



ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos
PSI - EPUSP

PSI 3214
LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO ELÉTRICA

Experiência 05:
Potência em Corrente Alternada

Profa. Elisabete Galeazzo

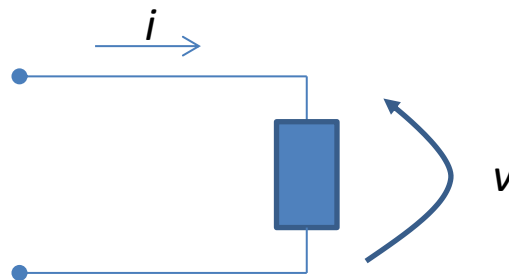
Potência

- Potência instantânea fornecida a uma carga:

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

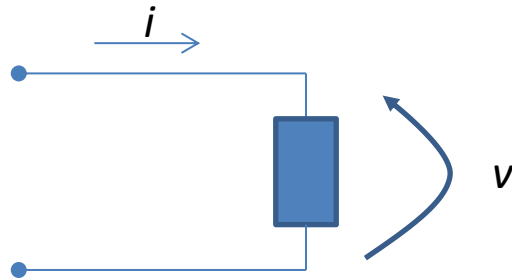
Circuitos elétricos no modo DC:

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



Carga Resistiva

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



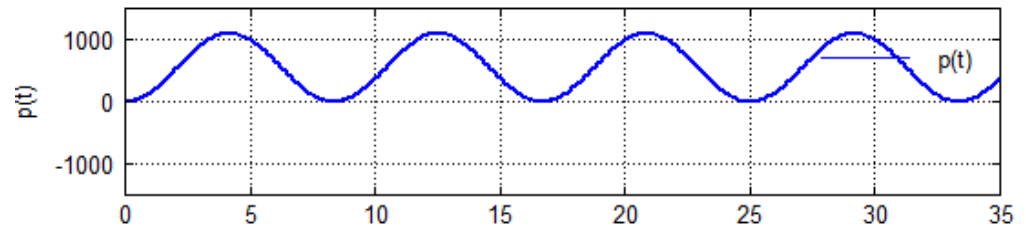
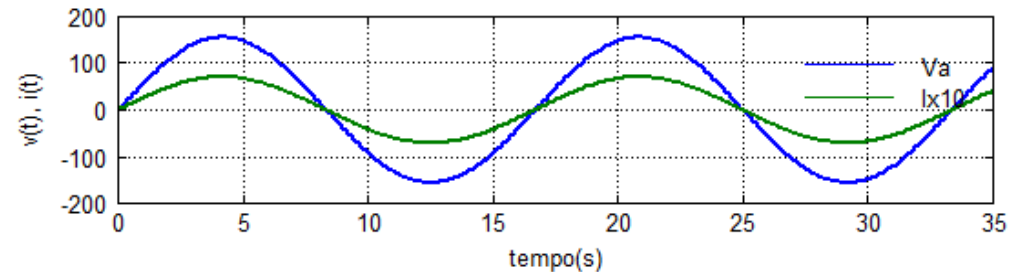
$v(t)$ e $i(t)$ estão em fase:

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

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

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

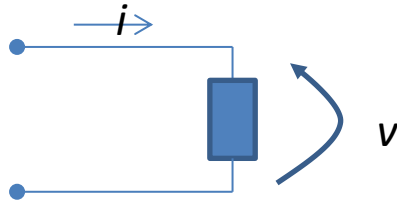
potência média = $V_{ef} I_{ef}$ =
potência útil = *potência ativa*



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 $\theta = 90^\circ$:

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

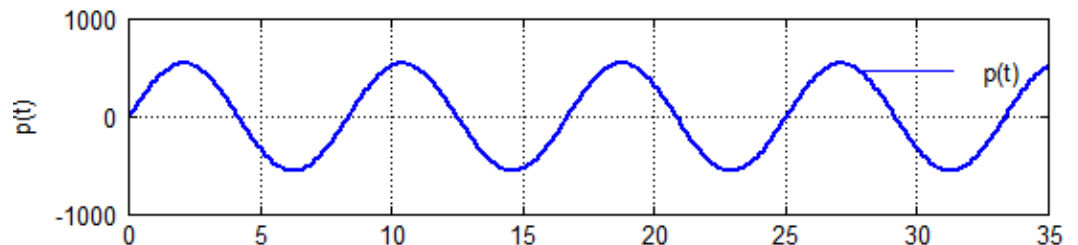
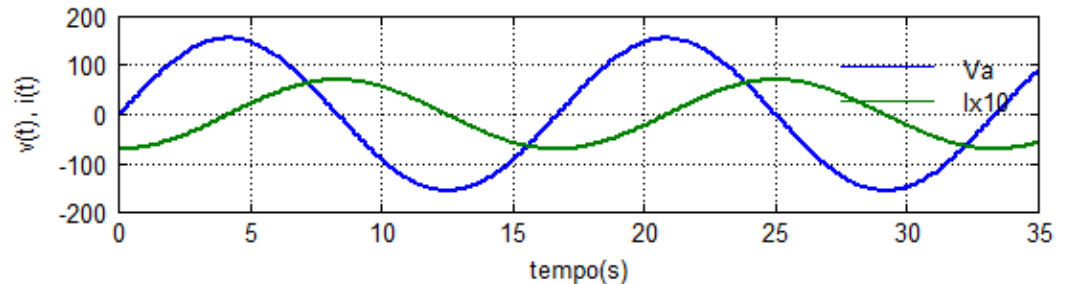
$$p(t) = V_{ef} I_{ef} \cos\theta - V_{ef} I_{ef} \cos\theta \cos(2\omega t) + V_{ef} I_{ef} \text{sen}\theta \text{sen}(2\omega t)$$

?



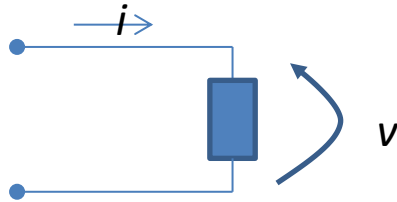
$$p(t, \theta = 90^\circ) = V_{ef} I_{ef} \text{sen}(2\omega t)$$

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° :

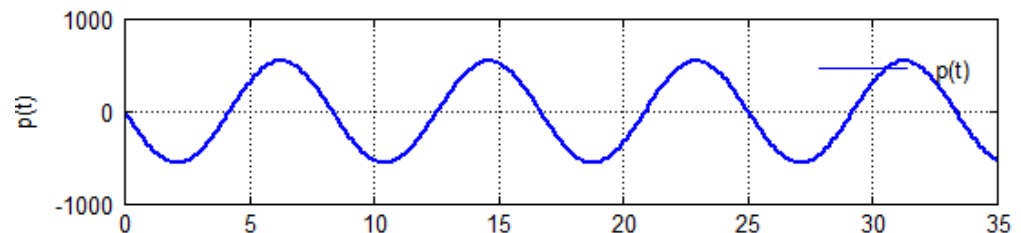
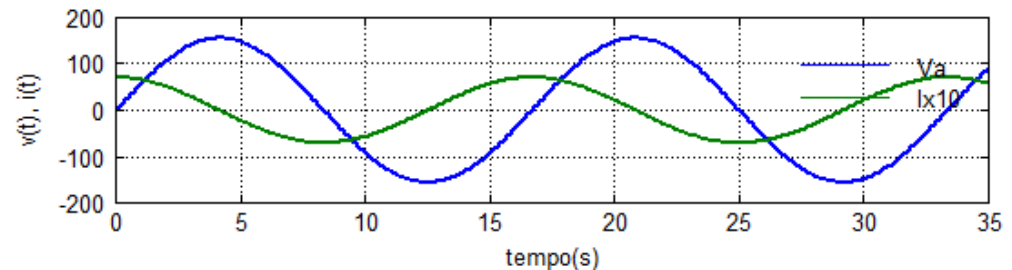
$$v(t) = V_m \text{sen}(\omega t)$$
$$i(t) = I_m \text{sen}(\omega t + 90^\circ)$$

