



ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos
PSI - EPUSP

PSI 3214
LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO ELÉTRICA

Experiência 04:
Potência em Corrente Alternada

Profa. Elisabete Galeazzo
Antonio Sandro Verri
Cyro Scarano Hemsí

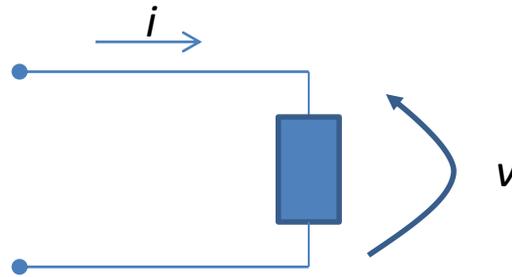
Potência

- Potência instantânea fornecida a uma carga:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t)$$

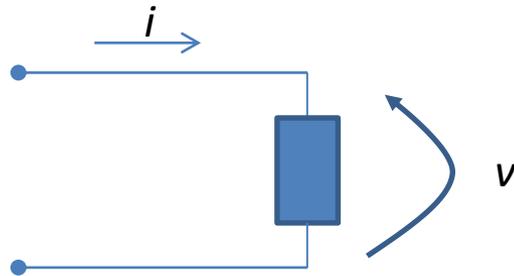
Circuitos elétricos no modo DC:

Carga resistiva: $p(t) = p = V \cdot I$



Carga Resistiva

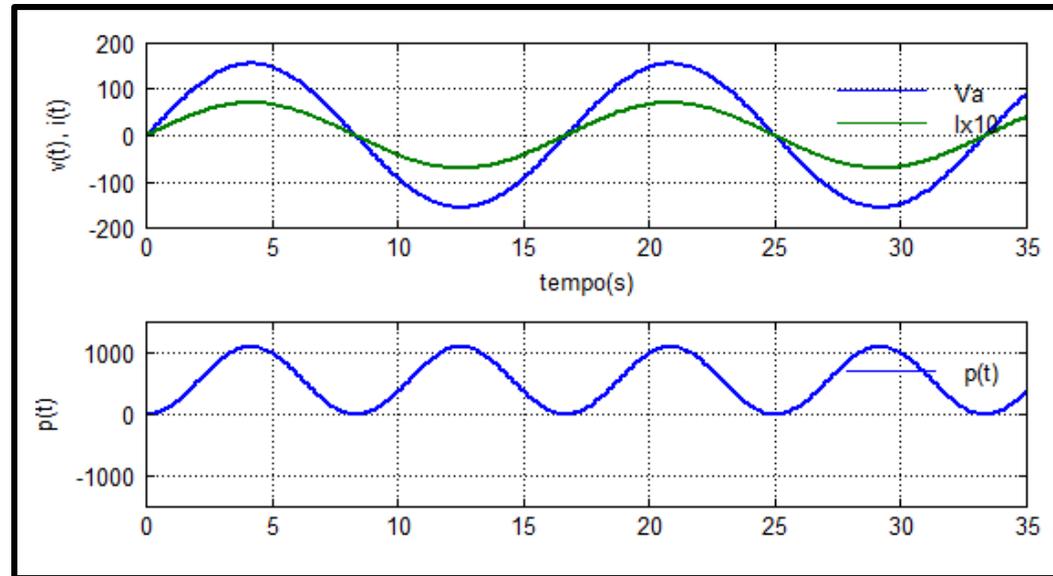
Potência fornecida a uma carga resistiva, em corrente alternada senoidal:



$v(t)$ e $i(t)$ estão em fase:

$$v(t) = V_m \text{sen}(\omega t)$$

$$i(t) = I_m \text{sen}(\omega t)$$



$$p(t) = V_{ef} I_{ef} - V_{ef} I_{ef} \cos(2\omega t)$$

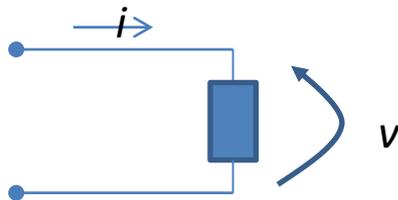
$$\text{potência média} = V_{ef} I_{ef} =$$

potência útil = potência ativa

Toda energia fornecida ao resistor é utilizada para realizar trabalho

Potência ativa: necessária para realizar trabalho (aquecimento, movimento, luz...)

