



## Prova I de Máquinas Elétricas

Nome: \_\_\_\_\_

I. **Questões Teóricas-Práticas (8 pontos):** Apenas nas questões que peça para **justificar** realize cálculos ou outras formas para resolver a questão.

1. Na máquina síncrona (1 ponto): **Não precisa justificar**

I. Um gerador G1 operado em paralelo com um barramento infinito **pode** aumentar sua potência reativa enviada ao barramento aumentando sua frequência em vazio (via regulador de velocidade).

II. Dois geradores G1 e G2 que operam em paralelo com um barramento infinito podem diminuir sua potência reativa enviada ao barramento diminuindo suas correntes de campo (via regulador de tensão).

III. Dois geradores G1 e G2 que operam em paralelo com uma carga isolada, podem manter a frequência constante aumentando a frequência em vazio de G1 e diminuindo simultaneamente a frequência em vazio de G2. Entretanto isso acarretará em que G1 aumente sua potência contribuída à carga.

IV. Se um gerador operar em condições nominais (S, V, I), poderá operar com fator de potência superior ao que foi projetado, mas isso acarretará na perda da vida útil do mesmo.

V. Um aumento em 10°C na temperatura de operação dos enrolamentos da máquina síncrona, acarreta em média 20% na diminuição da vida útil do gerador (nro de horas em operação).

A alternativa que apresenta a sequência correta é

- a.(F); (F); (F); (V); (F).
- b.(V); (V); (V); (F); (V).
- c.(F); (F); (V); (F); (F).
- d.(V); (F); (F); (V); (F).
- e.(F); (V); (V); (F); (F).

2. (adaptado de prova 2018) Um gerador síncrono ligado a um grande sistema (barramento infinito) operando sub-excitado possui um ângulo de carga  $\delta$ , tensão induzida EA, corrente de armadura IA, ângulo de defasagem entre tensão e corrente  $\theta$ , e fator de potência  $\cos(\theta)$ . Quais são os efeitos ao diminuir a corrente de campo nas variáveis abaixo (considere os módulos para os ângulos)? Suponha que a potência mecânica for mantida constante. **(justifique). (1 ponto)**

- a) I $\delta$  aumenta; I<sub>A</sub> aumenta; I $\theta$  aumenta;  $\cos(\theta)$  diminui; Consome mais potência reativa Q(-);
- b) I $\delta$  aumenta; I<sub>A</sub> aumenta; I $\theta$  aumenta;  $\cos(\theta)$  diminui; Gera menos potência reativa Q(-);
- c) I $\delta$  diminui; I<sub>A</sub> diminui; I $\theta$  diminui;  $\cos(\theta)$  aumenta; Gera menos potência reativa Q(-);
- d) I $\delta$  aumenta; I<sub>A</sub> aumenta; I $\theta$  aumenta;  $\cos(\theta)$  diminui; Gera mais potência reativa Q(-);
- e) Nenhuma das anteriores. Sua resposta: \_\_\_\_\_

3. (Adaptada de Cesgranrio2010) Um gerador síncrono trifásico, conectado em Y com potência nominal de 250 kVA e tensão terminal de 440 V, é submetido aos ensaios em vazio e de curto-circuito com sua corrente de campo nominal de 10 A. Desses ensaios são obtidos os seguintes resultados: Tensão terminal em Vazio (VT) igual a 500V; corrente de linha em curto-circuito (IL) igual a corrente nominal. Considerando o exposto e desprezando a resistência de armadura, a reatância síncrona do gerador, em ohms, é, aproximadamente: **(1 ponto)(justifique)**

- a) 0,49
- b) 0,88
- c) 1,92
- d) 2,15
- e) 1,52

4. (Cesgranrio2010) Você esperaria que um gerador da mesma Potência, Tensão e fdp nominal e de frequência de 50 Hz seja menor que outro gerador das mesmas características, porém projetado para trabalhar com frequência de 120Hz? **(justifique) (1 ponto)**

- a) Sim
- b) Não

5. (Adaptada de Cesgranrio2010) Um gerador síncrono trifásico de rotor cilíndrico de 750 kVA, 13,8 kV, Y, 4 polos, 60 Hz, apresenta resistência da armadura nula, reatância síncrona  $X_s = 1,0$  pu e reatância de dispersão  $X_l = 0,01$  pu.

Se essa máquina operar com tensão terminal nominal, potência de saída máxima (ponto de máxima potência de transferência) e fem em vazio  $E_A = 1,0$  pu, a sua corrente será: **(1 ponto) (justifique)**

- a)  $0,99 \angle 90^\circ$  pu
- b)  $1 \angle 90^\circ$  pu
- c)  $1 \angle 45^\circ$  pu
- d)  $2 \angle 0,5 \angle -45^\circ$  pu
- e)  $2 \angle 0,5 \angle 45^\circ$  pu

6. (adaptado Cespe 2017) Um motor síncrono pode ser utilizado para compensar os reativos da rede, funcionando como um capacitor, quando

- a) Apresenta velocidade no eixo diferente da velocidade do campo girante (1 ponto). **Não precisa justificar**
- b) Opera em modo sobre-excitado.
- c) Parte sem auxílio, operando em carga.
- d) Opera em modo subexcitado.

e) Opera com fator de potência unitário.