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


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

potência média = zero
= potência ativa

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

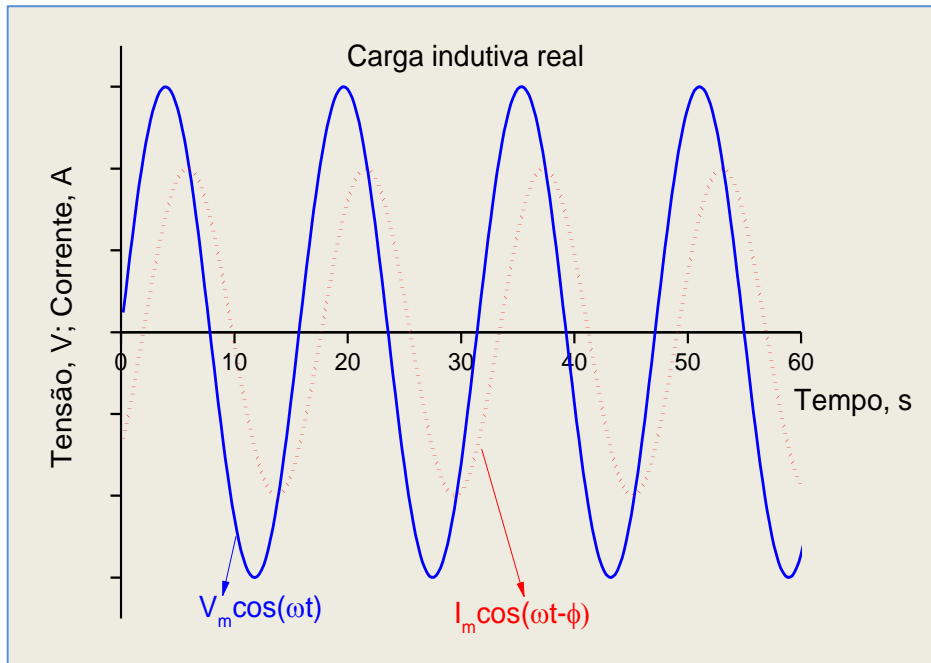


Carga Indutiva Real

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

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

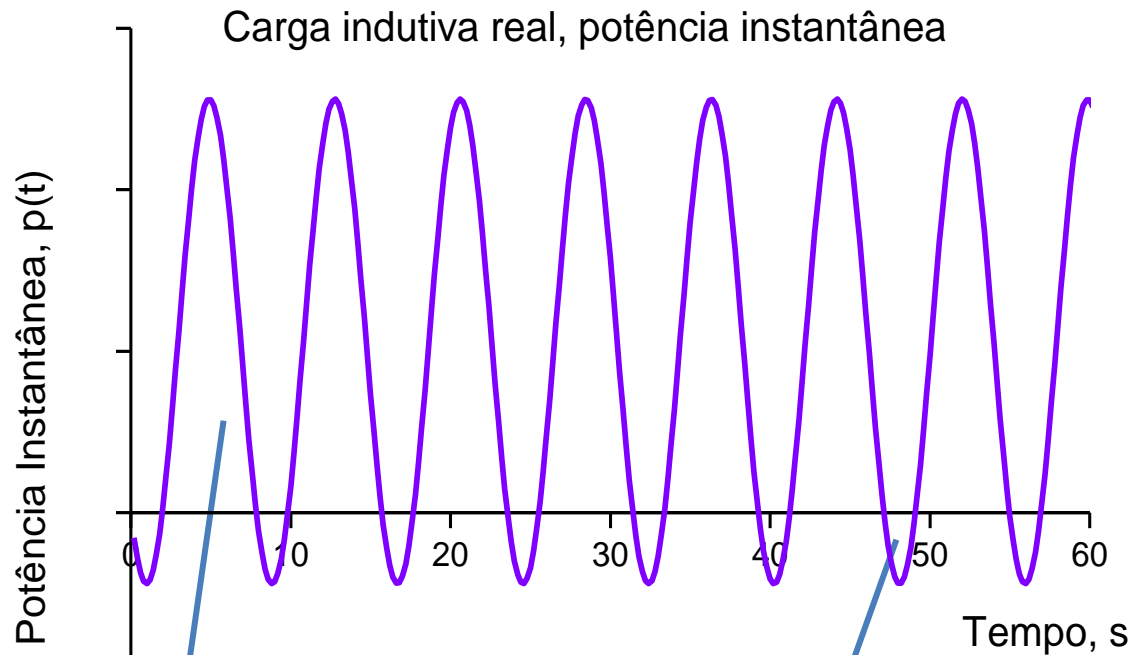
$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = V_{ef} I_{ef} \cos \phi + V_{ef} I_{ef} \cos \phi \cos(2\omega t) + V_{ef} I_{ef} \sin \phi \sin(2\omega t)$$



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

Carga Indutiva Real

exemplos: Lâmpada Fluorescente ou Motor de Indução



. Parte da energia absorvida pela carga realiza trabalho (calor ou movimento, por exemplo)

. Parte da energia fornecida à carga é devolvida para fonte, não realizando 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 eletromagnéticos (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:

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

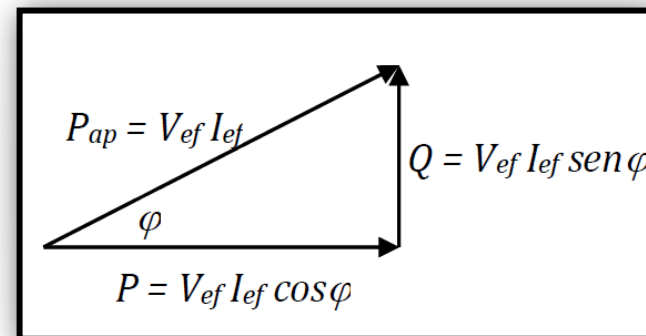
$$\text{Potência Reativa (Q)} = |\text{Pap}| \cdot \text{sen } \phi$$

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

ϕ = defasagem entre tensão e corrente fornecida

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

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



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**

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



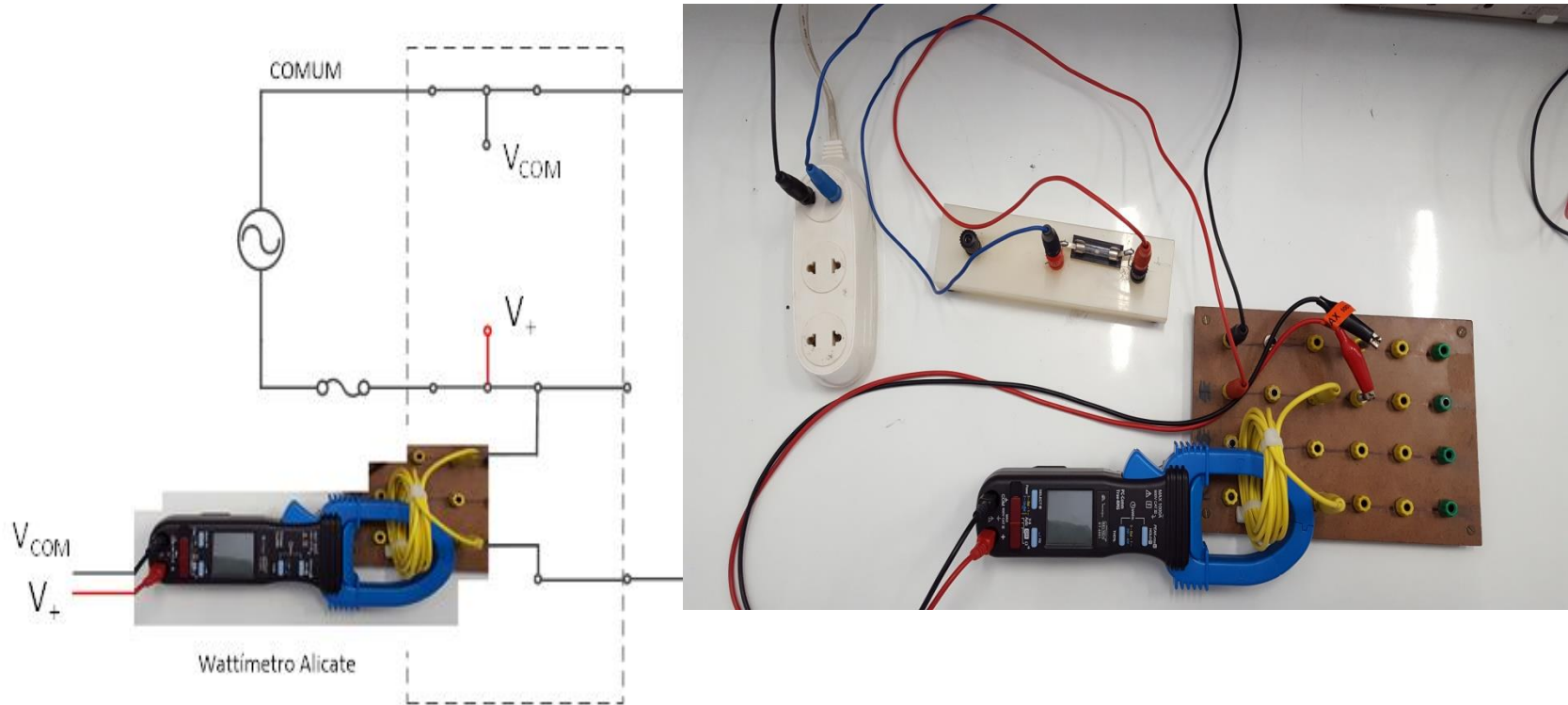
- **Medição de corrente :**
 - O condutor deve ficar o mais centralizado possível dentro do gancho