Carga Indutiva Ideal



$v(t)$ e $i(t)$ estão defasados de $\theta = 90^\circ$:

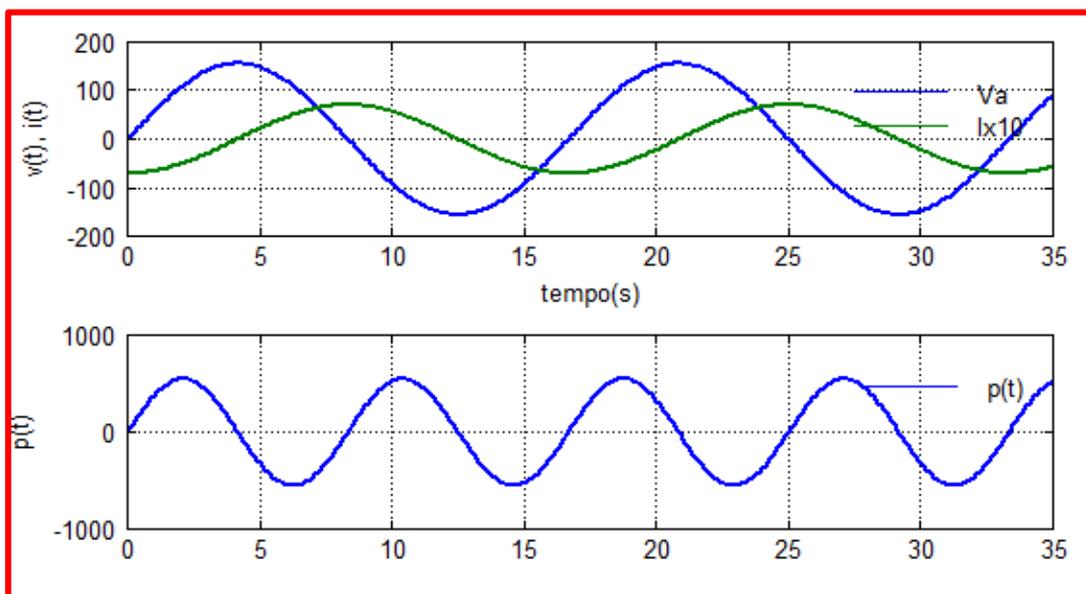
$$v(t) = V_m \text{sen}(\omega t)$$
$$i(t) = I_m \text{sen}(\omega t - 90^\circ)$$

$$p(t) = V_{ef} I_{ef} \cos\theta + V_{ef} I_{ef} \cos\theta \cos(2\omega t) - V_{ef} I_{ef} \text{sen}\theta \text{sen}(2\omega t)$$

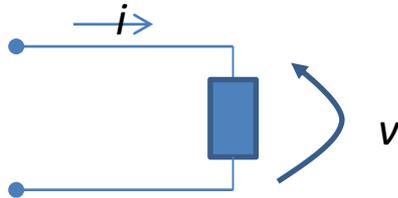
$$p(t, \theta = 90^\circ) = -V_{ef} I_{ef} \text{sen}(2\omega t)$$

potência média = zero
= potência ativa

- . Troca de potência entre fonte e carga num ciclo = nula;
- . Nenhuma energia é perdida no processo



Carga Capacitiva



$v(t)$ e $i(t)$ estão defasados de 90° :

