Corrente Alternada + Potência em Circuitos de C.A + Transformadores

As oscilações num circuito RLC não são amortecidas se uma fonte de tensão externa fornecer energia suficiente para compensar a dissipação de energia no resistor R.

→ Nos aparelhos eletrônicos a tensão vêm da "rede elétrica".

- fornece tensões senoidais (C.A) → V e $i \to f(t)$
- baterias (C.C). → V e i não variam com t.

No Brasil, V e i mudam de sentido 120 vezes/s.

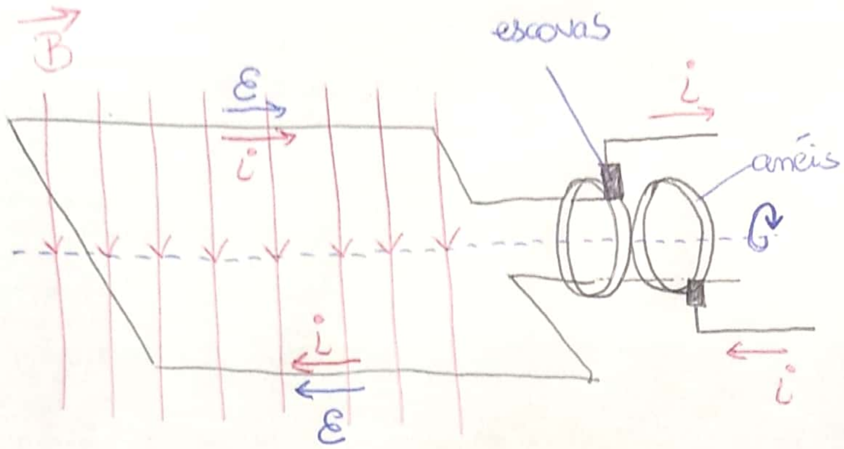
Portanto, têm $f = 60\,Hz$

Vantagens de us C.A

A i e o $\vec{B}$ mudam de sentido, isto permite o uso da lei de Faraday

$$\oiint \vec{E}\, dA_{rea} = -\frac{d\phi_B}{dt}$$

que significa, que podemos ↑ ou ↓ a tensão usando transformadores



Gerador de C.A

$$\boxed{\begin{aligned} \mathcal{E} &= \mathcal{E}_{max}\,\sin(\omega t+\phi) \\ i &= i_{max}\,\sin(\omega t-\phi) \end{aligned}}$$

$\omega \rightarrow 2\pi f$

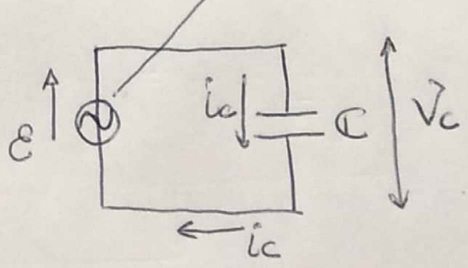
$\phi \rightarrow$ geralmente $\phi = 0$

↳ a i não pode estar em fase com a $\mathcal{E}$.

Entenda: Carga Capacitiva e Carga Indutiva

Carga Capacitiva

Os elementos são:



d.d.p será:

$$C \cdot \quad V_c = V_c \sin\omega t \quad \cdot C$$

$$\underbrace{C V_c}_{q_c} = C V_c \sin\omega t$$

Derivando ambos os lados:

$$i_c = \frac{dq_c}{dt} = \omega C . V_c \underbrace{\cos \omega t}$$

$$i_c = \underbrace{\omega C}\, V_c \sin(\omega t + 90°)$$

$$\boxed{X_c = \frac{1}{\omega C}}$$ reatância capacitiva

$[\Omega]$

logo

$$\underbrace{i_c} = \left(\frac{V_c}{X_c}\right) \sin(\omega t + 90°)$$

como: $i_c = i_c \sin(\omega t - \phi)$

Comparando estas duas equações:

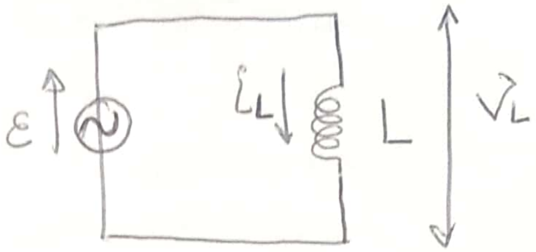
$$\boxed{V_c = i_c X_c}$$

Análise:

- V_c e i_c estão defasados de 90° ($\pi/2$ rad ou 1/4 de ciclo)
- i_c chega no valor máx. 1/4 de ciclo antes de V_c

Carga Indutiva

Os Elementos são:



d.d.p. será:

$$\underbrace{V_L}_{} = V_L \sin \omega t$$

$\hookrightarrow$ como $V_L = \varepsilon_L = -L \dfrac{di}{dt}$, então:

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_L}{L} \sin \omega t$$

$$\int di_L = \frac{V_L}{L} \int \sin \omega t \, dt$$

$$i_L = -\left(\frac{V_L}{\omega L}\right) \cos \omega t$$

$\hookrightarrow$ $\boxed{X_L = \omega L}$ reatância indutiva

$\hookrightarrow [\Omega]$

Substituindo: $-\cos \omega t = \sin(\omega t - 90°)$, assim:

$$\boxed{i_L = \left(\frac{V_L}{X_L}\right) \sin(\omega t - 90°)}$$

ou

$i_L = I_L \sin(\omega t - \phi)$, então

$$\boxed{V_L = I_L X_L}$$

Análise:

- [x] i_L está atrasada em relação a V_L
- [x] i_L atinge seu máximo 1/4 de ciclo depois de V_L.

Potência em Circuitos de C.A

Num Cir. RLC

↳ fonte: gerador de C.A

↓

Energia

armazenada no $\vec{B}$ do L ← → armazenada no $\vec{E}$ do C

↓

dissipada no R

↓

taxa de energia dissipada é dada por:

$$\boxed{P_{méd} = I^2_{rms} R}$$

onde: $I_{root\ mean\ square} = \dfrac{I}{\sqrt{2}}$ (valor médio quadrático)

A tensão alternada e f.e.m $\longrightarrow$ rms, será

$$\boxed{V_{rms} = \frac{V}{\sqrt{2}} \qquad \mathcal{E}_{rms} = \frac{\mathcal{E}_{max}}{\sqrt{2}}}$$

Voltímetros e amperímetros
↳ medem valores rms.

Então:

Ao ligar um voltímetro de C.A numa tomada de parede $\longrightarrow$ obtemos 120V $\longrightarrow$ tensão rms:

O máx. da ~~potencial~~ d.d.p será: $\sqrt{2} \times 120 \cong 170V$.

O fator de proporcionalidade $1/\sqrt{2}$ é o mesmo p/ V_{rms}, $\mathcal{E}_{rms}$ e i_{rms}

↓

Então é mais usual na Eng. Elétrica, usar as expressões:

$$\boxed{I_{rms} = \frac{\mathcal{E}_{rms}}{Z} = \frac{\mathcal{E}_{rms}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}}$$

$$P_{méd} = \frac{\mathcal{E}_{rms}}{Z} I_{rms} R = \mathcal{E}_{rms} I_{rms} \boxed{\frac{R}{Z}}$$

$(\cos\phi)$ ← aproximado a...

↳ fase

Scanned by CamScanner

Desta forma:

$$\cos\phi = \frac{V}{\mathcal{E}_{máx}} = \frac{I.R}{IZ} = \frac{R}{Z}$$

Assim

$$\boxed{P_{méd} = \mathcal{E}_{rms}\, I_{rms}\, \underbrace{\cos\phi}_{\text{fator de potência}}}$$ potência média

Transformadores

qdo a carga num circuito de C.A é uma Resistência pura, $\longrightarrow$ o $\cos\phi = \cos 0° = 1$.

