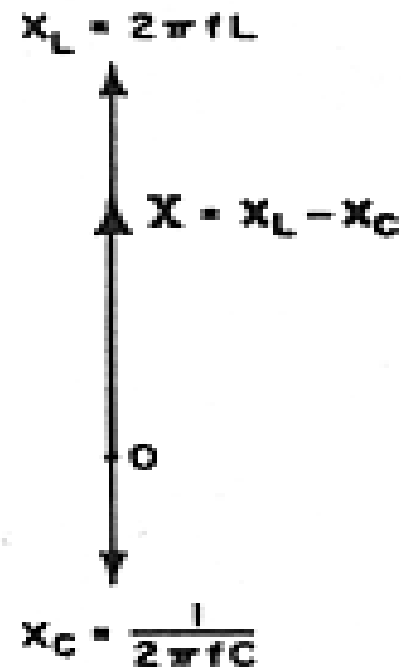


ELCTROTECNIA

La **reactancia capacitiva**, (X_c), de los condensadores, también es una magnitud **imaginaria**, por lo que también la representamos con un **vector**, que va en la **vertical**, pero con la punta hacia **abajo**, ya que los condensadores suelen **atrasar la tensión** respecto a la corriente, y en un ángulo menor a 90° .

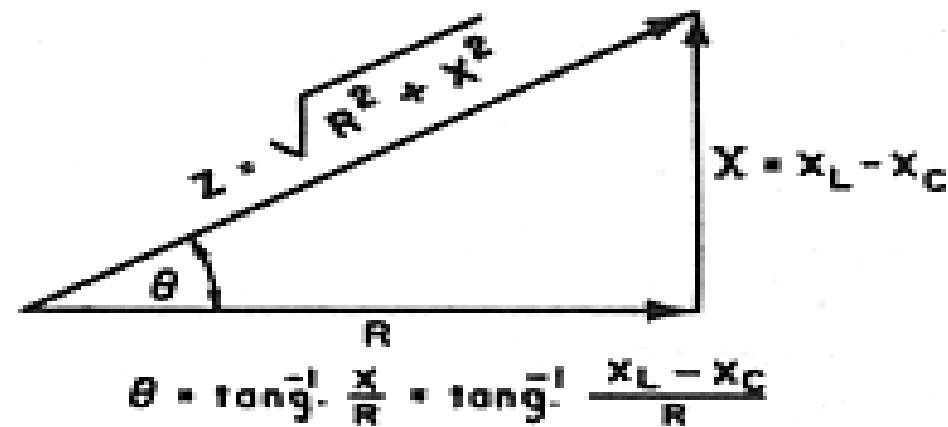


Por tratarse de **vectores**, **R** y **X**, se deben **sumar geométricamente**, o **gráficamente**, para hallar un valor **suma**, o **resultante**, que será la denominada **Impedancia**, (**Z**), que nuevamente es un **vector** que **tiene módulo** y **ángulo**.



(A) Reactancia neta $X = x_L - x_C$

Reactancia e impedancia en circuitos eléctricos.



$$\theta = \tan^{-1} \frac{X}{R} = \tan^{-1} \frac{x_L - x_C}{R}$$

(B) Impedancia $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

Potencia activa P, reactiva Q y aparente S

Una resistencia óhmica pura en C.A., deja a la tensión U y a la corriente I en fase. Del producto entre los valores eficaces de U e I, resulta la potencia eficaz, denominada **activa**, real o útil.

$$P = U \times I = I^2 \times R = \frac{U^2}{R}$$

[W]

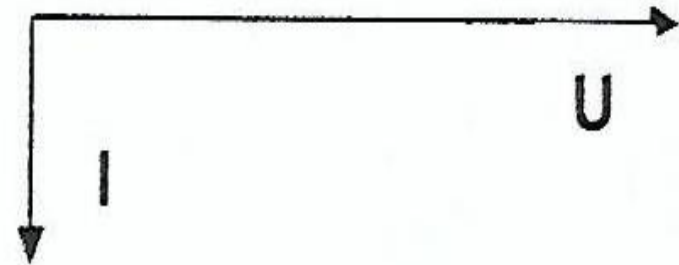


ELCTROTECNIA

Una inductancia pura, en cambio, **atrassa** a la corriente I con respecto a la tensión U , en un ángulo de 90° . Esto significa que la bobina consume potencia eléctrica para construir su campo magnético, y luego la devuelve, cuando merma la tensión, por lo que un inductor puro **no** consume potencia eléctrica. Esa energía que oscila en una bobina, va y vuelve, parece más bien inútil, por lo que se la llama **potencia reactivo-inductiva**, o simplemente, **reactiva**.

