

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.



Calidad en el Servicio Eléctrico

David Llanos Rodríguez

dllanosr@eia.udg.es

Girona, Febrero 18 de 2003

Introducción:

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

Uso racional de la energía eléctrica quiere decir obtener el máximo rendimiento de la energía consumida y de las instalaciones necesarias para su generación transporte y utilización, garantizando un funcionamiento sin interferencias de todos los receptores conectados a la red de distribución.

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

Para poder juzgar sobre dicha calidad debemos definir previamente un modelo ideal de la red.

En el caso de las redes industriales trifásicas con neutro, este modelo ideal consistirá en tres fuentes de tensión alterna, perfectamente senoidal, perfectamente iguales y desfasadas 120° .



Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

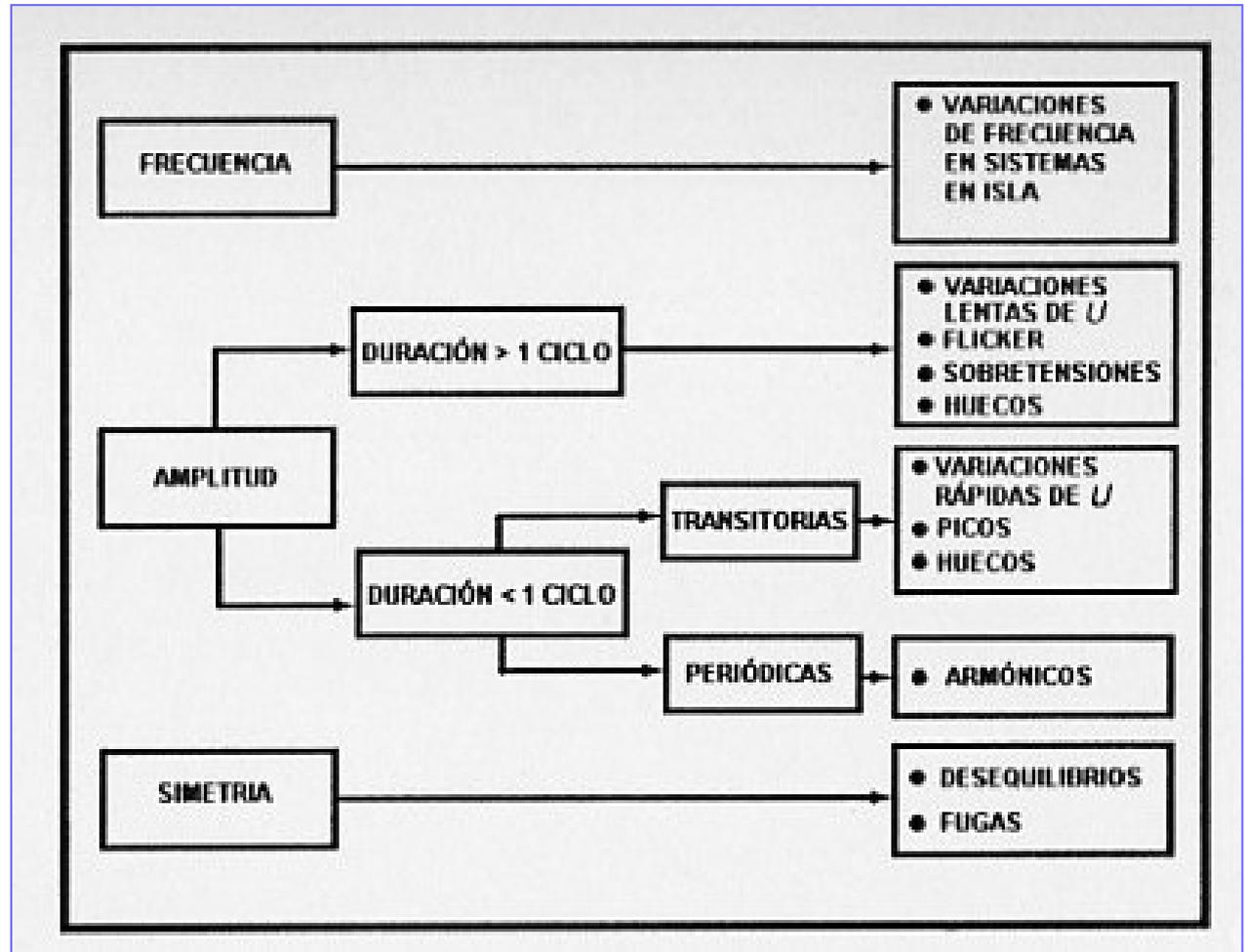
Las principales desviaciones de este modelo pueden clasificarse en tres grandes grupos, según afecten: a la frecuencia, la amplitud o a la simetría del sistema trifásico.

Clasificación de las principales no idealidades de la red

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.



Conceptos básicos de los circuitos de C.A.

Introducción.

Conceptos básicos

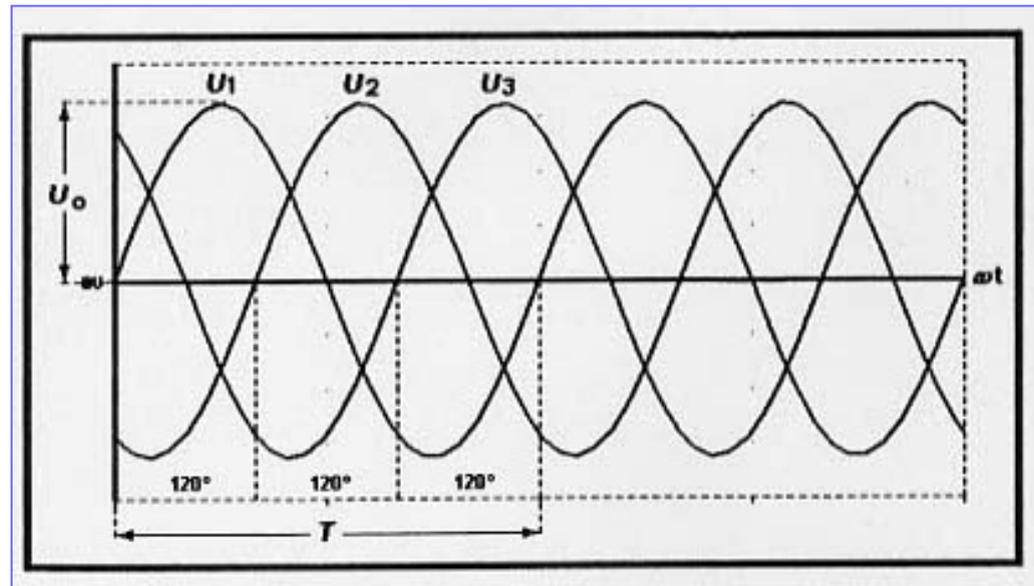
- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

En este capítulo se considerarán el caso mas normal de redes de C.A. de baja y media tensión casi ideales.

