

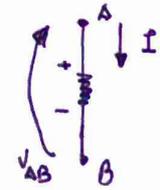
→ Tensão Elétrica:

"É a razão entre a energia (trabalho) necessário para separar cargas positivas de cargas negativas pela qtd de cargas a ser separadas."

$$E(t) = \frac{dW(t)}{dq(t)} \quad \begin{matrix} A \cdot \\ B \cdot \end{matrix} \quad E = E_A - E_B$$

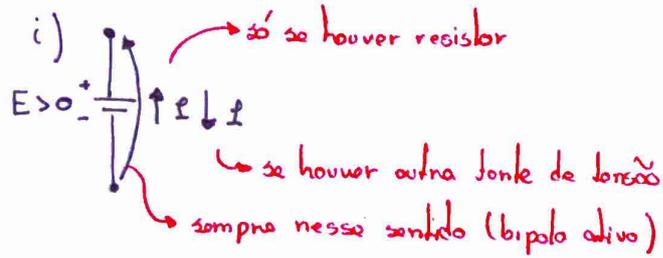
→ Bipolos:

1) Passivos: resistores, indutores, capacitores

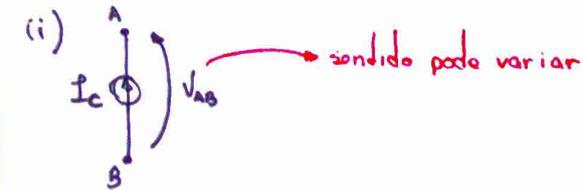


$P = R \cdot I^2 \geq 0$
(sempre absorve potência)

2) Ativos:



Potência: $P = E \cdot I$
 $\left\{ \begin{array}{l} P > 0: \text{ fonte fornece potência ao circuito.} \\ P < 0: \text{ fonte está absorvendo potência do circuito} \end{array} \right.$



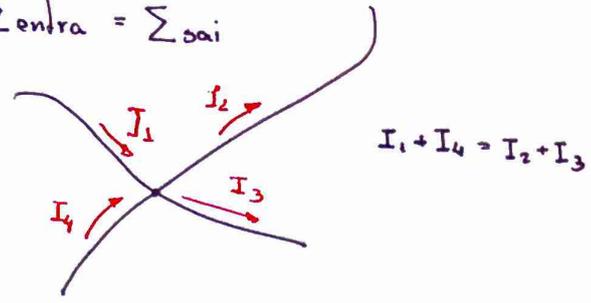
Potência: $P = V_{AB} \cdot I_C$
 $\left\{ \begin{array}{l} P > 0: \text{ fonte fornece potência} \\ P < 0: \text{ fonte absorve potência} \end{array} \right.$

→ 1ª Lei de Kirchhoff (1LK)

nó: ponto de interligação dos bipolos
ramo: é o bipoles (qualquer elemento com dois terminais conectados)

1ª LK: a soma algébrica das correntes em qualquer nó de um circuito é sempre nula (conservação da carga) → Não há acúmulo de cargas elétricas nos nós das redes!

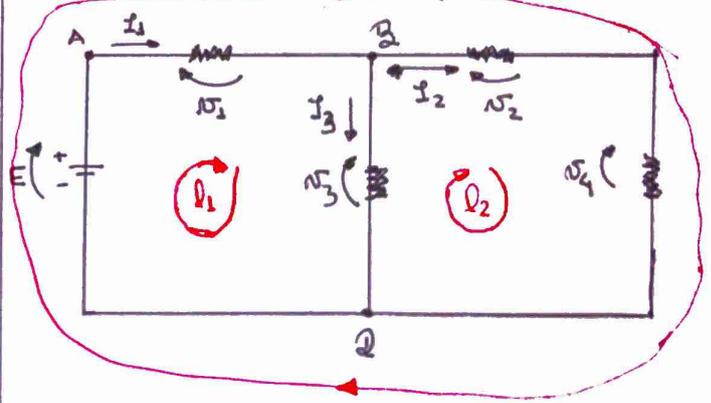
$$\sum I_{entra} = \sum I_{sai}$$



2ª LK:

lazo: é definido como um circuito fechado (percurso de um circuito que permite partir de um nó arbitrário e voltar ao ponto de partida sem passar mais de uma vez pelo mesmo nó).

2ª LK: a soma algébrica das tensões em qualquer lazo de um circuito é sempre nula

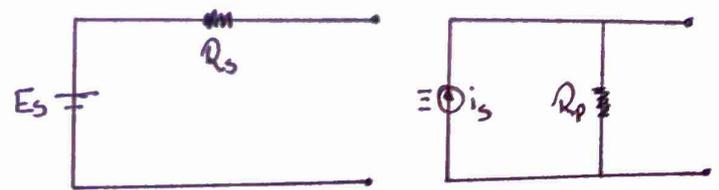


$$L_1: E - V_1 - V_3 = 0$$

$$L_2: V_3 - V_2 - V_4 = 0$$

$$L_3: E - V_1 - V_2 - V_4 = 0$$

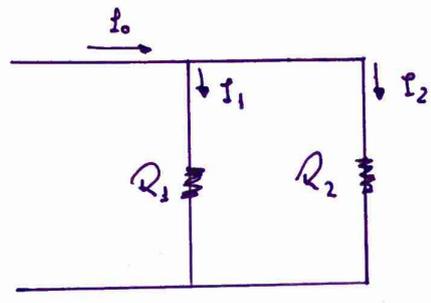
→ Fontes Equivalentes:



$$\begin{cases} E_s = R_p \cdot i_s \\ R_p = R_s \end{cases}$$

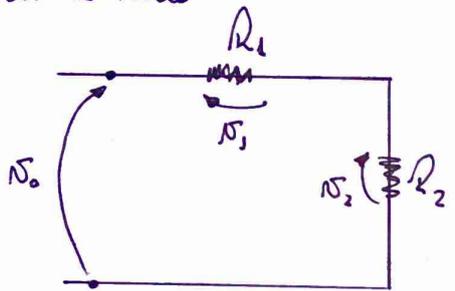
→ Divisores de Tensão e Corrente:

