Análise de Circuitos - Aula 9

22/04/2020

- Potência : Velocidade com que se consome energia.

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

$$P = V \cdot I$$

- Valor instantâneo da potência dissipada numa resistência:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = R \cdot (i(t))^2 = \frac{(v(t))^2}{R}$$

- valor médio da potência " " " (para qualquer forma de onda de período T)

$$P = R \cdot \left(\frac{1}{T} \cdot \int_{t_1}^{t_1+T} (i(t))^2 \, dt \right)$$

$$\rightarrow P = R \cdot I_{ef}^2 = \frac{V_{ef}^2}{R}$$

o valor médio da $\underline{P}$ dissipada numa resist. por uma $\underline{I}$ de qualquer forma de onda, é o mesmo que seria dissipado se a resistência fosse percorrida por uma $\underline{I}$ constante igual ao valor eficaz da corrente variável.

- Para uma corrente sinusoidal da forma

$$i(t) = I \cdot \text{sen}\,(w \cdot t)$$

$$P = R \cdot I_{ef}^2 = R \cdot \left(\frac{I}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{R \cdot I^2}{2} \quad \boxed{\text{ou}} \quad P = \frac{V_{ef}^2}{R} = \frac{\left(\frac{V_m}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} = \frac{V_m^2}{2 \cdot R}$$

- Caso geral (Corrente alternada sinusoidal)

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

φ: desfasamento entre $v(t)$ e $i(t)$

↳ Representado no gráfico como uma linha reta paralela a O_x

(Valor Médio)

↳ Se a carga fôr puramente resistiva :

- $\cos(\varphi) = 1$
- $P = V_{ef} \cdot I_{ef}$

↳ Se houver componentes reativas :

- $\cos(\varphi) \neq 1$
- $P = V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \cos(\varphi)$

↳ cargas puramente indutivas / capacitivas

curva da Potência vai descer no gráf. e ficar em torno de 0 (cargas puramente indutivas / capacitivas) ou próximo de 0 (cargas predominantemente indutivas / capacitivas)

- A parte positiva da curva da potência representa energia que é recebida pelas reatâncias (bobines ou condensadores)
- A parte negativa é a energia que as reatâncias nos semiciclos seguintes devolvem à rede.

- <u>Potência ativa</u> - P [W]
  ↳ Potência que produz trabalho / é dissipada sob a forma de calor em componentes resistivos

  ↳ Potência que pagamos em casa

  ↳ Também pode ser convertida noutra forma de potência

  $P \geq 0$

- <u>Potência reativa</u> - Q [VAr]

Medida da energia armazenada no circuito que é trocada com a rede a cada ciclo.
Quando se introduz potência reativa num circuito, a corrente total aumenta, mas o trabalho realizado mantém-se constante.

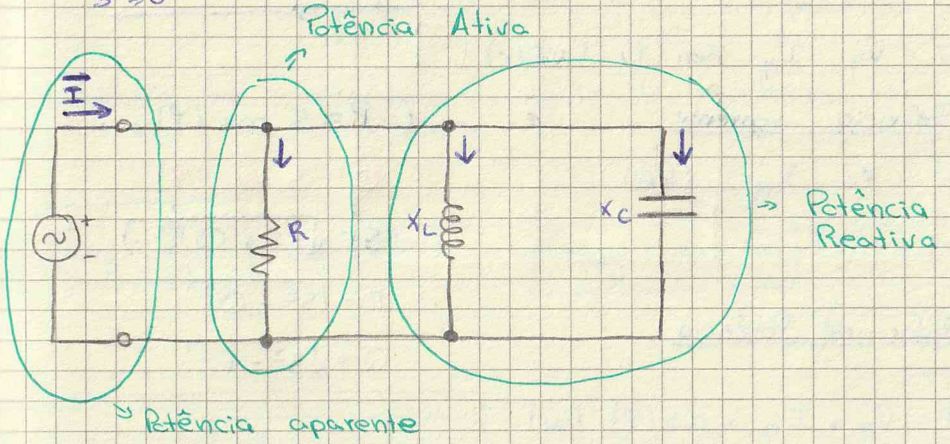
Para recetores indutivos $Q > 0$

Para recetores resistivos $Q = 0$

Para recetores capacitivos $Q < 0$

- Potência aparente - S [VA]