En los capítulos sucesivos se irán introduciendo los problemas de redes distorsionadas y las posibles formas de solucionarlos.

La red de alimentación

Lo que denominamos “red de alimentación” o “red industrial”, suele estar constituida por un sistema trifásico de conductores, alimentado por tensiones senoidales desfasadas 120° entre cada una de las fases.



Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

En condiciones ideales:

- Conjunto de tres fuentes de tensión perfectamente senoidal.

En la práctica:

- Los generadores y sistemas de distribución tienen cierta impedancia interna.
- Las cargas absorben corrientes transitorias.

Definiciones de magnitud de C.A.

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

Parámetros eléctricos que habitualmente se manejan para caracterizar la red de alimentación.

•Definiciones de magnitudes senoidales

Valor instantáneo

Amplitud, A

Periodo, T

Frecuencia, f

Pulsación, ω

Desfase

Tensión y corriente en un sistema monofásico

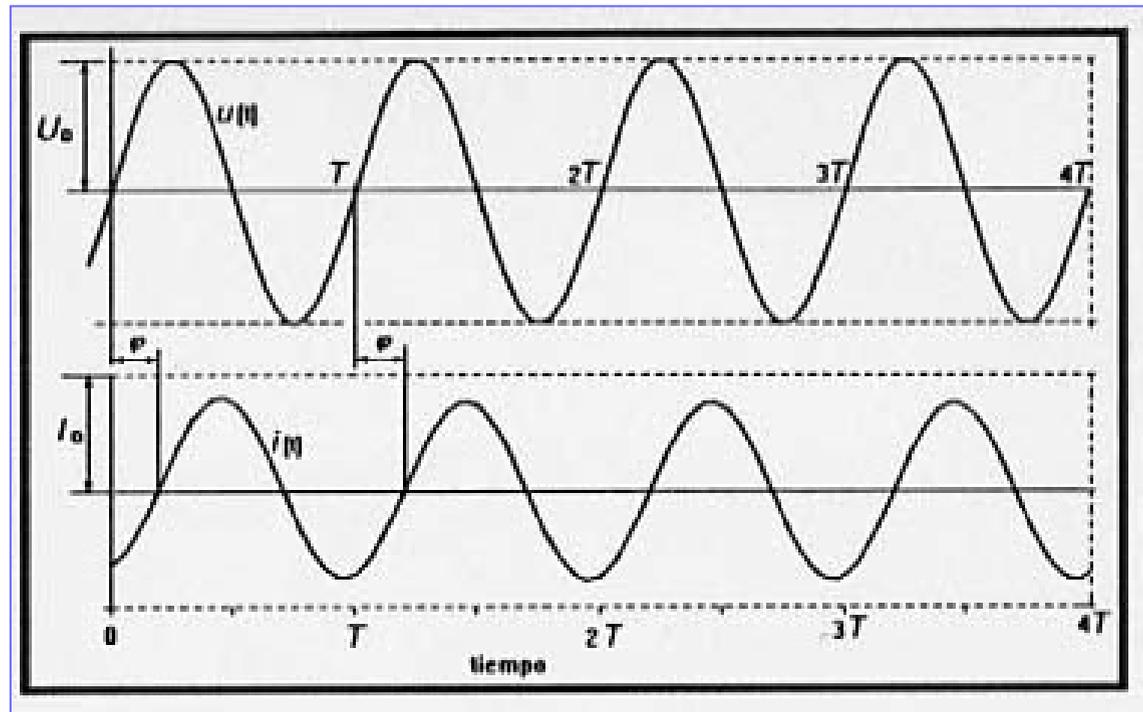
Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

$$U(t) = U_o \text{ sen}(wt)$$

$$i(t) = I_o \text{ sen}(wt+\varphi)$$



Medida de magnitudes senoidales

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

Valor eficaz: para funciones periódicas, es la medida cuadrática de la función a lo largo de un período.

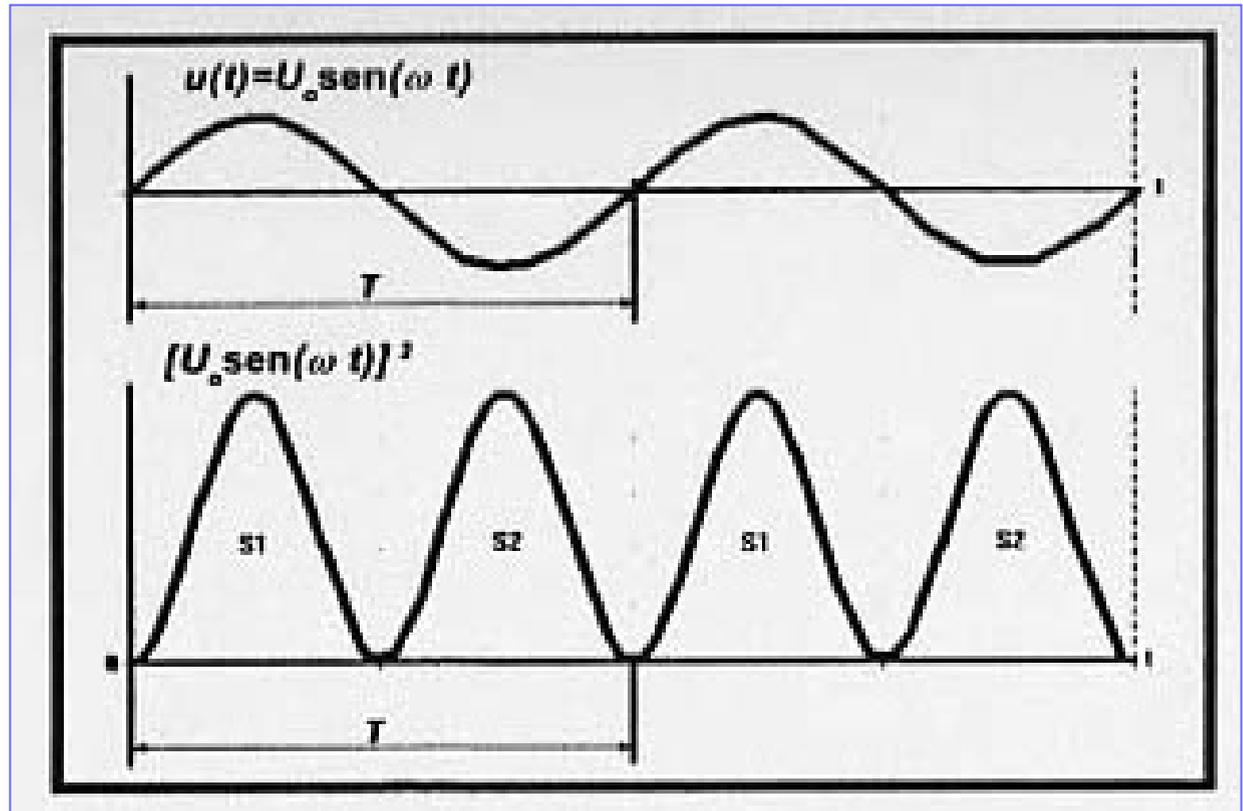
$$U_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (u(t))^2 .dt} = \sqrt{\frac{S_1 + S_2}{T}}$$

