

Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Electrónica Industrial

Mestrado Integrado em Engenharia Física

UC de Análise de Circuitos

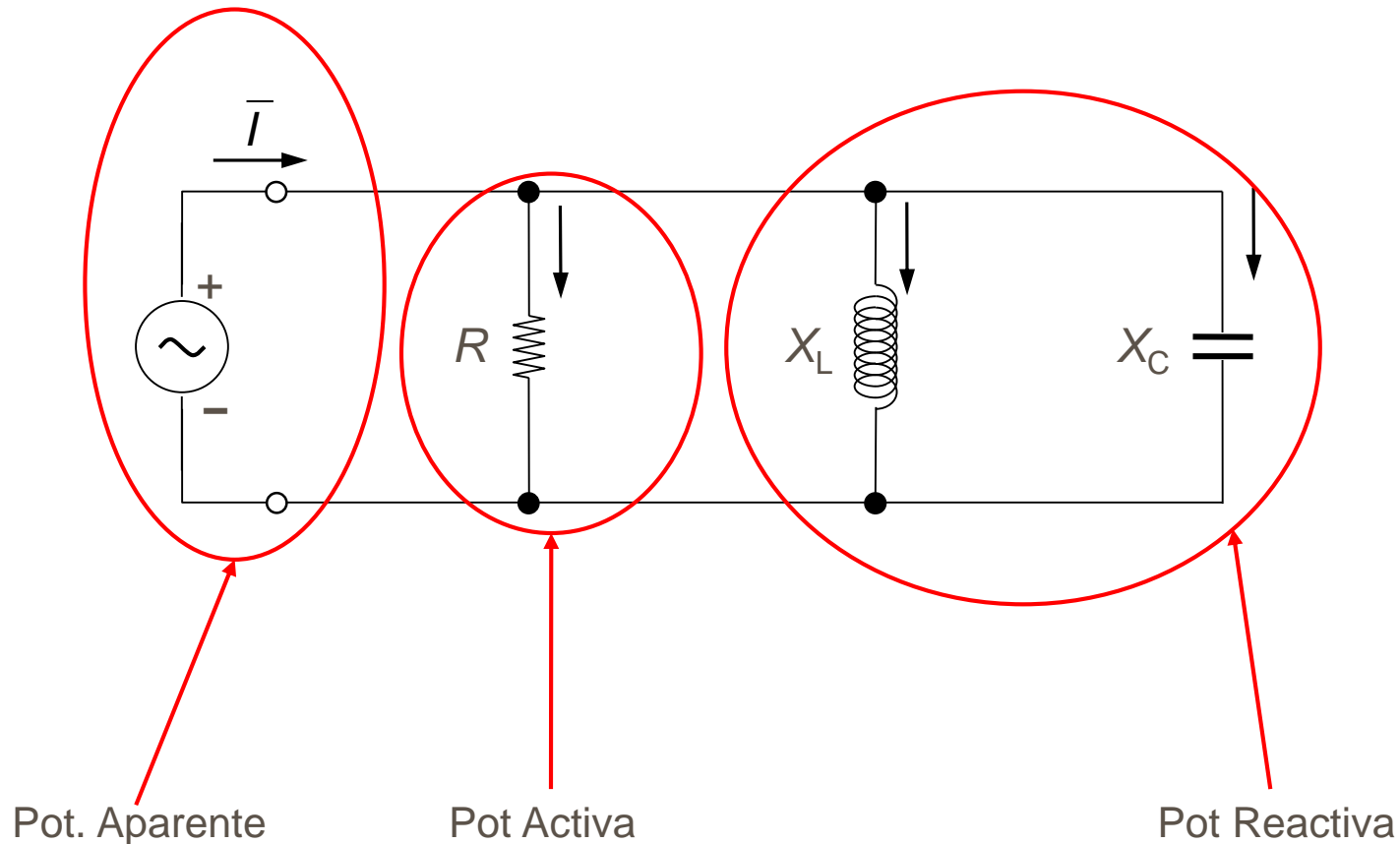
Departamento de Electrónica Industrial e Computadores

Paulo Carvalho
pcarvalho@dei.uminho.pt

■ Relembrando...

