

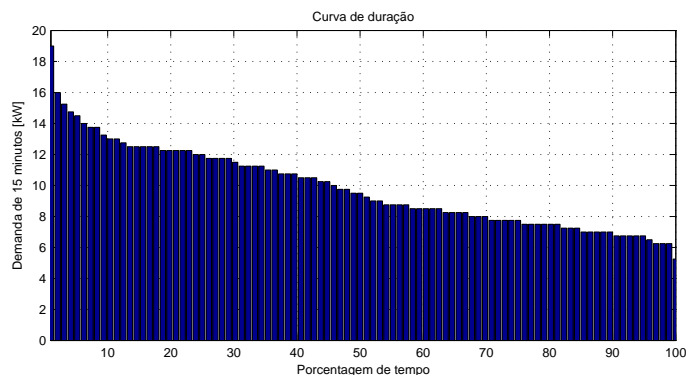
Explicitar todos os cálculos. Não será aceito o fornecimento dos resultados finais somente.

É obrigatória a inclusão das unidades das grandezas solicitadas na resposta final.

Questão 1

/1,0

- (a) (0,5) Explique o significado dos índices DEC (duração equivalente por consumidor) e FEC (frequência equivalente por consumidor), utilizados para avaliar a confiabilidade da operação de sistemas de distribuição.
- (b) (0,5) Considere a curva de duração mostrada a seguir, correspondente a um transformador que alimenta vários consumidores, obtida ao longo de 24 horas. Para uma demanda de 8 kW obtém-se no eixo horizontal um valor de 70%. Apresente uma interpretação para esses valores.



Questão 2

/1,5

Uma rede elétrica de grande porte é composta por 1500 barras e 2100 ramos, sendo 1300 barras de carga, 200 barras de geração, 1900 linhas de transmissão e 200 transformadores.

- (a) (0,5) Determine a dimensão da matriz admitância nodal Y , o número de elementos nulos, o número de elementos não nulos e o grau de esparsidade.
- (b) (0,5) Especifique o conjunto de equações de potências nodais necessárias para a obtenção de todas as tensões (módulo e ângulo de fase) desconhecidas da rede.
- (c) (0,5) Determine a dimensão da matriz Jacobiana do método de Newton.

Questão 3

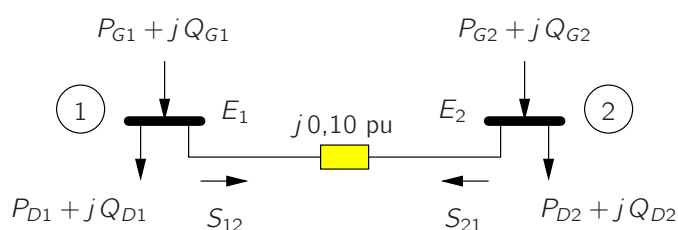
/1,5

- (a) (1,0) Explique a necessidade de se ter uma barra *slack* no cálculo de fluxo de carga.
- (b) (0,5) Descreva as bases sobre as quais foram desenvolvidos os métodos desacoplados, derivados do método de Newton, para o cálculo de fluxo de carga.

Questão 4

/2,0

Considere a rede mostrada a seguir.



A linha de transmissão que conecta as duas barras é modelada como uma reatância de 0,10 pu/fase. Há geradores síncronos em cada barra. As potências geradas indicadas na figura são medidas nos terminais de alta tensão dos transformadores elevadores. Em um dado instante as cargas valem $P_{D1} + jQ_{D1} = 5 + j3$ pu $P_{D2} + jQ_{D2} = 1 + j1$ pu. As tensões das duas barras são mantidas constantes e iguais a 1 pu. A potência ativa gerada pelo gerador da barra 1 é igual a 3 pu. Obtenha:

- (a) (0,5) P_{G2} .
- (b) (1,0) Q_{G1} e Q_{G2} .
- (c) (0,5) S_{12} e S_{21} .

Questão 5

/2,0

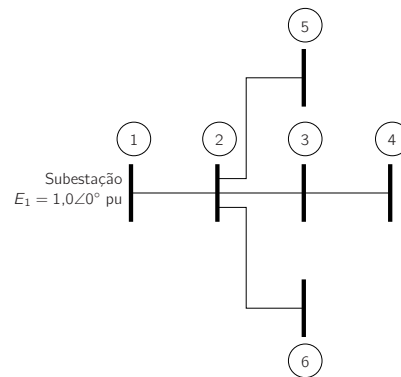
Resolva as equações de fluxo de carga pelo método de Newton para uma rede de duas barras e uma linha de transmissão cujos dados são fornecidos a seguir. Adote uma tolerância de 0,1 pu para os *mismatches* de potência como critério de convergência. Forneça a potência gerada na barra *slack* e as perdas na transmissão.

Barra	Tipo	P_g	P_c	Q_g	Q_c	V	θ
1	$V\theta$	—	—	—	—	1,0	0,0
2	PQ	0,0	0,30	0,07	0,0	—	—

Linha	r	x	$b^{sh} (*)$
1-2	0,20	1,00	0,04

(*) Carregamento total.

Considere a rede de distribuição mostrada a seguir.



Descreva o procedimento para o cálculo do estado da rede utilizando o método *back-forward sweep*.

Informações relevantes

$$P_{Gk} - P_{Ck} = P_k = V_k \sum_{m \in \mathcal{K}} V_m (G_{km} \cos \theta_{km} + B_{km} \sin \theta_{km})$$

$$Q_{Gk} - Q_{Ck} = Q_k = V_k \sum_{m \in \mathcal{K}} V_m (G_{km} \sin \theta_{km} - B_{km} \cos \theta_{km})$$

G, C – Geração, Carga

P_k, Q_k – injeções líquidas de potência ativa e reativa

G_{km}, B_{km} – elementos das matrizes condutância e susceptância nodais

\mathcal{K} – conjunto formado pela barra k e suas vizinhas

Os valores fornecidos para b^{sh} referem-se aos *carregamentos totais* das linhas