Valor eficaz de una onda de tensión o corriente

Introducción.

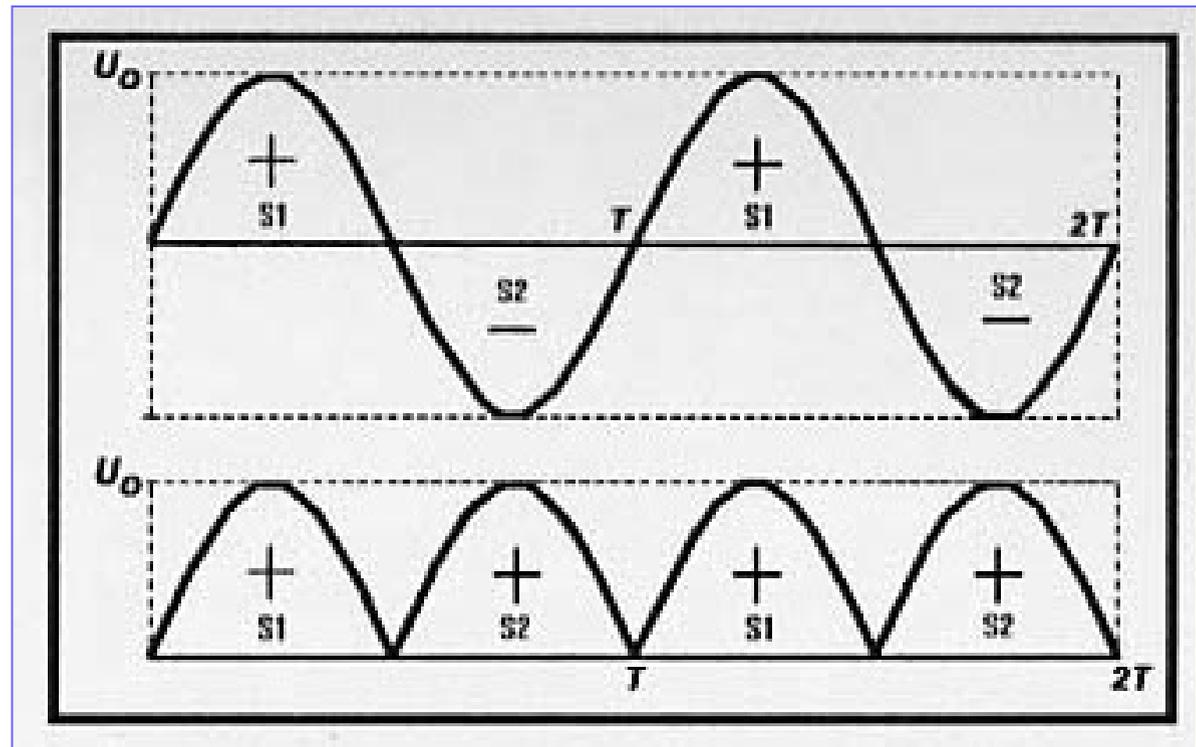
Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.



Valor medio: media aritmética de los valores instantáneos a lo largo de un periodo.

$$U_{ef} = \frac{1}{T} \int_0^T (u(t)) \cdot dt = \frac{S_1 + S_2}{T}$$



Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

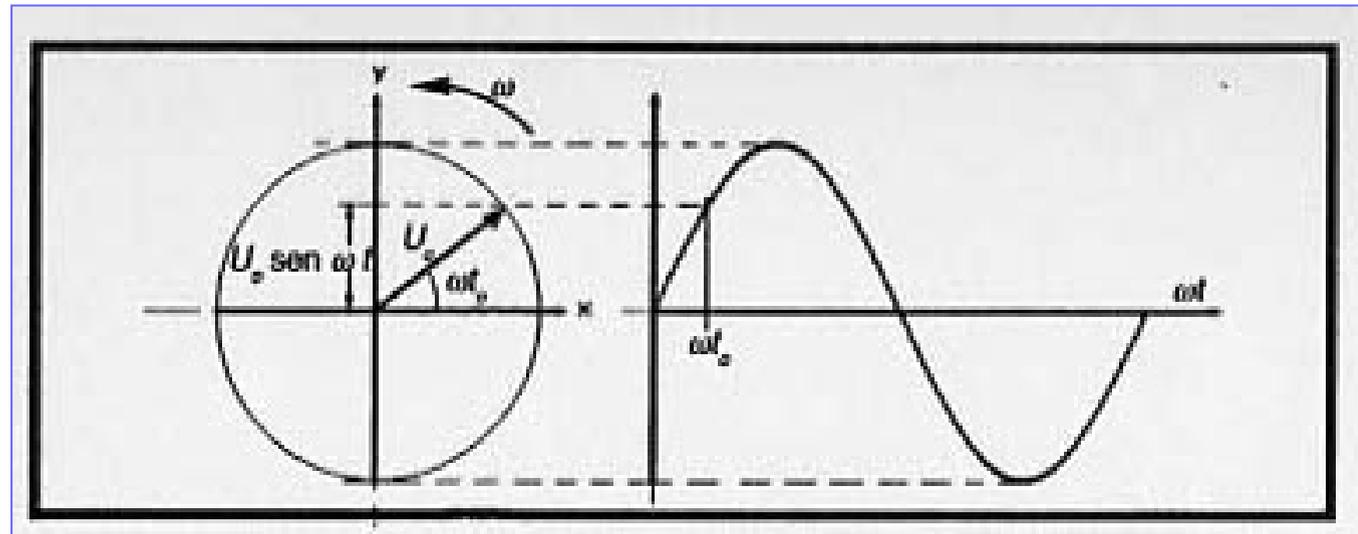
Representación vectorial de funciones senoidales: Fasores

