

MÁQUINAS 2 – SEGUNDA LISTA DE EXERCÍCIOS

- Entregar pelo menos 4 exercícios dissertativos e 6 exercícios numéricos.
 - Na falta de demais informações, todas as tensões e correntes são de linha e todas as máquinas são trifásicas, de 60 Hz.
 - Data da entrega: segundo TE.
- 1) Seja um gerador síncrono trifásico alimentando uma carga isolada. A resistência de armadura não é desprezível e vale um quarto da reatância síncrona. (a) considerando carga indutiva, desenhe o diagrama fasorial das tensões e correntes; (b) usando o mesmo valor do módulo da excitação do item anterior, desenhe o diagrama fasorial das tensões e correntes para carga capacitiva.
 - 2) Descreva as condições necessárias para se colocar um gerador síncrono em paralelo com um barramento infinito. Como podemos garantir que tais condições sejam satisfeitas na prática?
 - 3) (a) Desenhe um diagrama da potência ativa em função do ângulo de carga para uma máquina síncrona de pólos lisos; (b) Qual o valor do ângulo de estabilidade estática?; (c) Qual o significado desse ângulo?
 - 4) Defina e conceitue barramento infinito. Qual a utilidade desse conceito quando estudamos máquinas elétricas?
 - 5) (a) Desenhe as famílias de curvas “V” para o gerador síncrono; (b) localize o lugar geométrico dos fatores de potência unitários; (c) descreva porque, mantido um valor constante de potência ativa, variações de excitação produzem variações na corrente de armadura; (d) descreva o que acontece com a potência ativa ao se atuar no controle de velocidade de um gerador em paralelo com a rede.
 - 6) Desenhe o circuito equivalente por fase do gerador síncrono de pólos lisos e descreva o significado de cada um dos parâmetros.
 - 7) Desenhe a curva de capacidade completa de uma máquina síncrona e indique cada um dos limites operacionais.
 - 8) Quando uma máquina síncrona trifásica, 50 kVA, 440 V, 60 Hz, é acionada à velocidade síncrona, obtém-se tensão de circuito aberto de 440 V e corrente de campo de 7 A. A resistência de armadura é desprezível. Com os terminais em curto-circuito, a corrente nominal de armadura é produzida com corrente de campo de 5,5 A. (a) Determine a reatância síncrona; (b) desenhe o diagrama fasorial correspondente.
 - 9) Um gerador síncrono bipolar a ímãs permanentes é especificado para 220 V, 10 kVA, 400 Hz. A indutância síncrona é 0,6 mH. Quando acionado a velocidade nominal, a tensão a vazio é 240 V. (a) Determine a tensão de estator para corrente nominal com fator de potência 0,9 em atraso; (b) desenhe o diagrama fasorial correspondente.
 - 10) Um motor síncrono está drenando 100 A de uma linha trifásica de 220 V, ligado em estrela, com fator de potência unitário. A corrente de campo é 0,9 A, a reatância síncrona é 1,3 Ω e a resistência de armadura é desprezível. Pede-se: (a) o valor do ângulo de carga; (b) considerando que a carga no eixo não varie, qual o valor aproximado da corrente de campo para fator de potência 0,8 adiantado?
 - 11) Uma fonte trifásica de 400 Hz é requerida para determinada aplicação industrial, mas a única fonte disponível é de 60 Hz. O engenheiro industrial, sabendo que uma variação de 3% é permitida na frequência de 400 Hz, pretende usar um motor síncrono e um gerador síncrono para fazer a conversão. (a) Determine o número mínimo de pólos para cada máquina; (b) esse episódio se passa seguramente antes de 1980. Que solução um engenheiro atual adotaria?
 - 12) Um gerador síncrono trifásico de pólos lisos, ligado em estrela, 10 MVA, 2,2 kV (tensão de linha), tem reatância síncrona de 1,5 ohms por fase. A resistência da armadura pode ser desprezada. Sabendo que o gerador está fornecendo metade da potência nominal e que a carga alimentada é indutiva com fator de potência 0,95, determine a tensão interna do gerador.
 - 13) Um gerador síncrono de pólos lisos, 3 MVA, 6,6 kV, ligado em estrela, alimenta uma carga com fator de potência 0,7 indutivo. O ângulo entre a corrente de armadura e a tensão interna é 57°. Sabendo que a tensão interna é 9,2 kV, pede-se: (a) determine a reatância síncrona da máquina e a resistência de armadura; (b) desenhe o diagrama fasorial correspondente.
 - 14) Um gerador síncrono trifásico opera com tensão nos terminais igual a 6,9 kV e alimenta uma carga indutiva isolada com fp igual a 0,8. A resistência da armadura é desprezível e o ângulo de carga é 30°. A seguir, a carga indutiva é desconectada, e uma carga capacitiva, com fator de potência igual ao da carga indutiva, é ligada. O módulo da corrente permanece o mesmo e a excitação é mantida constante. O que acontece com a tensão nos terminais da máquina? Demonstre usando diagramas fasoriais.
 - 15) (a) Um gerador síncrono trifásico de pólos cilíndricos, 440 V, apresenta rendimento de 95% quando absorve 15 HP no eixo. A impedância síncrona de eixo direto é $0,08 + j1,5$ ohms. Se a carga tem fator de potência de 0,9 em atraso, de-

termine o ângulo de carga; (b) repita o item anterior supondo que a máquina funciona como motor síncrono e que a potência fornecida no eixo é de 17 HP.