1) Divisor de Corrente



$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_0 \quad \text{e} \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_0$$

2) Divisor de Tensão:



$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_0 \quad \text{e} \quad V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_0$$

→ Número de equações para a 1ª LK e 2ª LK:

- 1ª LK: n-1 equações
- 2ª LK: r-n+1 equações

Exercício

Circuitos CA

→ Corrente e Tensão Eficaz:

$$I = \frac{I_{\text{máx}}}{\sqrt{2}} \quad \text{e} \quad V = \frac{V_{\text{máx}}}{\sqrt{2}}$$

Corrente eficaz é aquela que ao atravessar um resistor R em um circuito CC, o mesmo absorve a mesma potência ao ser atravessada pela corrente i(t). A definição é análoga para a tensão.

→ Fasores:

Representam a amplitude e o ângulo inicial α de uma senoide.

$$V(t) = V_{\text{máx}} \cdot \cos(\omega t + \theta)$$

De Eq de Euler:

$$V_{\text{máx}} \cos(\omega t + \theta) + j V_{\text{máx}} \sin(\omega t + \theta) = V_{\text{máx}} \cdot e^{j(\omega t + \theta)}$$

$$V(t) = \text{Re} \left\{ V_{\text{máx}} \cdot e^{j(\omega t + \theta)} \right\} = \text{Re} \left\{ \frac{V_{\text{máx}}}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2} \cdot e^{j\theta} \cdot e^{j\omega t} \right\} = \text{Re} \left\{ V e^{j\theta} \sqrt{2} \cdot e^{j\omega t} \right\}$$

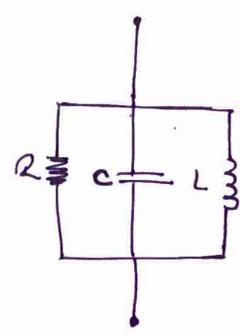
sempre usar valor eficaz!
 independente do tempo!
 operador de rotação
 $\dot{V} = \text{valor}$
 $\therefore \dot{V} = V e^{j\theta} = V \angle \theta$

→ Componentes Passivos:

	Resistor	Indutor	Capacitor
$ \dot{Z} $	R	ωL	$1/\omega C$
$\varphi = \theta - \delta$	0°	$+90^\circ$	-90°
fase	\dot{V} e \dot{I} em fase	\dot{I} atrasado de \dot{V}	\dot{I} adiantado de \dot{V}

Vale a "Lei de Ohm para CA": $\dot{V} = \dot{Z} \cdot \dot{I}$

$$\text{---} R \text{---} \text{---} L \text{---} \text{---} C \text{---} \quad \dot{Z} = R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C}$$



$$\frac{1}{\dot{Z}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L} - \frac{1}{j\omega C}$$

$X_L = \omega L = \text{reatância indutiva}$

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \text{reatância capacitiva}$

→ Potências

i) Potência ativa (W)

$$P = |\hat{V}| \cdot |\hat{I}| \cdot \cos \varphi$$

é a potência que realmente é medida

ii) Potência reativa (VAR)

serve apenas para alimentar o campo eletromagnético

$$Q = |\hat{V}| \cdot |\hat{I}| \cdot \sin \varphi$$

iii) Potência Aparente (W)

é a potência total entregue pela fonte

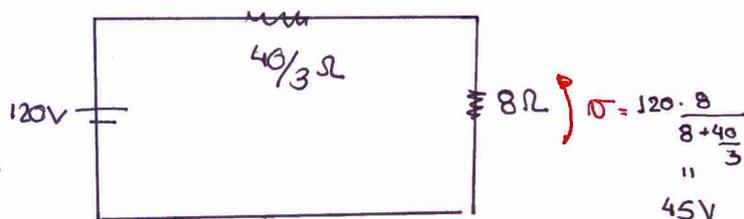
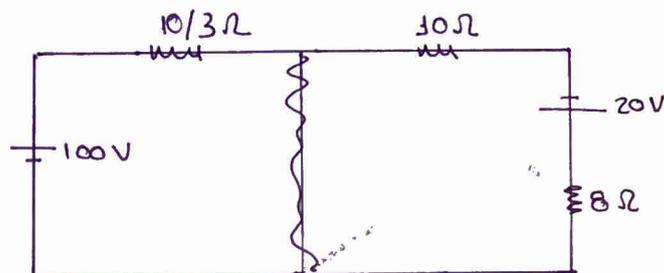
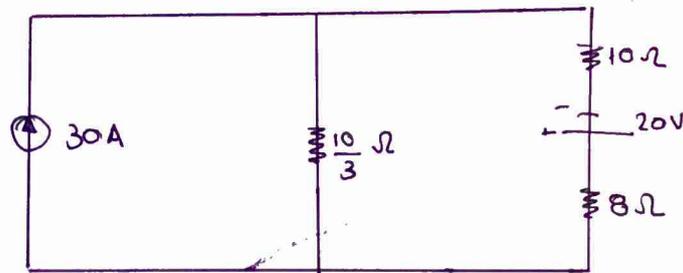
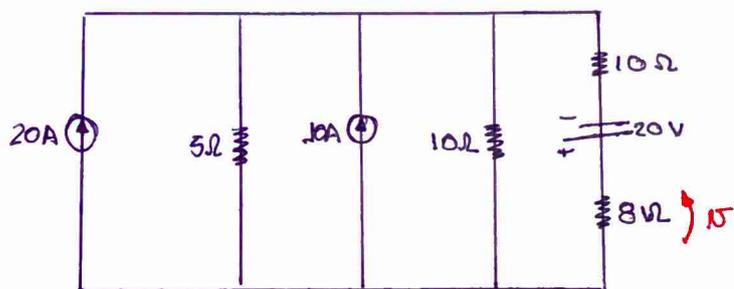
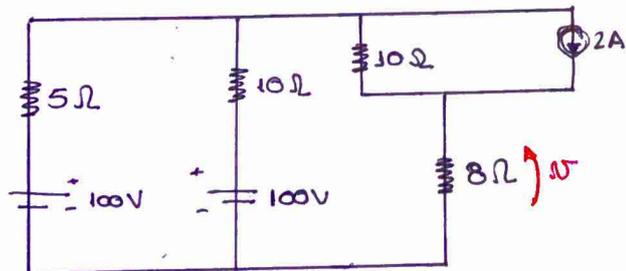
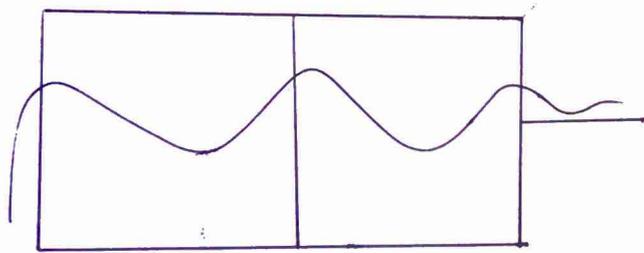
$$\begin{cases} P = |\hat{V}| |\hat{I}| \cos \varphi \\ Q = |\hat{V}| |\hat{I}| \sin \varphi \end{cases} \Rightarrow \bar{S} = |\hat{V}| |\hat{I}| \angle \varphi$$