Es frecuente representar las magnitudes senoidales mediante vectores giratorios.

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

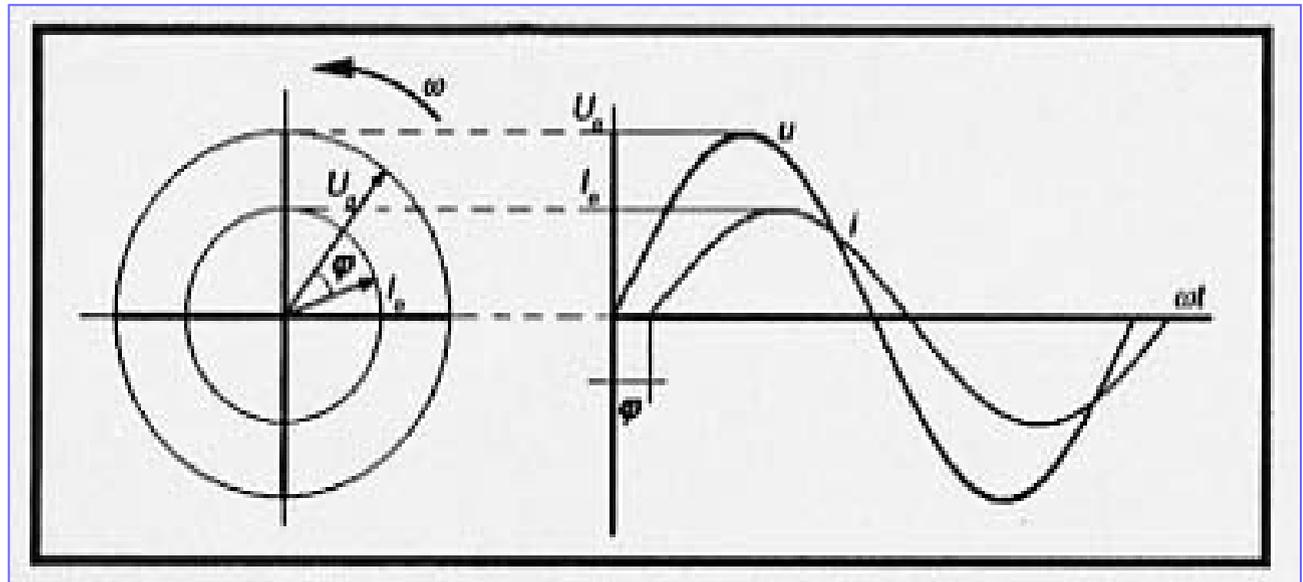


Dos magnitudes senoidales retrasadas una respecto a otra en el tiempo pueden representarse como vectores giratorios con cierto ángulo de desfase entre ellos.

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.



Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

En el caso de redes industriales se suele trabajar con magnitudes senoidales de igual frecuencia, interesándose en la amplitud y fase.

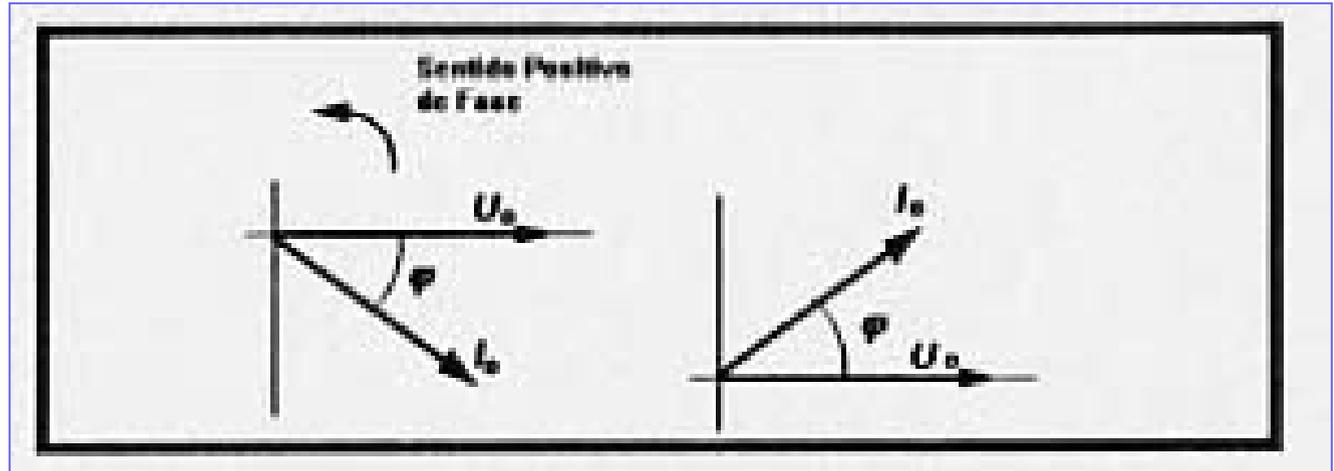
Se consideran los vectores fijos, dando origen a los diagramas “fasoriales”.

Diagrama de fasores de i_o y U_o con desfase φ .

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.



Cargas lineales y no lineales en los circuitos de C.A.

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

Carga lineal: tensión y corriente relacionadas por un factor constante. Igual frecuencia.

