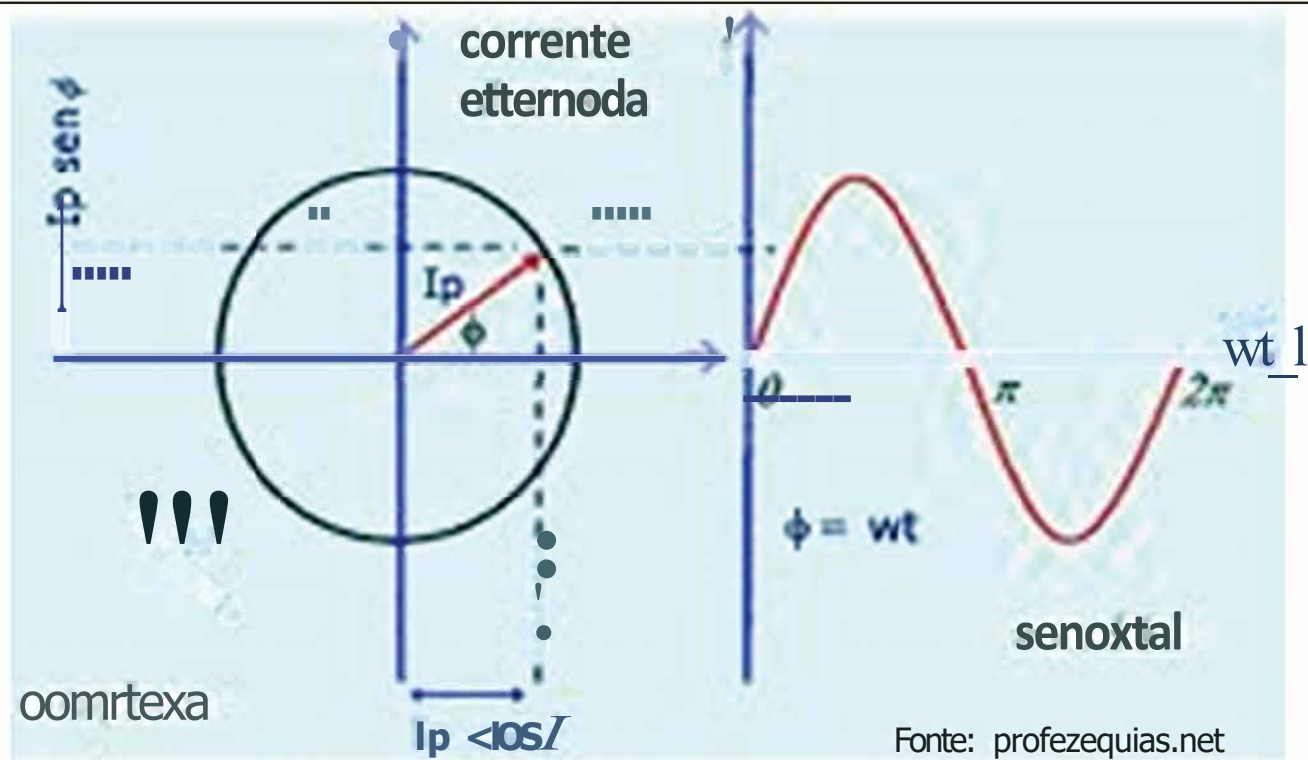


# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA



## OBJETIVO

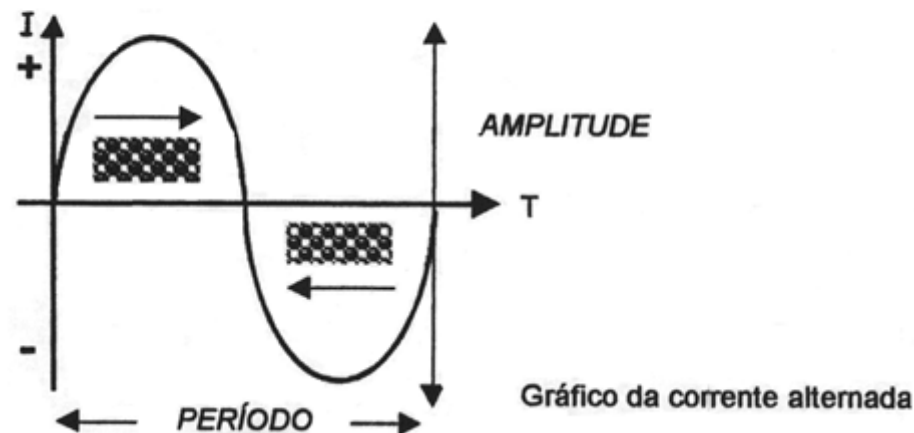
- Ao final deste capítulo o aluno estará apto a entender, aplicar e realizar cálculos referente a Circuitos Elétricos em CA.

# **CIRCUITOS DE CORRENTE ALTERNADA**

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

CA ocorre quando a corrente elétrica apresenta uma variação de sentido no tempo (período).

Esta variação denominaremos de ciclo completo da corrente alternada, composto por dois semi-ciclos (semi-ciclo positivo e semi-ciclo negativo).



# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Desvio de Fase

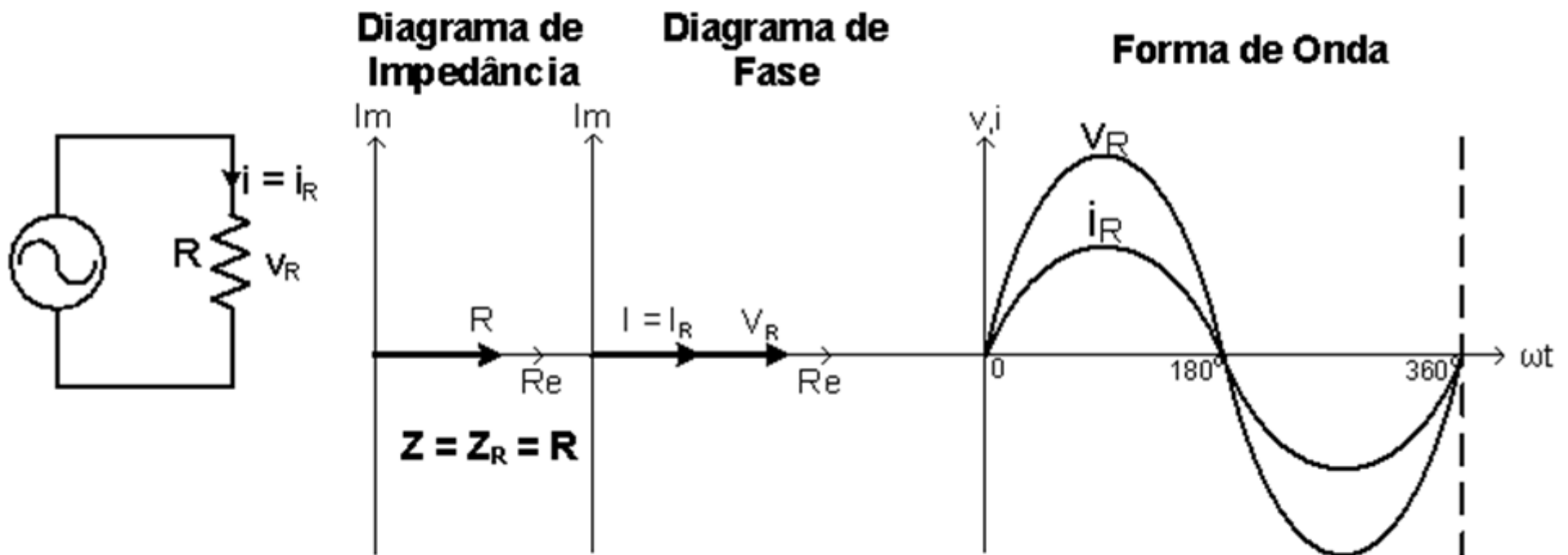
É a diferença temporal existente nos componentes Reativos, Tensão e Corrente quando não atingem, ao mesmo tempo, os mesmos níveis de amplitude.

## CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

Um circuito que somente contenha Resistências é designado por Circuito Resistivo.

Não há Desvio de Fase entre a Tensão e a Corrente num Circuito Resistivo,  $\Phi = 0^\circ$ . A Corrente está “Em Fase” com a Tensão.

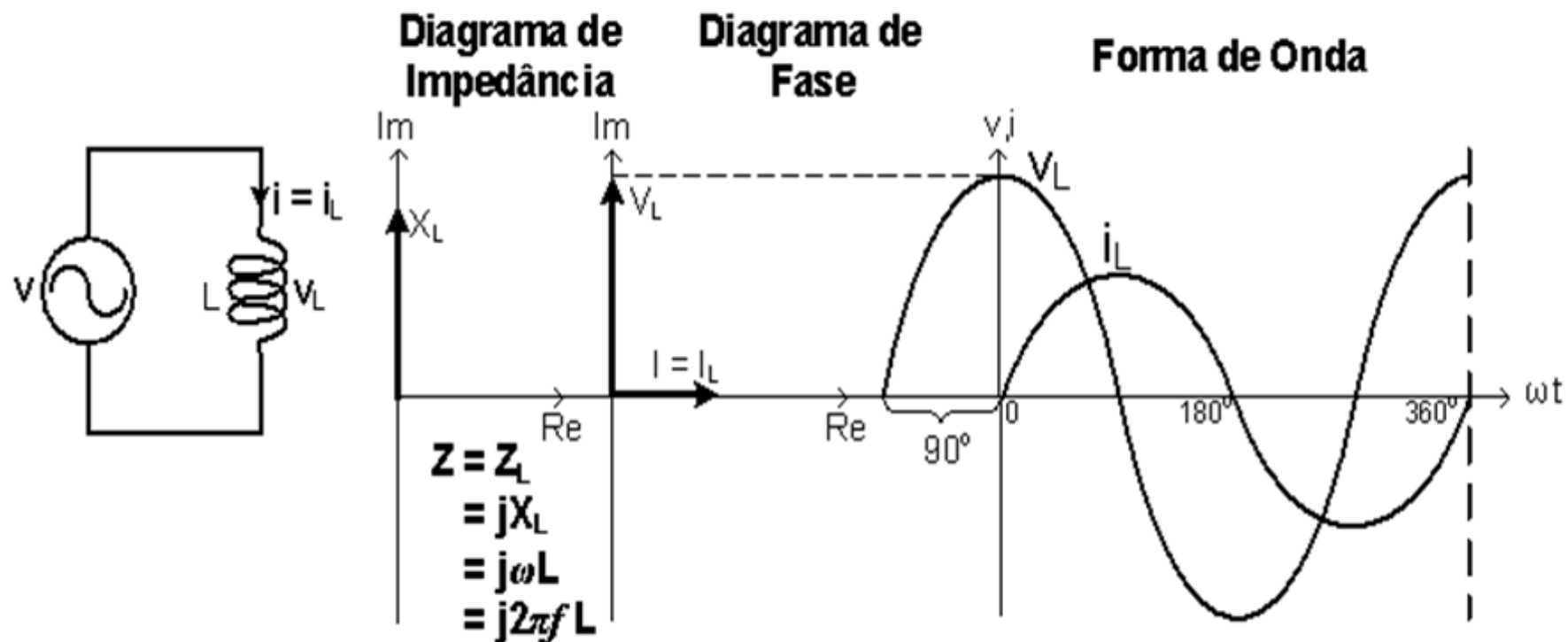
# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA



Fonte: [macao.communications.museum](http://macao.communications.museum)

# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

Num indutor, a Tensão está adiantada de  $90^\circ$  em relação à Corrente,  $\Phi = 90^\circ$ .

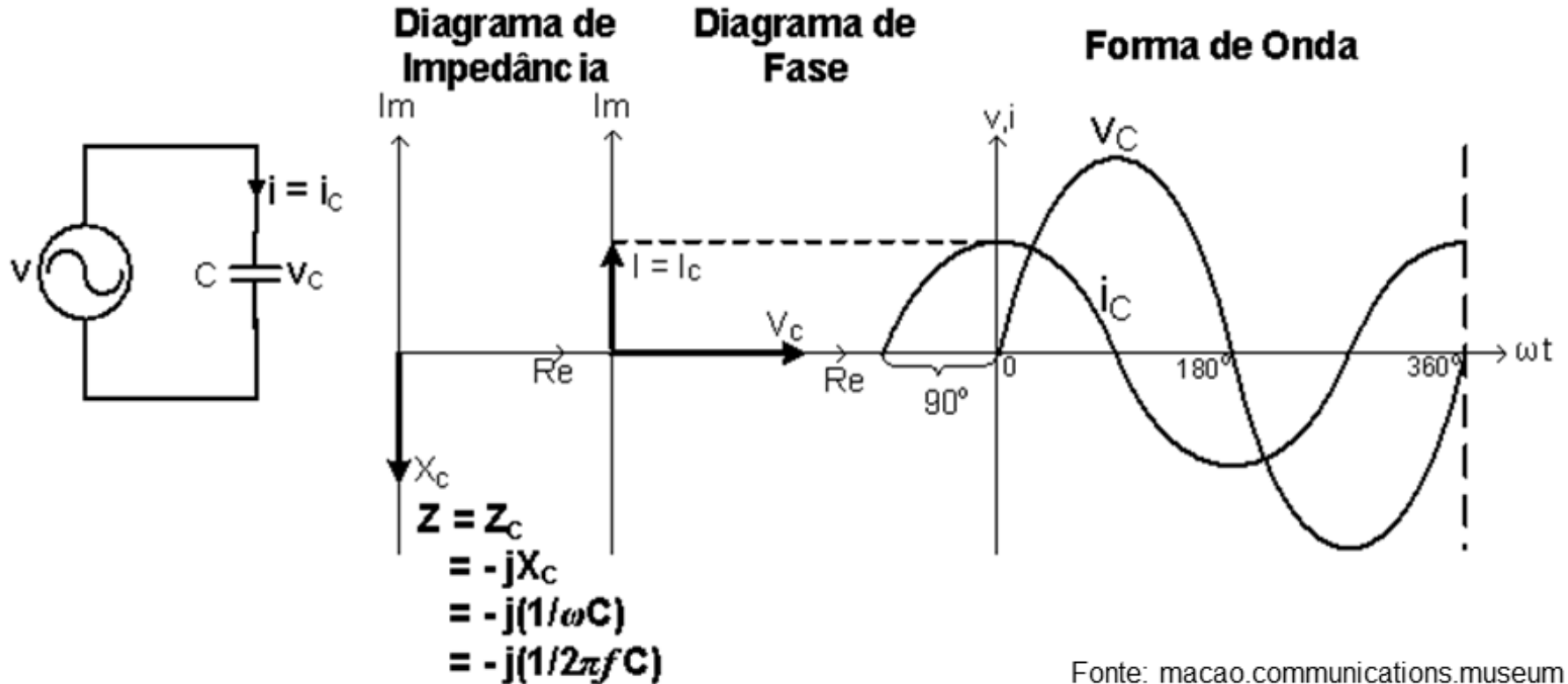


Fonte: macao.communications.museum



# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

Num capacitor, a Tensão está atrasada de  $90^\circ$  em relação à Corrente,  $\Phi = -90^\circ$ .



# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

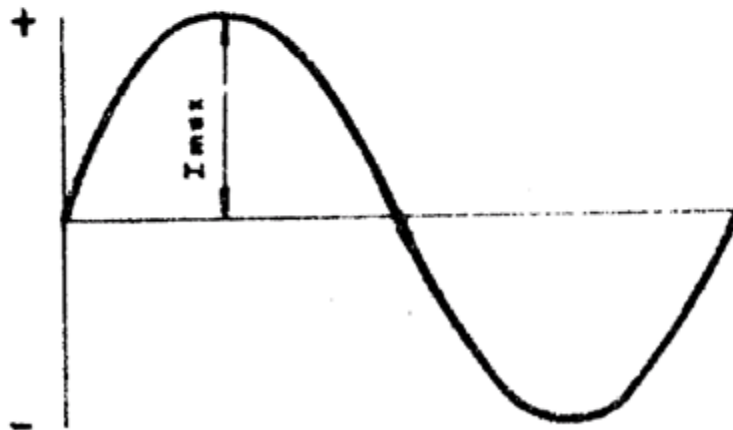
## Valor Instantâneo de uma CA

É o valor da corrente possível de ser determinado matematicamente, num dado instante de tempo

# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Valor Máximo ou valor de pico

É o valor instantâneo que corresponde à máxima amplitude da corrente.



# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Valor de pico a pico

É o valor da corrente que corresponde a duas vezes o valor de pico.

$$V_{pp} = 2 \times V_{m\acute{a}x}$$

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Valor Eficaz

É o valor de uma corrente alternada que produz um efeito calorífico equivalente ao de uma corrente contínua.

$$I_{ef} = \frac{I_{m \text{ ax}}}{\sqrt{2}} = 0,707 I_{m \text{ ax}}$$

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Valor Médio

É o cociente entre a área e o tempo, considerando a área contida entre a forma de onda correspondente e o eixo do tempo, num intervalo de tempo igual a um período.

## CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

Seu valor médio num semi-ciclo positivo pode ser calculado pela expressão:

$$\frac{2}{\pi} V_{pico} = 0.637 \times V_{pico}$$

**CIRCUITOS ELETRICOS EM CA**

**Circuitos RLC**



# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Resistência em Corrente Alternada

Os resistores atuam sobre a corrente alternada praticamente do mesmo modo que sobre a contínua. A resistência é dada por:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Capacitância

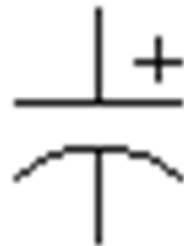
É a grandeza elétrica de um capacitor, determinada pela quantidade de energia elétrica que pode armazenar através de uma tensão e a quantidade de corrente alternada que o atravessa numa determinada frequência.

---

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Capacitância

A capacitância é representada pelo símbolo  $C$ , e sua unidade é o Farad (  $F$  ).



Eletrolítico



Fixo

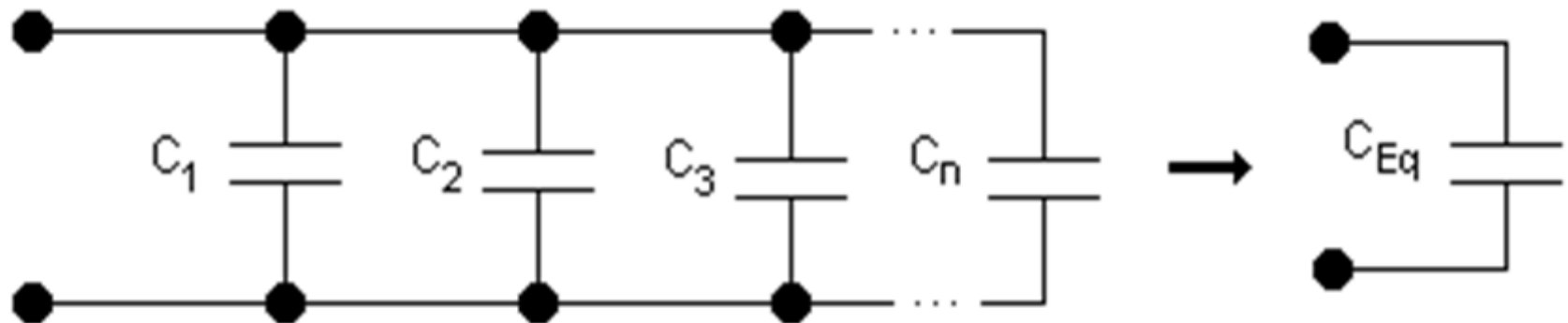


Variável

# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Capacitores em Paralelo

Frequentemente os capacitores são colocados em paralelo.



# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Capacitores em Paralelo

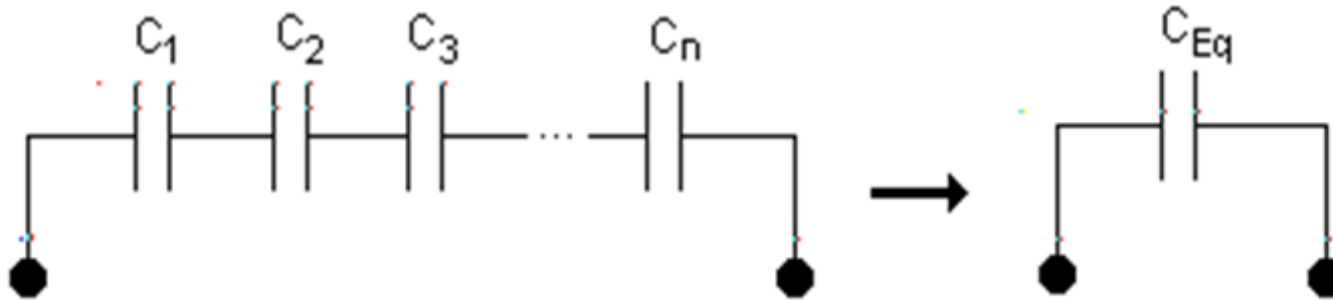
A capacitância equivalente é dada por:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Capacitores em Série

Associar capacitores em série diminui a capacitância equivalente.



# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Capacitores em Série

A capacitância equivalente é dada por:

$$\frac{1}{C_{\text{Eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Indutância

É a capacidade de uma bobina em criar o fluxo com determinada corrente que a percorre causando uma oposição à variação de corrente



Núcleo de Ar



Variável



Núcleo de Ferro

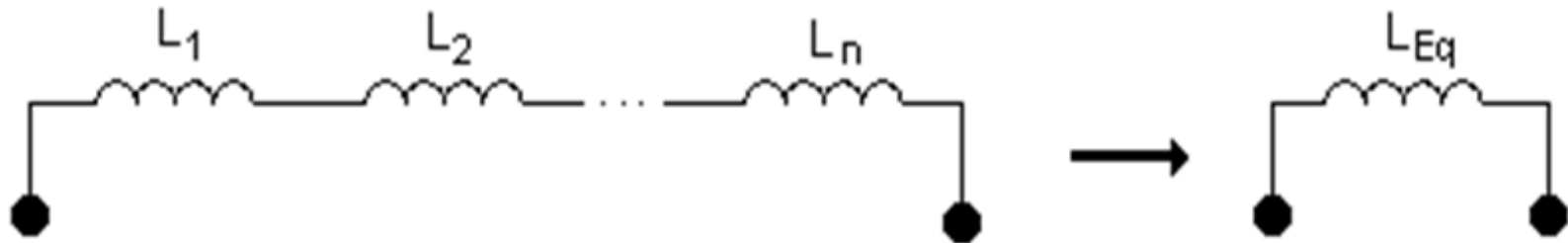
É representada pelo símbolo L, e sua unidade é o Henry (H).



# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Indutância Série

É o resultado da associação de indutores em série

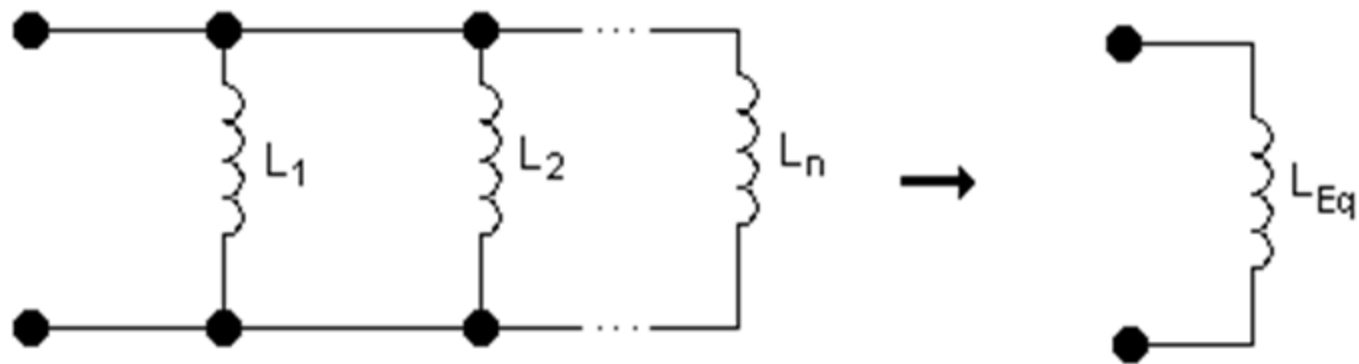


$$L_{eq} = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Indutância em Paralelo

É o resultado da associação de indutores em paralelo e sem acoplamento magnético entre eles



$$\frac{1}{L_{Eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Reatância Indutiva