$$(1) \bar{S} = \bar{Z} |\hat{I}|^2$$

$$(2) \bar{S} = \hat{V} \hat{I}^*$$

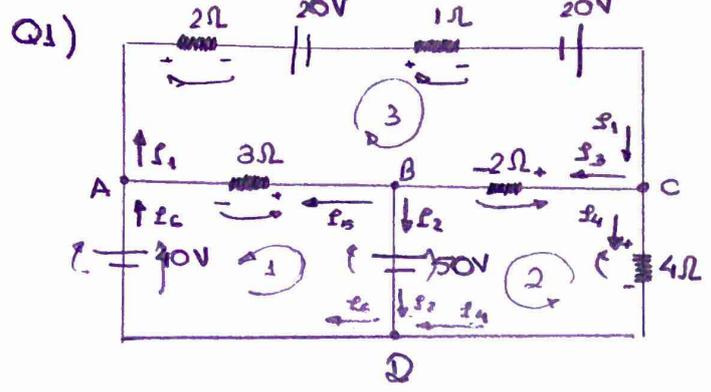
$$(3) \bar{S} = \frac{|\hat{V}|^2}{\bar{Z}^*}$$

Exemplo:



Exercícios para a P2

Circuitos CC :



1ª LK :

nó A : $i_1 - i_6 - i_7 = 0$ (1)
nó B : $i_2 - i_3 + i_5 = 0$ (2)
nó C : $i_1 - i_2 - i_4 = 0$ (3)
nó D : $i_2 + i_4 - i_6 = 0$ (d)

2ª LK :

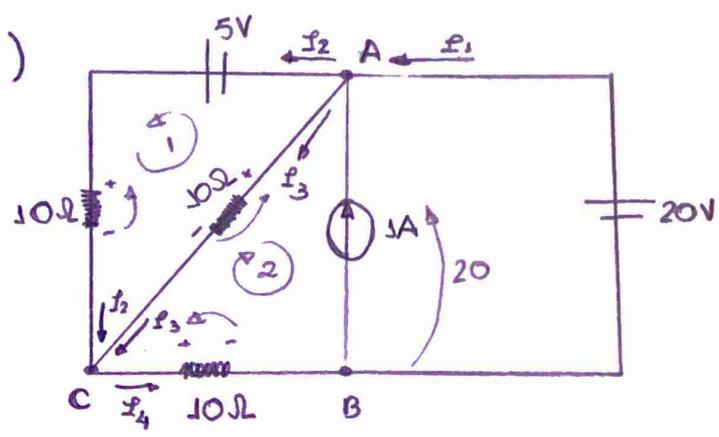
Malha 1 : $-40 + 50 - 3i_5 = 0 \Rightarrow 3i_5 = 10$ (4)

Malha 2 : $4i_4 - 2i_3 - 50 = 0 \Rightarrow -2i_3 + 4i_4 = 50$ (5)

Malha 3 : $-2i_1 - 20 - i_1 + 20 - 2i_3 - 3i_5 = 0 \Rightarrow 3i_1 + 2i_3 + 3i_5 = 0$ (6)

	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6				
(1)	1	0	0	0	-1	-1	$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \\ i_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 10 \\ 50 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \\ i_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,538 \\ -10,641 \\ -7,308 \\ 8,846 \\ 3,334 \\ -1,795 \end{bmatrix}$			
(2)	0	1	-1	0	1	0				
(3)	1	0	-1	-1	0	0				
(4)	0	0	0	0	3	0				
(5)	0	0	-2	4	0	0				
(6)	3	0	2	0	3	0				

Q2)



1ª LK :

nó A : $i_1 - i_2 - i_3 = 0$ (1)
nó C : $i_2 + i_5 - i_4 = 0$ (2)

2ª LK :