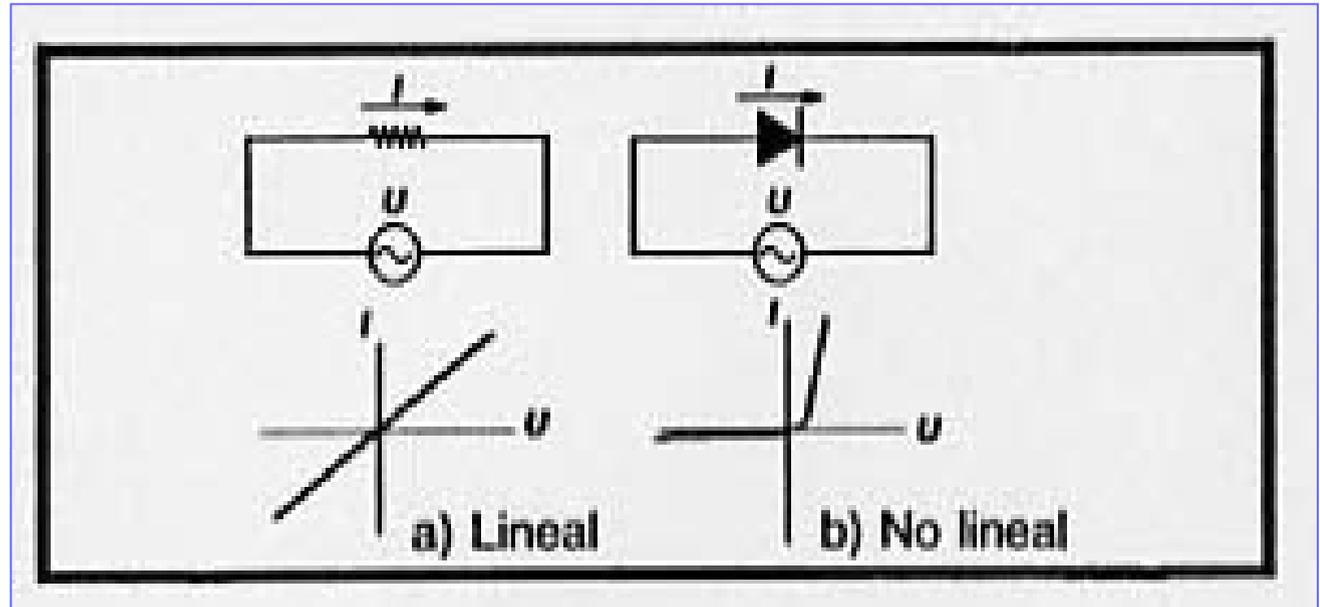
Carga no lineal: relación tensión/corriente no es una constante.

Curvas (U,i) para un elemento lineal y uno no lineal

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

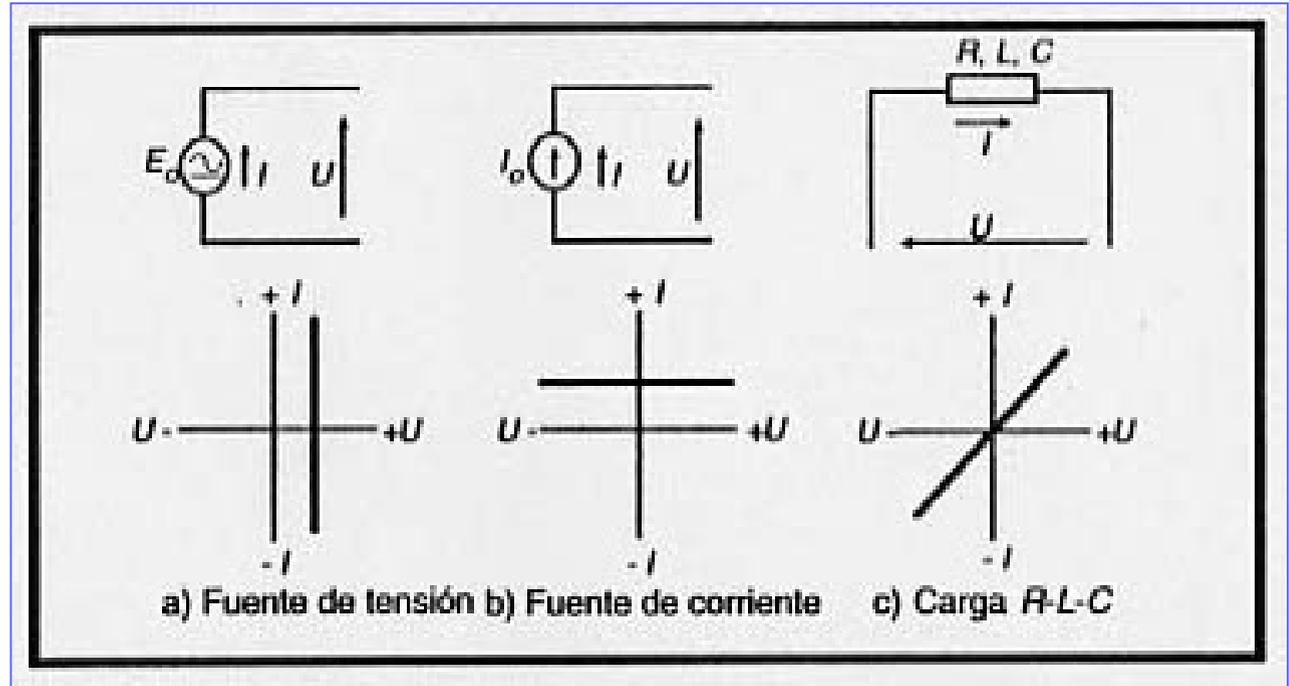


- Las cargas lineales están formadas por:
- Fuentes de tensión
 - Fuentes de corriente
 - Elementos pasivos R, L, C.

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.



Impedancias de las cargas lineales

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

Las leyes básicas de Ohm y de Kirchoff son aplicables a circuitos de C.A. siempre que esté formado por elementos lineales.

