Circuitos trifásicos - Aula 1#3

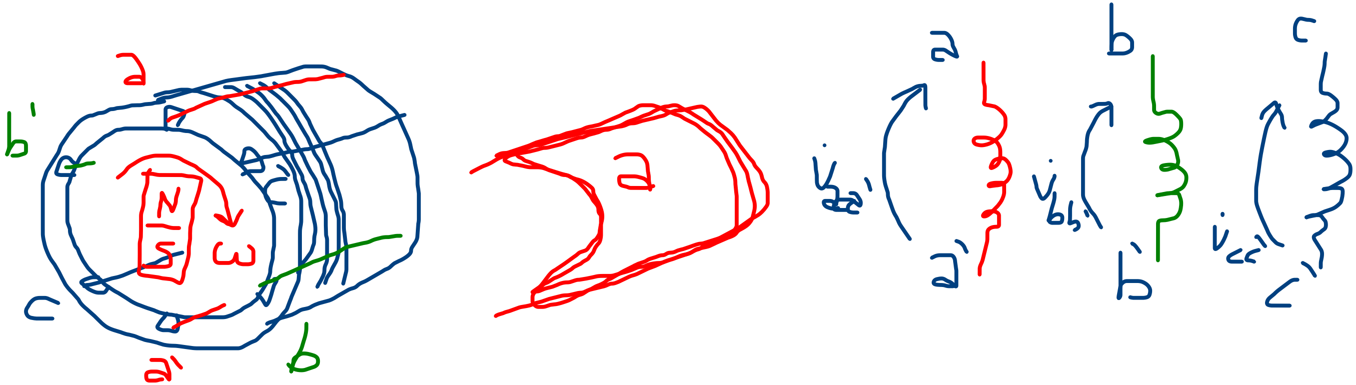
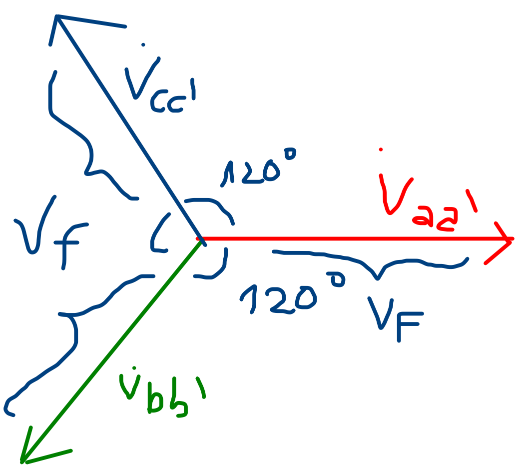


Diagrama de fasores

Como as bobinas estão defasadas fisicamente 120o, as tensões geradas também estarã defasadas em 120o



