

## MÁQUINAS ELÉTRICAS 3 – SEGUNDA LISTA DE EXERCÍCIOS

- Quando não mencionado, todas as máquinas são trifásicas, as tensões e correntes são de linha, a frequência é 60 Hz e a resistência do estator é desprezível.
  - Resolver no mínimo 4 exercícios dissertativos e 4 exercícios numéricos.
  - Entrega: data da terceira prova.
- 1) Explique porque, em um Motor de Indução Trifásico (MIT), a velocidade do campo girante do estator é igual à velocidade do campo girante do rotor, vista do estator.
  - 2) Descreva as principais vantagens e desvantagens do MIT em relação aos outros motores elétricos (Obs.: descrever não significa citar).
  - 3) Desenhe um esquema do fluxo de potência para o MIT e descreva o significado de seus principais elementos.
  - 4) O que significa “potência desenvolvida” no MIT? Como ela pode ser calculada a partir do circuito equivalente? O que significa “potência através do entreferro” no MIT? Como ela pode ser calculada a partir do circuito equivalente?
  - 5) Descreva as principais vantagens e desvantagens do motor de anéis em relação ao motor de gaiola.
  - 6) Explique como podemos controlar a velocidade de um motor de indução trifásico de anéis, sem o uso de eletrônica de potência.
  - 7) Explique como podemos controlar a corrente de partida de um motor de indução trifásico de anéis.
  - 8) Considere um motor de indução trifásico de anéis para o qual são conhecidos o torque máximo, o escorregamento a torque máximo e o torque de partida. Considerando ao menos três valores do reostato externo, desenhe as respectivas curvas de torque-escorregamento.
  - 9) Escreva uma expressão para o torque desenvolvido do MIT e mostre, a partir de considerações matemáticas, que o torque desenvolvido perto da velocidade síncrona é nulo.
  - 10) Desenhe uma curva típica de torque de uma máquina de indução trifásica e ilustre as três regiões operativas (motor, gerador e frenagem), descrevendo rapidamente o funcionamento da máquina em cada uma delas.
  - 11) Desenhe o circuito equivalente completo, por fase, do MIT, referido ao estator, e explique o significado de cada um dos parâmetros.

- 12) Um motor de indução trifásico em gaiola, ligado em estrela, 440 V, 60 Hz, 4 pólos, tem os seguintes parâmetros de circuito equivalente, em ohms por fase, referidos ao estator:  $r_1 = 0.081$ ,  $r_2' = 0.056$ ,  $x_1 = x_2' = 0.41$ ,  $x_m = 18.2$ ,  $r_f = 27.8$ . As perdas rotacionais totais são de 3.2 kW e podem ser consideradas constantes em relação à velocidade. Determine: (a) a potência no eixo, a corrente de estator, o fator de potência e o rendimento, para um escorregamento de 2,0%; (b) a corrente de partida e o torque interno de partida; (c) o torque máximo e o escorregamento a torque máximo.
- 13) Um motor de indução de 10 HP, 60 Hz, 6 pólos, gira a um escorregamento de 3% a plena carga. As perdas rotacionais e suplementares a plena carga somam 4% da potência de saída. Pede-se: (a) as perdas no cobre do rotor a plena carga; (b) o torque eletromagnético a plena carga; (c) a potência entregue pelo estator ao entreferro.
- 14) Um motor de indução de gaiola de 10 HP, 220 V, trifásico, ligado em estrela, 60 Hz, 4 pólos, desenvolve torque interno de plena carga a um escorregamento de 4% quando funciona sob tensão nominal e frequência nominal. As perdas rotacionais e suplementares podem ser desprezadas. Os valores das impedâncias do motor, em ohms por fase, referidas ao estator, são:  $r_1 = 0,36$ ;  $x_1 = x_2 = 0,47$ ;  $x_m = 15,5$ . Determinar: (a) o torque interno máximo sob tensão nominal e frequência nominal; (b) o escorregamento a torque máximo; (c) o torque de partida.
- 15) Um motor de indução trifásico tem torque interno de partida de 160% e torque máximo de 200% do torque interno nominal. A resistência do estator e as perdas rotacionais podem ser desprezadas. Determine: (a) o escorregamento a plena carga; (b) o escorregamento a torque máximo; (c) a corrente de rotor na partida em relação à corrente nominal.
- 16) Para um motor em gaiola de 25 HP, 220 V, trifásico, 60 Hz, funcionando sob tensão e frequência nominais, as perdas no cobre do rotor para torque máximo são 9 vezes aquela para torque a plena carga. O escorregamento nominal é 3% e a resistência e as perdas rotacionais podem ser desprezadas. Pede-se: (a) o escorregamento a torque máximo; (b) o torque máximo; (c) o torque de partida. Expresse o torque em relação ao torque nominal.
- 17) Um Motor de Indução Trifásico de seis pólos, 60 Hz, apresenta escorregamento nominal de 4%. Determine: a) a velocidade síncrona; b) a frequência de escorregamento; c) a velocidade do rotor; d) a velocidade do campo girante do rotor referida ao rotor; e) a velocidade do campo girante do rotor referida ao estator.
- 18) Um motor de indução de gaiola de 5 HP, 220 V, trifásico, ligado em estrela, 60 Hz, 6 pólos, desenvolve torque interno de plena carga a um escorregamento de 2% quando funciona sob tensão nominal e frequência nominal. As perdas rotacionais e suplementares podem ser desprezadas. Os valores dos parâmetros do motor, em ohms por fase, referidos ao estator, são:  $r_1 = 0,1$ ;  $r_2 = 0,4$ ;  $x_1 = x_2 = 0,5$ ;  $x_m = 20$ ;  $r_f = 110$ . (a) considerando que o torque no eixo seja constante e igual ao nominal, desenhe as curvas de corrente de estator e de rotor, desde a partida até próximo da condição a vazio; (b) considerando que o motor opera com 140% do torque nominal, determine o escorregamento correspondente.