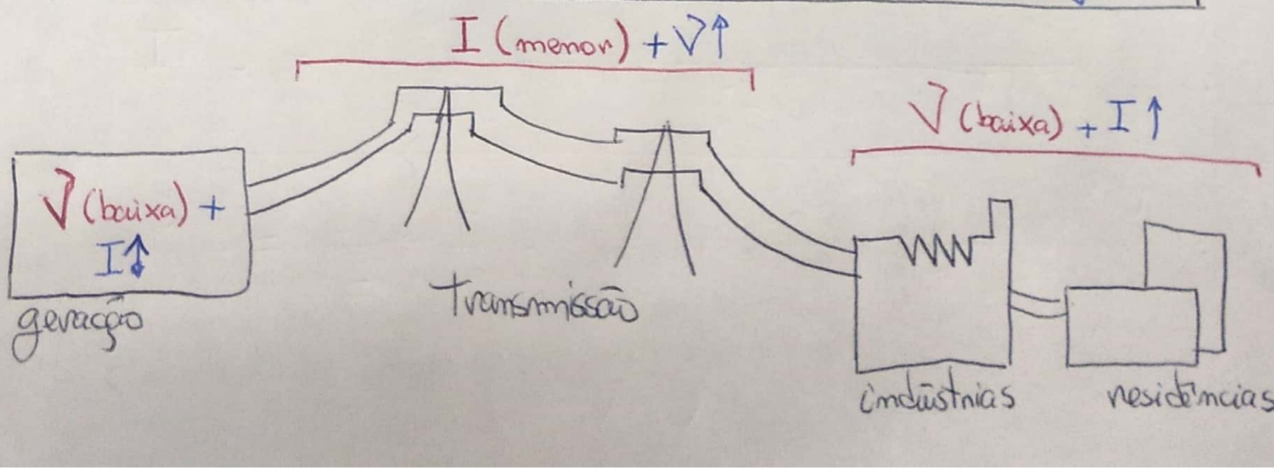
↓

disto

↓

$\mathcal{E}_{rms} \equiv V_{rms}$, então $\longrightarrow$ $\boxed{P_{méd} = VI}_{rms}$

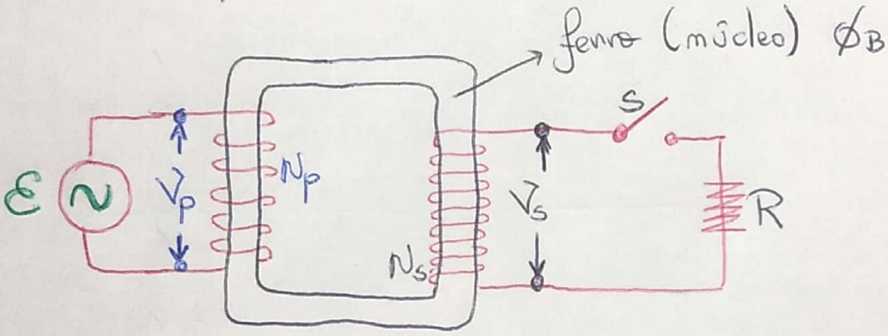
Sist. de distribuição de energia elétrica → é desejável



Quem faz este "equilíbrio" entre V e I p/ que o produto V.I mantenha uma Potência ~ constante, entre a geração e o consumidor é o Transformador.

$\boxed{\text{lei de Faraday}}$

Transformador Ideal (perdas $\equiv 0$)



$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max} \cdot \sin \omega t$$

☒ chave S aberta:

- i no primário $\underbrace{\text{(corrente de magnetização)}}_{I_{mag}}$ – pequena
- está atrasada de 90° em relação a V_p.
- fator de potência do primário = 0 e nenhuma potência é transferida do gerador p/ o transformador

Mesmo assim...

- I_{mag} produz ϕ_B no núcleo de ferro
- ϕ_B é transferido p/ o secundário
- como ϕ_B varia com o t, induz uma f.e.m em cada espira do primário e do secundário

- No primário: $V_p = \mathcal{E}_{espira} . N_p$
- No secundário: $V_s = \mathcal{E}_{espira} N_s$

portanto:

$$\mathcal{E}_{espira} = \frac{V_p}{N_p} = \frac{V_s}{N_s}$$

$$\boxed{V_s = V_p . \frac{N_s}{N_p}}$$

transformação de Tensão

Se: $N_s > N_p$ — transformador elevador de tensão
se: $N_s < N_p$ — " abaixador " "

Quando S

1. I_s passa a existir
2. $P_s = I_s^2 R \longrightarrow$ potência dissipada na carga resistiva
3. I_s produz um $\phi_B \xrightarrow[\text{induz}]{\text{que}}$ uma $\mathcal{E}_p$ que se opõe à $\mathcal{E}$ do gerador.

Então

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

transformação de Corrente

Do ponto de vista do gerador:

A I gerada no primário (I_p) e a V_p estão ligados a uma Resistência Equivalente R_{eq}.

logo

$$\boxed{R_{eq} = \left(\frac{N_p}{N_s}\right)^2 \cdot R}$$