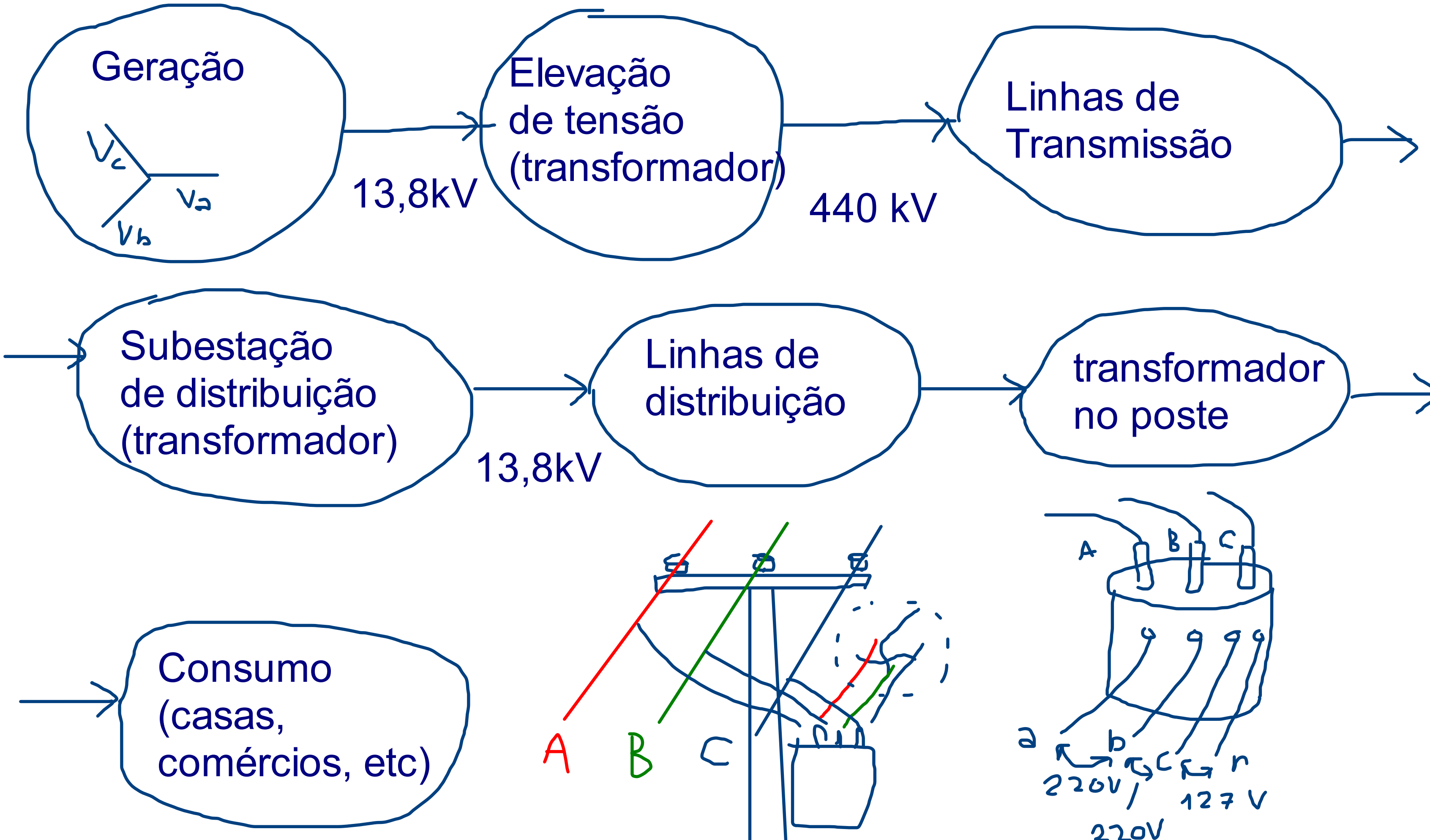
$$|\dot V_{aa'}| = |\dot V_{bb'}| = |\dot V_{cc'}|$$

$$\dot V_{aa'} = |\dot V_F| \angle 0^\circ \ V$$ ← referência

$$\dot V_{bb'} = |\dot V_F| \angle -120^\circ \ V$$

$$\dot V_{cc'} = |\dot V_F| \angle +120^\circ \ V$$

Rede elétrica brasileira



De maneira geral:

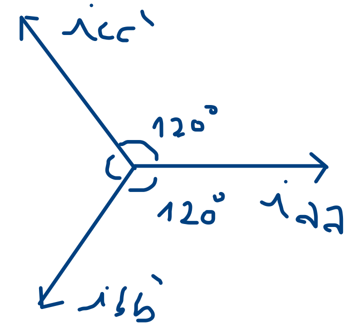
Fonte trifásica → Linha → Carga trifásica