Dá-nos uma medida da potência do recetor, independentemente do facto de a energia em jogo ser dissipada nos componentes resistivos ou armazenada nos componentes reativos.
Potência total entregue pela fonte
$S \geq 0$



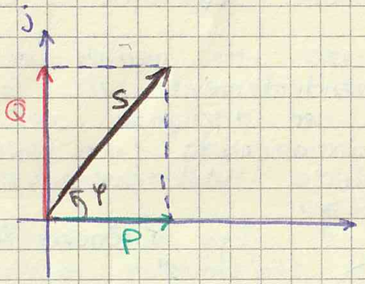
- Componentes resistivos : únicos que produzem trabalho (dissipam energia sob a forma de calor)

- Componentes reativos : não consomem energia, mas vão guardar a energia, que vão armazenar sob a forma de um campo magnético na bobine ou sob a forma dum campo elétrico num condensador. Armazenam durante um semiciclo e no semiciclo seguinte devolvem a energia à fonte.

- Diagrama de Potências

⚠ Não é um fasor! uma vez que a frequência da potência não é a mesma que a freq. do sinal da Tensão e da Corrente.

↳ Potência ativa



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

↳ Potência reativa

$Q = V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \text{sen}(\varphi)$ (VAr)

↳ Potência aparente

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

($P = S.\cos(\varphi)$

$Q = S.\text{sen}(\varphi)$

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$)

$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$

$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$

- Fator de Potência

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

$\cos(\varphi) \rightarrow$ fator de potência

(aka Power Factor)

↳ $\cos(\varphi) = \dfrac{\text{Potência ativa}}{\text{Potência aparente}} = \dfrac{U.I.\cos(\varphi)}{U.I}$

É uma medida da percentagem de potência convertida em calor.

Em circuitos puramente resistivos, $\cos(\varphi) = 1$

Quando se introduz potência reativa, I_{total} aumenta e o $\cos(\varphi)$ diminui

carga capacitiva $\rightarrow \varphi < 0$

- Energia absorvida por um recetor num determinado intervalo de tempo

$\boxed{W_a = P \cdot \Delta t}$ KWh – energia ativa

$\boxed{W_r = Q \cdot \Delta t}$ KVArh – energia reativa

$W_r > 0$ recetor indutivo

$W_r = 0$ " " " resistivo

$W_r < 0$ " " " capacitivo

- Potência em jogo num conjunto de recetores a funcionar em simultâneo

$\boxed{P_{conj} = \sum_{i=1}^{n} P_i}$ $P_{conj} \geq 0$ [W]

$\boxed{Q_{conj} = \sum_{i=1}^{n} Q_i}$ [VAr]

> 0 indutivo
$= 0$ resistivo
< 0 capacitivo

$\boxed{S_{conj} = \sqrt{P^2_{conj} + Q^2_{conj}}}$ S_{conj} [VA]

↳ Potência aparente do conjunto

$(S_{conj} \neq \sum_i S_i)$!!!

- Energia absorvida por um conjunto de recetores a funcionar em simultâneo

$\boxed{W_{a\,conj.} = P_{conj} \cdot \Delta t}$ $\boxed{W_{r\,conj.} = Q_{conj} \cdot \Delta t}$

$\Delta t \Downarrow$ hora

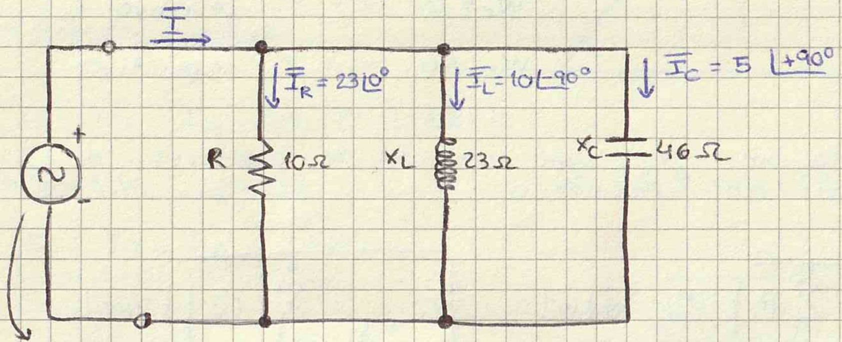
$W_{r\,conj.}$ [KVArh]

