

## Sensores e Atuadores II - 8ª Lista de Exercícios

1 – Enumere e descreva em poucas palavras os principais tipos de *conversores de potência* utilizados para controle de máquinas elétricas.

2 – Enumere os principais tipos de *dispositivos de potência semicondutores* que são geralmente utilizados em conversores de potência. Porque estes dispositivos são operados em modo de *chaveamento* ? Enumere as principais *desvantagens* deste modo de operação.

3 – Descreva em poucas palavras os principais tipos de *circuitos de acionamento* para um motor de passo. Enumere suas principais *vantagens* e *desvantagens*.

4 – Motores CC são extensivamente utilizados em diversas aplicações onde controle de velocidade é necessário: laminadoras, guindastes, guinchos, elevadores, máquinas ferramentas, sistemas de trânsito e acionamentos de locomotivas.

(a) Enumere e descreva os principais métodos de controle de velocidade de motores CC;

(b) Esboce um diagrama esquemático representando os métodos apresentados.

5 – A velocidade de um motor CC (10 hp, 220 V, 1200 rpm) excitado separadamente é controlada por um conversor completo monofásico (Fig. 10.21a). A corrente de armadura nominal é 40 A, a resistência de armadura  $R_a=0.25 \Omega$  e a indutância de armadura é  $L_a=10$  mH. A tensão de alimentação CA é 265 V e a constante de tensão do motor é  $K_a\Phi=0.18$  V/rpm. Assuma que a corrente do motor é contínua e livre de ripple. Para um ângulo de disparo  $\alpha=30^\circ$  e corrente do motor nominal, determine.

(a) A velocidade do motor;

(b) O torque do motor;

(c) A potência do motor;

6 – A velocidade de um motor CC excitado separadamente é controlada através de um chopper (Fig. 4.62b). A fonte de alimentação CC é 120 V, a resistência do circuito de armadura é  $R_a=0.5 \Omega$ , a indutância do circuito de armadura é  $L_a=20$  mH, e a constante de tensão do motor é  $K_a\Phi=0.05$  V/rpm. Para acionar um carga a torque constante, o motor necessita de uma corrente nominal de armadura de 20 A. Assuma que a corrente do motor é contínua. Determine:

(a) A faixa de controle de velocidade;

(b) A faixa de ciclo de trabalho  $\beta$ .

7 – Considere o diagrama em blocos para um sistema de controle de velocidade em malha fechada para um motor CC (Fig. 4.63).

(a) Explique em poucas palavras o *princípio de funcionamento* do sistema.

(b) Qual é a principal *desvantagem* de utilização deste esquema de controle e como ela pode ser superada. Justifique sua resposta.

8 – O torque desenvolvido em um motor de indução é proporcional ao quadrado da tensão terminal. Se o rotor aciona uma carga rotativa (e.g., ventilador) a velocidade pode ser variada sobre uma determinada faixa através da variação da tensão de linha.

- (a) Como a tensão de linha pode ser *variada* ?
- (b) Esboce um *diagrama esquemático* ilustrando o controle de velocidade em malha-aberta e em malha-fechada;
- (c) Enumere as *vantagens*, as *desvantagens* e as principais *aplicações* do método de controle da tensão de linha.

9 – A velocidade síncrona e consequentemente a velocidade do motor podem ser modificadas variando-se a frequência da fonte de alimentação.

- (a) Enumere e descreva em poucas palavras os principais esquemas de controle de velocidade baseados no controle da frequência de linha.
- (b) Esboce um *diagrama esquemático* representando os esquemas de controle apresentados.
- (c) Enumere as principais *vantagens* e *desvantagens* de cada esquema de controle;

10 – Para a operação eficiente de uma máquina de indução é desejável que a frequência de escorregamento (ou a frequência do circuito do rotor) seja fixa ou controlada.