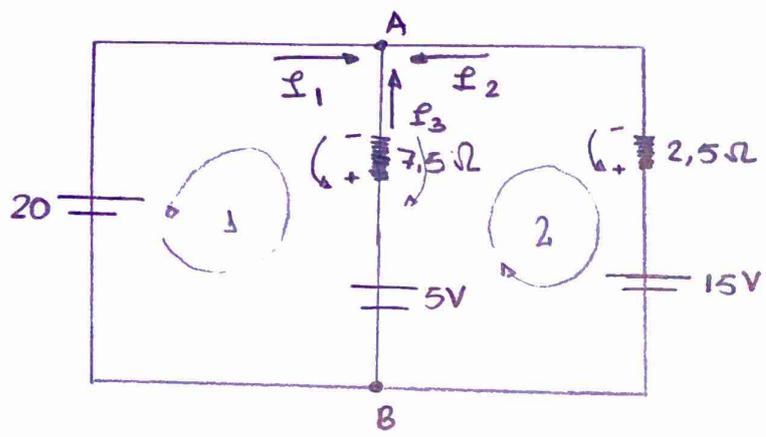
malha 1 : $5 - 10i_2 + 10i_3 = 0 \Rightarrow 10i_2 - 10i_3 = 5$ (3)

malha 2 : $10i_3 - 20 + 10i_4 = 0 \Rightarrow 10i_3 + 10i_4 = 20$ (4)

$$\begin{array}{l}
 (1) \\
 (2) \\
 (3) \\
 (4)
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 I_1 \\
 I_2 \\
 I_3 \\
 I_4
 \end{array}
 \begin{array}{ccc}
 I_1 & I_2 & I_3 & I_4 \\
 \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & -1 \\ 0 & 10 & -10 & 0 \\ 0 & 0 & 10 & 10 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 5 \\ 20 \end{bmatrix}
 \end{array}
 \Rightarrow
 \begin{array}{c}
 I_1 \\
 I_2 \\
 I_3 \\
 I_4
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 1,5 \\
 1,0 \\
 0,5 \\
 1,5
 \end{array}$$

$$P_{20V} = E \cdot I_1 = 20 \cdot 1,5 = 30W$$

Q3) $E = 5 \cdot I \Rightarrow E = 5V$



1ª LK
 nó A: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

2ª LK:
 malha 1: $-20 + 5 - 7,5I_3 = 0 \Rightarrow -7,5I_3 = 15$

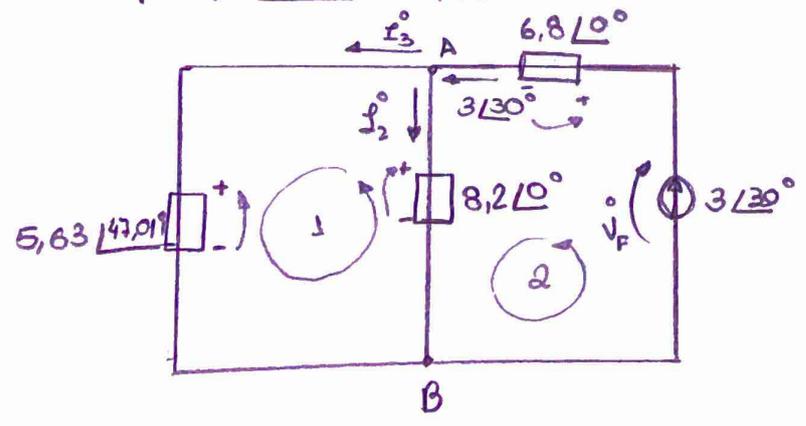
malha 2: $5 - 7,5I_3 + 2,5I_2 - 5 = 0 \Rightarrow 7,5I_3 - 2,5I_2 = 0$

$$\begin{array}{l}
 (1) \\
 (2) \\
 (3)
 \end{array}
 \begin{array}{ccc}
 I_1 & I_2 & I_3 \\
 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -7,5 \\ 0 & -2,5 & 7,5 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 0 \\ 15 \\ 0 \end{bmatrix}
 \end{array}
 \Rightarrow
 \begin{array}{c}
 I_1 \\
 I_2 \\
 I_3
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 8 \\
 -6 \\
 -2
 \end{array}$$

Circuitos CA:

Q1) $Z_{eq}^1 = \frac{3 \cdot (-j4)}{3 - j4} = 2,4 \angle -36,87^\circ$

$Z_{eq}^2 = 2,4 \angle -36,87^\circ + 2,4 \angle -36,87^\circ + 7 \angle 90^\circ = 6,63 \angle 47,01^\circ$



1ª LK:
 nó A: $I_2 + I_3 = 3 \angle 30^\circ$

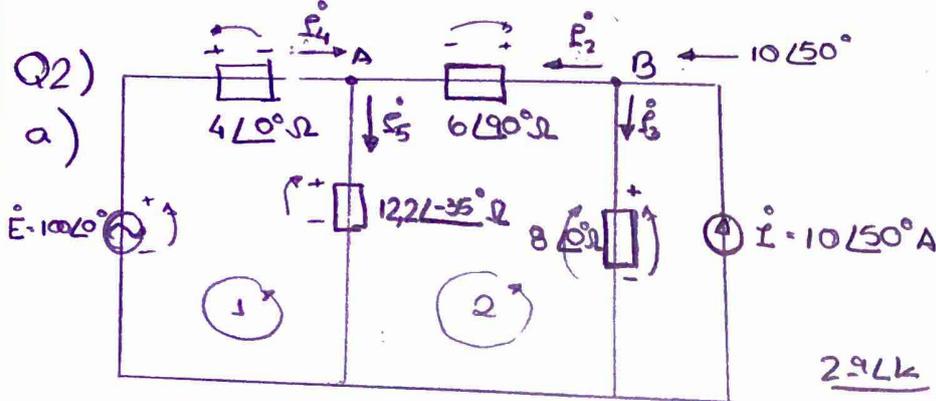
2ª LK:
 malha 1: $8,2 \angle 0^\circ \cdot I_2 - 5,63 \angle 47,01^\circ \cdot I_3 = 0 \angle 0^\circ$

malha 2: $V_F - 6,8 \angle 0^\circ \cdot 3 \angle 30^\circ - 8,2 \angle 0^\circ \cdot I_2 = 0 \angle 0^\circ$

