

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

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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

---

---

---

---

---

---

---

---

### Potência em circuitos de corrente alternada

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

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

$P = R[I \text{sen}(\omega t - \phi)]^2$   $P = RI^2 \text{sen}^2(\omega t - \phi)$

“ 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 **sen θ** é zero. O espaço cheio acima da reta 1/2 completa o espaço vazio abaixo desta reta.

“ O valor médio de **sen<sup>2</sup> θ** é 1/2.

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Potência em circuitos de corrente alternada

“ Podemos reescrever a eq.  $P = RI^2 \text{sen}^2(\omega t - \phi)$  Como:

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

$\frac{I}{\sqrt{2}} = I_{rms}$  **Corrente rms**  
**Valor médio quadrático (rms)**

“ A potência média pode ser escrita como:

$P_{med} = RI_{rms}^2$  **Potência média**  $P_{med} = V_{rms} I_{rms}$

“ A eq. acima é similar a  $P = RI^2$

Usando  $I_{rms}$  podemos calcular a  $P_{med}$  em circuitos AC como fizemos para circuitos CC!

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Potência em circuitos de corrente alternada

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

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

$\mathcal{E}_{rms} = \frac{\mathcal{E}_m}{\sqrt{2}}$  **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  $\sqrt{2}V_{rms} = \sqrt{2} 220V = 311V$

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Potência em circuitos de corrente alternada

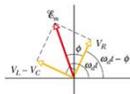
O fator de proporcionalidade nas eq.  $I_{rms} = \frac{I}{\sqrt{2}}$   $V_{rms} = \frac{V}{\sqrt{2}}$   $\mathcal{E}_{rms} = \frac{\mathcal{E}_m}{\sqrt{2}}$

é  $1/\sqrt{2}$

Podemos escrever  $I = \frac{\mathcal{E}_m}{Z}$   $I = \frac{\mathcal{E}_m}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$

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:

$$\cos \phi = \frac{V_R}{\mathcal{E}_m} = \frac{RI}{IZ} = \frac{R}{Z}$$

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Potência em circuitos de corrente alternada

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

Quando  $\cos \phi = 1$  ( $\phi=0$ ), a taxa com a qual a energia é fornecida a uma carga resistiva é máxima.

Busca-se sempre a potência máxima ( $\phi=0$ ).

Se o circuito RLC for **muito indutivo** ( $\phi \rightarrow +90^\circ$ ), 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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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: 387423 (628063)



**Preço 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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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)  $P_{méd} = RI_{rms}^2 = R \left( \frac{V_{rms}}{R} \right)^2 = \frac{V_{rms}^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V_{rms}^2}{P_{méd}}$

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Exercício 2/2

Num circuito RLC,  $R = 300 \Omega$ ,  $L = 60 \text{ mH}$ ,  $C = 0,50 \mu\text{F}$ ,  $V = 50\text{V}$  (valor médio) e  $\omega = 10000 \text{ rad/s}$ . 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)  $P_{méd} = \epsilon_{rms} I_{rms} \cos \phi$

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

$\epsilon_{rms} = \frac{\epsilon_m}{\sqrt{2}} \quad I_{rms} = \frac{I}{\sqrt{2}} \quad \text{ou} \quad P_{méd} = RI_{rms}^2$

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 11

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Transformadores

#### Geração de energia e transmissão

**Usina Elétrica**

**750 — 138 kV**

**138 — 69 kV**

**138 — 13,8 kV**

**13,8 kV → 240 V**

**Grande Indústria**

**Pequena Indústria**

**Residências**

**P=I<sup>2</sup>R**  
**P=VI**

**É necessário aumentar/diminuir a voltagem...**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 12

---

---

---

---

---

---

---

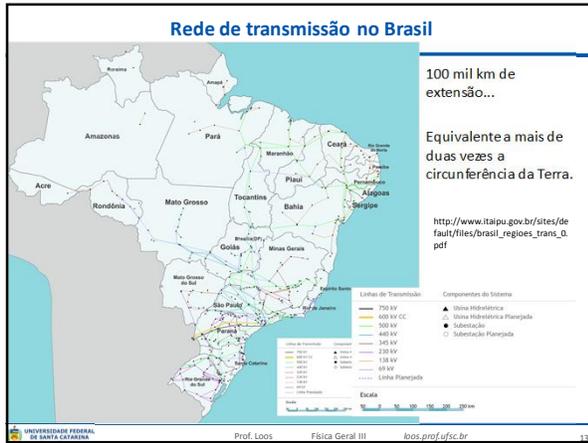
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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:

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

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 enlaça 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)

---

---

---

---

---

---

---

---