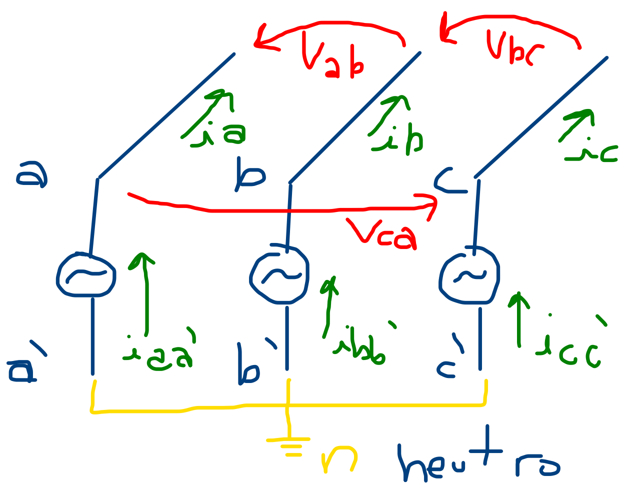
Fonte trifásica

$V_{aa'}(t) = V_{max}\cos(\omega t + \theta_{aa'})$ ← eu escolho

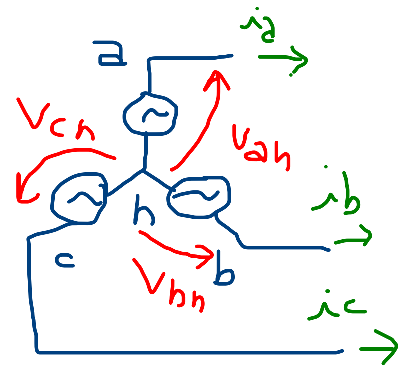
$V_{bb'}(t) = V_{max}\cos(\omega t - 120^{0} + \theta_{aa'})$

$V_{cc'}(t) = V_{max}\cos(\omega t + 120^{0} + \theta_{aa'})$





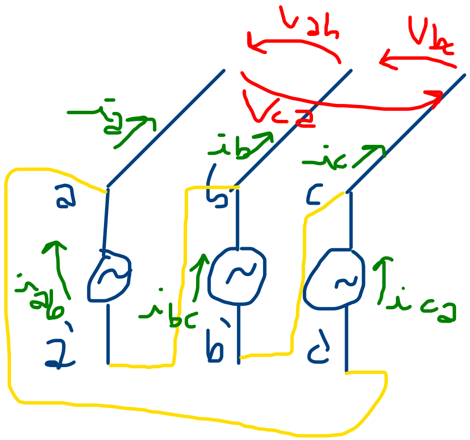
Ligação em estrela



$i_{aa'} + i_{bb'} + i_{cc'} = i_n$

in=0 se iaa', ibb' e icc' tiverem mesmo módulo e estiverem defasados em 120o

Outra forma de conectar as fontes

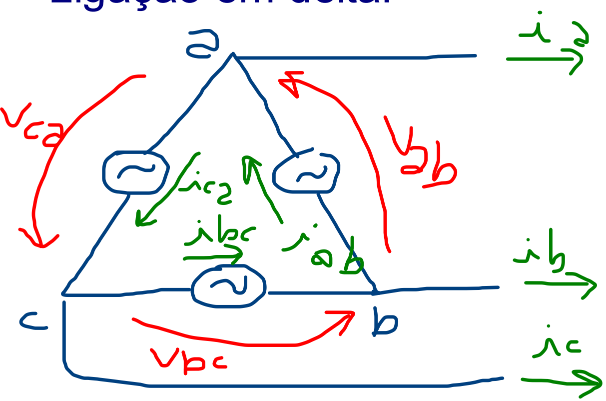


Vaa'=Vab, Vbb'=Vbc, Vcc'=Vca

Ia=Iab-Ica, Ib=Ibc-Iab, Ic=Ica-Ibc

Ia+Ib+Ic=0

Ligação em delta:



Nomear as tensões e correntes:

1) Tensão de fase: Tensão sobre a fonte Vaa',Vbb',Vcc'

ex: Estrela: Van, Vbn, Vcn

Delta: Vab, Vbc, Vca

2) Tensão de linha: Diferença entre 2 fases

ex: Estrela: Vab, Vbc, Vca

Delta: Vab, Vbc, Vca

OBS: No delta tensão de linha=tensão de fase

3) Corrente de fase: corrente que passa pela fonte
Ex: Estrela Ia, Ib,Ic
Delta: Iab, Ibc, Ica
4) Corrente de linha: corrente que passa na linha
Ex: Estrela: Ia, Ib, Ic
Delta: Ia, Ib, Ic
OBS: Na ligação estrela corrente de fase=corrente de linha