$\Rightarrow -8,2 \angle 0^\circ I_2 + V_F = 20,4 \angle 30^\circ$

$$\dot{I}_2 \quad \dot{I}_3 \quad \dot{V}_F$$

$$(1) \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 8,2 \angle 0^\circ & -9,63 \angle 47,01^\circ & 0 \\ -8,2 \angle 0^\circ & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_2 \\ \dot{I}_3 \\ \dot{V}_F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \angle 30^\circ \\ 0 \angle 0^\circ \\ 20,4 \angle 30^\circ \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} \dot{I}_2 \\ \dot{I}_3 \\ \dot{V}_F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,33 \angle 58,12^\circ \\ 1,93 \angle 111,11^\circ \\ 30,43 \angle 39,70^\circ \end{bmatrix}$$



$$Z_{eq} = 10 - j7 = 12,2 \angle -35^\circ$$

1º Lk:

$$\text{no A: } \dot{I}_2 + \dot{I}_4 - \dot{I}_5 = 0 \angle 0^\circ \quad (1)$$

$$\text{no B: } \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 10 \angle 50^\circ \quad (2)$$

2º Lk:

malha 1: $12,2 \angle -35^\circ \dot{I}_5 + 4 \angle 0^\circ \dot{I}_4 - 100 \angle 0^\circ = 0 \angle 0^\circ \Rightarrow 4 \angle 0^\circ \dot{I}_4 + 12,2 \angle -35^\circ \dot{I}_5 = 100 \angle 0^\circ \quad (3)$

malha 2: $8 \angle 0^\circ \dot{I}_3 - 6 \angle 90^\circ \dot{I}_2 - 12,2 \angle -35^\circ \dot{I}_5 = 0 \angle 0^\circ \Rightarrow -6 \angle 90^\circ \dot{I}_2 + 8 \angle 0^\circ \dot{I}_3 - 12,2 \angle -35^\circ \dot{I}_5 = 0 \angle 0^\circ \quad (4)$

$$(1) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \angle 0^\circ & 12,2 \angle -35^\circ \\ -6 \angle 90^\circ & 8 \angle 0^\circ & 0 & -12,2 \angle -35^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_2 \\ \dot{I}_3 \\ \dot{I}_4 \\ \dot{I}_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 10 \angle 50^\circ \\ 100 \angle 0^\circ \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} \dot{I}_2 \\ \dot{I}_3 \\ \dot{I}_4 \\ \dot{I}_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6,22 \angle 82,9^\circ \\ 5,85 \angle 114,7^\circ \\ 4,78 \angle -22,4^\circ \\ 6,77 \angle 40^\circ \end{bmatrix}$$

b) $\overline{S}_{ger, \text{lensão}} = \dot{E} \cdot \dot{I}_4 = 100 \angle 0^\circ \cdot 4,78 \angle -22,4^\circ = 478 \angle -22,4^\circ \text{ VA}$

$\overline{S}_{ger, \text{corrente}} = 8 \angle 0^\circ \cdot \dot{I}_3 \cdot \dot{I} = 8 \angle 0^\circ \cdot 5,85 \angle 114,7^\circ \cdot 10 \angle 50^\circ = 468 \angle 64,7^\circ \text{ VA}$

$\overline{S}_{TOTAL} = \overline{S}_{ger, \text{lensão}} + \overline{S}_{ger, \text{corrente}} = 685,67 \angle 20,57^\circ \text{ VA}$

Q3) a) $\overline{S} = 100 \angle 55^\circ \Rightarrow 100 \angle 55^\circ = \frac{\dot{V} \dot{I}^*}{\overline{Z}} \Rightarrow 100 \angle 55^\circ = \frac{400 \angle 0^\circ}{\overline{Z}^*} \Rightarrow \overline{Z}^* = \frac{400 \angle 0^\circ}{100 \angle 55^\circ} \Rightarrow \overline{Z}^* = 4 \angle -55^\circ$

$\therefore \overline{Z} = 4 \angle 55^\circ \Omega \Rightarrow \overline{Z} = 2,3 + 3,27j \Rightarrow \begin{cases} R = 2,3 \Omega \\ L = 3,274 \end{cases}$

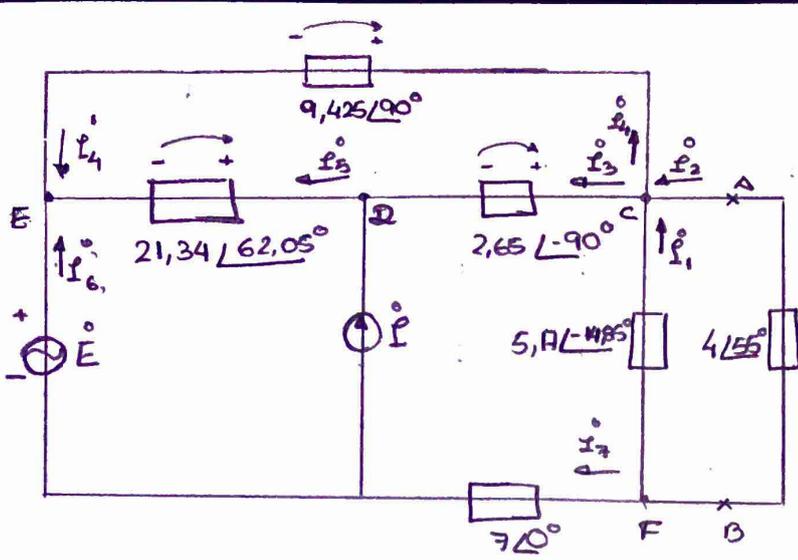
b) $e(t) = 400 \cos(\omega t + 10^\circ) \text{ A}$