7. (adaptado de Cesgranrio Petrobras 2011) Um motor síncrono trifásico, de pólos salientes, está conectado a um barramento infinito. As reatâncias síncronas de eixo direto e de quadratura por fase valem, respectivamente,  $x = 2$  ohms e  $x = 1,8$  ohms. Sabe-se que a tensão induzida no motor e a tensão do barramento infinito, por fase, valem 1.500 V e 1.450 V, respectivamente. O valor máximo da potência de conjugado da relutância do motor por fase, em W, é, aproximadamente, **(1 ponto). Justifique**

- a) 62.500
- b) 187.500
- c) 58.402
- d) 175.208
- e) 1.087.500

8.) Um motor síncrono ligado a um grande sistema (barramento infinito) opera super-excitado. Inicialmente é colocado no eixo uma carga  $P_{carga1}$ . Nessas condições possui um ângulo de carga  $\delta$ , tensão induzida  $E_A$ , corrente de armadura  $I_A$ , ângulo de defasagem entre tensão e corrente  $\theta$ , e fator de potência  $\cos(\theta)$  capacitivo. Quais são os efeitos ao aumentar a carga do eixo mantendo fixo a corrente de campo? **(1 ponto). Justifique**

- a)  $|I|$  aumenta;  $I_A$  aumenta;  $|I\theta|$  aumenta;  $\cos(\theta)$  diminui; Consome mais potência reativa  $Q(-)$ ;
- b)  $|I|$  aumenta;  $I_A$  aumenta;  $|I\theta|$  aumenta;  $\cos(\theta)$  diminui; Gera menos potência reativa  $Q(-)$ ;
- c)  $|I|$  diminui;  $I_A$  diminui;  $|I\theta|$  diminui;  $\cos(\theta)$  aumenta; Consome mais potência reativa  $Q(-)$ ;
- d)  $|I|$  aumenta;  $I_A$  aumenta;  $|I\theta|$  diminui;  $\cos(\theta)$  aumenta; Consome menos potência reativa  $Q(-)$ ;
- e) N.A sua resposta: \_\_\_\_\_

**II. (2 pontos)** Um gerador de 480V, 50Hz, ligado em Y, 6 pólos, possui uma reatância síncrona de  $1 \Omega$ . Sua corrente de armadura a plena carga é de 60A, com f.d.p.=0,8↓. O gerador possui perdas por atrito e ventilação de 1,5 kW, as perdas no núcleo são de 1KW a 50Hz a plena carga. Considerando que a resistência de armadura é pequena, despreze as perdas por efeito joule. A corrente de campo é ajustada tal que a tensão terminal, seja de 480V sem carga. Suponha que a carga é de **60A**. Qual é o fator de potencia da carga a fim que a regulação seja zero. **Justifique**

- a) 0,9755 indutivo
- b) 0,9755 capacitivo
- c) 0,960 capacitivo
- d) 0,959 capacitivo
- e) NA. Sua resposta: \_\_\_\_\_

**Formulas disponíveis:**

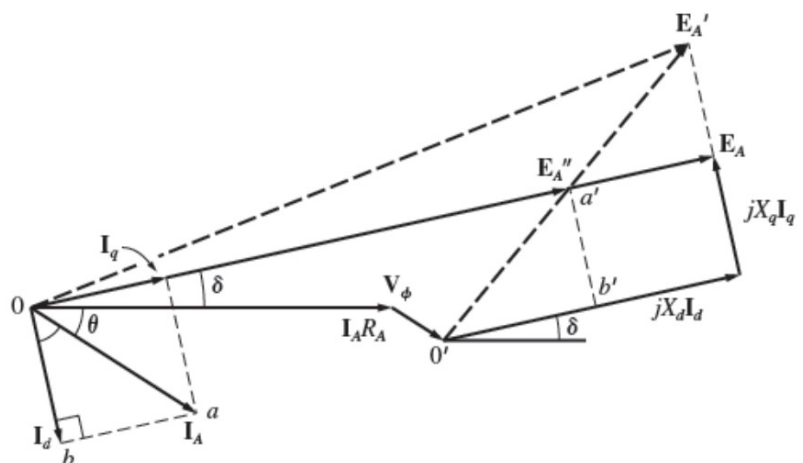
$$n_s = \frac{120f}{p} \text{ (Velocidade Síncrona);} \quad \eta(\%) = P_{saída} \times 100 / P_{entrada}$$

Potência para geradores de polos salientes

$$E_A'' = V_\phi + R_A I_A + jX_q I_A$$

$$E_A = V_\phi + R_A I_A + jX_d I_d + jX_q I_q$$

$$P_{3\phi} = \frac{3V_\phi E_A}{X_d} \sin \delta + \frac{3V_\phi^2}{2} \left( \frac{X_d - X_q}{X_d X_q} \right) \sin 2\delta$$



“Bem aventurado o homem de suporta com perseverança a provação; porque, depois de ter sido aprovado receberá a coroa de vida a qual o Senhor prometeu aos que o amam” Tg 1:12