É uma medida da oposição que um indutor apresenta para uma corrente senoidal. Matematicamente,

$$X_L = 2\pi fL$$

# **Lei de Ohm para Circuitos CA**

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Impedância do circuito

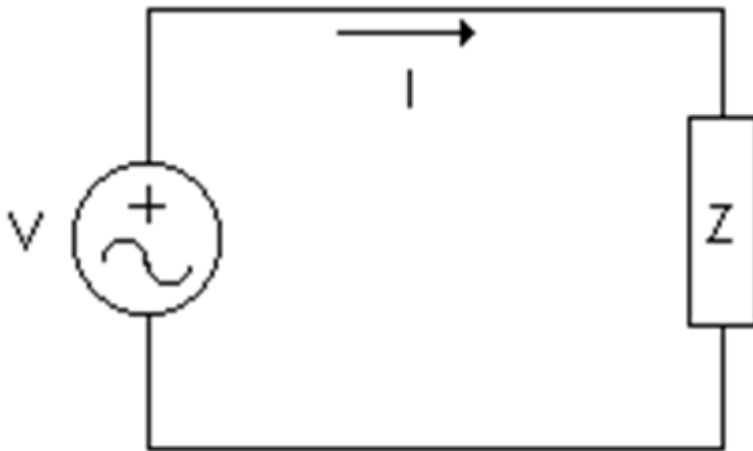
É encontrada, onde o circuito de oposição à passagem de corrente é uma combinação de resistências (R), indutâncias (L) e capacitâncias (C)

É representada pelo símbolo  $Z$ , é medida em ohms e tem amplitude e direção.

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Impedância do circuito

Aplicando a Lei de Ohm para um circuito com uma impedância



$$\Rightarrow I = \frac{E}{Z}$$

$$\Rightarrow E = Z \cdot I$$

$$\Rightarrow Z = \frac{E}{I}$$

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Impedância do circuito

Algumas das maneiras de representar uma Impedância

➤ Forma Retangular  $Z = R + jX$

➤ Forma Polar  $Z = |Z| \angle \theta$

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Impedância do circuito

Onde:

$|Z|$  : é o módulo da impedância , dado por  $|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$

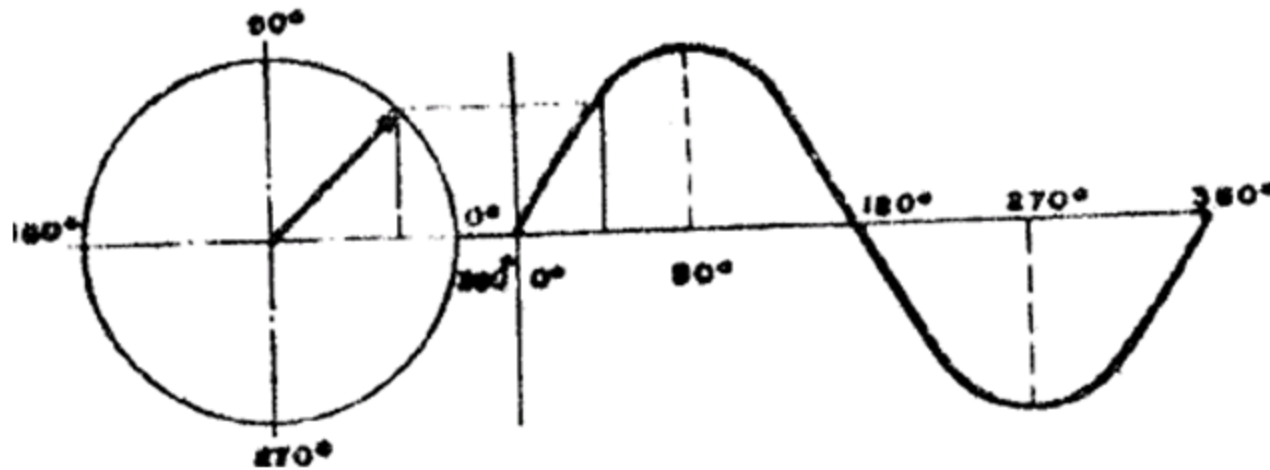
$\theta$  : é a fase da impedância, dado por  $\theta = \tan^{-1} \frac{X}{R}$



# **Defasagem entre Corrente e Tensão**

## CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

Os valores instantâneos da corrente, ou da tensão, durante um ciclo, podem ser representados pelas projeções do raio de um círculo, em suas diversas posições.



## CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

Os valores máximos da corrente e da tensão durante um ciclo podem ou não coincidir.

- quando coincidem diz-se que ambas estão em fase.
- se não coincidem, estão defasadas.

A diferença em graus, entre os instantes em que ocorrem os valores máximos da corrente e da tensão chama-se ângulo de fase ( $\varphi$ ).