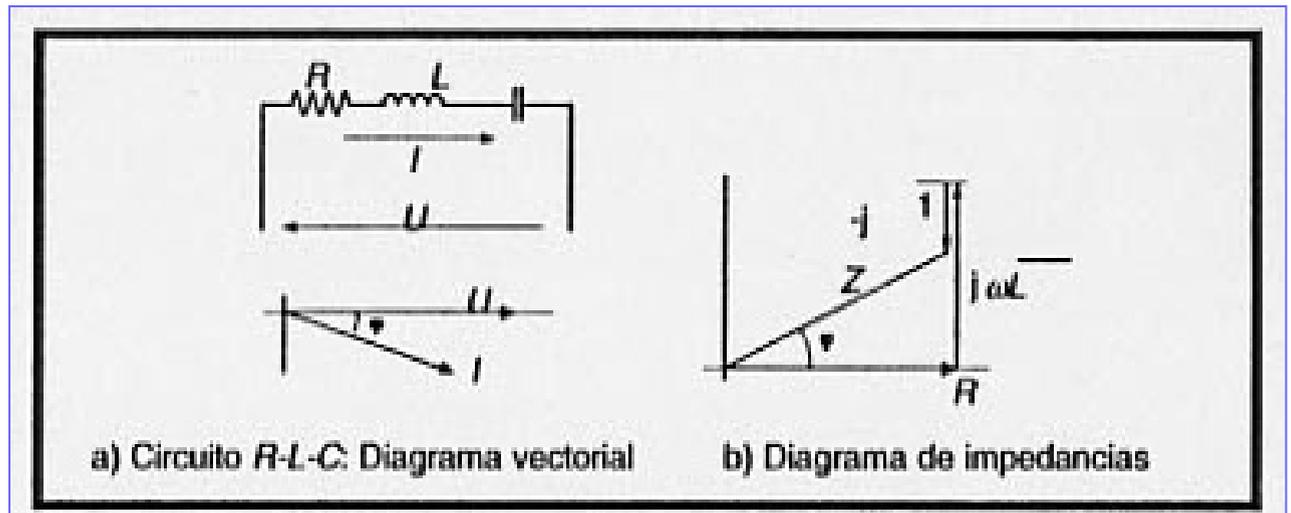
Corriente con diferente fase dependiendo de la carga.

La impedancia será otro vector, con módulo y fase.

Introducción.
Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

Impedancia de un circuito serie y sus componentes



Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

Impedancia:	$Z = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$
Módulo	$ Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$
Fase	$\varphi_z = \arctan \frac{(\omega L - 1/\omega C)}{R}$
Corriente:	
Módulo	$ I = U / Z $

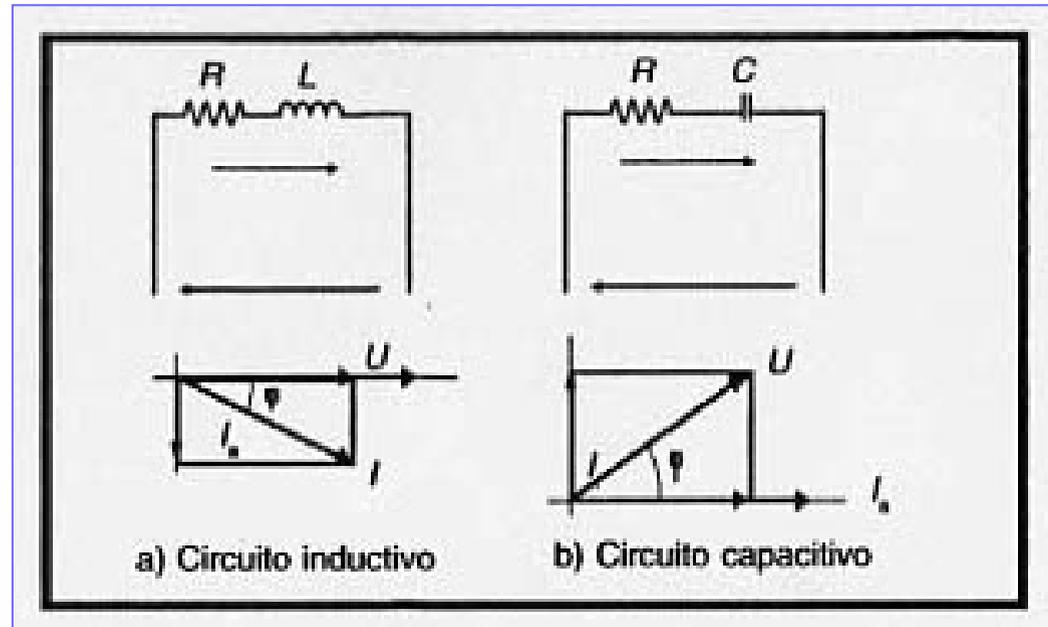
Las reglas para obtener la impedancia en serie o en paralelo son las clásicas, pero ahora se trabaja con vectores.

Corriente activa y reactiva

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.



En cualquier caso:

Corriente **activa**, I_a , en fase con la tensión.

Corriente **reactiva**, I_r , desfasada 90° con respecto a la tensión.

Significado físico:

Corriente aparente I : la que se mide con un amperímetro, con la que se dimensionan las conductores.

Corriente activa I_a : es la única que produce trabajo.

Corriente reactiva I_r : se consume en la creación de campos eléctricos y magnéticos.

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

Potencia en circuitos de C.A. senoidal

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

$$p = U_o \text{sen } wt \cdot I_o \text{sen}(wt + \varphi)$$

$$p = UI \cos \varphi + UI \cos(2wt + \varphi)$$

U e I son los valores eficaces.

$UI \cos \varphi$: potencia activa (P)

$UI \cos(2wt + \varphi)$: variante en forma periódica.

