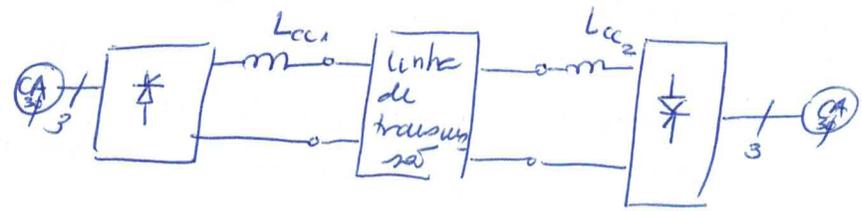
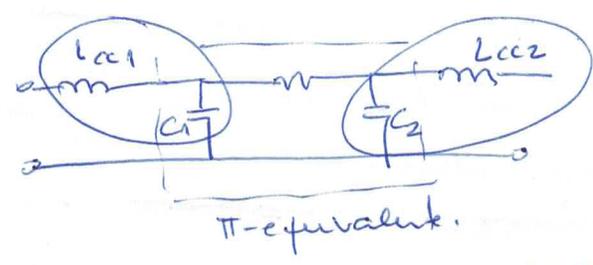


No que diz respeito à utilização dos modelos ~~em~~ em asteros com eles de corrente contínua, deve-se evitar a possibilidade de fenômenos de ressonância, em especial para os sistemas que usam X2T4 comensuráveis a tiristors.

Como nos comensuráveis são do tipo fonte de corrente, ~~então~~ eles ~~apresentam~~ são ~~representados~~ compostos por indutores em seus elos CC, vide figura abaixo:



Sendo assim, no modelo de linha utilizado todos do tipo π -equivalente, por exemplo, ~~há~~ há o risco de ocorrerem ressonâncias ^{paralelas} entre os elementos indutivos e ~~capacitores~~ capacitivos, conforme mostrado abaixo:



~~Sendo~~ Para isso, para que nos modelos sejam utilizados, deve-se ~~evitar~~ evitar a frequência de ressonância correspondente a alguma frequência característica. ~~Apesar~~ Apesar disso, que, por isso que seja um do CC, devido ao fenômeno de chaveamento dos comensuráveis, podem aparecer capacitâncias em frequências de ϕ no do CC.

Handwritten scribbles at the top left of the page.

② A máquina síncrona é ~~uma~~ um modelo de máquina CA em que a velocidade do rotor e a frequência tem uma relação fixa, ou seja, uma vez estabelecida com a rede. Essa propriedade é ~~de uma~~ ^{de uma} característica síncrona e ~~partida~~, dando origem ao seu nome.

A máquina síncrona pode ser representada pelo seguinte ~~esquema~~ ^{esquema}:

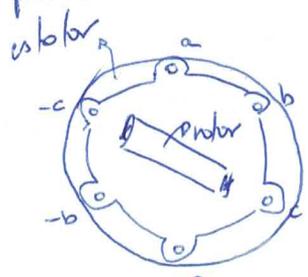


figura 2.1ª

Nessa ilustração é apresentada uma máquina trifásica, ou seja, com 3 ~~par~~ ^{par} de enrolamentos de fase de 120° formando as fases 'a', 'b' e 'c'. Além disso, há ~~dois~~ ^{dois} polos no rotor.

Nestas máquinas, o enrolamento de campo está associado ao rotor da máquina, enquanto o enrolamento de armadura está associado ao estator da máquina.

Vale ainda, destacar que o número de pares de enrolamentos depende do número de polos no rotor, tal que: o número de pares de enrolamentos é a metade do número de polos. Ou seja, para uma máquina trifásica com dois polos no rotor, é necessário apenas um par de enrolamentos por fase no estator, vide figura 2.1 mostrada acima.

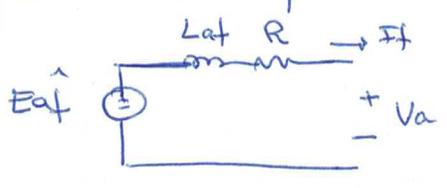
Com relação à operação da máquina, esta pode operar como motor ou como gerador, a depender do fluxo entrelaçado no rotor e no estator, tal que:

- se o fluxo no estator estiver adiantado do rotor, a máquina está operando como gerador
- se o fluxo no estator estiver atrasado com relação ao do rotor, a máquina opera como motor.

sendo assim, a relação entre fluxos do estator e do rotor é que determina o modo de operação das máquinas.

A máquina síncrona pode, ainda, ser de dois tipos: polos lisos ou polos salientes.