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Potência em Corrente Alternada



Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Potência em Corrente Alternada

■ Potência activa

$$P = V_{ef} \times I_{ef} \times \cos(\varphi) \quad (\text{W})$$

■ Potência reactiva

$$Q = V_{ef} I_{ef} \sin(\varphi) \quad (\text{VAR})$$

■ Potência aparente

$$S = V_{ef} I_{ef} \quad (\text{VA})$$

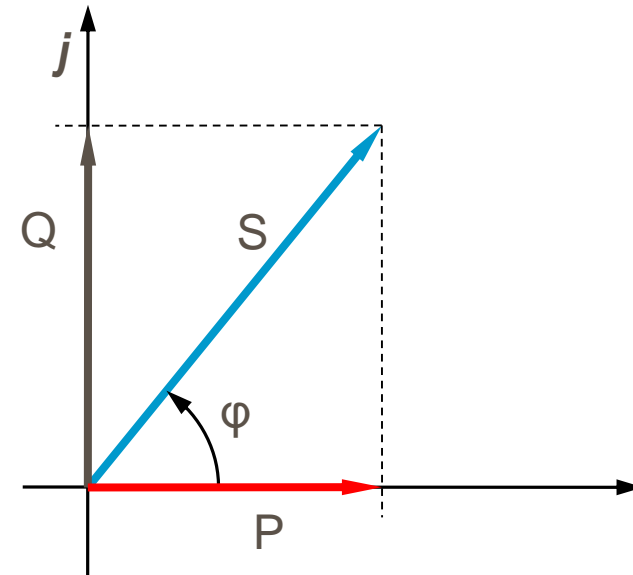


Diagrama de potências

$$(P = S \cos(\varphi), \quad Q = S \sin(\varphi), \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2})$$

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Potência em Corrente Alternada

■ Fator de Potência

$$P = V_{ef} \times I_{ef} \times \cos(\varphi) \text{ (W)}$$

$\cos(\varphi) \rightarrow$ factor de potência
(aka Power Factor)

$$\cos(\varphi) = \frac{\text{Potência Activa}}{\text{Potência Aparente}} = \frac{UI \cos(\varphi)}{UI}$$

- É uma medida da percentagem de potência convertida em calor.
- Em circuitos puramente resistivos, $PF=1$
- Quando se introduz potência reactiva, I_{total} aumenta e o PF ($\cos(\varphi)$) diminui

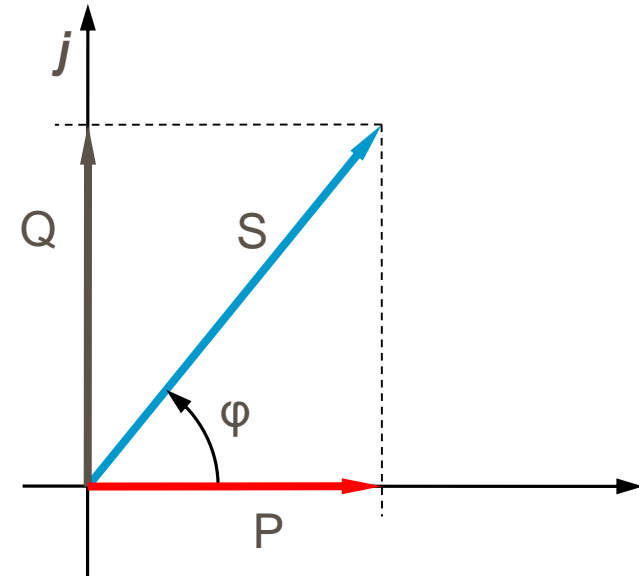


Diagrama de potências

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Potência em Corrente Alternada