$\dot{E} = \frac{400}{\sqrt{2}} \angle 10^\circ = 282,84 \angle 10^\circ \text{ V}$

$i(t) = 10 \cos(\omega t - 20^\circ) \text{ A}$

$\dot{I} = \frac{10}{\sqrt{2}} \angle -20^\circ = 7,07 \angle -20^\circ \text{ A}$

$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 60 = 377 \text{ rad/s}$



$$\bar{Z}_{L_2} = j \cdot 377 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = j 9,425$$

$$\Rightarrow \bar{Z}_2 = 9,425 \angle 90^\circ$$

$$\bar{Z}_{L_1+R_1} = 10 + j 377 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

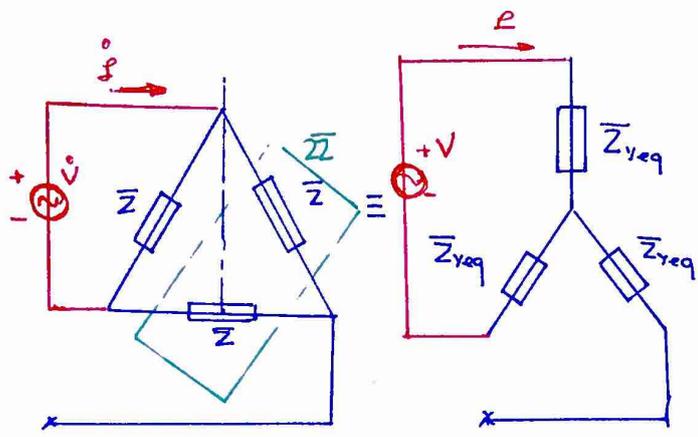
$$\Rightarrow \bar{Z}_{L_1+R_1} = 21,34 \angle 62,05^\circ$$

$$\bar{Z}_{R_2+C_2} = 5 - j \frac{1}{377 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \bar{Z}_{R_2+C_2} = 5,17 \angle -14,85^\circ$$

$$\bar{Z}_{C_1} = -j \frac{1}{377 \cdot 1} = -j 2,65 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \bar{Z}_{C_1} = 2,65 \angle -90^\circ$$



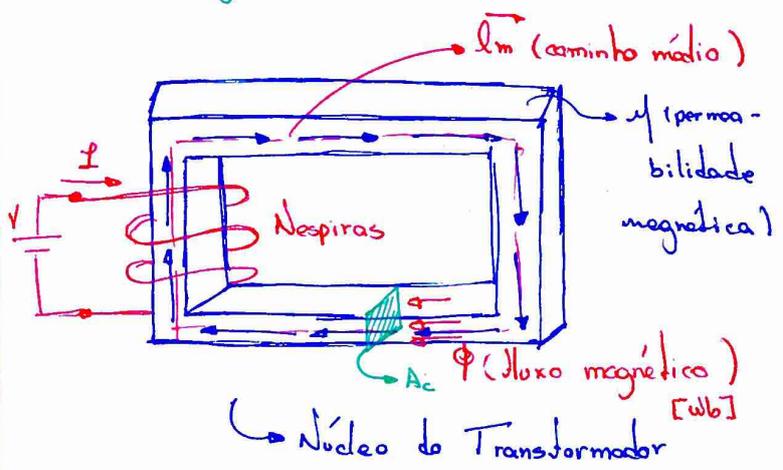
Na ligação Δ : $\frac{V}{I} = \frac{\bar{Z} \cdot (2\bar{Z})}{\bar{Z} + 2\bar{Z}}$ (1)

Na ligação Y : $\frac{V}{I} = 2\bar{Z}_{yeq}$ (2)

Como os circuitos são equivalentes, então (1) = (2):

$$\frac{2\bar{Z}^2}{3\bar{Z}} = 2\bar{Z}_{yeq} \Leftrightarrow \bar{Z}_{yeq} = \frac{\bar{Z}}{3}$$

Circuitos Magnéticos:



De Física 3, já sabemos:

$$\phi = |\vec{B}| \cdot A_c$$

$$NI = \frac{l_m}{\mu A_c} \cdot \phi = F_{mm}$$

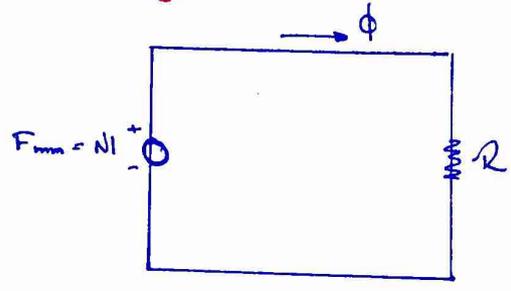
F_{mm} := força magnética motriz

$|\vec{B}|$:= densidade de fluxo magnético \rightarrow Tesla [T]

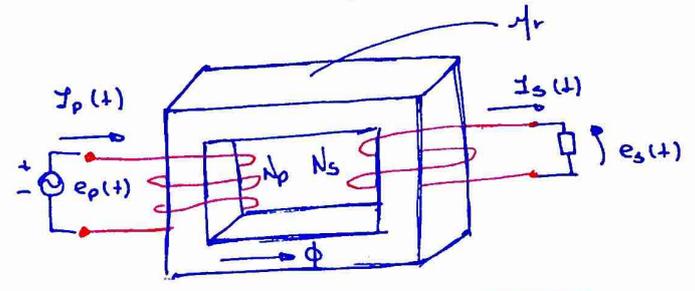
Relacionando Circuitos:

A ideia será, a partir da Fmm produzir um

Fluxo magnético.