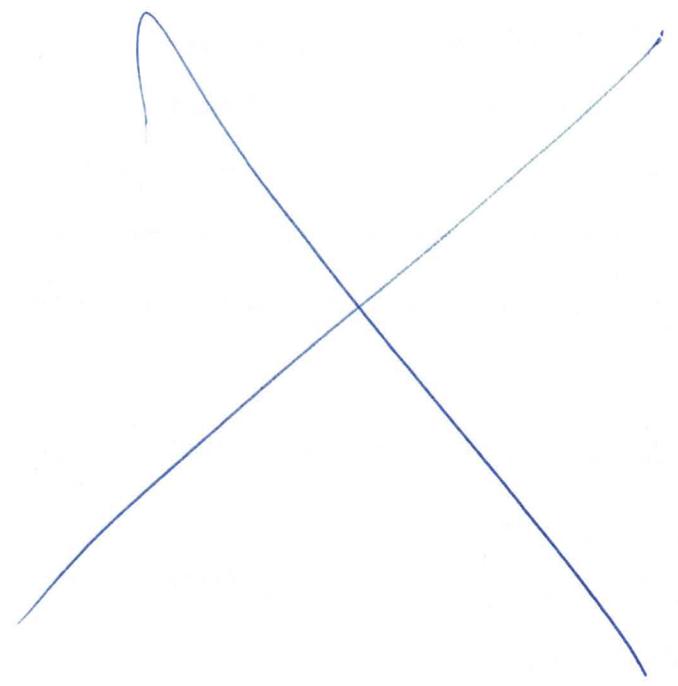
O circuito equivalente da máquina síncrona pode ser representado pelo circuito equivalente abaixo:



Tal que E_{af} é a tensão de excitação da máquina; R representa as perdas; V_a e I_f são as tensões e correntes que a máquina "produz", ou seja, consumida ou entregue ao sistema; e L_{af} é a indutância entre a qual representa as perdas por dispersão.

Portanto, as relações principais que regem as máquinas síncronas são:

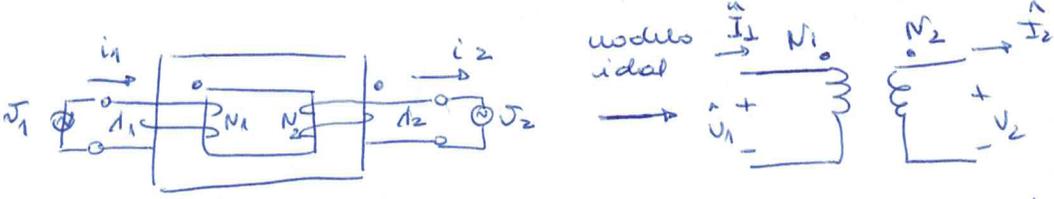
- $E_{af} = \frac{\omega_e L_{af} I_f}{\sqrt{2}}$, onde ω_e é a velocidade elétrica de rotação da máquina, também dada por $\omega_e = 2\pi f_e$.
- $\omega_e = \left(\frac{p}{2}\right) \omega_m$, em que p é o número de polos do rotor e ω_m é a velocidade de rotação mecânica. Dessa relação observa-se a propriedade de sincronismo entre ω_e e ω_m das máquinas síncronas.



[Handwritten signature]

3) Os transformadores são equipamentos ~~em~~ amplamente utilizados em sistemas elétricos, pois permitem a conexão de terminais com diferentes tensões e garantindo o isolamento elétrico entre eles. A depender da relação de espiras, eles podem ser do tipo "abaixadores de tensão" ou "elevadores de tensão".

Um modelo básico simplificado de um transformador é apresentado na figura abaixo:



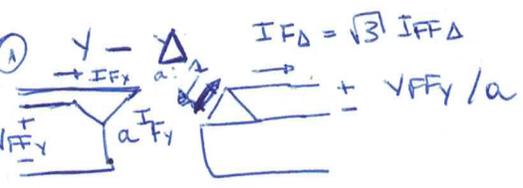
tal que ele é formado por duas bobinas (dois enrolamentos) ~~enrolados~~ ^{enrolados} no seu entreferro. Vale ressaltar que ~~o~~ transformador pode ter mais de dois enrolamentos também, sem perda de generalidade das ~~as~~ ^{as} expressões apresentadas a seguir.