$$Q_L = U_L \times I_L = I_L^2 \times X_L = \frac{U_L^2}{X_L}$$

[Var]

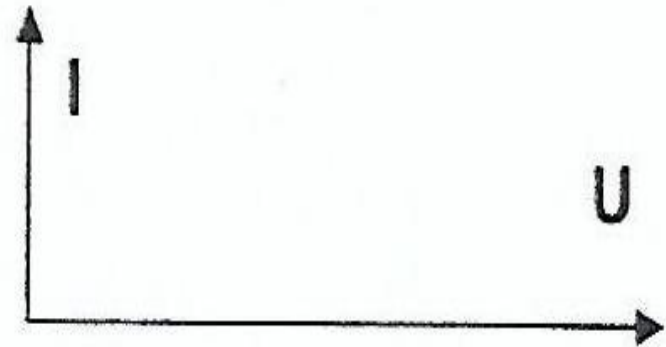


ELCTROTECNIA

Por último, un capacitor en C.A., suele **atrasar** a la tensión, o bien, **adelantar** a la corriente respecto a la tensión. El utiliza la energía para cargarse, pero cuando desciende la tensión, él devuelve su carga, por lo que un condensador ideal tampoco consume energía eléctrica. Por ello se considera a ésta potencia como algo inútil, y se la llama **potencia reactivo-capacitiva**, o también, **reactiva**.

$$Q_c = U_c \times I_c = I_c^2 \times X_c = \frac{U_c^2}{X_c}$$

[Var]



ELCTROTECNIA

Un inductor consume potencia **reactiva Q**, y un resistor consume potencia **activa P**. La fuente deberá proveer ambas potencias, por lo que la **suma vectorial o cuadrática** de las dos, se denomina, **potencia aparente S**, y se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = U \times I = I^2 \times Z = \frac{U^2}{Z}$$

[VA]

También se puede hacer la suma geométrica o cuadrática.

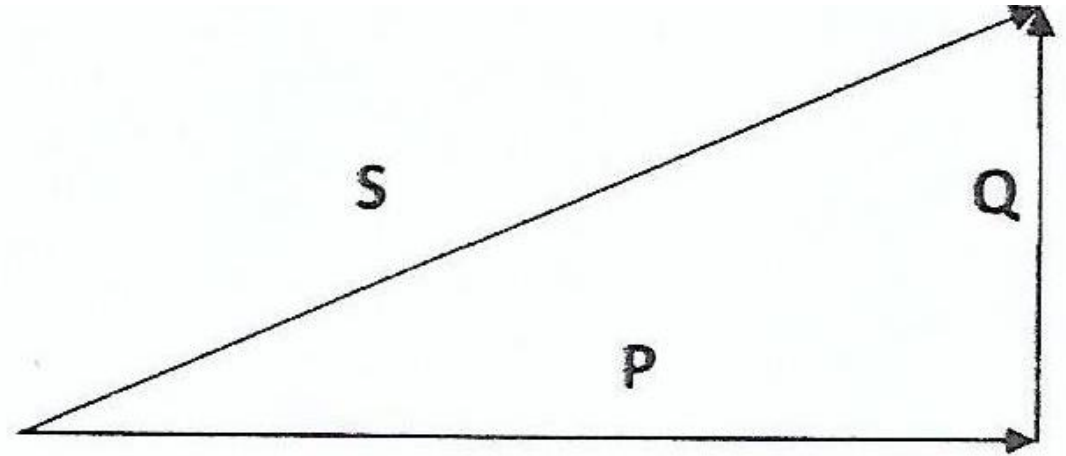
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

[VA]

