

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Campus Blumenau

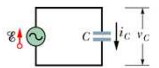
Física Geral III

Aula Teórica 24 (Cap. 36 parte 2/2):
1) Potência em circuitos de corrente alternada
2) Geração de energia e transmissão
3) Transformadores

Prof. Marcio R. Loos

Potência em circuitos de corrente alternada

- Não há **perdas de energia** associadas a cargas **capacitivas e indutivas** em um circuito RLC!
- Considere o circuito abaixo:


- Quando a **corrente começa a crescer** em um sentido no circuito, **carga começa a se acumular** no capacitor.
- Quando a **carga é máxima**, a **energia armazenada** será: $U_c = \frac{1}{2} CV^2$
- O armazenamento de energia é momentâneo.
- O capacitor é **carregado e descarregado duas vezes em cada ciclo**.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 2

Potência em circuitos de corrente alternada

- Durante $2/4 T$ (ciclo) carga é **armazenada** no capacitor.
- Durante $2/4 T$ (ciclo) carga é **liberada** pelo capacitor.
- A energia média fornecida pela fonte para o capacitor é nula.** (não há perda de energia)

Conclusão:
Em um circuito RLC, a transferência líquida de energia é da fonte para o resistor!

- A fonte deve **realizar trabalho contra a fem auto induzida** (em sentido contrário) no indutor.
- Quando a corrente é máxima, a energia armazenada no indutor é $U_B = \frac{1}{2} Li^2$
- Quando a **corrente decresce**, a **energia retorna** para fonte.
- A energia média fornecida pela fonte para o indutor é nula.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 3

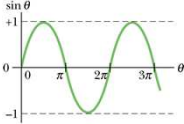
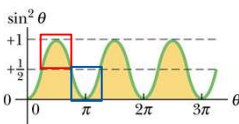
Potência em circuitos de corrente alternada

- A **taxa INSTANTÂNEA** com que a energia é dissipada no resistor vale:

$$P = Ri^2 \quad \text{mas} \quad i = I \sin(\omega t - \phi)$$

$$P = R[I \sin(\omega t - \phi)]^2 \quad P = RI^2 \sin^2(\omega t - \phi)$$
- A **taxa MÉDIA** com a qual a energia é dissipada no resistor é a **média no tempo** da eq. acima.
- Em um ciclo completo, o valor médio de $\sin \theta$ é zero.
- O valor médio de $\sin^2 \theta$ é $1/2$.

O espaço cheio acima da reta $1/2$ completa o espaço vazio abaixo desta reta.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 4

Potência em circuitos de corrente alternada

- Podemos reescrever a eq. $P = RI^2 \sin^2(\omega t - \phi)$ Como:

$$P_{\text{méd}} = \frac{RI^2}{2} \quad \therefore \quad P_{\text{méd}} = R \left(\frac{I}{\sqrt{2}} \right)^2$$

$\frac{I}{\sqrt{2}} = I_{\text{rms}}$ Corrente rms
 Valor médio quadrático (rms)
- A potência média pode ser escrita como:

$$P_{\text{méd}} = RI_{\text{rms}}^2 \quad \text{Potência média} \quad P_{\text{méd}} = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}$$
- A eq. acima é similar a $P = RI^2$

Usando I_{rms} podemos calcular a $P_{\text{méd}}$ em circuitos **CA** como fizemos para circuitos **CC**!


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 5

Potência em circuitos de corrente alternada

- Podemos definir o **valor rms** para **tensão alternada** e **fem alternada**:

$$V_{\text{rms}} = \frac{V}{\sqrt{2}} \quad \text{Tensão rms}$$

$$\mathcal{E}_{\text{rms}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{máx}}}{\sqrt{2}} \quad \text{fem rms}$$
- Voltímetros e amperímetros usados em CA geralmente fornecem os valores I_{rms} , V_{rms} e \mathcal{E}_{rms} .



- O valor de 220V obtido ao ligarmos um multímetro na tomada é o valor **rms**.
- O valor máximo da ddp numa tomada será $\sqrt{2}V_{\text{rms}} = \sqrt{2}220V = 311V$

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 6

Potência em circuitos de corrente alternada

- O fator de proporcionalidade nas eq. $I_{rms} = \frac{I}{\sqrt{2}}$ $V_{rms} = \frac{V}{\sqrt{2}}$ $\mathcal{E}_{rms} = \frac{\mathcal{E}_m}{\sqrt{2}}$
- é $1/\sqrt{2}$
- Podemos escrever $I = \frac{\mathcal{E}_m}{Z}$ $I = \frac{\mathcal{E}_{rms}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$
- Como $I_{rms} = \frac{\mathcal{E}_{rms}}{Z}$ $I_{rms} = \frac{\mathcal{E}_{rms}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$
- A potência média pode ser reescrita como:

$$P_{méd} = RI_{rms}^2 = RI_{rms} \left(\frac{\mathcal{E}_{rms}}{Z} \right) = \mathcal{E}_{rms} I_{rms} \frac{R}{Z}$$
- Da fig. ao lado temos:

$$\cos \phi = \frac{V_R}{V} = \frac{RI}{IZ} = \frac{R}{Z}$$
 logo $P_{méd} = \mathcal{E}_{rms} I_{rms} \cos \phi$ **Potência média**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 7