No transformador ideal:



Primário Secundário

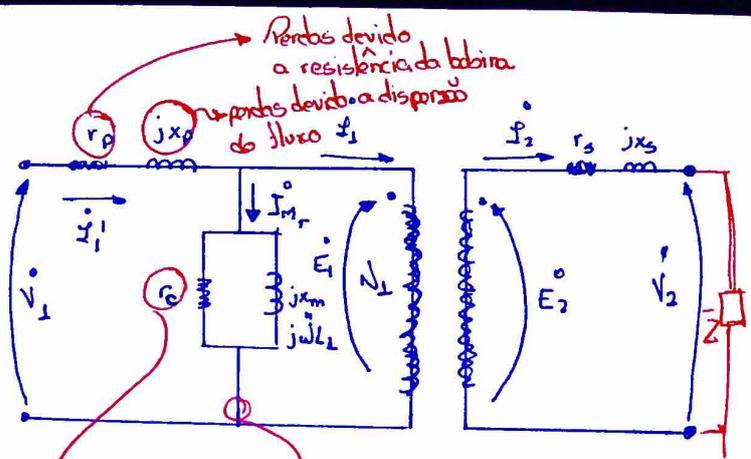
$$\frac{e_p(t)}{e_s(t)} = \frac{N_p}{N_s} = a \rightarrow \text{Relação de Transformação}$$

$$\frac{i_p}{i_s} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{1}{a} \rightarrow \text{Deve respeitar a conservação de energia no circuito.}$$

No transformador real:

- \rightarrow Bobina: material geralmente é de cobre $\Rightarrow P \neq 0$ (resistividade)
- \rightarrow Histerese: perdas energéticas devido ao não alinhamento/re-alinhamento do domínio magnético por completo.
- \rightarrow Correntes Parasitas: variação do fluxo gera no interior do núcleo correntes que ficam girando.

Assim, podemos modelar o transformador ideal da seguinte forma:



Perdas devido a resistência da bobina
 → perdas devido a dispersão do fluxo ϕ_1

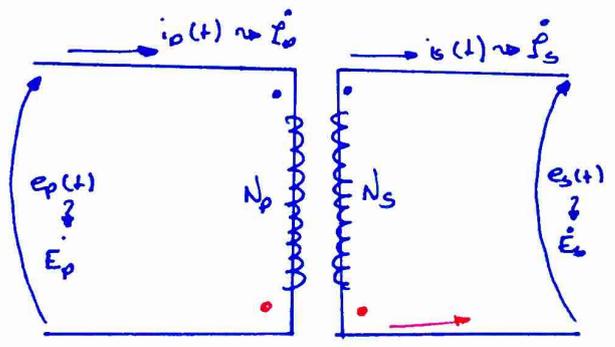
perdas devido a histerese e corrente parasita

Em paralelo, pois, ocorre depois da atuação (ou durante) de \dot{E}_1 .

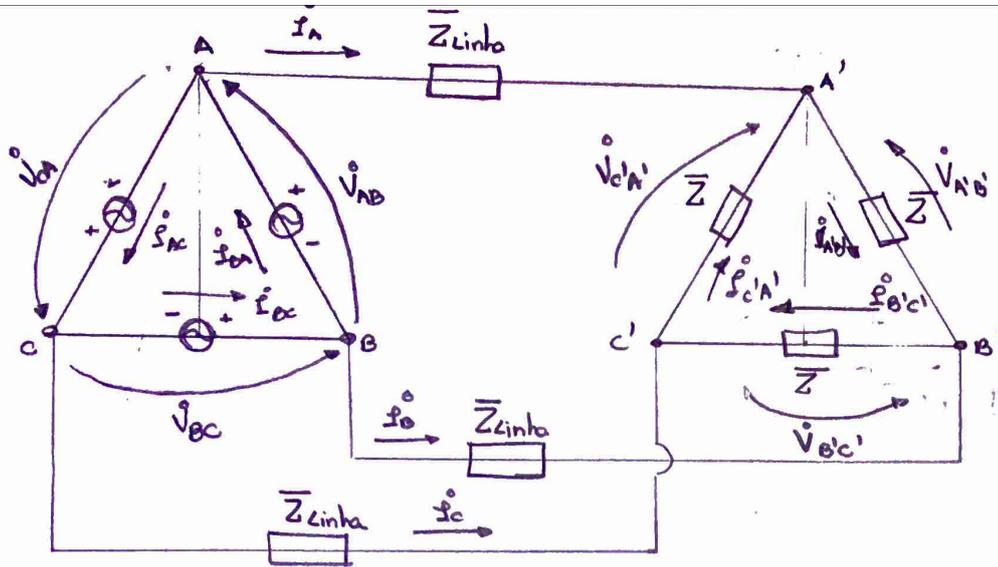
$$I_1' = I_1 + I_{MT}$$

Consideremos todas as perdas possíveis possíveis para obter \dot{E}_1 . Então aplicamos o conceito de transformador ideal para obter \dot{E}_2 . Por fim, consideramos as perdas na secundária e obtemos o valor de \dot{V}_2 .

O modelo do transformador ideal é:



Se as bobinas em P e S estão enroladas no mesmo sentido fica como no desenho. Já se estão enroladas de maneiras opostas devemos inverter o sentido de i_s e e_s .