ELCTROTECNIA

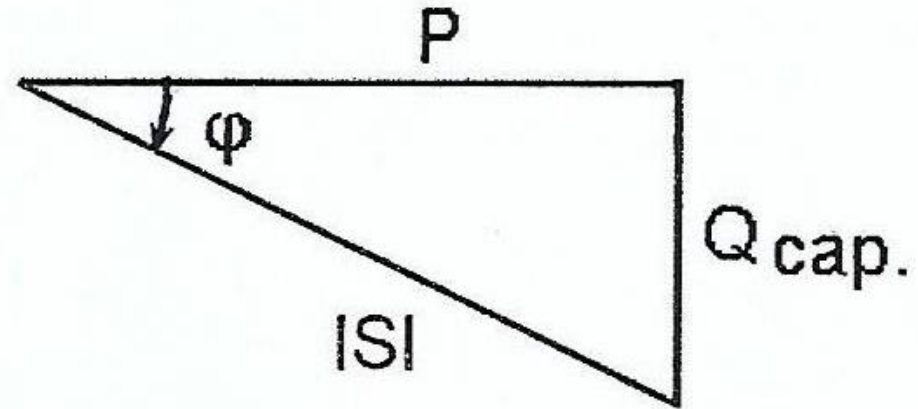
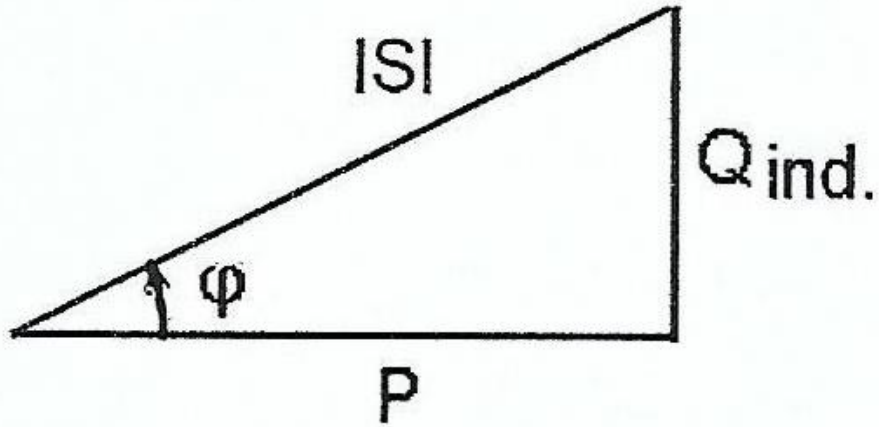
Triángulo de potencias:

Recordemos, todas las magnitudes son vectoriales, por lo que las **potencias**, también lo son:



ELCTROTECNIA

Dependiendo de si la potencia aparente es mayoritariamente inductiva, o capacitiva, el triángulo de las potencias apunta hacia arriba, o vuelca hacia abajo



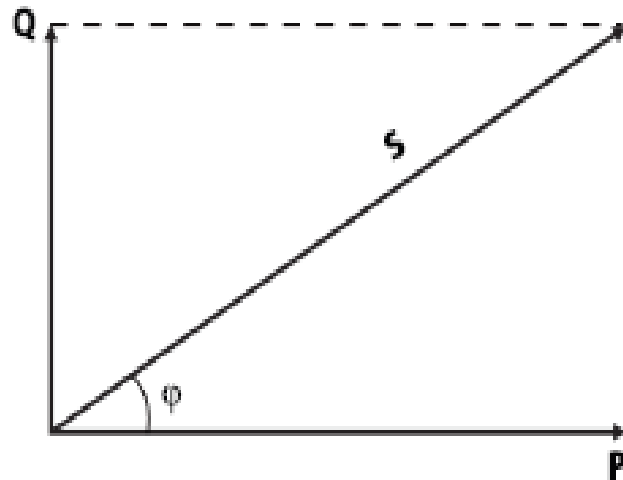
ELCTROTECNIA

La potencia activa P , y la aparente S , no están en fase, sino desfasadas en el ángulo φ , por ello el cociente entre P y S , se conoce como el factor de potencia, $\cos \varphi$:

$$\text{Factor de potencia } \cos \varphi = \frac{P}{S}$$

ELCTROTECNIA

El coseno de phi se define como el ángulo (temporal) de desplazamiento existente entre la onda de corriente de una carga y su onda de tensión. En términos fasoriales se definiría como el ángulo formado entre la potencia activa (P) y la potencia aparente (S) de una carga:



Por su lado el factor de potencia define el factor existente entre potencia activa (P) y potencia aparente (S). Expresado en fórmula tendríamos la siguiente relación:

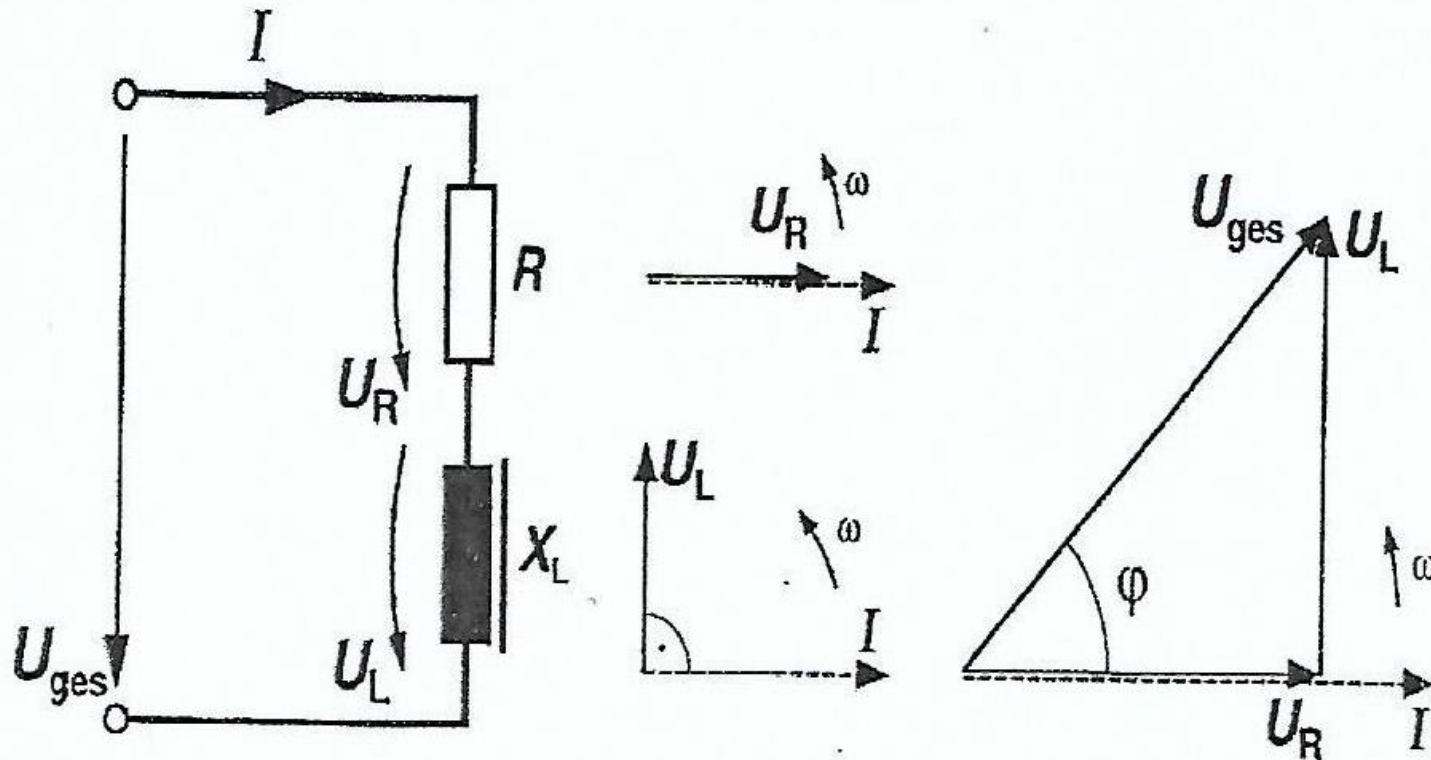
$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{U \cdot I \cdot \cos\phi}{U \cdot I}$$

MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Potencia activa: $P = S \times \cos \varphi = U \times I \times \cos \varphi$ [W , kW, MW]

Potencia reactiva: $Q = S \times \sin \varphi = U \times I \times \sin \varphi = P \times \tan \varphi$ [Var , KVar]