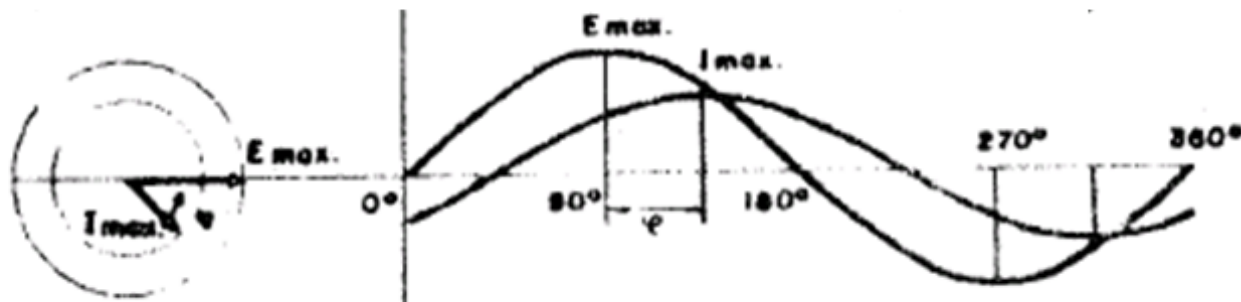
## CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

A corrente alternada, passando através de um resistor estará em fase com a tensão, isto é, o ângulo da fase é nulo ( $\varphi = 0^\circ$ ).



## CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

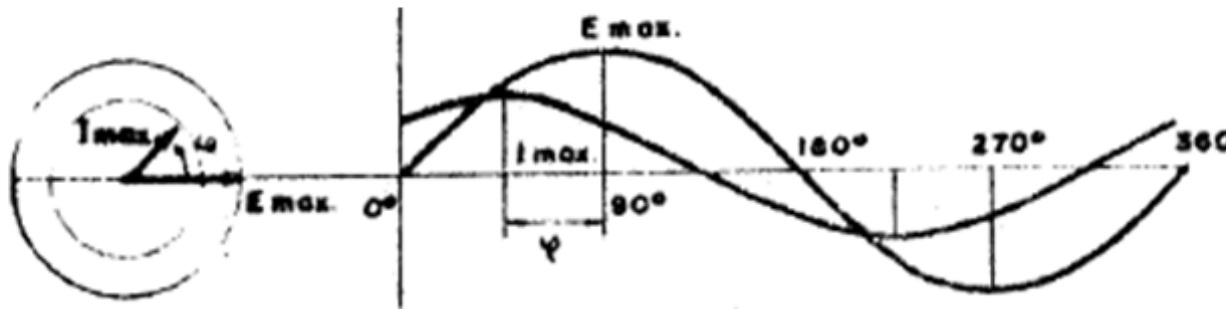
Se passar por um indutor, devido ao fenômeno de auto-indução da bobina, a corrente estará atrasada em relação à tensão de um ângulo de  $90^\circ$  ( $\varphi = 90^\circ$ )



Corrente atrasada em relação à tensão

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

a corrente alternada, passando através de um capacitor, a corrente se adianta da tensão de  $90^\circ$

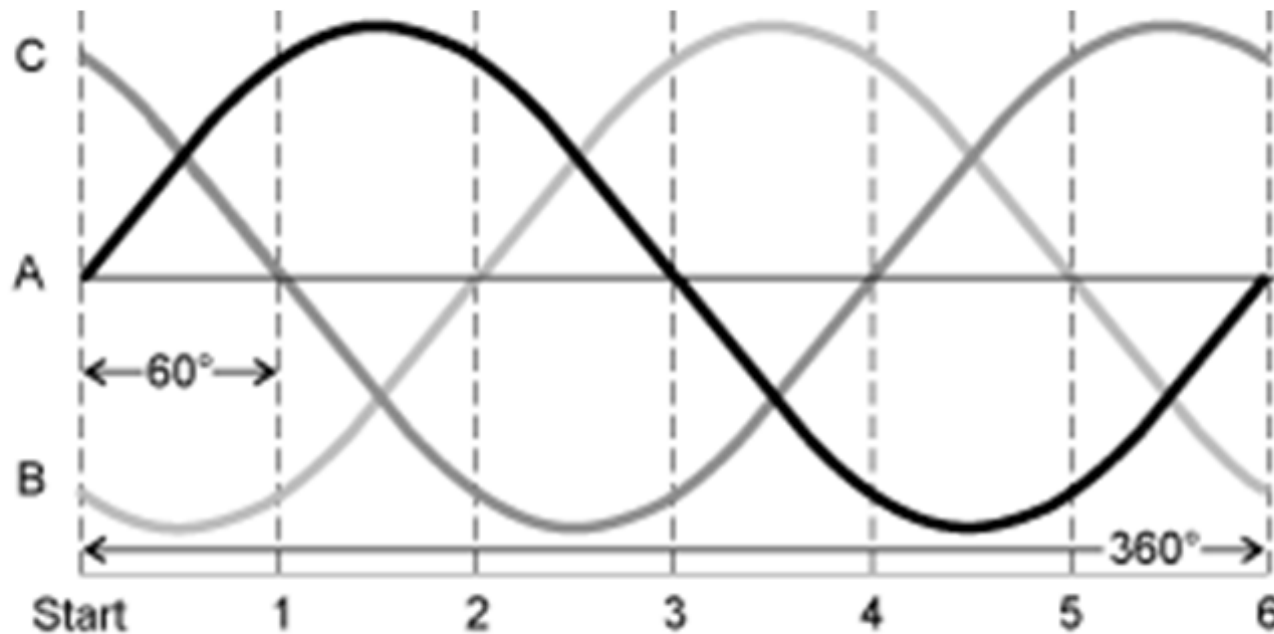


Corrente adiantada em relação à tensão

# Corrente Alternada e Tensão Trifásica

## CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

Uma linha formada por três condutores com as tensões entre um e outro igual, porém defasadas de  $120^\circ$  é definida como Trifásica.