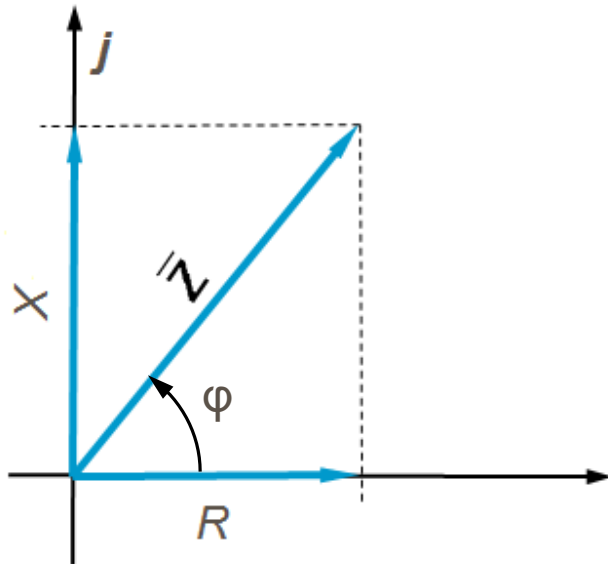


Diagrama de impedância

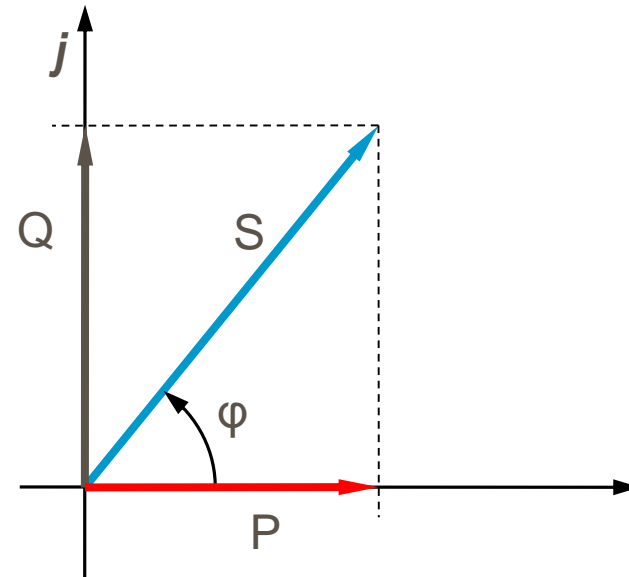
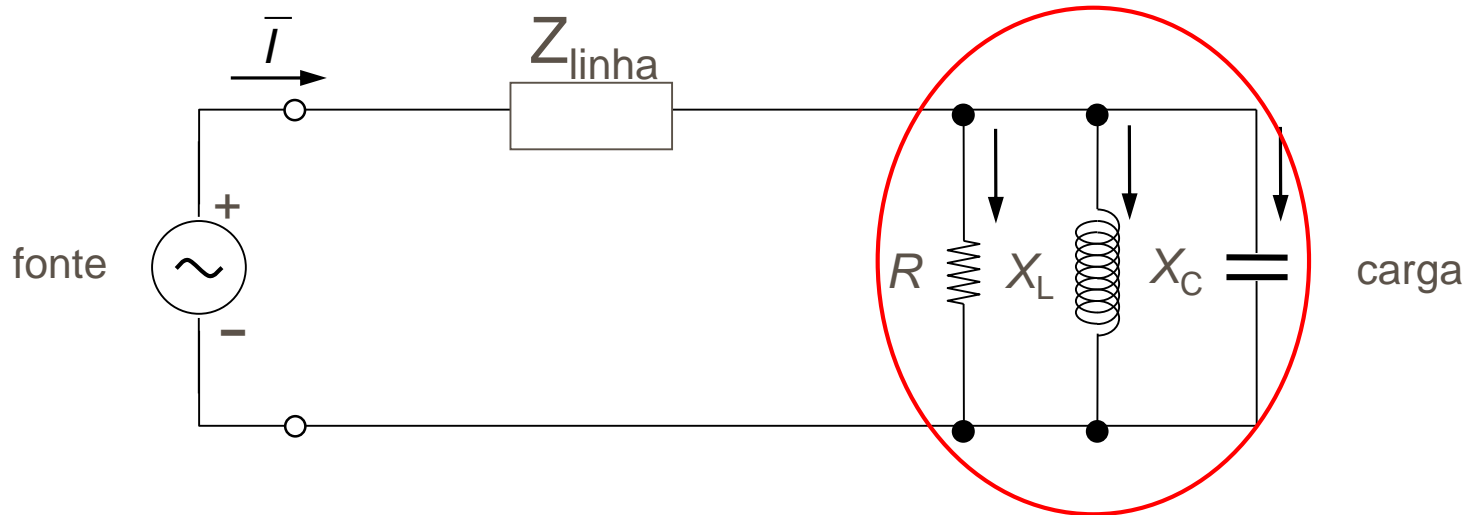


Diagrama de potências

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Correção do fator de potência

