

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| UNIDADE: ESCOLA POLITÉCNICA | DEPARTAMENTO: ENGENHARIA ELÉTRICA |
|-----------------------------|-----------------------------------|

COMPONENTE CURRICULAR

| | |
|--|------------------------------|
| CÓDIGO: ENGC74 MODALIDADE: Disciplina | NOME: ACIONAMENTOS ELÉTRICOS |
|--|------------------------------|

| CARGA HORÁRIA | | | | NATUREZA | FUNÇÃO |
|---------------|---------|---------|-------|---------------------------------|--|
| TEÓRICA | PRÁTICA | ESTÁGIO | TOTAL | () OBRIGATÓRIA (x) OPTATIVA | () BÁSICA (x) ESPECÍFICA () PROFISSIONALIZANTE |
| 68 h | 0 h | 0 h | 68 h | | |

| PRÉ-REQUISITOS | CO-REQUISITOS | CURSOS ATENDIDOS |
|---|---------------|---------------------|
| ENGC43 – Dispositivos de Conversão Eletromecânica II ENGC48 – Eletrônica de Potência | Inexistentes | Engenharia Elétrica |

EMENTA

Sistemas de acionamentos e componentes. Acionamentos mecânicos e transmissão de potência mecânica. Variações mecânicas e oscilações torcionais. Acionamentos elétricos, partida, aceleração e controle de velocidade. Motores de corrente contínua, assíncronos e síncronos. Aquecimento e proteção. Ciclos de trabalho, dimensionamento, volantes e estudo dinâmico. Conversores estáticos, controle de velocidade, aplicações e seleção. Partida, frenagem e inversão. Compatibilidade do sistema elétrico, estudo de casos.

OBJETIVOS

Prover conhecimentos básicos sobre os sistemas de acionamentos elétricos tradicionais e modernos a semicondutores, compreendendo: princípios de funcionamento e conceitos básicos, seus principais componentes, dimensionamento e aplicação, noções de análise do comportamento dinâmico. No final do curso o aluno deve ser capaz de: conceituar os diferentes tipos de motores elétricos existentes e os conversores estáticos utilizados para o controle. Calcular transmissões de potência e referir momentos de inércia e torques a diversos eixos. Descrever as características de conjugado e velocidade dos principais motores e cargas mecânicas. Definir as diversas técnicas de controle de velocidade de motores de corrente contínua, indução e síncrono. Caracterizar os conversores de frequência: conversor fonte de tensão e conversor fonte de corrente. Especificar motores elétricos e conversores de frequência. Calcular o tempo de aceleração de motores. Diferenciar os tipos e características de semicondutores utilizados em conversores.

METODOLOGIA

Serão ministradas aulas teóricas expositivas e aulas de exercícios. Os conhecimentos são aplicados em simulações computacionais utilizando programas diversos para solução de problemas. Como recurso didático serão utilizados o quadro negro, o retroprojetor e o projetor multimídia. Serão analisados artigos científicos e catálogos de fabricantes. Serão realizadas aulas práticas no laboratório de máquinas elétricas. A média mínima para aprovação sem prova final é 7,0. A frequência mínima exigida para permitir aprovação é

de 75% das horas/aulas ministradas.

AVALIAÇÃO

Para a avaliação do aprendizado dos assuntos são aplicadas duas provas escritas e são propostos um conjunto de trabalhos e seminários técnicos:

- 1) Primeira prova escrita (tópicos 1 a 6)**
- 2) Segunda prova escrita (tópicos 7 a 12)**
- 3) Trabalho de projeto de um acionamento elétrico industrial**
- 4) Seminários técnicos sobre temas transversais aos conteúdos do curso**

A média final é calculada através da média aritmética de todos os elementos de avaliação.

Qualquer modificação neste planejamento deverá ser realizada em comum acordo com os alunos do curso.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

O curso está dividido nos seguintes tópicos:

1 – Introdução

- Conceito de um acionamento elétrico.
- Classificação de acionamentos elétricos.

2 – Conceitos básicos de Mecânica

- Lei de Newton.
- Momento de inércia. Massa e raio de giração de um corpo.
- Diferentes tipos de momento de inércia.
- Unidades do momento de inércia.

3 – Tópicos de máquinas elétricas.

- Motores de indução: campo girante. Estator. Rotor. Motor de anéis. Rotor em gaiola. Gaiola com barras profundas. Circuito equivalente. Perdas e rendimento. Fator de potência. Curvas conjugado - velocidade. Escorregamento. Características operacionais. Partida e frenagem. Métodos clássicos de partida e componentes de comando / controle.
- Motores de corrente contínua: Características elétricas. Tipos de excitação. Controle da tensão da armadura. Região de enfraquecimento de campo. Curvas conjugado – velocidade. Partida, frenagem e reversão. Operação nos quatro quadrantes.
- Motores síncronos: Princípios de operação e características. Circuito equivalente. Variação da potência e conjugado com o ângulo de potência. Curvas em “V”. Diagramas de operação. Partida de motores síncronos.