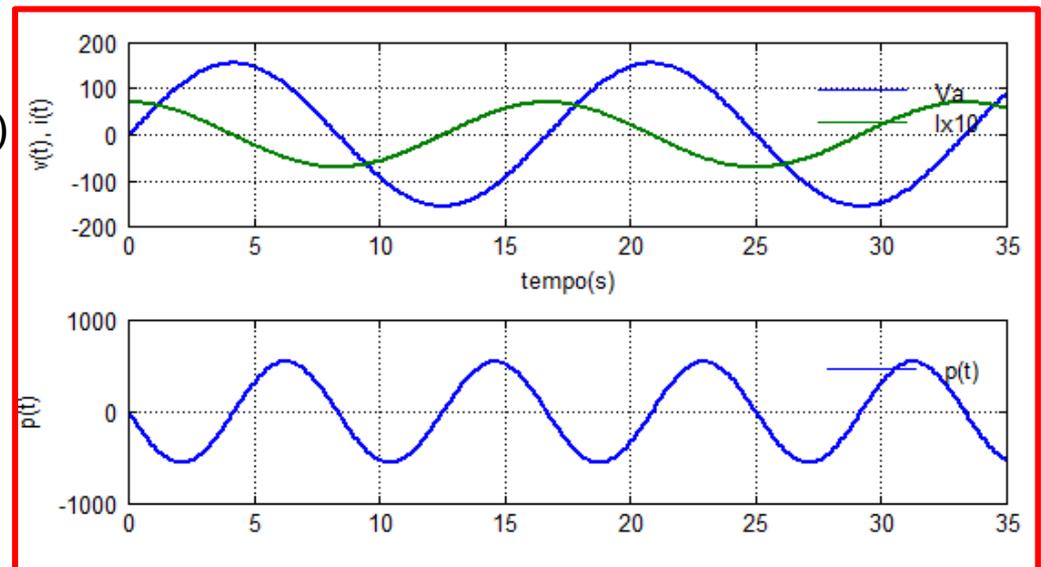
$$v(t) = V_m \text{sen}(\omega t)$$
$$i(t) = I_m \text{sen}(\omega t + 90^\circ)$$

$$p(t) = V_{ef} I_{ef} \cos\theta + V_{ef} I_{ef} \cos\theta \cos(2\omega t) - V_{ef} I_{ef} \text{sen}\theta \text{sen}(2\omega t)$$


$$p(t, \theta = -90^\circ) = +V_{ef} I_{ef} \text{sen}(2\omega t)$$

potência média = zero
= potência ativa

- . Troca de potência entre fonte e carga num ciclo = nula;
- . Nenhuma energia é perdida no processo.