As relações entre as grandezas elétricas para os transformadores ~~de dois~~ ^{de dois} são dadas por:

$$\left| \begin{matrix} V_1 = I_2 = \frac{N_1}{N_2} = a \\ V_2 = I_1 = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a} \end{matrix} \right|$$

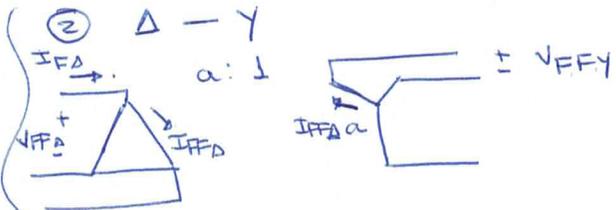
em que "a" ~~é~~ ^é definido como a relação entre as espiras do primário (1) e do secundário (2) do transformador.

Os transformadores podem ser conectados em diferentes configurações em seus terminais, podendo assumir as seguintes combinações:



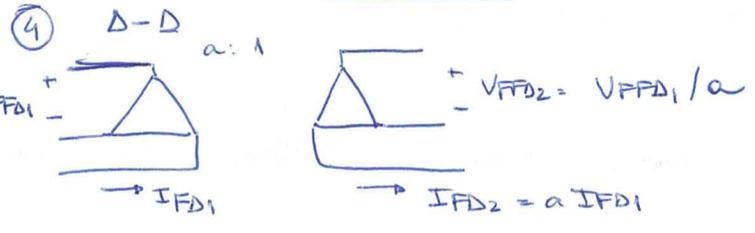
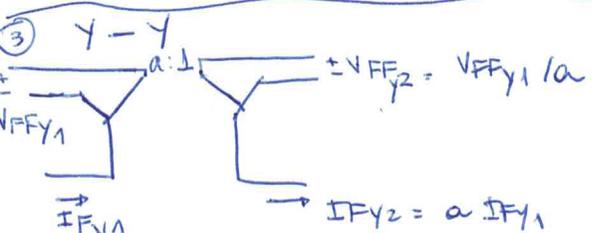
$$I_{FF\Delta} = a I_{FY} = I_{FY} / \sqrt{3}$$

$$V_{FF\Delta} = V_{FFY} / a = V_{FD}$$



$$I_{FY} = (I_{FF\Delta}) a = a I_{FF\Delta} / \sqrt{3}$$

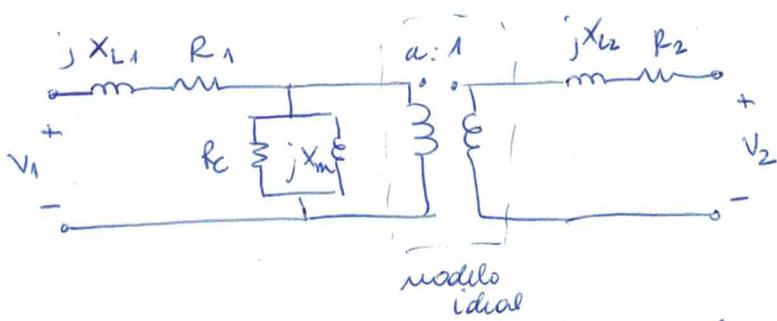
$$V_{FFY} = V_{FF\Delta} / a = V_{FY} \sqrt{3}$$



Os trans formadores

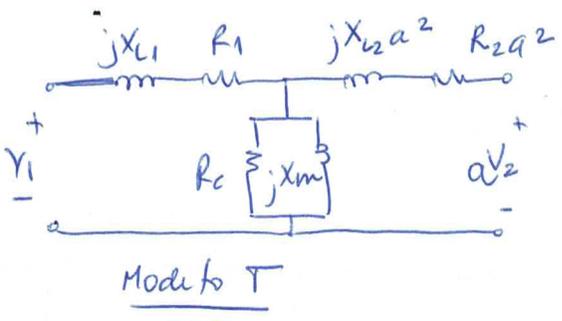
O modelo completo considerando as perdas ~~de~~ em ambos os enrolamentos e no núcleo é dado por:

X2T4



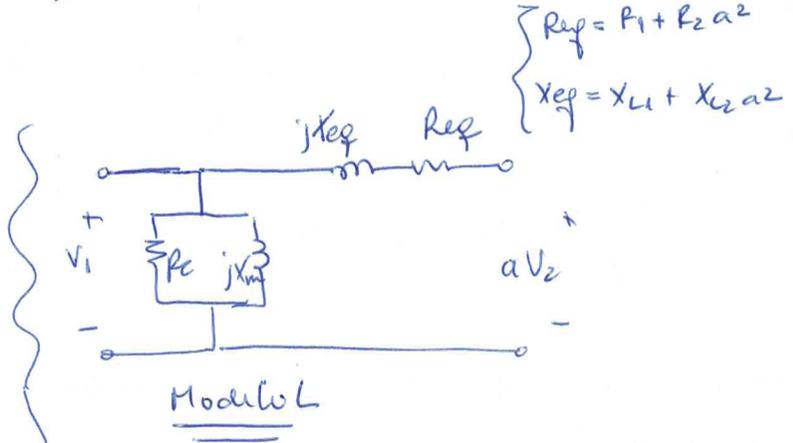
onde $jX_{L1,2}$ são as impedâncias de dispersão; $R_{1,2}$ são as perdas nos enrolamentos; R_c é a perda no núcleo e jX_m é a impedância de magnetização.