Dados: $V_L = 220V$
 $\bar{Z} = 3 + j4 \Omega$
 $\bar{Z}_{Linha} = 0,2 + j0,15 \Omega$

$$i_A + i_{AC} - i_{BA} = 0$$

$$\Rightarrow i_A = i_{BA} - i_{AC}$$

- a) Tensões de fase e de linha nos terminais do gerador
- b) As correntes na linha e nas bases do gerador.
- c) Corrente de fase na carga.
- d) Tensão de fase na carga.
- e) A potência complexa total absorvida pela carga.

$$i_{A'} + i_{C'A'} = i_{A'B'}$$

$$i_A = i_{A'B'} - i_{C'A'}$$

$$i_{BA} = i_A + i_{AC}$$

$$i_{BA} = i_{A'B'} - i_{C'A'} + i_{AC}$$

$$i_A = i_{BA} - i_{AC}$$

Solução:

a) Na ligação tipo Δ temos que as tensões de fase e de linha são iguais.

Vamos arbitrar que $\dot{V}_{AB} = 220 \angle 0^\circ (V)$ daí,

$$\dot{V}_{BC} = \alpha^2 \dot{V}_{AB} = 1 \angle -120^\circ \cdot 220 \angle 0^\circ = 220 \angle -120^\circ (V)$$

$$\dot{V}_{CA} = \alpha \dot{V}_{AB} = 1 \angle 120^\circ \cdot 220 \angle 0^\circ = 220 \angle 120^\circ (V)$$

b) Devemos transformar a ligação Δ em uma ligação Y equivalente.

Calculando as tensões de fase:

$$\dot{V}_{AB} = \sqrt{3} \angle 30^\circ \dot{V}_{AN} \Rightarrow \dot{V}_{AN} = \frac{220 \angle 0^\circ}{\sqrt{3} \angle 30^\circ} \Rightarrow \dot{V}_{AN} = 127 \angle -30^\circ (V)$$

$$\dot{V}_{BN} = \alpha^2 \dot{V}_{AN} = 1 \angle 120^\circ \cdot 127 \angle -30^\circ = 127 \angle -150^\circ (V)$$

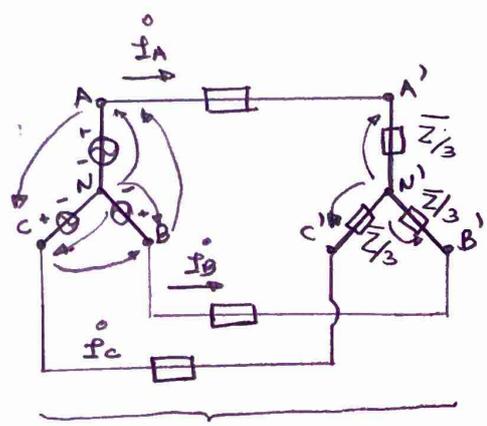
$$\dot{V}_{CN} = \alpha \dot{V}_{AN} = 1 \angle 120^\circ \cdot 127 \angle -30^\circ = 127 \angle 90^\circ (V)$$

Calculo das correntes de linha:

$$\dot{V}_{AN} = (\bar{Z}_B + \bar{Z}_{Linha}) \cdot \dot{I}_A = 1,75 \angle 52,36^\circ \dot{I}_A \Rightarrow \dot{I}_A = 66,57 \angle -81^\circ (A)$$

$$\dot{I}_B = \alpha^2 \dot{I}_A = 1 \angle -120^\circ \cdot 66,57 \angle -81^\circ = 66,57 \angle -159^\circ (A)$$

$$\dot{I}_C = \alpha \dot{I}_A = 1 \angle 120^\circ \cdot 66,57 \angle -81^\circ = 66,57 \angle 39^\circ (A)$$



Na ligação em Y as correntes de linha são iguais as correntes de fase!

Na ligação Δ as correntes de fase são:

$$\dot{I}_A = \sqrt{3} \angle -30^\circ \cdot \dot{I}_{BA} \Rightarrow \dot{I}_{BA} = \frac{66,57 \angle -81^\circ}{\sqrt{3} \angle -20^\circ} = 38,43 \angle 51^\circ \text{ (A)}$$

$$\dot{I}_{BC} = \alpha^2 \dot{I}_{BA} = 1 \angle -120^\circ \cdot 38,43 \angle 51^\circ = 38,43 \angle -171^\circ \text{ (A)}$$

$$\dot{I}_{AC} = \alpha \dot{I}_{BA} = 1 \angle 120^\circ \cdot 38,43 \angle 51^\circ = 38,43 \angle 69^\circ \text{ (A)}$$

c) $\dot{I}_{A'B'} = \dot{I}_{BA} = 38,43 \angle -51^\circ \text{ (A)}$

$$\dot{I}_{B'C'} = \dot{I}_{BC} = 38,43 \angle -171^\circ \text{ (A)}$$

$$\dot{I}_{C'A'} = \dot{I}_{AC} = 38,43 \angle 69^\circ \text{ (A)}$$

d) $\dot{V}_{A'B'} = \bar{Z} \cdot \dot{I}_{A'B'} = (3 + j4) \cdot 38,43 \angle -51^\circ = 192,15 \angle 2,13^\circ \text{ (V)}$

$$\dot{V}_{B'C'} = \alpha^2 \cdot \dot{V}_{A'B'} = 192,15 \angle -117,87^\circ \text{ (V)}$$

$$\dot{V}_{C'A'} = \alpha \cdot \dot{V}_{A'B'} = 192,15 \angle 122,13^\circ \text{ (V)}$$

e) $\overline{S}_{\text{carga}}^A = \dot{V}_{A'B'} \cdot \dot{I}_{A'B'}^* = 192,15 \angle 2,13^\circ \cdot 38,43 \angle -51^\circ = 7384,32 \angle 53,13^\circ \text{ (VA)}$

$$\overline{S}_{\text{carga}}^A = \overline{S}_{\text{carga}}^B = \overline{S}_{\text{carga}}^C = \overline{S}_{\text{carga}} = 3 \cdot \overline{S}_{\text{carga}}^A = 22152,96 \angle 53,13^\circ \text{ (VA)}$$