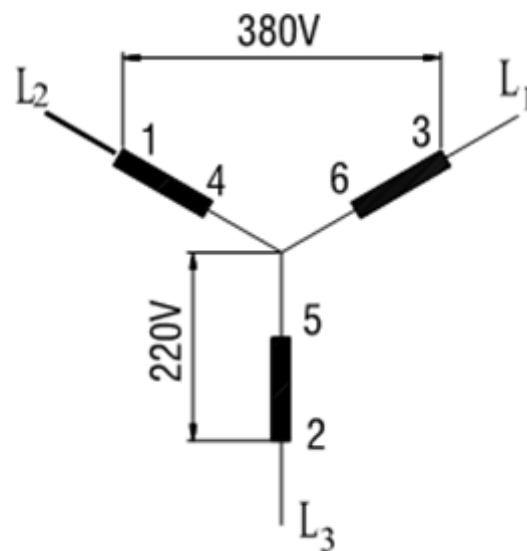




# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Circuito Estrela ou Y

A corrente que passa pela linha, é a mesma que passa pelos elementos, isto é, a corrente de linhas é igual à corrente de fase ( $I_L = I_F$ )



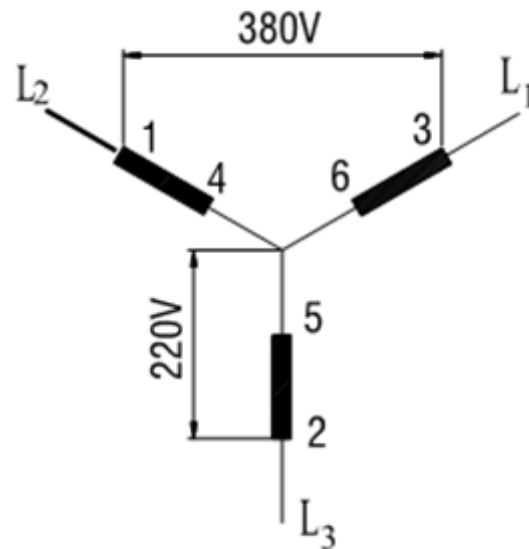
$$I_L = I_F$$

O ponto comum aos três elementos chama-se neutro.

# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Circuito Estrela ou Y

A tensão aplicada a cada elemento (entre condutores de fase e neutro) é chamada tensão de fase e a entre dois condutores de fase tensão de linha.

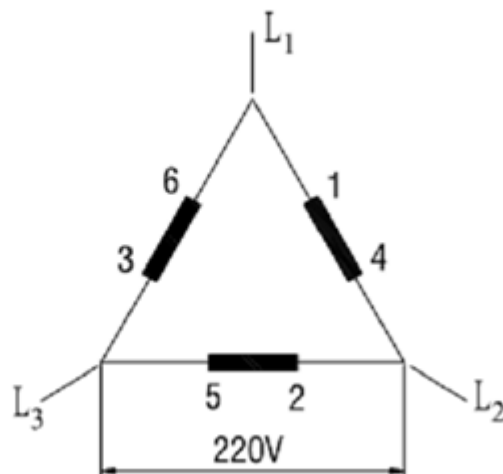


$$E = E_{\text{Linha}} = E_{\text{Fase}} \sqrt{3}$$

# CIRCUITOS ELETRICOS EM CA

## Circuito Triângulo ou Delta

A tensão aplicada a cada bobina é definida como tensão de fase ( $E_F$ ) e a tensão na entrada medida entre fases tensão de linha ( $E_L$ ).

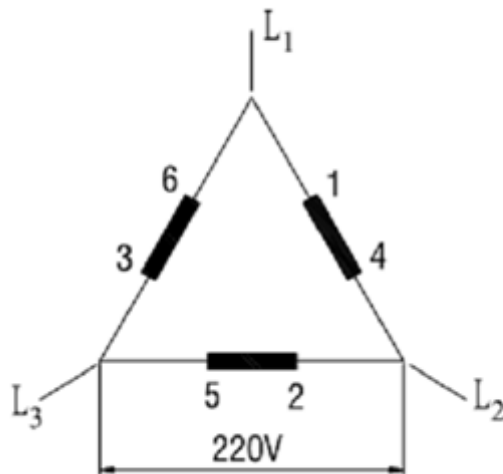


$$E_L = E_F$$

# CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CA

## Circuito Triângulo ou Delta

A corrente que percorre cada bobina é definida com corrente de fase ( $I_F$ ) e na entrada corrente de linha ( $I_L$ ).



$$I = I_F \times \sqrt{3}$$

# **EEEM ARNULPHO MATTOS**

CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA  
**Revisão de Eletricidade Básica em regime de CA**