

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**

---

---

---

---

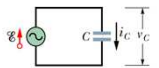
---

---

---

---

### 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

---

---

---

---

---

---

---

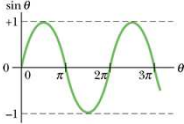
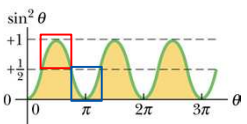
---

### 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  $I_{\text{rms}}$  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  $I_{\text{rms}}$ ,  $V_{\text{rms}}$  e  $\mathcal{E}_{\text{rms}}$ .



- 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

---

---

---

---

---

---

---

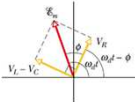
---

---

---

### Potência em circuitos de corrente alternada

- O fator de proporcionalidade nas eq.  $I_{rms} = \frac{I}{\sqrt{2}}$   $V_{rms} = \frac{V}{\sqrt{2}}$   $\varepsilon_{rms} = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}}$
- é  $1/\sqrt{2}$
- Podemos escrever  $I = \frac{\varepsilon_m}{Z}$   $I = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$
- Como  $I_{rms} = \frac{\varepsilon_{rms}}{Z}$   $I_{rms} = \frac{\varepsilon_{rms}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$
- A potência média pode ser reescrita como:  $P_{méd} = RI_{rms}^2 = RI_{rms} \left( \frac{\varepsilon_{rms}}{Z} \right) = \varepsilon_{rms} I_{rms} \frac{R}{Z}$
- Da fig. ao lado temos:  $\cos \phi = \frac{V_R}{\varepsilon_m} = \frac{RI}{IZ} = \frac{R}{Z}$  logo  $P_{méd} = \varepsilon_{rms} I_{rms} \cos \phi$  **Potência média**



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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Potência em circuitos de corrente alternada

$P_{méd} = \varepsilon_{rms} I_{rms} \cos \phi$  **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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercício 1/2**

Um secador de cabelos elétrico consome uma potência de 1500 W para 120 V. A potência especificada por esse secador é a potência média consumida pelo dispositivo e a voltagem especificada é o valor médio quadrático da voltagem. Suponha que o secador de cabelo seja uma resistência pura. Calcule:

- (a) A resistência. [9,60 Ω]
- (b) O valor médio quadrático da corrente. [12,5 A]

**Resolução**

(a)  $P_{med} = Ri_{rms}^2 = R \left( \frac{V_{rms}}{R} \right)^2 = \frac{V_{rms}^2}{R}$       $R = \frac{V_{rms}^2}{P_{med}}$

(b)  $P_{med} = V_{rms} I_{rms}$       $I_{rms} = \frac{P_{med}}{V_{rms}}$

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercício 2/2**

Num circuito RLC, R = 300 Ω, L = 60 mH, C = 0,50 μF, V = 50V (valor médio) e ω = 10000 rad/s. Calcule:

- (a) O fator de potência. [0,60]
- (b) A potência média fornecida pelo circuito todo e para cada elemento do circuito. [1,5 W]

**Resolução**

(a)  $\cos \phi$

(b)  $P_{med} = \epsilon_{rms} I_{rms} \cos \phi$

$I = \frac{\epsilon_m}{Z}$       $I = \frac{\epsilon_m}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$       $X_C = \frac{1}{\omega_0 C}$       $X_L = \omega L$       $I = 0,10 A$

$\epsilon_{rms} = \frac{\epsilon_m}{\sqrt{2}}$       $I_{rms} = \frac{I}{\sqrt{2}}$      OU      $P_{med} = Ri_{rms}^2$

---

---

---

---

---

---

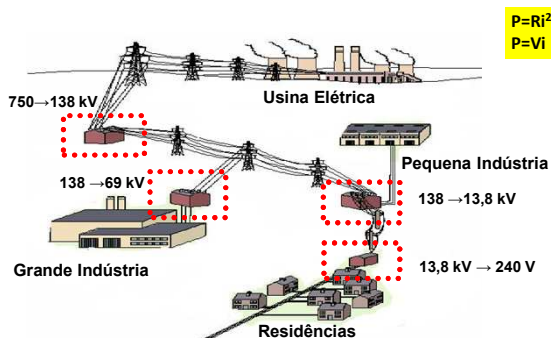
---

---

---

---

**Transformadores**  
**Geração de energia e transmissão**




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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  $90^\circ$  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  $\Phi_B$  no núcleo de ferro.
- O núcleo reforça  $\Phi_B$**  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  $90^\circ$  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  $\Phi_B$  no núcleo de ferro.
- O núcleo reforça  $\Phi_B$**  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

- $\Phi_B$  varia com o tempo e induz uma fem  $\epsilon_{espira}$  em cada espira do secundário.
- $\epsilon_{espira}$  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](http://loos.prof.ufsc.br) e-mail: [marcio.loos@ufsc.br](mailto:marcio.loos@ufsc.br)

UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

Prof. Loos

Física Geral III

[loos.prof.ufsc.br](http://loos.prof.ufsc.br)

23

---

---

---

---

---

---

---

---