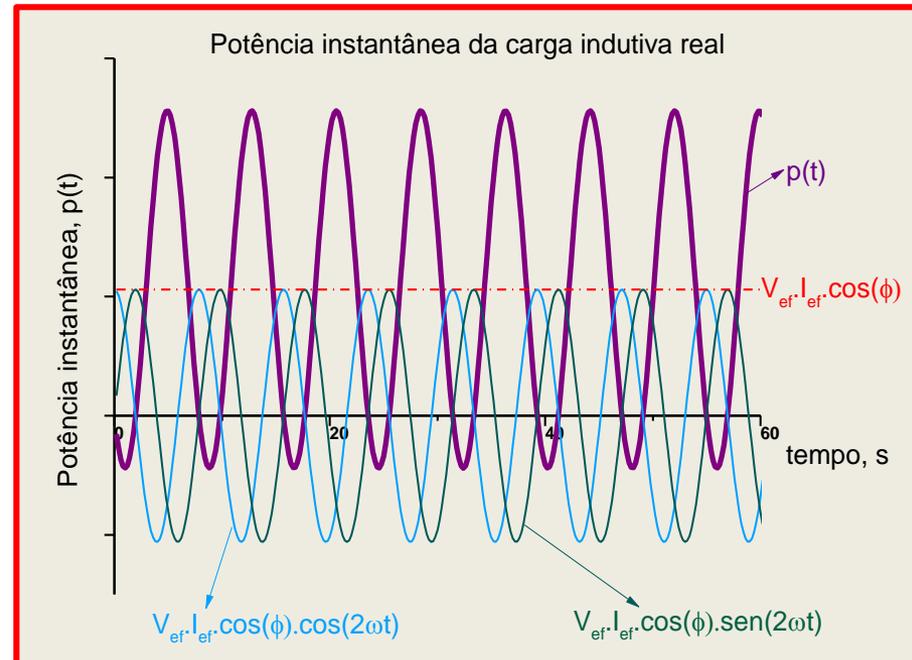
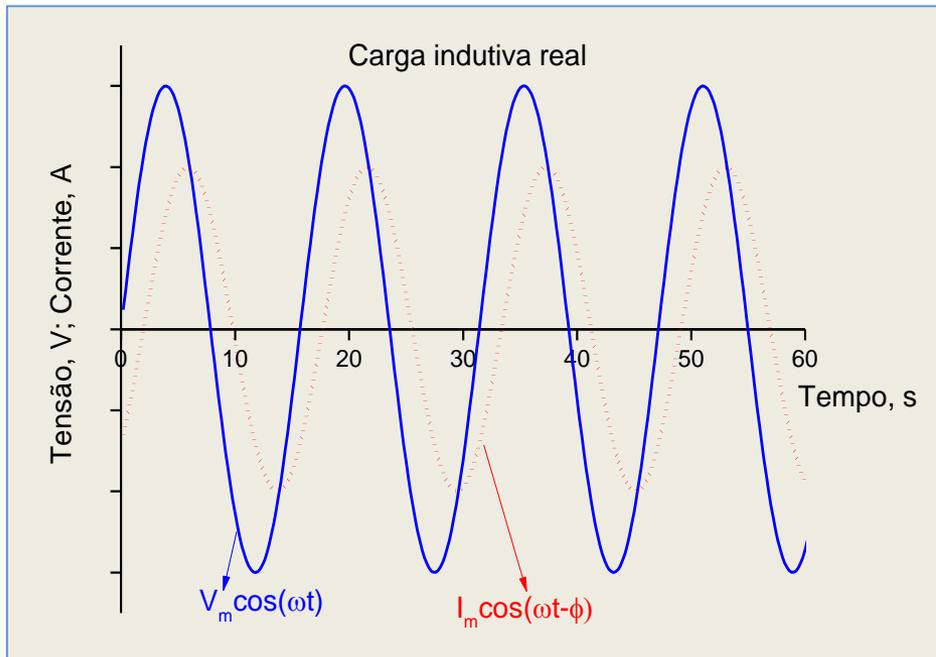


Carga Indutiva Real

$v(t)$ e $i(t)$ estão defasados de ϕ :