Potência em circuitos de corrente alternada

$P_{méd} = \mathcal{E}_{rms} I_{rms} \cos \phi$ **Potência média** cos φ: **fator de potência**

- Quando **cos φ = 1 (φ=0)**, a taxa com a qual a energia é fornecida a uma carga resistiva é máxima.
- Busca-se sempre a potência máxima (**φ=0**).
- Se o circuito RLC for **muito indutivo (φ → +90°)**, basta **ligar um capacitor adicional em série** para este se tornar menos indutivo.
- A **capacitância diminuirá** e a **reatância capacitiva aumentará**.

$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{C_j}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega_j C}$$
- Este artifício é usado por empresas de energia elétrica em linhas de transmissão.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 8

Potência em altofalantes: PMPO vs. rms

- Potência rms:** no Brasil, obedece a ABNT. É REAL!
- Potência PMPO:** Power Music Pic Output. Difere entre os fabricantes... quanto maior, mais vende!

Trio 15 1600 W PMPO, 350 W RMS - Arlen | Código do Produto: 357423 (628063)



frete grátis

De: R\$ 339,00 (Economize R\$ 30,00)

Por: R\$ 309,00

12x de R\$ 25,75 sem juros

ou

R\$ 293,55 no Boleto ou Bankline (5% desconto)

Consulte o prazo de entrega do seu produto

Digite seu CEP:

- PMPO: "Potência Máxima Para Otário"

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 9



Transformadores

- O transformador ideal consiste em **duas bobinas com números diferentes de espiras** enroladas em torno do **núcleo**.
- O enrolamento primário com N_p espiras está ligado a um gerador de CA:
 $\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin \omega t$
- O enrolamento secundário (N_s espiras) é ligado a uma carga resistiva.
- Chave S aberta:** o enrolamento primário se comporta como

Primário Secundário

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 14

Transformadores

- A corrente no primário I_{mag} (corrente de magnetização) está atrasada 90° em relação à V_p do primário.
- O fator de potência do primário é $\cos \phi = 0 \rightarrow$ **Nenhuma potência é transferida do gerador para o transformador** (só para R, quando houver um)
- A I_{mag} do primário irá produzir um fluxo alternado Φ_B no núcleo de ferro.
- O núcleo reforça Φ_B** e o transfere para o secundário do transformador

Primário Secundário

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 15

Transformadores

- A corrente no primário I_{mag} (corrente de magnetização) está atrasada 90° em relação à V_p do primário.
- O fator de potência do primário é $\cos \phi = 0 \rightarrow$ **Nenhuma potência é transferida do gerador para o transformador** (só para R, quando houver um)
- A I_{mag} do primário irá produzir um fluxo alternado Φ_B no núcleo de ferro.
- O núcleo reforça Φ_B** e o transfere para o secundário do transformador

Lembre do eletroímã + prego

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 16

Transformadores

- Φ_B varia com o tempo e induz uma fem ϵ_{espira} em cada espira do secundário.
- ϵ_{espira} é a mesma em cada espira do primário e do secundário:

$$V_p = \epsilon_{espira} N_p \quad V_s = \epsilon_{espira} N_s$$

- Logo:

$$\epsilon_{espiras} = \frac{V_p}{N_p} = \frac{V_s}{N_s} \quad \therefore \quad V_s = V_p \frac{N_s}{N_p}$$

Transformação de tensão
 V_s e V_p são rms

$N_s > N_p$ Transformador **elevador de tensão**
 $N_s < N_p$ Transformador **abaixador de tensão**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 17

Transformadores

- A **potência elétrica transferida do gerador para o primário** vale $V_p I_p$.
- A **potência recebida pelo secundário** (através do B que enlacha os dois rolamentos) é $V_s I_s$.
- Para um transformador ideal $I_p V_p = I_s V_s$ mas $V_s = V_p \frac{N_s}{N_p}$

$$I_s = I_p \frac{N_p}{N_s}$$

Transformação de corrente

Chave S fechada

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 18

Você já pode resolver os seguintes exercícios:

Capítulo 33: 1, 5, 6, 8, 9, 13, 18, 19, 22, 29, 30, 33, 35, 37, 38 e 42.

Capítulo 35: 1, 4, 5, 6, 9, 11, 14, 18, 21, 24, 27, 28, 33 e 37.

Capítulo 36: 13, 14, 15, 19, 20, 24, 25, **30, 44, 45, 47.**

Capítulo 37: 1, 6, 10, 12 e 16.

Livro texto: Halliday, vol. 3, 4ª edição.

Mais informações (cronogramas, lista de exercícios):

web: loos.prof.ufsc.br e-mail: marcio.loos@ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

Prof. Loos

Física Geral III

loos.prof.ufsc.br

23