- (a) Qual a *condição* para operação de uma máquina de indução com alta eficiência e elevado fator de potência ?
- (b) Esboce um *diagrama esquemático* representando a operação de uma máquina de indução com frequência de escorregamento constante;
- (c) Mostre que se a frequência de escorregamento é mantida constante, o torque  $T$  desenvolvido é proporcional ao quadrado da corrente de entrada.
- (d) Mostre que se a frequência do rotor  $f_2$  é mantida constante, o torque  $T$  desenvolvido é proporcional ao quadrado do fluxo no entreferro.
- (e) Enumere e descreva em poucas palavras os sistemas de controle de velocidade com frequência constante em malha-fechada. Esboce um diagrama esquemático representando cada sistema;

11 – Sabe-se que a velocidade de uma máquina de indução de rotor bobinado pode ser controlada pela conexão de resistências externas no circuito do rotor através de anéis de deslizamento (Fig. 5.39).

- (a) Descreva *em poucas palavras* o método de controle de velocidade de uma máquina de indução através da resistência do rotor.
- (b) Enumere as principais *vantagens* e *desvantagens* do método de controle da resistência do rotor;
- (c) Enumere as principais *aplicações* desta metodologia.
- (d) Esboce um *diagrama esquemático* representando os esquemas de controle da resistência do rotor em malha-aberta e em malha-fechada;

12 – A velocidade de uma máquina síncrona pode ser controlada variando-se a frequência da fonte de alimentação.

- (a) Enumere e descreva em poucas palavras os principais *métodos de controle de velocidade* de uma máquina síncrona;
- (b) Esboce um diagrama esquemático representando os esquemas de *controle de frequência* em malha-aberta.
- (c) Esboce um diagrama esquemático representando o *circuito de acionamento* de um motor síncrono auto-controlado em malha-aberta e em malha-fechada.
- (d) Enumere as principais *vantagens* de utilização do método de controle onde a frequência é automaticamente ajustada através da velocidade do motor.

13 – Um motor de passo de relutância variável de três fases possui os seguintes parâmetros:  $R_w = 1\Omega$ ,  $L_w = 30$  mH (valor médio da indutância do enrolamento de fase),  $I = 3$  A (corrente de enrolamento nominal). Projete um circuito simples de acionamento unipolar onde a constante de tempo elétrica seja 2 ms por fase ativada e 1 ms por fase desativada. A taxa de passo é 300 passos por segundos.

14 – Um motor de passo é acionado por um circuito de acionamento bipolar e possui os seguintes parâmetros: indutância do enrolamento (valor médio)  $L_w = 30$  mH, corrente nominal  $I = 3$  A, resistência total em cada fase  $R = 15\Omega$ , fonte de alimentação CC = 45 V. Quando os transistores estão desligados, determine:

- (a) O tempo decorrido para a corrente de fase decair à zero;
- (b) A proporção da energia indutiva armazenada devolvida a fonte de alimentação CC.

15 – Em muitas aplicações de motores monofásicos, a velocidade deve ser variada sobre uma determinada faixa: liquidificadores, extratores de suco, misturadores e ferramentas manuais;

- (a) Enumere e descreva em poucas palavras os principais *métodos de controle de velocidade* de motores monofásicos;
- (b) Enumere as principais *vantagens e desvantagens* de cada metodologia;
- (c) Esboce um *diagrama esquemático* ilustrando os métodos citados;

Exercícios Complementares:

1 – Descreva em poucas palavras a operação de uma máquina de indução nas seguintes condições:

- (a) Fluxo constante;
- (b) Corrente constante;

2 - A velocidade de um motor CC (125 hp, 600 V, 1800 rpm) excitado separadamente é controlada por um conversor completo trifásico (Fig. 10.27a). O conversor é operado a partir de uma fonte de alimentação CA (3 $\phi$ , 480 V, 60 Hz) e a corrente de armadura nominal do motor é 165 A. Os parâmetros do motor são  $R_a = 0.0874 \, \Omega$ ,  $L_a = 6.5 \, \text{mH}$  e  $K_a \Phi = 0.33 \, \text{V/rpm}$ . O conversor e a fonte de alimentação são considerados ideais.

- (a) Encontre a velocidade para a condição sem-carga para os ângulos de disparo  $\alpha = 0^\circ$  e  $\alpha = 30^\circ$ . Assume que para esta condição a corrente de armadura é contínua e 10% da corrente nominal ;
- (b) Encontre o ângulo de disparo para obter a velocidade nominal de 1800 rpm para a corrente nominal do motor;
- (c) Calcule a regulação de velocidade para o ângulo de disparo obtido no item anterior;