$$v(t) = V_m \cos(\omega t) \text{ e } i(t) = I_m \cos(\omega t - \phi)$$

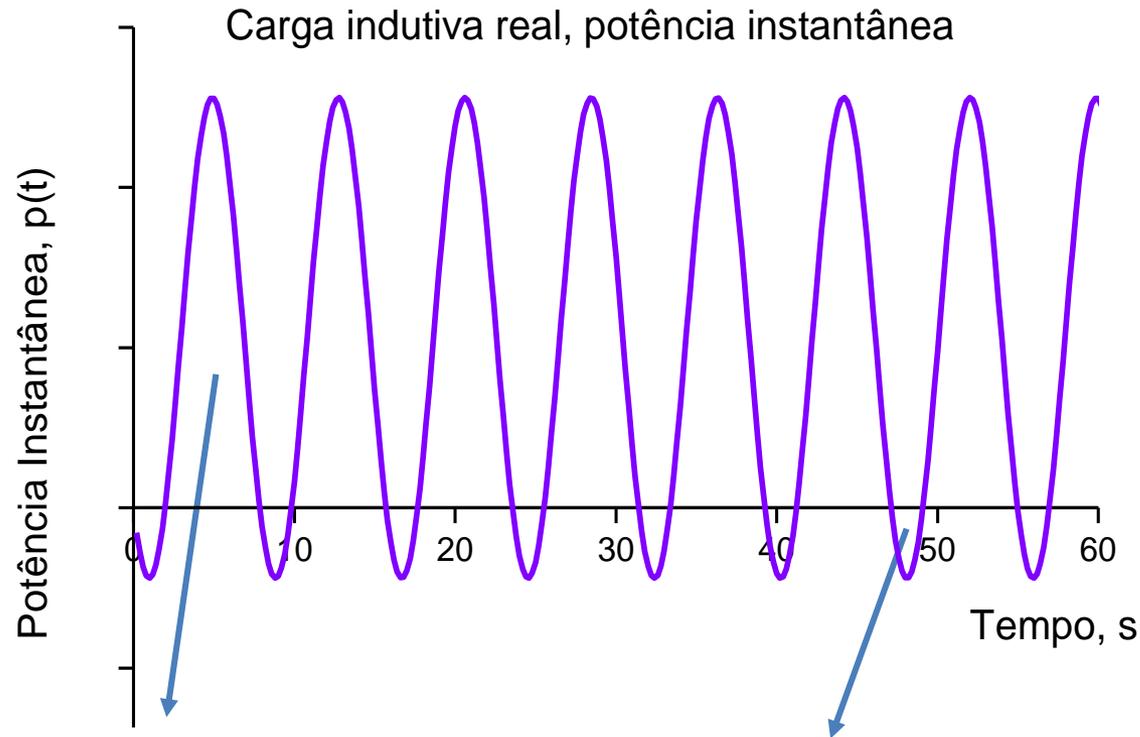
$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = V_{ef} I_{ef} \cos \phi + V_{ef} I_{ef} \cos \phi \cos(2\omega t) - V_{ef} I_{ef} \sin \phi \sin(2\omega t)$$



Potência ativa: $V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \cos(\phi)$

Carga Indutiva Real

exemplos: Lâmpada Fluorescente ou Motor de Indução



. Parte da energia é absorvida pela carga e realiza trabalho (calor ou movimento, por exemplo) e parte é armazenada na forma de campo magnético

. Parte da energia fornecida à carga é devolvida para fonte, não sendo utilizada para realizar nenhum trabalho.

Conceito de Potência Aparente, Potência Ativa e Potência Reativa

POTÊNCIA ATIVA (P):

☞ **Potência que é paga para a concessionária**

- . Usada para realizar trabalho (geração de luz, calor, rotação de um motor, etc...)
- . **Unidade física: W**
- . É o valor médio de $p(t)$; ($p(t)$ = potência instantânea, oscila com o dobro da frequência da rede)

POTÊNCIA REATIVA (Q):

- . Potência que é usada para gerar e manter os campos elétricos e magnéticos (fundamentais na aplicação de motores, geradores, transformadores)
- . **Não realiza trabalho útil**
- . **Unidade física: VAr**

POTÊNCIA APARENTE (Pap):

- . Potência que é solicitada da concessionária;
- . **Unidade física: VA;**
- . É a soma vetorial de P e Q. **Seu módulo é calculado por $V_{ef} \cdot I_{ef}$**

Relação entre: Potência Aparente, Ativa e Reativa

Para sinais senoidais e cargas lineares, temos:

$$\text{Potência Ativa (P)} = |\text{Pap}| \cdot \cos \phi$$

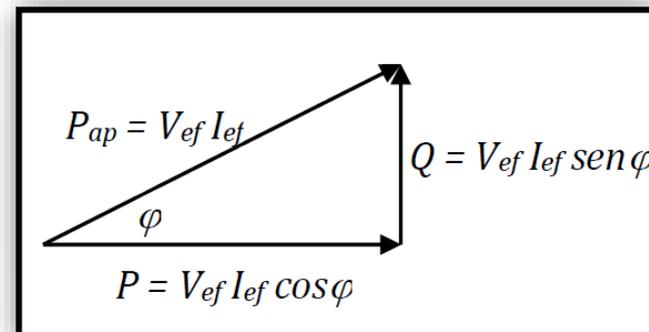
$$\text{Potência Reativa (Q)} = |\text{Pap}| \cdot \text{sen } \phi$$

$$|\text{Potência Aparente}| = |\text{Pap}| = V_{\text{ef}} \cdot I_{\text{ef}}$$