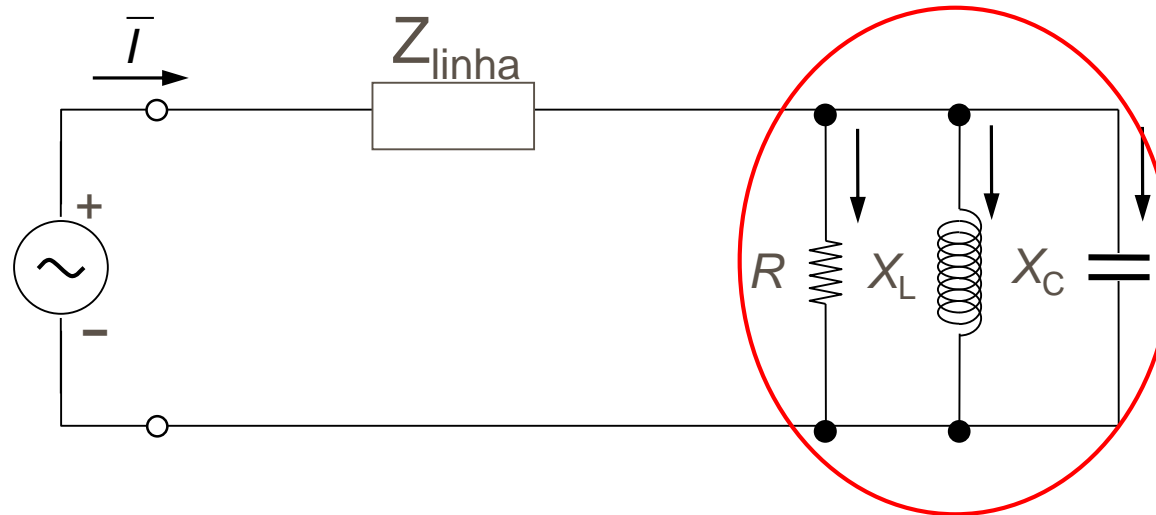


Potência elétrica perdida no transporte de energia da fonte para a carga: $P_{\text{perdas}} = Z_{\text{linha}} \times I^2$

$$V_{\text{carga}} = V_{\text{fonte}} - V_{\text{linha}}$$

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Correção do fator de potência

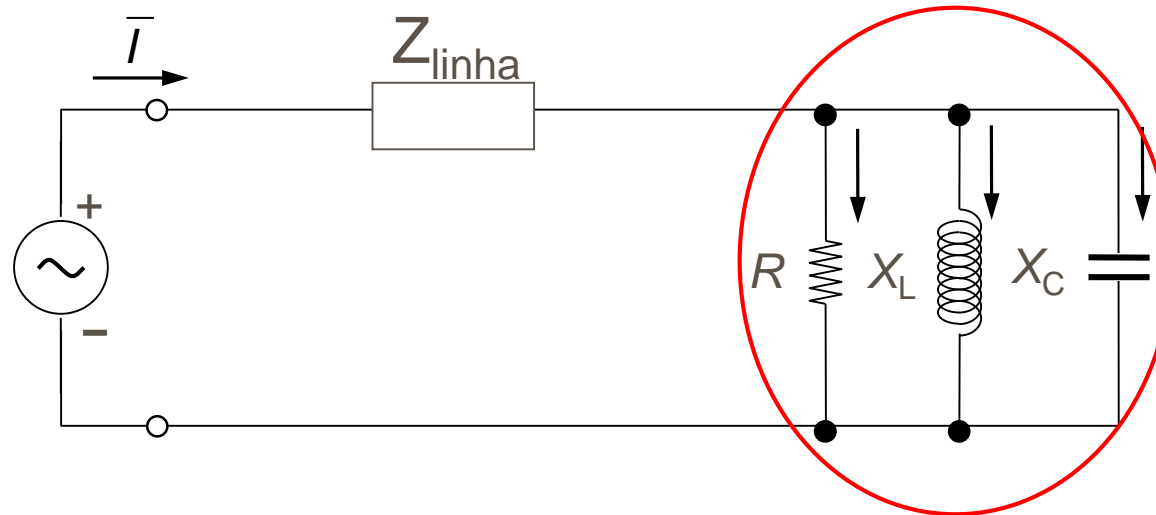


Para que $V_{\text{carga}} = V_{\text{fonte}} - V_{\text{linha}}$ e **$V_{\text{carga}} \cong V_{\text{fonte}}$**

