

MÁQUINAS ELÉTRICAS 2 – PRIMEIRA LISTA DE EXERCÍCIOS

- Entregar pelo menos 4 exercícios dissertativos e 4 exercícios numéricos.
 - Observar as instruções para entrega de exercícios.
 - Na falta de informações, todas as máquinas dos exercícios são trifásicas, de 60 Hz e têm os enrolamentos de armadura montados em camada dupla.
 - Essa lista vale para as turmas S21 e S22 do primeiro semestre de 2009.
 - Entrega: data da primeira prova.
- 1) As máquinas síncronas comerciais, sejam geradores ou motores, apresentam armadura estatórica e campo rotórico. Descreva ao menos três vantagens de se posicionar a armadura no estator em vez de no rotor.
 - 2) (a) Explique o que é a armadura de uma máquina síncrona; (b) explique o que é o campo de uma máquina síncrona.
 - 3) As formas mais comuns de se excitar o enrolamento de campo de uma máquina síncrona são as excitatrizes estáticas e as excitatrizes sem escovas (*brushless*). Descreva qualitativamente o funcionamento dessas duas excitatrizes.
 - 4) (a) O que são ângulos mecânicos em uma máquina de corrente alternada?; (b) o que são ângulos elétricos? (c) explique, com auxílio de gráficos e diagramas, qual a relação existente entre ângulos elétricos e ângulos mecânicos em uma máquina de corrente alternada de p pólos.
 - 5) (a) Mostre, a partir de um modelo simples do estator de uma máquina síncrona, que, em enrolamentos de camada dupla, o número de ranhuras é igual ao número de bobinas; (b) que diferença haverá se o enrolamento for de camada simples?
 - 6) (a) Explique porque, em geral, hidrogeradores são construídos com rotores de pólos salientes; (b) explique porque, em geral, turbogeradores são construídos com rotores de pólos lisos (cilíndricos).
 - 7) Por que um gerador síncrono não pode gerar harmônicos pares? Explique usando diagramas do rotor, a Lei de Faraday e o conceito de fluxo concatenado.
 - 8) (a) Qual a diferença entre enrolamentos concentrados e distribuídos? (b) Quais as vantagens da distribuição dos enrolamentos?
 - 9) (a) Qual a diferença entre enrolamentos de passo pleno e de passo fracionário? (d) Quais as principais vantagens do passo fracionário?
 - 10) Explique como podemos reduzir ou eliminar harmônicos da tensão gerada usando: (a) bobinas fracionárias (encurtadas); (b) enrolamentos distribuídos.
 - 11) Uma armadura trifásica é enrolada com um total de 90 bobinas em camada dupla. Qual deverá ser o número máximo de pólos da máquina para que o enrolamento seja: (a) concentrado?; (b) distribuído? Lembre que o número de ranhuras por pólo-fase (n) deve ser inteiro.

- 12) Considere a máquina do item (a) do exercício anterior. Cada bobina é enrolada com 20 espiras, o fluxo por pólo é 20 mWb e a bobina é de passo pleno. Qual será a tensão gerada: (a) em cada bobina?; (b) em cada fase?
- 13) Se um pólo de uma máquina síncrona engloba 50 ranhuras em camada dupla, qual deve ser o passo de cada bobina e o ângulo elétrico abrangido por cada bobina de modo a se: (a) eliminar o quinto harmônico?; (b) eliminar o sétimo harmônico?
- 14) A distribuição de induções do rotor de uma máquina síncrona é co-senoidal com amplitude de 1,2 T. Calcule o fluxo magnético por pólo, sabendo que o rotor é cilíndrico, tem quatro pólos e que o comprimento axial e o diâmetro interno do mesmo são ambos iguais a 200 mm.
- 15) Uma máquina síncrona trifásica de 8 pólos, 60 Hz, enrolamento de armadura em camada dupla, ligação em estrela, com 25 ranhuras por pólo e 10 espiras por bobina, tem suas bobinas encurtadas de modo a se eliminar o quinto harmônico. O fluxo no entreferro resulta de uma distribuição não senoidal de induções e divide-se em duas componentes: $\Phi_2^1 = 50 \text{ mWb}$ e $\Phi_2^7 = 5 \text{ mWb}$. Determine as tensões induzidas em uma das fases da máquina.
- 16) O rotor de um gerador síncrono de 6 pólos, 60 Hz, produz um fluxo de 50 mWb. Pede-se: (a) a que velocidade o rotor deve ser acionado para produzir tensão na frequência nominal?; (b) qual a tensão induzida em uma bobina estatórica de passo pleno e 300 espiras?
- 17) Um estator de 144 ranhuras deve ser usado em um gerador síncrono trifásico, de 6 pólos, camada dupla. Cada bobina abrange 20 ranhuras e tem 10 espiras. O fluxo magnético total por pólo, decorrente de uma distribuição senoidal de induções, é 100 mWb. Calcule: (a) o fator de passo; (b) o fator de distribuição; (d) a tensão induzida em uma bobina da armadura; (c) a tensão induzida no enrolamento de armadura.
- 18) Uma máquina síncrona trifásica de 18 pólos, 60 Hz, tem 162 ranhuras totais e 20 espiras por bobina, com enrolamentos de armadura em camada dupla e ligação em estrela. Cada bobina abrange 6 ranhuras e o fluxo por pólo, que totaliza 30 mWb, decorre de uma distribuição não senoidal de induções: $B(\theta) = B_2^1 \cdot \cos(\theta) - 0,2 B_2^1 \cdot \cos(3\theta)$. Pede-se: (a) o número de bobinas em cada grupo; (b) o passo da bobina; (c) o passo da ranhura; (d) o fator de passo de cada harmônico de interesse; (e) o fator de distribuição de cada harmônico de interesse; (f) a ordem do harmônico que as bobinas da armadura anulam; (g) a tensão induzida em cada bobina; (h) a tensão induzida em cada fase do enrolamento; (i) a tensão de linha.
- 19) Uma máquina síncrona trifásica de rotor cilíndrico, 14 pólos, ligada em estrela, 60 Hz, tem sua armadura construída com 168 bobinas dispostas em camada dupla. Cada bobina da armadura tem 12 espiras e abrange 10 ranhuras. O fluxo total por pólo é 100 mWb e decorre de uma distribuição não senoidal de induções ao longo do entreferro, dada por $B_2 = 0,95 \cos(\theta) - 0,12 \cos(3\theta) + 0,07 \cos(5\theta)$, em teslas. Calcule as tensões eficazes relacionadas a cada um dos harmônicos relevantes.