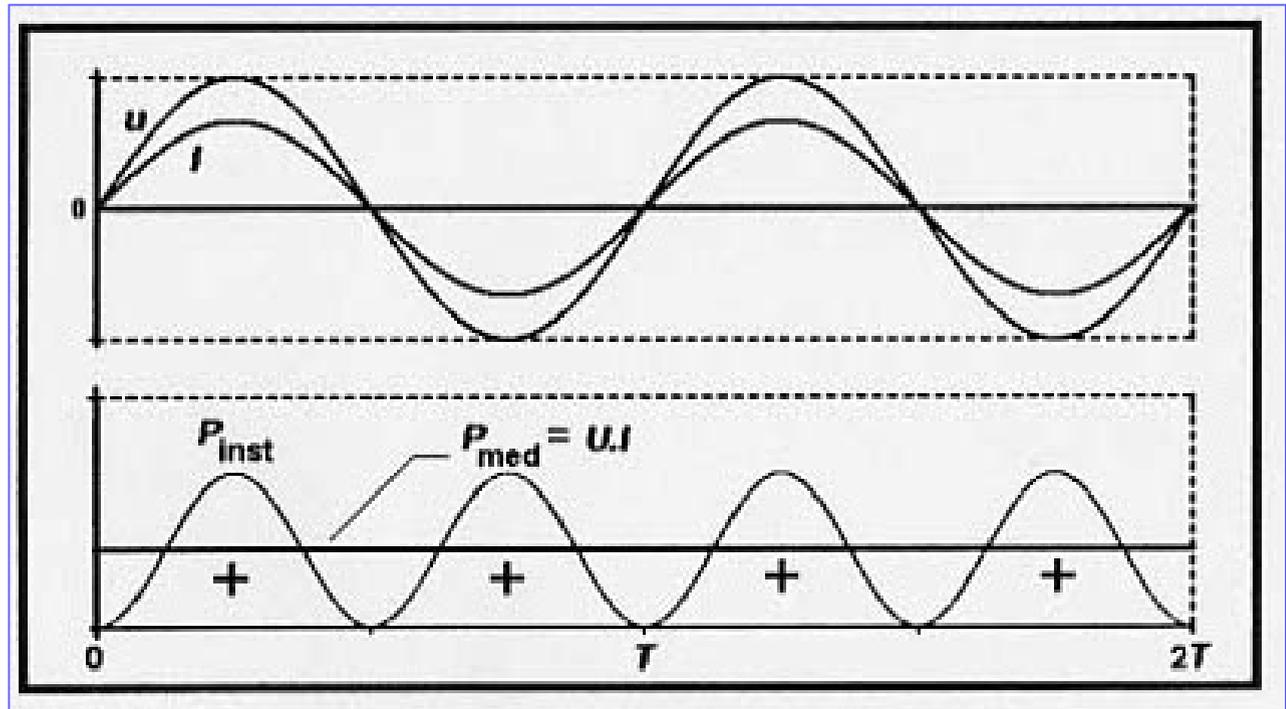
El término UI se denomina potencia aparente (S).