é necessário que I_{linha} seja mínima (para a mesma potência activa na carga),
dado que $V_{\text{linha}} = Z_{\text{linha}} \times I_{\text{linha}}$

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Correção do fator de potência



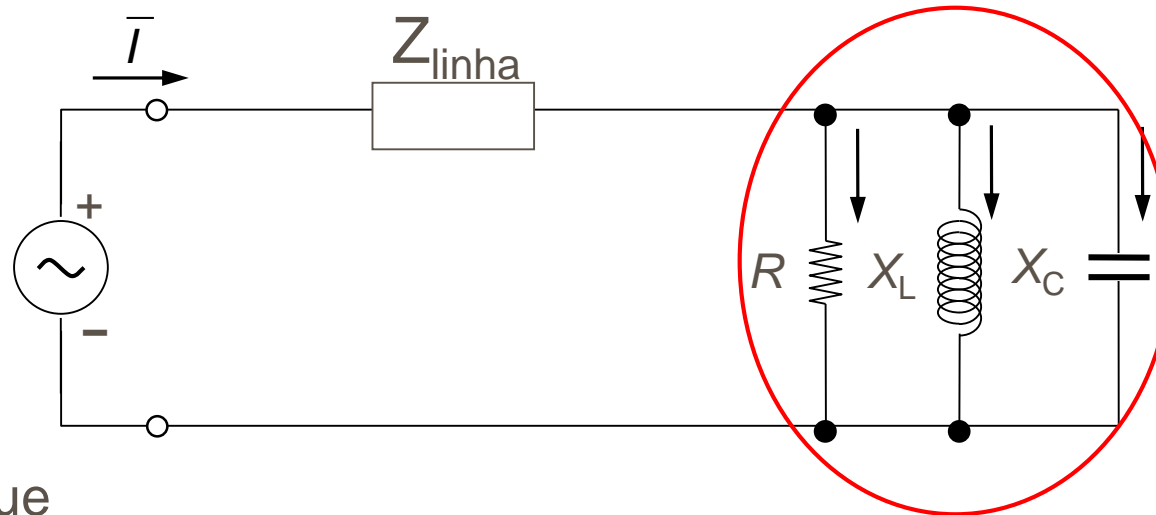
Ao diminuir o valor eficaz de I_{linha} :

A fonte alimenta a mesma carga com menos perdas (na linha)

Pode-se com a mesma fonte alimentar cargas mais potentes, ou mais cargas

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Correção do fator de potência