- 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

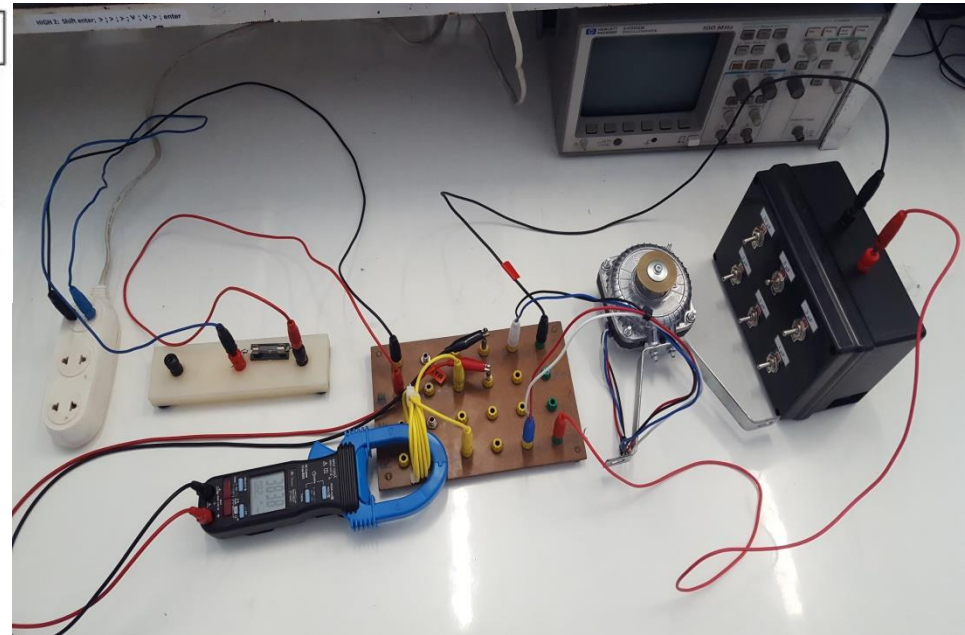
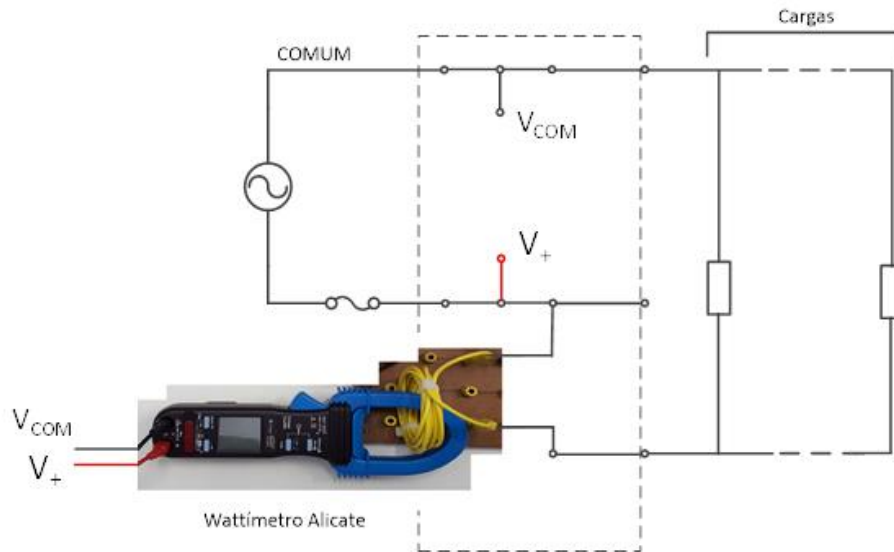
Como amperímetro:
MEDE SOMENTE CORRENTES ALTERNADAS

Esquema da Montagem Experimental



- . aparelho deve ser posicionado de costas para carga
- . Cuidado com a alimentação da rede: desconectar os dois bananas da régua, para evitar choque....

Medir potência de um sistema com várias cargas



Potências Nominais

Elemento resistivo: $P = V^2/R$

Elemento Capacitivo : $P = V^2/X_C$

Elemento Indutivo : $P = V^2/X_L$

Se $P_{ap} = P$, então $P_{ap} = P = V^2/R$

Se $P_{ap} = jQ$, então $P_{ap} = jQ = jV^2/X_C$, caso o elemento reativo seja capacitivo

Se $P_{ap} = jQ$, então $P_{ap} = jQ = jV^2/X_L$, caso o elemento reativo seja indutivo