- 16) Um gerador síncrono trifásico tem os seguintes valores nominais: 180 kVA, 440 V, 60 Hz, reatância de dispersão de 0,269 ohms. A resistência de armadura é desprezível e a máquina está conectada em estrela. A linha de entreferro, expressa por fase, é representada por $E_f = 57I_2$, e a característica de curto-circuito é representada por $I_1 = 2,2I_2$. Pede-se: (a) a corrente de campo necessária para fornecer tensão nominal quando a corrente nominal é entregue a uma carga com fator de potência de 0,85 adiantado; (b) a reatância síncrona não saturada; (c) a reatância de magnetização; (d) o diagrama fasorial correspondente ao item (a).
- 17) Quando a máquina do problema anterior entrega corrente de armadura nominal a uma carga com fator de potência unitário, a corrente de campo é 30 A e a corrente de armadura está atrasada em relação à tensão de excitação por 50° elétricos. Pede-se: (a) a tensão induzida no enrolamento de armadura pelo fluxo de entreferro; (b) a tensão terminal; (c) a potência entregue à carga; (d) o diagrama fasorial correspondente.
- 18) Um alternador trifásico, 25 Hz, 6,6 kV, conectado em estrela, 2,1 MVA, é operado à velocidade síncrona com a armadura curto-circuitada e excitação ajustada de maneira a produzir corrente de plena carga na armadura. Sem mudar a corrente de campo, o circuito de armadura é aberto e a tensão terminal aumenta para 2,9 kV. A resistência de armadura é desprezível. Pede-se: (a) Determine a regulação de tensão para fator de potência de 0,8 atrasado; (b) repita o item (a) para fator de potência 0,8 adiantado.
- 19) Um gerador síncrono trifásico, conectado em estrela, de seis pólos, 60 Hz, 220 V, 5 kVA, tem enrolamento de armadura com 140 espiras efetivas por fase. O enrolamento de campo é construído com 400 espiras. A reatância de dispersão por fase é 0,78 ohms e a resistência de armadura é desprezível. A curva a vazio pode ser considerada $E_f = 67,5I_2$. (a) Calcule a corrente de campo necessária para estabelecer tensão nominal nos terminais de uma carga com fator de potência unitário, que solicita corrente nominal; (b) Calcule a corrente de campo necessária para estabelecer tensão nominal em uma carga que solicita 125% da corrente nominal com fator de potência 0,8 atrasado; (c) Desenhe os diagramas fasoriais para os itens (a) e (b).
- 20) Um gerador síncrono trifásico, conectado em estrela, tem valores nominais de 200 kVA e 2,3 kV, e está fornecendo corrente nominal, com tensão nominal, a uma carga com fator de potência 0,8 atrasado. Quando a carga é removida, sem qualquer alteração na excitação de campo, a tensão terminal aumenta para 3,8 kV. (a) Desenhe um diagrama fasorial ilustrando a condição inicial de carga; (b) Considerando a resistência de armadura desprezível, calcule a reatância síncrona de eixo direto.
- 21) Um gerador síncrono trifásico, 25 Hz, 550 V, 50 kVA, tem resistência efetiva de 0,25 ohms e reatância síncrona de 3,2 ohms. Determine a regulação percentual de tensão, para (a) carga nominal com fp 0,82 atrasado; (b) carga nominal com fp 0,82 adiantado.
- 22) Uma máquina síncrona trifásica de rotor cilíndrico, 60 Hz, quatro pólos, tem valores nominais de 10 MW, 5 kV e $\text{fp}=0,8$ adiantado. A reatância síncrona é 2,0 ohms. A corrente de campo para manter tensão nominal em circuito aberto é 200 A. A saturação e a resistência de armadura são desprezíveis e pode-se considerar que excitação permanece constante. Calcule as seguintes grandezas quando a máquina está sendo alimentada com potência nominal de uma rede com tensão e corrente nominais: (a) potência reativa; (b) corrente de campo; (c) ângulo de carga.
- 23) Um gerador síncrono de 60 Hz, dois pólos, 60 MVA, 13,2 kV, é conectado a um sistema de distribuição de 13,2 kV, com a tensão mantida constante. A indutância síncrona é 22 ohms e as perdas podem ser desprezadas. Uma corrente de campo de 1.000 A é necessária para produzir fator de potência unitário quando a potência da máquina primária é 50 MW. (a) qual o valor mínimo da corrente de campo sem perda de sincronismo?; (b) qual o valor da corrente de armadura? Ela está dentro dos limites operacionais?
- 24) Um gerador síncrono trifásico ligado em estrela, 60 Hz, 5,2 kV, conectado a um barramento infinito, está na iminência de perder o sincronismo. A reatância síncrona de eixo direto é 6 ohms e a tensão interna é 6,5 kV. A resistência de armadura é desprezível. Calcule: (a) a potência ativa trifásica entregue pelo gerador; (b) a potência reativa trifásica absorvida pelo gerador; (c) o susto que o estagiário vai levar quando o gerador sair de sincronismo.
- 25) A curva a vazio de um gerador síncrono exibe o mesmo aspecto de saturação encontrado na curva normal de magnetização. A curva de curto-circuito, por outro lado, é sempre linear (retilínea). Explique, usando diagramas fasoriais, a razão de tal linearidade.