Potencia instantánea y potencia media para carga R

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

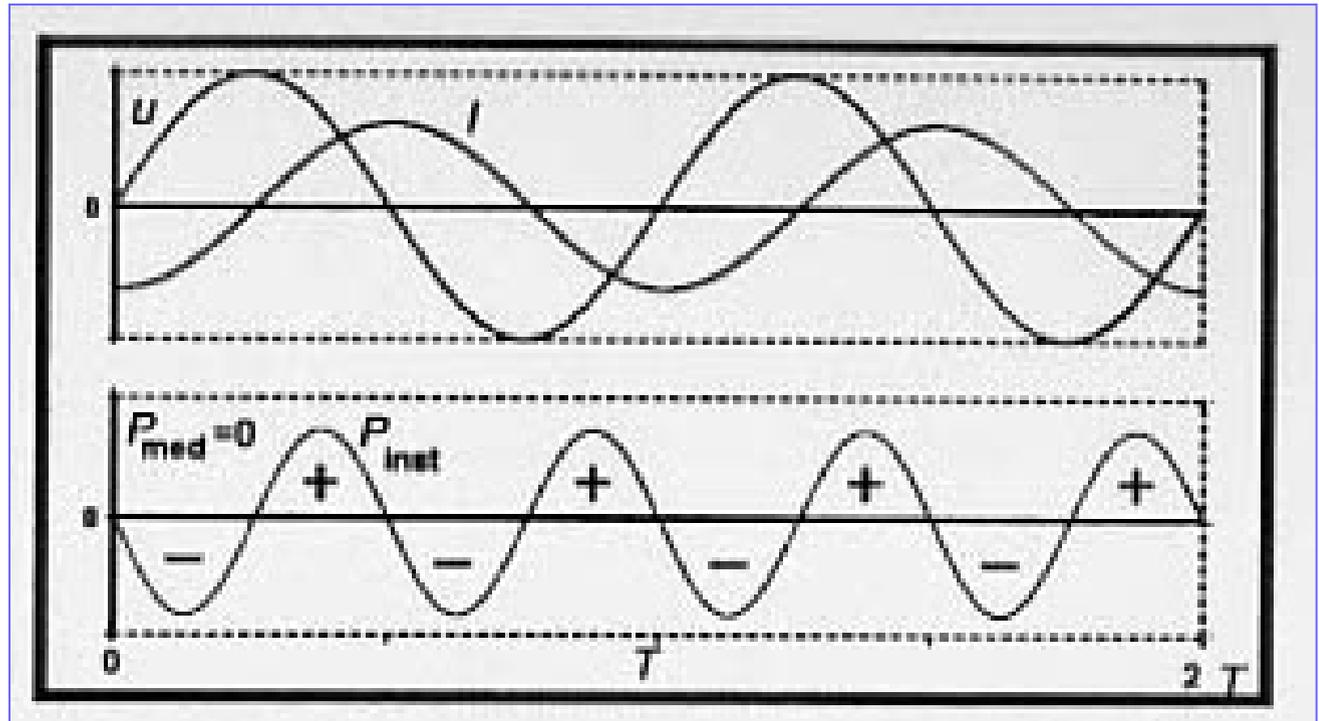


Potencia instantánea y potencia media para carga L

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

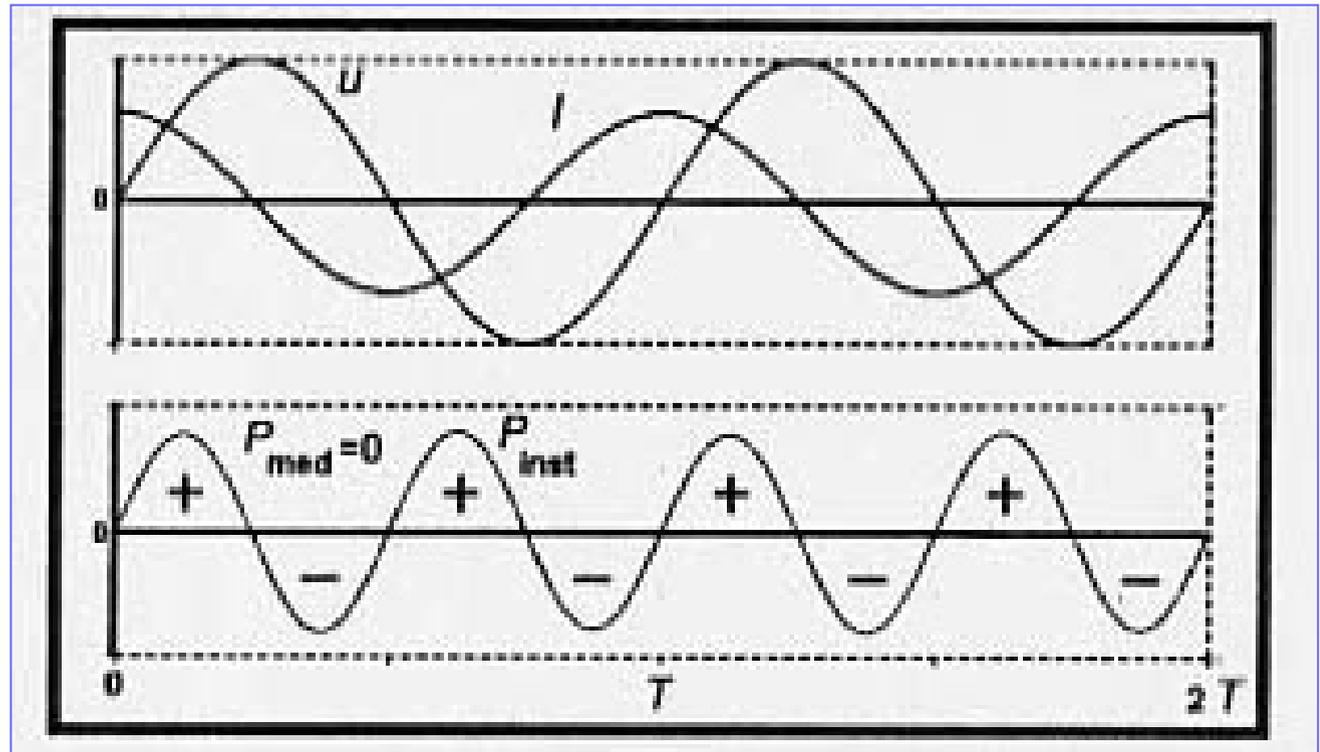


Potencia instantánea y potencia media para carga C

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.

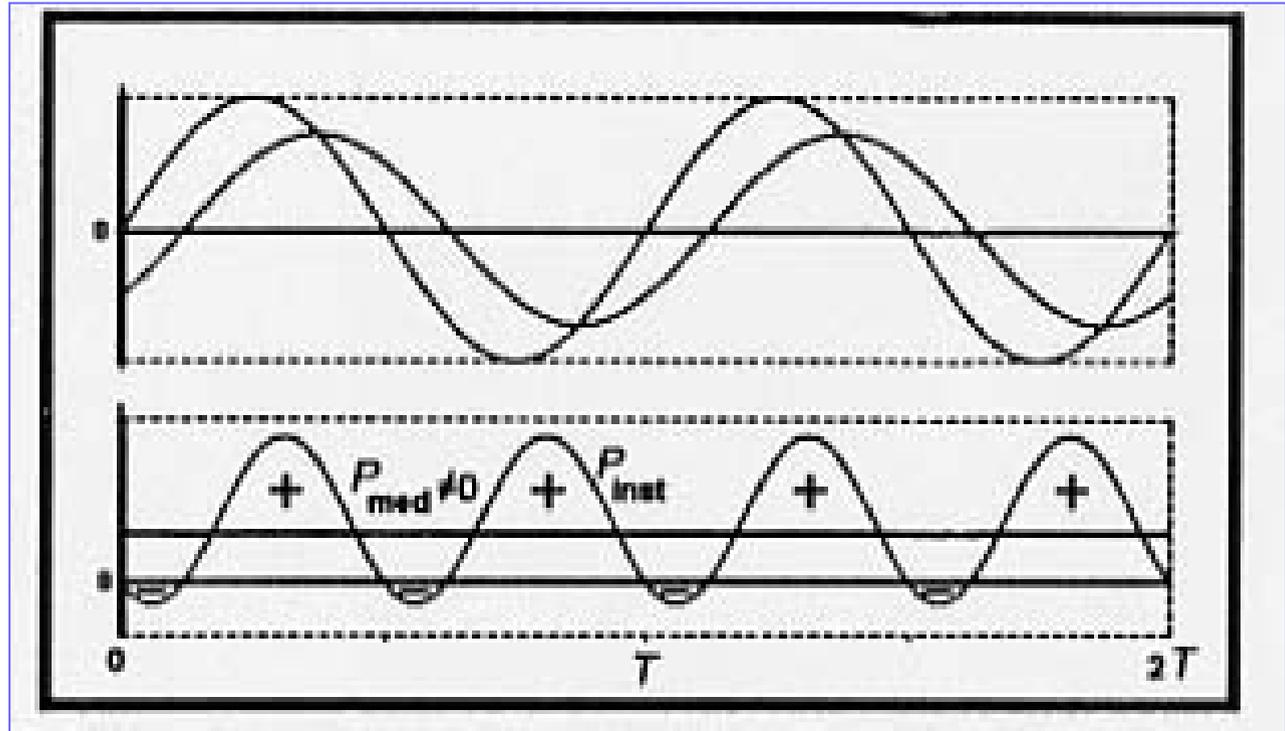


Potencia instantánea y potencia media para carga R-L

Introducción.

Conceptos básicos

- La red de alimentación
- Definiciones de magnitud de C.A.
- Representación vectorial de funciones senoidales
- Cargas lineales y no lineales
- Impedancias de las cargas lineales
- Corriente activa y reactiva
- Potencia de circuitos de C.A.



Potencia activa y potencia reactiva en cargas R-L

Introducción.

Conceptos básicos

- [La red de alimentación](#)
- [Definiciones de magnitud de C.A.](#)
- [Representación vectorial de funciones senoidales](#)
- [Cargas lineales y no lineales](#)
- [Impedancias de las cargas lineales](#)
- [Corriente activa y reactiva](#)
- [Potencia de circuitos de C.A.](#)