4 – Sistemas de transmissão.

- Inércia, atrito e acoplamentos elásticos.
- Freios e limitadores.
- Transmissão de potência e adaptação de movimentos.
- Cadeias cinemáticas. Rendimentos das transmissões.
- Momento de inércia e torque referidos a diversos eixos de velocidade.

5 – Dinâmica do acionamento.

- Descrição dos principais tipos de cargas mecânicas.
- Quadrantes das características conjugado – velocidade das máquinas.
- Equação dinâmica do conjunto motor – carga.
- Cálculo do tempo de aceleração da carga.
- Estabilidade do acionamento. Ponto de funcionamento instável.

6 – Especificação de motores elétricos.

- Características construtivas. Grau de proteção. Refrigeração.
- Categorias de torque de motores. Classe de isolamento.
- Tempo de rotor bloqueado. Proteção de motores elétricos.
- Discussões sobre as normas NEMA e ABNT.

7 – Métodos de partida de motores.

- Partida com chave Delta-Estrela. Partida com chave compensadora.
- Relações de potência e energia durante a partida.



- Torque de partida e corrente de partida.
- Partida de motor cc com reostato de partida.
- Partida de motor de indução com rotor bobinado com reostato de partida.
- Partida suave utilizando dispositivo estático "soft-starter".

8 – Frenagem elétrica.

- Tipos de frenagem.
- Frenagem regenerativa, dinâmica e contra-corrente do: motor de indução e motor cc.

9 – Aquecimento em motores elétricos.

- Efeitos do aquecimento.
- Comportamento térmico de um corpo homogêneo.
- Ciclos de trabalho dos motores.
- Efeitos da inércia da carga.

10 – Tópicos de conversores estáticos de potência.

- Conceitos básicos sobre dispositivos semicondutores de potência: diodos, transistores, tiristores, Mosfet, GTO, IGBT.
- Retificadores trifásicos: controlados e não controlados.
- Inversores trifásicos fonte de tensão. Técnica dos 6 degraus. Técnica de modulação PWM.
- Inversores trifásicos fonte de corrente.

11 – Controle de velocidade de motores.

- Controle de motores de corrente contínua: malha aberta e malha fechada.
- Controle de motores de indução: controle através de resistência rotórica, controle através da tensão do estator, controle com variação de tensão e frequência do estator, controle com recuperação da energia rotórica.
- Controle de motores de indução com inversor fonte de tensão: controle escalar e controle vetorial.
- Controle de motores de indução com inversor fonte de corrente.

12 – Conversores de frequência.

- Aspectos tecnológicos: Características e limites de operação. Dados nominais de placa. Conexões elétricas. Critérios de proteção.
- Efeitos na rede elétrica e no motor: Harmônicos injetados na rede. Harmônicos injetados no motor. Conversores de potência limpa. Fator de potência.
- Considerações para a seleção e aplicação: Limites térmicos do motor. Seleção e aplicação do motor. Especificação do conversor de frequência. Aplicações industriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÁSICA:

- Fitzgerald, A. E. "Máquinas Elétricas". Ed. McGraw Hill do Brasil – S.P.: 1975.
- Lobosco e Dias. "Siemens Vol 1 e 2 – Seleção e Aplicação de Motores Elétricos". Ed. McGraw Hill do Brasil – S.P.: 1988.
- Almeida, J.L.A. de. "Eletrônica de Potência". Ed. Érica – S.P.: 1986.
- Rashid, M.H. "Eletrônica de Potência – Circuitos, Dispositivos e Aplicações". Ed. Makron Books – S.P.: 1999.
- Bose, B.K. "Power Electronics and AC Drives". Ed. Prentice-Hall – Englewood Cliffs: 1986.

COMPLEMENTAR:

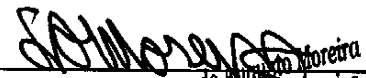
- Kosow, I. L. "Máquinas Elétricas e Transformadores". Ed. Globo – R.J.: 1972.
- Kosow, I. L. "Control of Electric Machines". Ed. Prentice-Hall – N.J.: 1973.
- Nasar, S. A. "Handbook of Electric Machines". Ed. McGraw-Hill - 1987.
- Buhler, H. "Electronique de Réglage et de Commande". Ed. Dunod - Lausanne: 1979.
- Leonhard, W. "Control of Electrical Drives". Ed. Springer-Verlag – Berlin: 1997.
- Dewan, S.B. et al. "Power Semiconductor Drives". Ed. John Wiley & Sons – N.Y.:1984.
- Pillai, S.K. "A First Course on Electrical Drives". Ed. Wiley Eastern Limited: 1983.

Handwritten signature

APROVAÇÃO PELO DEPARTAMENTO

Data: 19 / 12 / 2008

Chefe do Depto.: _____


Prof. Fernando Augusto Moreira
Chefe do Dept. de Eng. Elétrica
UFBA