Equilíbrio e Simetria: Tensões e correntes

Se as 3 tensões ou correntes tem o mesmo módulo, o trifásico é equilibrado
Se as 3 tensões ou correntes tem diferença de 120o entre si, o trifásico é simétrico

$$V_{an} = V_F \angle \theta_{an}$$
$$V_{bn} = V_F \angle \theta_{an} - 120^\circ$$
$$V_{cn} = V_F \angle \theta_{an} + 120^\circ$$

Tensões de fase
trifásicas equilibradas e simétricas

$$V_{ab} = V_L \angle \theta_{ab}$$
$$V_{bc} = V_L \angle \theta_{ab} - 120^\circ$$
$$V_{ca} = V_L \angle \theta_{ab} + 120^\circ$$

Tensões de linha

$$I_a = I_F \angle \delta_a$$
$$I_b = I_F \angle \delta_a - 120^\circ$$
$$I_c = I_F \angle \delta_a + 120^\circ$$

estrela

$$I_{ab} = I_F \angle \delta_{ab}$$
$$I_{bc} = I_F \angle \delta_{ab} - 120^\circ$$
$$I_{ca} = I_F \angle \delta_{ab} + 120^\circ$$

delta

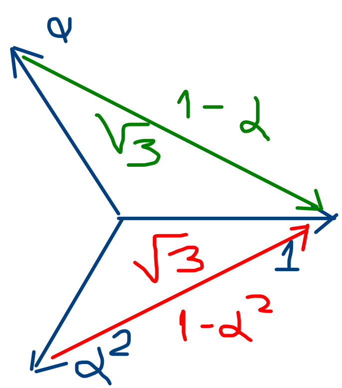
Correntes de fase

$$I_a = I_F \angle \delta_a$$
$$I_b = I_F \angle \delta_a - 120^\circ$$
$$I_c = I_F \angle \delta_a + 120^\circ$$

Correntes de linha (estrela ou delta)

Operador alfa α

$$\alpha = 1 \angle 120^\circ$$
$$\alpha^2 = 1 \angle -120^\circ$$
$$\alpha^3 = 1 \angle 0^\circ$$
$$1 + \alpha + \alpha^2 = 0$$

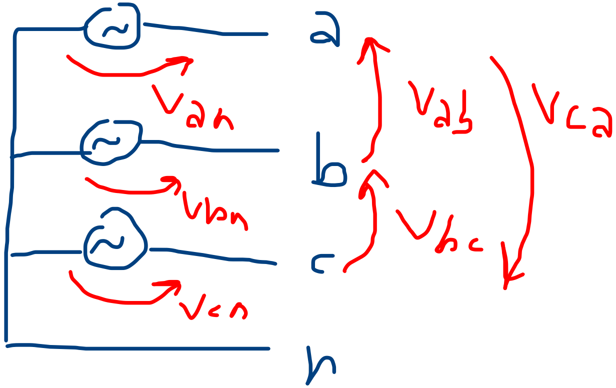


$$1 - \alpha^2 = 1 - (1 \angle 120^\circ) = \sqrt{3} \angle 30^\circ$$

$$1 - \alpha = \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

Relação entre valores de fase e valores de linha

Na estrela, pela 2a Lei de Kirchhoff



Van-Vab-Vbn=0
Vab=Van-Vbn
Vbc=Vbn-Vcn
Vca=Vcn-Van

$$V_{an} = V_f \angle \theta_{an}$$
$$V_{bn} = V_f \angle \theta_{an} - 120^\circ \qquad V_{bn} = V_{an}\,\alpha^2$$
$$V_{cn} = V_f \angle \theta_{an} + 120^\circ \qquad V_{cn} = V_{an}\,\alpha$$

$$V_{ab} = V_{an} - V_{an}\,\alpha^2 = V_{an}(1-\alpha^2) = \sqrt{3}\,\angle 30^\circ\, V_{an}$$

No delta, tensão de fase = tensão de linha

Relação entre correntes de fase e correntes de linha

Estrela: Corrente de fase = corrente de linha

Delta: Aplica-se 1a Lei de Kirchhoff
Ia=Iab-Ica

$$I_a = I_{ab} - I_{ab}\alpha = I_{ab}(1-\alpha) = \sqrt{3}\angle{-30^\circ}\, I_{ab}$$

$$I_b = I_a \alpha^2$$

$$I_c = I_a \alpha$$