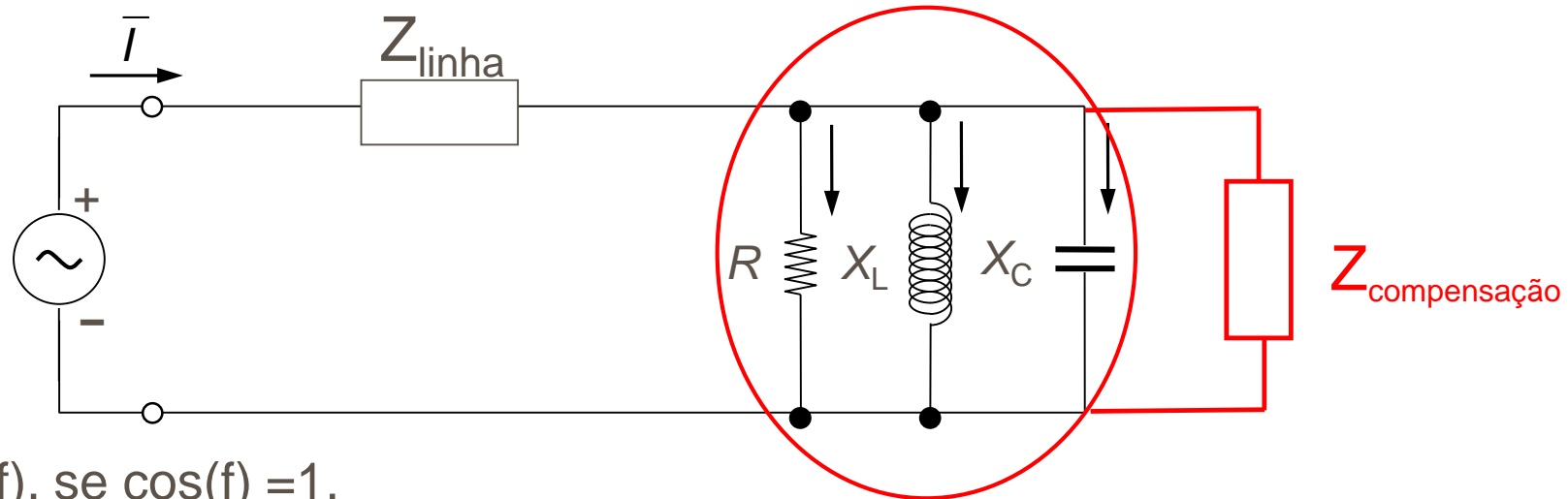
Para assegurar que

- Diminuámos o valor eficaz da corrente na linha
- Mantemos o valor eficaz da tensão que alimenta a carga
- Mantemos a potência activa em jogo na carga

A instalação tem de se aproximar das condições de ressonância paralelo.

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Correção do fator de potência



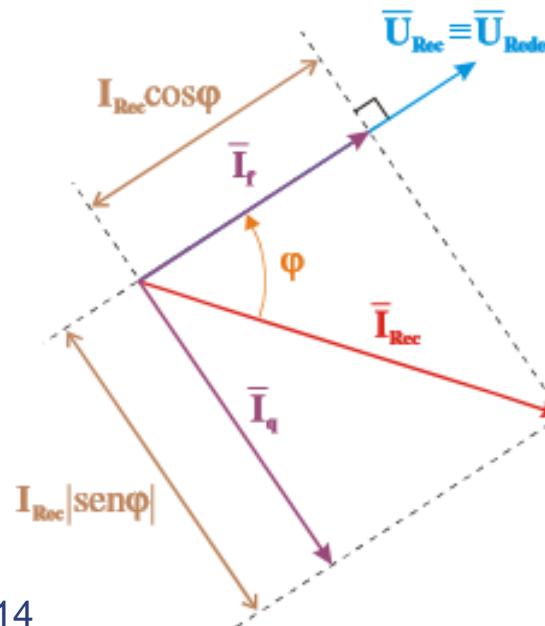
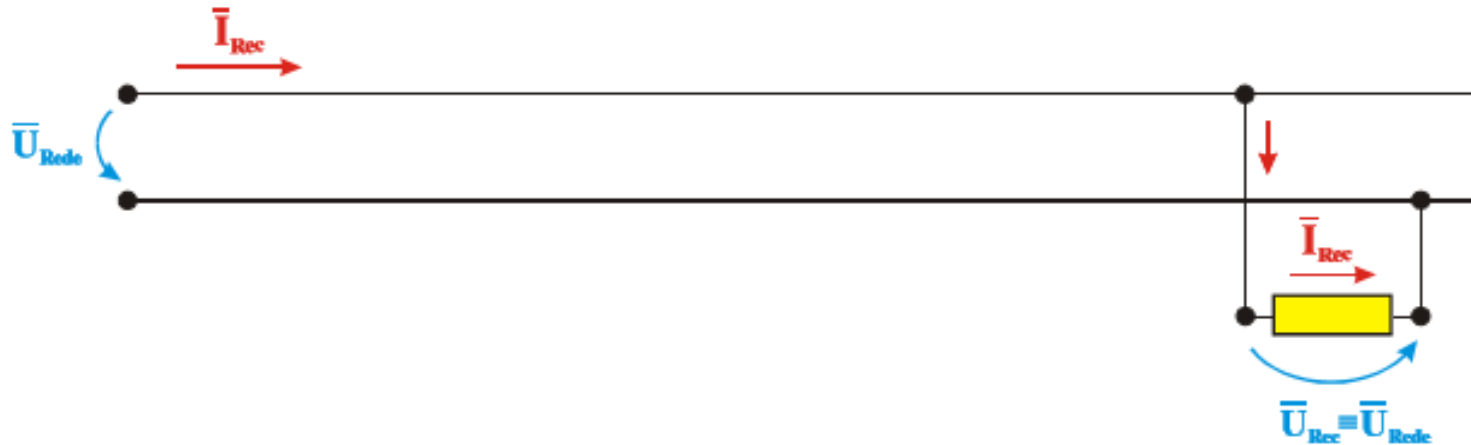
Sendo $P = V \cdot I \cdot \cos(\phi)$, se $\cos(\phi) = 1$,
I fica com o valor mínimo, para P e V inalteráveis.