> 0 indutivo
< 0 capacitivo
$= 0$ resistivo

- Fator de Potência de um conjunto de recetores a funcionar em simultâneo

$$\boxed{f_{p\,conj.} = \frac{P_{conj.}}{S_{conj.}}}$$

- Exemplo



$\bar{E} = 230\angle 0°$

↳ A potência total é igual à potência dissipada no componente resisistivo:

$$P_T = P_R = R \cdot I_R^2 = (23\,A)^2 \cdot (10\,\Omega) = 5290\ W$$

↳ A potência reativa pode ser calculada do seguinte modo:

$$Q_C = X_C \cdot I_C^2 = (5A)^2 \cdot (46\,\Omega) = 1150\ VAR\ (cap.)$$

$$Q_L = X_L \cdot I_L^2 = (10\,A)^2 \cdot (23\,\Omega) = 2300\ VAR\ (ind.)$$

$$Q_T = Q_L - Q_C = 1150\ VAR\ (ind.)$$

↳ A potência aparente é dada por:

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2} = \sqrt{5290^2 + 1150^2} = 5414\ VA$$

↳ O fator de potência pode ser obtido do seguinte modo:

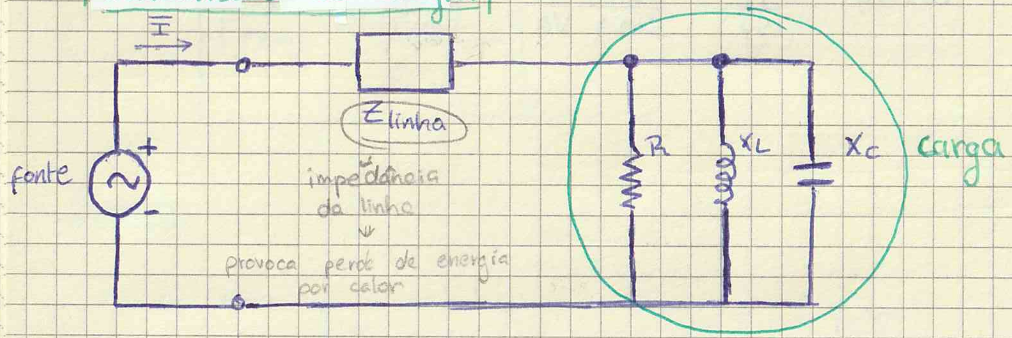
$$\cos(\theta) = \frac{P_T}{S_T} = \frac{5290\ W}{5414\ VA} = \boxed{0{,}98\ (ind.)}$$

Análise de Circuitos - Aula 10

30/04/2020

1)

Transmissão de energia



• Potência elétrica perdida no transporte de energia da fonte para a carga:

$$P_{perdas} = Z_{linha} \times I^2$$

• $V_{carga} = V_{fonte} - V_{linha}$

O ideal seria que a tensão que temos na carga seja igual ou muito parecida como a tensão que a fonte de energia apresenta aos seus terminais. Porém, a tensão na carga = $V_{fonte} - V_{linha}$

• Para que $V_{carga} = V_{fonte} - V_{linha}$ e $V_{carga} \cong V_{fonte}$ é necessário que I_{linha} seja mínima (para a mesma potência ativa na carga), dado que $V_{linha} = Z_{linha} \times I_{linha}$

• Ao diminuir o valor eficaz de I_{linha} (e aumentando V_{fonte} para manter a potência):

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

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

Correção do fator de potência

• Para assegurar que ⊛ a tensão de alimentação

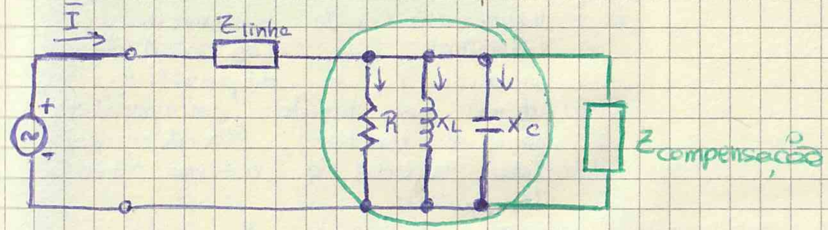
↳ Diminuímos o valor eficaz da corrente na linha (o ângulo de desfasamento aproxima-se dos 0° relativamente ⊛

↳ Mantemos o valor eficaz da tensão que alimenta a carga (pk a rede é em paralelo)

↳ Mantemos a potência ativa em jogo na carga (pk é a que produz trabalho)

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

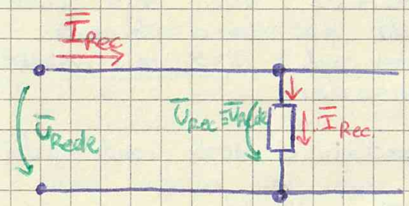
ressonância em paralelo → impedância máxima e corrente eficaz mínima



• Sendo $P = V \cdot I \cdot \cos(\theta)$, se $\cos(\theta) = 1$, (ou seja, anulando o desfasamento entre corrente e tensão), 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 ~~re~~ óhmica.