MÁQUINAS ELÉCTRICAS



$$I = \frac{U}{Z}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

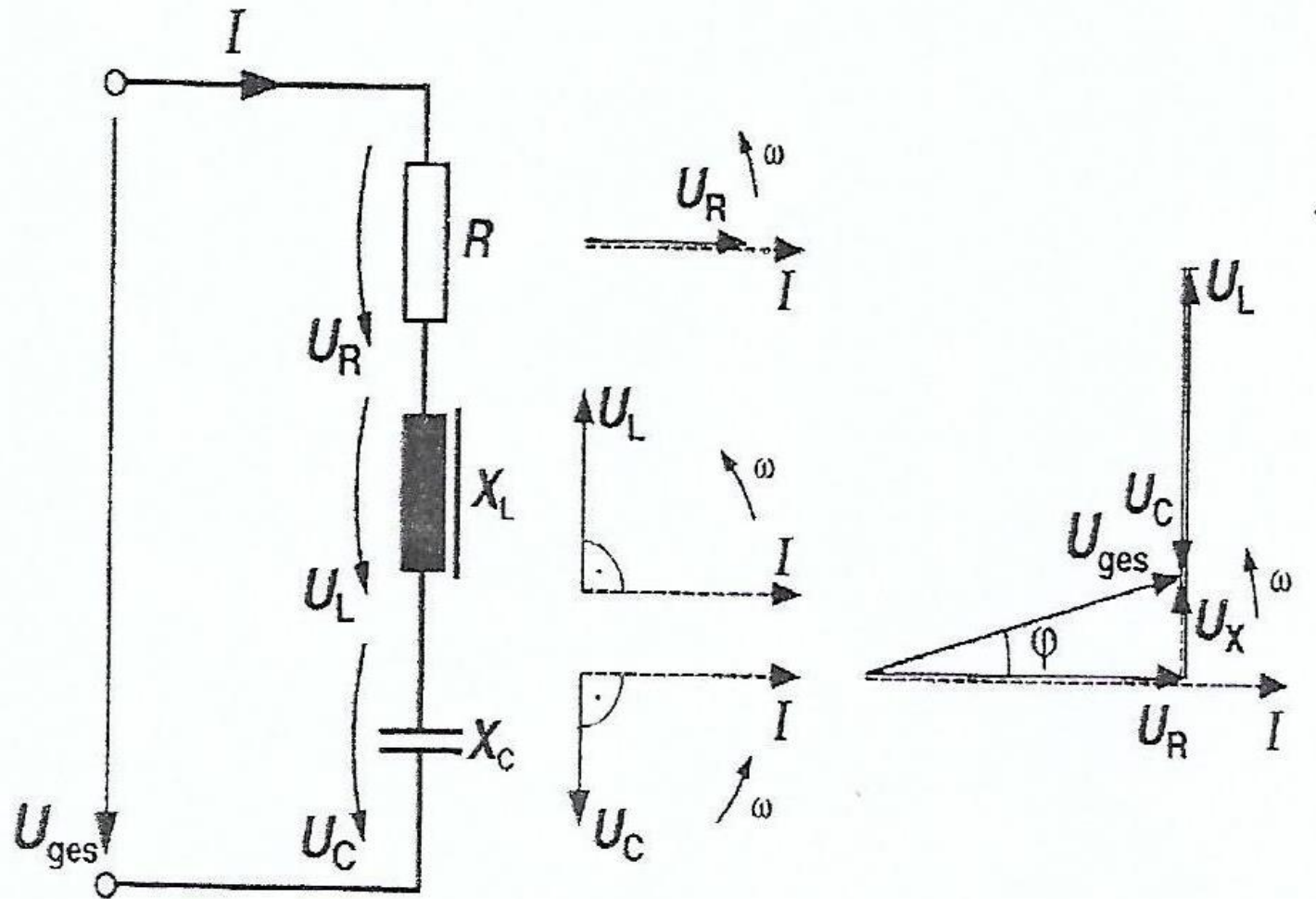
$$U_R = I \cdot R$$

$$U_L = I \cdot X_L$$

$$U_C = I \cdot X_C$$

$$U_{ges} = \sqrt{U_R^2 + U_X^2}$$

MÁQUINAS ELÉCTRICAS



Para la conexión RLC serie.
vale:

$$X_{Res} = X_L - X_C$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_{Res}^2}$$

$$U_X = U_L - U_C$$