



1ª Questão – A Figura 1 apresenta um barramento infinito, cuja tensão é 220 kV, que alimenta uma rede constituída pelas linhas 1-2 e 2-3, além do transformador T. Sabe-se que:

Tabela 1 - Impedâncias série das linhas, em pu, nas bases 220 kV e 100 MVA. As impedâncias em paralelo são desprezíveis.

Linha	Sequência direta	Sequência zero
1-2	0,20j	0,50j
2-3	0,30j	0,80j

Além disto, o transformador é constituído por três transformadores monofásicos de 127 kV, 88 kV, 20 MVA, $\bar{z} = 0,09j$ pu, com neutro **solidamente aterrado**. A carga da barra 4 é trifásica equilibrada constituída por **impedâncias constantes** ligadas em triângulo. Absorve $0 + 82,6j$ MVA, quando a tensão vale 80 kV.

Pede-se:

- Determinar os diagramas de sequência positiva, negativa e zero; (0,5 pt)
- A tensão em todas as barras do sistema; (1,0 pt)
- O gerador equivalente de Thévenin, visto pela barra 003, para as três sequências. (0,5 pt)

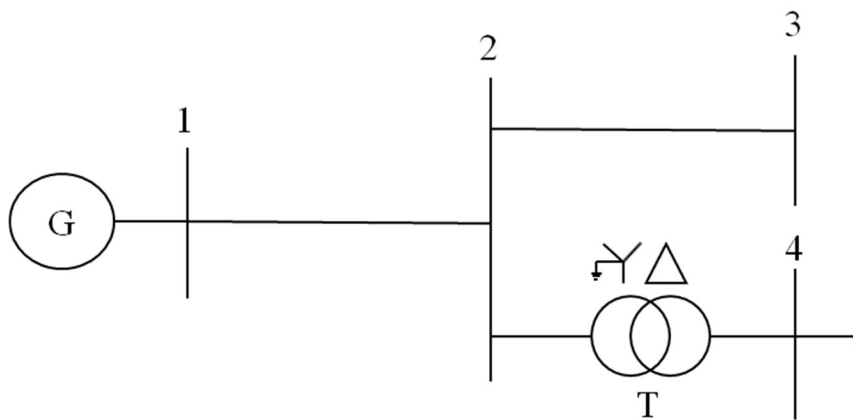


Figura 1

2ª Questão – Explique conceitualmente o algoritmo de resolução de **fluxo de potência** considerando-se redes de transmissão de energia elétrica plenamente equilibradas a partir do método de **Newton-Raphson** para um sistema de 2 barras (sendo uma delas a barra de **referência** e a outra, uma barra **PQ**). (1,0 pt)

Qual a diferença primordial entre este método e as suas versões **desacoplada** e **desacoplada rápida**? (0,5 pt)

Para que condições de rede a versão **desacoplada rápida** pode ser utilizada sem prejuízo para a obtenção do estado final da rede? (0,5 pt)



3ª Questão – Um sistema elétrico tem o diagrama unifilar apresentado na Figura 2. Os relés de fase são do tipo IAC52B101A e o de neutro é o IAC52B3A. O TC possui uma relação de transformação de 600:5.

- Calcular a **corrente nominal** do alimentador considerando que os transformadores operam a plena carga; (0,5 pt)
- Calcular a **corrente de ajuste do relé de fase 51**, levando-se em consideração a possibilidade de sobrecarga transitória de 50% no sistema; (0,5 pt)
- Calcular a **corrente de ajuste do relé de fase 50**, como sendo múltiplo da corrente de ajuste do relé de sobrecorrente 51. (0,5 pt)
- Calcular a **corrente de ajuste do relé de neutro IAC52B3A**, de modo a suportar um desequilíbrio de 30%, considerando que os *taps* disponíveis estão na faixa de [0,5A a 2A]. (0,5 pt)

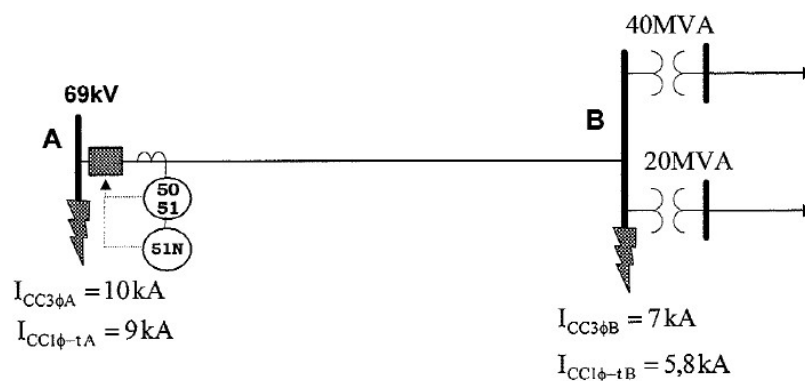


Figura 2

4ª Questão – Nos atuais Sistemas de Potência, é cada vez maior a inserção de fontes renováveis (alternativas) de energia conectadas via inversores de eletrônica de potência. Desta forma, há uma preocupação quanto à estabilidade desses sistemas com alta penetração desse tipo de fontes de geração. Em contrapartida, novas funcionalidades e novos controles estão sendo propostos/utilizados com o objetivo de minimizar o impacto dessas fontes.

Diante do exposto, pede-se:

- Explique como a alta penetração de fontes alternativas de energia pode impactar na estabilidade de sistemas de potência de grande porte; (1,0 pt)
- Explique como as fontes alternativas, baseadas em inversores, podem colaborar para melhorar a regulação de frequência do sistema de potência imediatamente após uma perturbação, em que parte da geração é cortada; (0,5 pt)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
COORDENAÇÃO DE CONCURSOS – CCONC
Edital 04/2023 – Professor Efetivo



c) Explique quais são e como funcionam os novos tipos de controles dessas fontes alternativas baseadas em inversores cujos objetivos é reduzir o impacto dessas fontes nos sistemas de potência. (0,5 pt)

5ª Questão – Sendo o transformador de uma subestação de distribuição conectado em **delta (primário, lado AT) / estrela (secundário, lado MT)**, indique as possibilidades de aterramento do neutro do lado MT desse transformador, bem como, apresente uma abordagem teórica sobre as características desses métodos de aterramento. (2,0 pt)