O que importa é aproximar, em termos práticos, o fator de potência a 1.



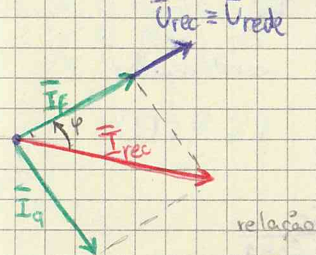
• I_f e I_q contribuem para I_{rec}

• Apenas I_f contribui para a potência ativa

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

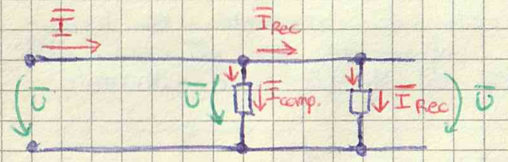
$$Q = U_{rec} \times I_{rec} \times \mathrm{sen}(\varphi) = U_{rec} \times I_q$$

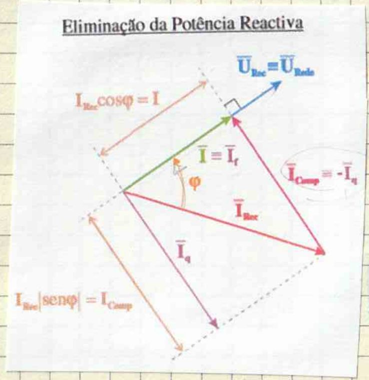
A energia reativa da instalação deve-se apenas a I_q



Como, neste caso, o I está atrasado em relação a U, trata-se de um componente indutivo

Eliminação da Potência reativa





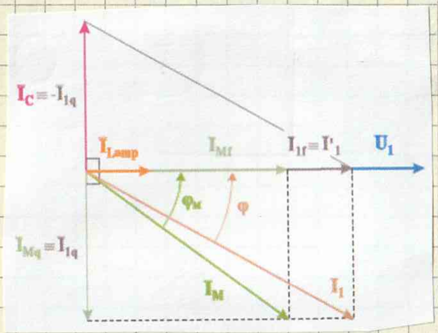
Adição de um dispositivo de compensação

Para que os outros disp. 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}.

Eliminação da Potência Reativa

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

Nestas condições, um dispositivo que seja submetido à tensão U_{rede}, seja percorrido por uma corrente $I_{comp.} = -I_q$, corrente essa avançada 90º relativamente a U_{rede}, deverá ser um condensador.



A impedância deste condensador é

$$Z_C = \frac{U_{rede}}{I_C}$$

O valor do condensador é

$$Z_C = \frac{1}{\omega . C} \quad (C \equiv [F])$$

$$Z_C = \frac{I_C}{2.\pi.f.U_q}$$

Análise de Circuitos - Aula 11

- **Introdução aos filtros passivos**

- **Filtros Passivos**

Aproveitando o fato de a impedância variar com a frequência, os filtros passivos (construídos apenas com componentes passivos), aceitam ou rejeitam sinais em determinados faixas espetrais.

Filtro passivo de 1ª ordem → só têm um componente reativo (C ou L)

Podemos analisar o comportamento de um filtro recorrendo às ferramentas que já conhecemos, mas sabendo o comportamento dinâmico destes circuitos, é muito mais fácil avaliar a forma como se comportam a diferentes ~~sequen~~ frequências.

Interessa-nos aqui estudar:

Filtros de primeira ordem

Nomeadamente

filtros passa baixo → para gama de freq. mais baixas

filtros passa alto → para gama de freq. mais altas

Uma boa maneira de representar o comportamento destes circuitos é a utilização de
↳ a forma como o circuito se comporta a ≠ frequências
diagramas de Bode (Hendrik Wade Bode, USA, 1905)

Para aquilo que nos interessa, eles permitem representar:

- O ganho em tensão
- A fase da saída relativamente à entrada