No entanto, esse modelo pode ser simplificado para os modelos "T" e "L", tal que:



Modelo T

* obtido através da reflexão de impedâncias do secundário para o primário

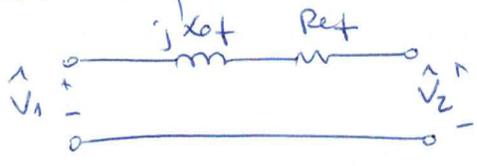


Modelo L

* obtido a partir do modelo "T", mas desprezando a queda de tensão ou $I_1^2 R_1$ da das perdas no primário.

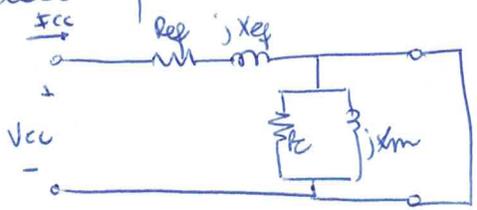
$$\begin{cases} R_{eq} = R_1 + R_2 a^2 \\ X_{eq} = X_{L1} + X_{L2} a^2 \end{cases}$$

Por fim, é possível ainda utilizar um modelo mais simplificado, desprezando as perdas no núcleo, tal que:



Vale ressaltar que caso os parâmetros do transformador sejam desconhecidos, eles podem ser obtidos a partir de dois ensaios:

o ensaio de auto-circuito: determina R_{eq} e X_{eq} . Nesse ensaio o secundário é auto-circuitado, tal que o modelo equivalente usado é dado por:



Nesse ensaio aplica-se uma tensão nos terminais do primário e mede-se I_{cc} e a P_{cc} .

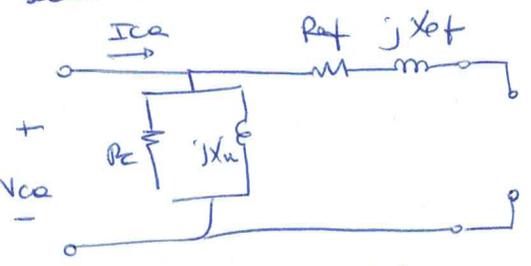
A partir desses valores, obtém-se:

$$\begin{cases} R_{eq} = R_{cc} = \frac{P_{cc}}{I_{cc}^2} \\ Z_{cc} = \frac{V_{cc}}{I_{cc}} \end{cases}$$

Por fim, X_{eq} é obtida a partir de: $Z_{cc}^2 = \sqrt{R_{cc}^2 + (jX_{eq})^2}$

JFA (continuação da questão 3)

• erro de circuito-aberto (ou aberto): feito para determinar as perdas no núcleo, corrente de excitação e eficiência do transformador. Nesse ensaio é utilizado o modelo equivalente mostrado abaixo, como se estivesse em circuito aberto:



Aqui é aplicada a tensão nominal do primário (V_{ca}), e são medidas I_{ca} e P_{ca} , tal que a impedância de circuito-aberto é dada por:

~~$$Z_{ca} = \frac{V_{ca}}{I_{ca}}$$~~

$$Z_{ca} = \frac{V_{ca}}{I_{ca}} \quad \text{e} \quad R_{ca} = \frac{V_{ca}^2}{P_{ca}}$$

Por fim, X_m é obtida a partir de $Z_{ca} = \frac{R_c + jX_m}{R_c + jX_m}$

Os três transformadores podem, ainda, ~~ser~~ assumir a configuração de auto transformador vide esquema abaixo:



Nesse esquema a potência que o transformador pode assumir é maior, no entanto o ~~terminal~~ terminal de baixa tensão ^(ab) tem que suportar o potencial total (ac)

Por fim, vale destacar que os três transformadores podem ser usados como equipamentos de instrumentação, no auxílio de medidas de tensão e corrente em circuitos elétricos. Nesse caso, os transformadores são chamados como "transformador de tensão" ou "transformador de corrente".

Resumindo, as aplicações para esses equipamentos são diversas, ~~por~~ sendo a mais comum o abastecimento ou a derivação de tensão, o isolamento elétrico entre dois pontos do sistema e, por fim, equipamento de medidas de tensão e corrente.