Isto acontece quando a impedância equivalente da carga, após adicionar impedância paralela de compensação, fica puramente ôhmica.

Relembrando: ressonância paralelo -> impedância máxima e corrente eficaz mínima

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Correção do fator de potência



I_f e I_q contribuem para I_{rec}

Apenas I_f contribui para a potência ativa

$$P = U_{rec} \times I_{rec} \times \cos(\varphi) = U_{rec} \times I_f$$

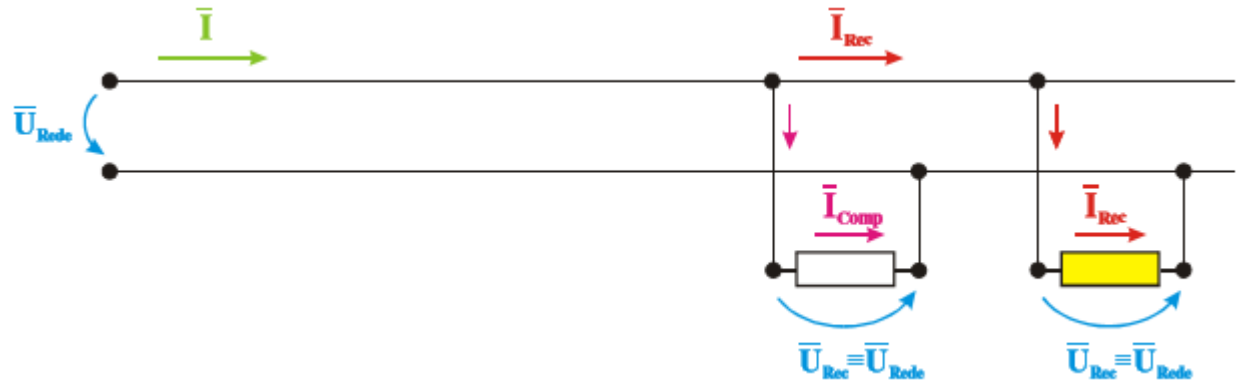
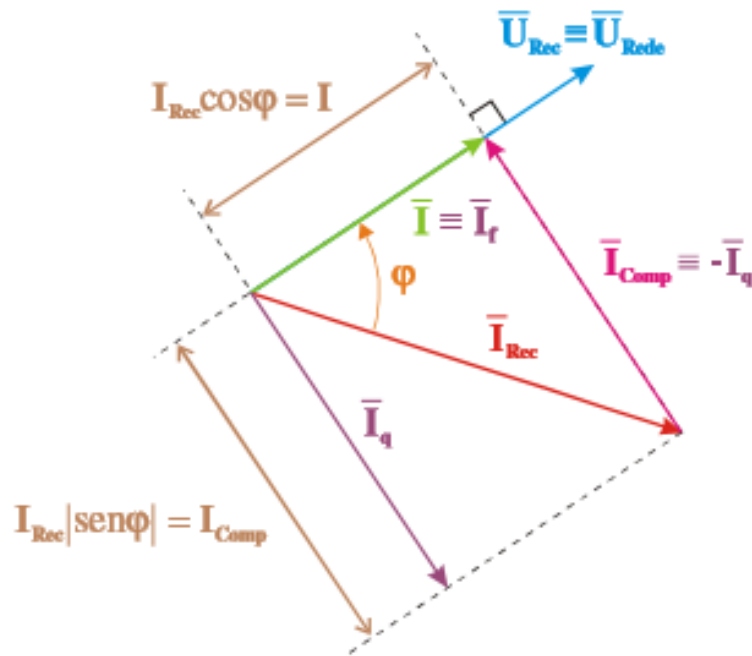
$$Q = U_{rec} \times I_{rec} \times \sin(\varphi) = U_{rec} \times I_q$$

A energia reativa da instalação deve-se apenas a I_q

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Correção do fator de potência

