

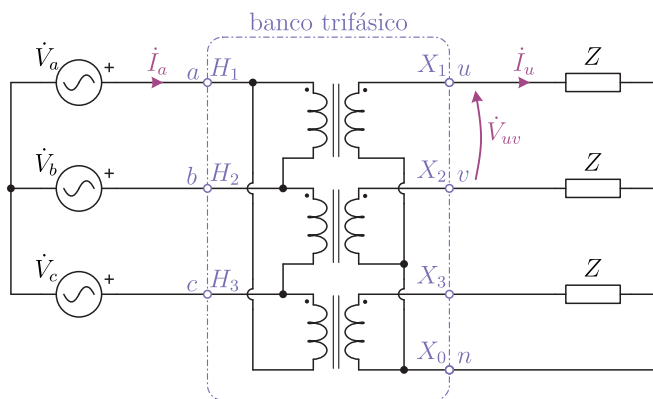
## Exercícios 05 (transformador) Conversão Eletromecânica de Energia I

**Questão 1:** Um banco trifásico composto por três transformadores monofásicos idênticos e com relação de transformação 20 cria uma rede secundária trifásica e equilibrada a partir de uma rede primária também trifásica e equilibrada de 15 kV de tensão de linha em sequência positiva. Para cada uma das possíveis configurações de ligações dos enrolamentos primários e secundários do banco ( $\Delta$ - $\Delta$ ,  $\Delta$ -Y, Y- $\Delta$  e Y-Y):

- Desenhe as ligações entre os transformadores;
- Calcule a tensão de linha da rede secundária;
- Calcule a defasagem das tensões de linha da rede secundária com relação às tensões de linha da rede primária;
- Calcule as amplitudes das correntes e tensões dos enrolamentos primários e secundários dos transformadores monofásicos;
- Desenhe diagramas fasoriais relacionando as tensões da rede primária e secundária.

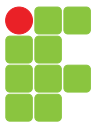
Considere para os quatro casos que a carga trifásica consome 300 kVA a um fator de potência de 0.95 indutivo.

**Questão 2:** Um banco trifásico composto por três transformadores monofásicos idênticos e ideais, com relação de transformação de 5, conecta uma rede trifásica primária equilibrada a uma carga também trifásica e balanceada, conforme figura abaixo. A rede primária é formada por três fontes cujos fasores tensão são:  $\dot{V}_a = 99\angle 0^\circ$  kV,  $\dot{V}_b = 99\angle -120^\circ$  kV e  $\dot{V}_c = 99\angle 120^\circ$  kV e a carga por três impedâncias  $Z = (56 + j33) \Omega$ .

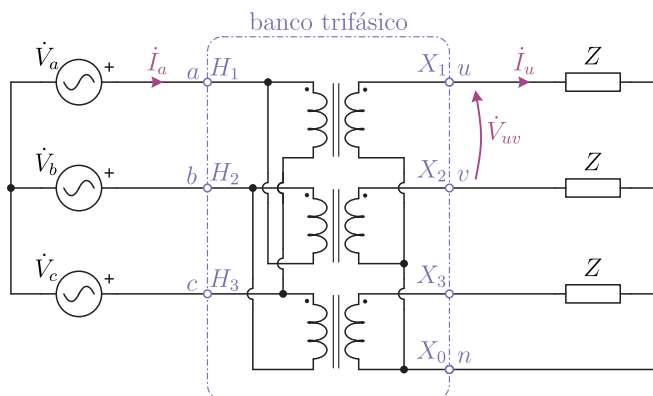


Calcule e responda:

- O fasor  $\dot{V}_{uv}$  da tensão de linha da rede secundária;
- O fasor  $\dot{I}_u$  da corrente de linha da rede secundária;
- O fasor  $\dot{I}_a$  da corrente de linha da rede primária;
- Desenhe diagramas fasoriais relacionando as tensões da rede primária e secundária;
- A potência ativa total consumida pelas cargas;
- A potência aparente processada por cada transformador.

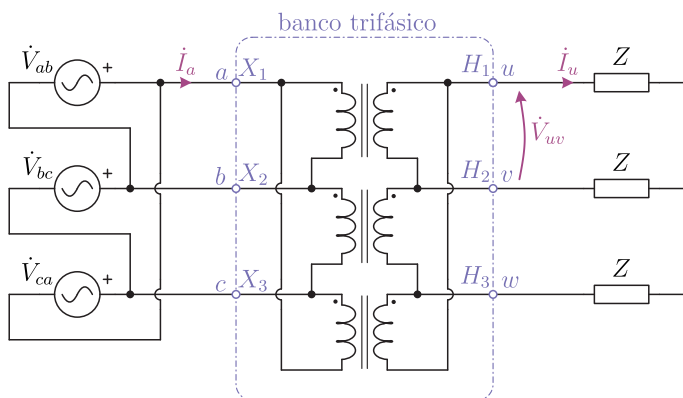


**Questão 3:** Refaça a questão 2 considerando a ligação do primário conforme figura abaixo. Compare esses resultados com os obtidos na questão 2 e identifique as diferenças entre as duas configurações.