ϕ = defasagem entre tensão e corrente fornecida

logo: $\cos \phi = P/|\text{Pap}|;$

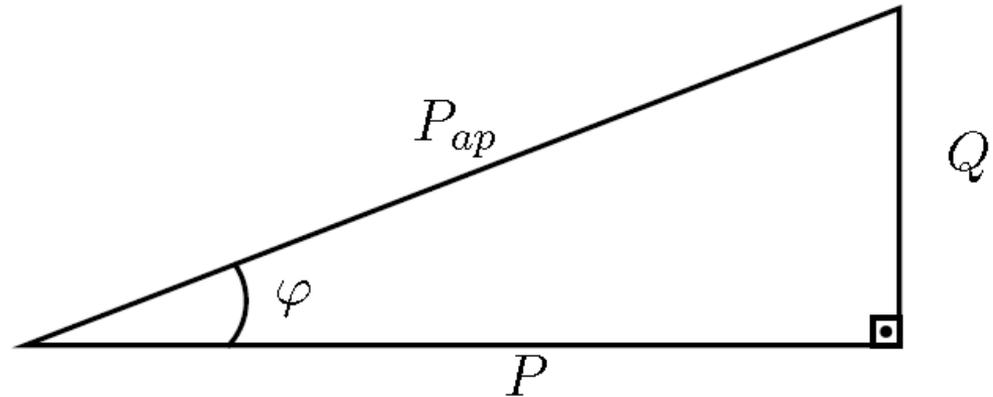
$\cos \phi = \text{fator de potência}$



Representação Complexa da Potência

$$P_{ap} = P + jQ$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P}$$
$$\cos \varphi = f_p = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$



Correção do fator de Potência

Para evitar sobretaxa da concessionária:

$$\cos \phi = \text{fator de potência} > 0,92$$



Deve-se efetuar correção do fator de potência

Corrente que não contribui para realizar trabalho é indesejável, pois:

- ☞ Exige cabos condutores com maior seção transversal que o necessário**
- ☞ Eleva o custo da distribuição de energia elétrica**
- ☞ Exige superdimensionamento dos equipamentos elétricos conectados ao sistema**

Formas alternativas da Potência Complexa

Elemento exclusivamente resistivo: $P = V^2/R$ (onde V = tensão eficaz)

Elemento exclusivamente Capacitivo : $|Q| = V^2/X_C$ (onde V = tensão eficaz)

Elemento Indutivo : $|Q| = V^2/X_L$ (onde V = tensão eficaz)

Assim, como $P_{ap} = P + jQ$, temos:

Se a carga for exclusivamente resistiva: $P_{ap} = P$, então $P_{ap} = P = V^2/R$

Se a carga for exclusivamente capacitiva: $P_{ap} = -jQ$, então $P_{ap} = -jQ = -j V^2/X_C$

Se a carga for exclusivamente indutiva: $P_{ap} = jQ$, então $P_{ap} = jQ = j V^2/X_L$

ALICATE WATTÍMETRO DIGITAL : NO EXPERIMENTO SERÁ UTILIZADO COMO AMPERÍMETRO ALICATE e COMO WATTÍMETRO.



- **Medição de corrente :**
 - O condutor deve ficar o mais centralizado possível dentro do gancho

- Para valores baixos de corrente deve-se passar o condutor duas ou mais vezes pelo gancho

- Resultado da medição basta dividirmos o valor lido pelo número de vezes que o condutor estiver passando pelo gancho

Como amperímetro:
MEDE SOMENTE CORRENTES ALTERNADAS