Eliminação da Potência Reactiva

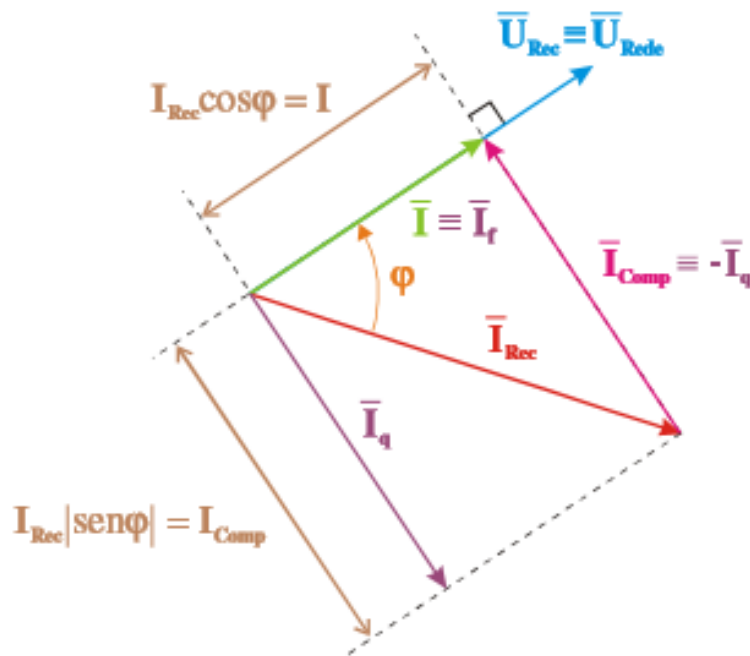


Adição de um dispositivo de compensação

Para que outros dispositivos ligados à rede continuem a trabalhar nas suas condições nominais, o dispositivo deve ser ligado em paralelo com o recetor, ficando por isso sujeito à mesma tensão U_{rede}

■ Correção do fator de potência

Eliminação da Potência Reactiva

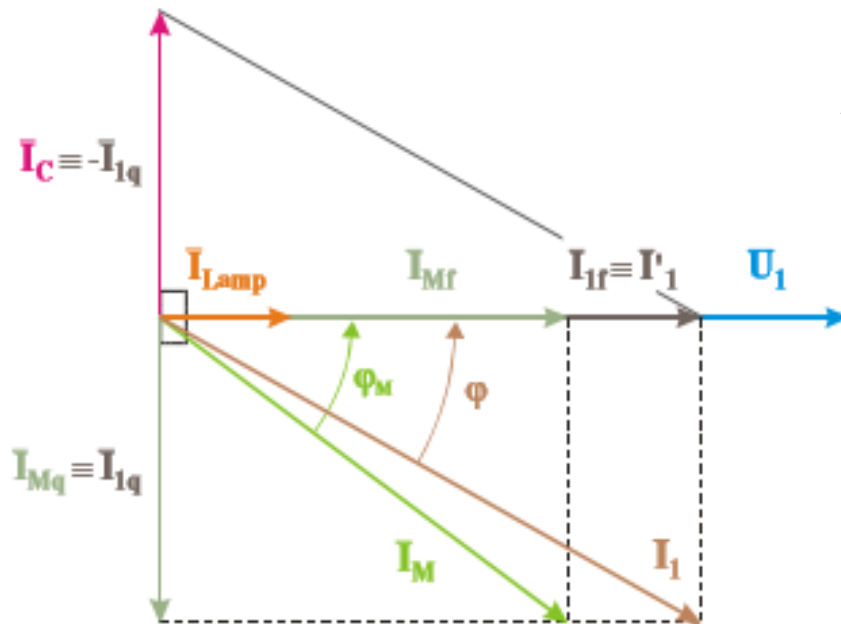


O novo dispositivo não deve consumir energia ativa
Deverá pois, ser puramente indutivo ou capacitivo

Nestas condições, um dispositivo que seja submetido à tensão \mathbf{U}_{rede} , seja percorrido por uma corrente $\mathbf{I}_{comp} = -\mathbf{I}_q$, corrente essa avançada 90° relativamente a \mathbf{U}_{rede} , deverá ser um condensador.

Circuitos de Corrente Alternada (CA)

■ Correção do fator de potência



A impedância deste condensador é $Z_C = \frac{U_{rede}}{I_C}$

O valor do condensador é $Z_C = \frac{1}{\omega C}$ ($C \equiv [F]$)

$$Z_C = \frac{I_C}{2\pi f U_1}$$