**Questão 4:** Ambos os transformadores das questões 2 e 3 possuem uma ligação  $\Delta$ -Y e apresentam os mesmos níveis de tensão, diferindo apenas na defasagem entre a rede primária e secundária. Diz-se então que eles constituem diferentes grupos vetoriais (ou ainda, índices horários). O primeiro é denominado Dyn11 enquanto o segundo é denominado Dyn1. O que representa cada letra e número dessa simbologia de denominação das ligações do transformador trifásico?

**Questão 5:** Um banco trifásico composto por três transformadores monofásicos idênticos e ideais, com relações de transformação de 0.19565 e potências nominais de 25 MVA, conecta uma rede trifásica primária equilibrada a uma carga também trifásica e equilibrada conforme figura abaixo. A rede primária é formada por três fontes cujos fasores tensão são:  $\dot{V}_{ab} = 27 \angle 0^\circ$  kV,  $\dot{V}_{bc} = 27 \angle -120^\circ$  kV e  $\dot{V}_{ca} = 27 \angle 120^\circ$  kV e a carga por três impedâncias  $Z = (1.2 + j0.4)$  k $\Omega$ .



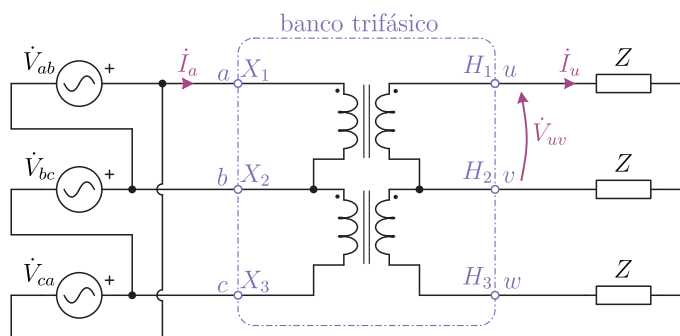
Calcule e responda:

- O fasor  $\dot{V}_{uv}$  da tensão de linha da rede secundária;
- O fasor  $\dot{I}_u$  da corrente de linha da rede secundária;
- O fasor  $\dot{I}_a$  da corrente de linha da rede primária;
- Desenhe diagramas fasoriais relacionando as tensões da rede primária e secundária;
- A potência ativa total consumida pelas cargas;

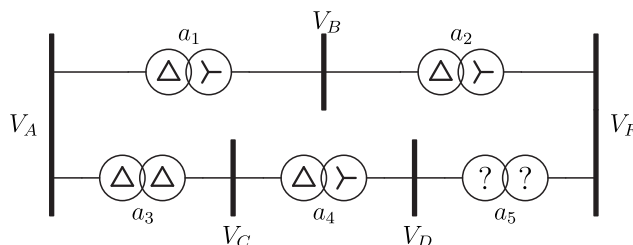


- f) A potência aparente processada por cada transformador;
- g) A potência ativa processada por cada transformador;
- h) A potência reativa processada por cada transformador;
- i) Os transformadores operam em sobrecarga?

**Questão 6:** Refaça a questão 5, porém, agora na configuração delta aberto, conforme figura abaixo. Compare os valores obtidos para potências ativa e reativa processada nessa configuração com relação às obtidas na questão 5. Analise e justifique as relações de incrementos encontrados.



**Questão 7:** A figura abaixo apresenta o diagrama unifilar de uma rede elétrica trifásica composta por 5 barras com diferentes níveis de tensão, interconectadas por 5 transformadores trifásicos. Sabendo que  $V_A = 138 \text{ kV}$ ,  $V_B = 66 \text{ kV}$ ,  $V_F = 13.8 \text{ kV}$  e  $V_C = 53 \text{ kV}$ , que  $a_4 = 6$  e que os transformadores estão conectados conforme desenho (todos os transformadores  $\Delta$ -Y na ligação Dy11), responda:



- a) Quais as relações ( $N_p/N_s$ ) de transformação  $a_1$ ,  $a_2$  e  $a_3$ ;
- b) Qual a tensão da barra D;
- c) Qual a relação de transformação e a ligação do transformador 5 para que a barra F não esteja em curto-circuito?

**Questão 8:** Em laboratório, utilize três transformadores monofásicos para montar um banco trifásico nas configurações  $\Delta$ - $\Delta$ ,  $\Delta$ -Y, Y- $\Delta$  e Y-Y. Alimente o banco com uma rede primária de tensões equilibradas de amplitude tal que as tensões de linha da rede secundária sejam de 60 V.

Meça as tensões da rede primária e da secundária. Meça ainda as tensões do primário e secundário de um dos transformadores monofásicos.

Organize as medidas obtidas em uma tabela e compare os valores obtidos nas diferentes configurações.

Explique como nas diferentes configurações, a partir dos mesmos transformadores monofásicos, consegue-se diferentes relações entre as tensões da rede primária e secundária.



**Questão 9:** Em laboratório, utilize três transformadores monofásicos para montar um banco trifásico na configuração  $\Delta$ - $\Delta$ . Alimente uma carga trifásica balanceada com a rede gerada pelo banco e meça:

- a) as tensões de linha da secundária;
- b) as correntes no secundário de um dos transformadores monofásicos;
- c) uma das correntes de linha carga;
- d) as potências aparente, ativa e reativa de um dos transformadores monofásicos.

Desconecte um dos transformadores do banco e refaça as medições. Compare os resultados e justifique suas diferenças entre a configuração  $\Delta$ - $\Delta$  e V-V.