UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Acionamentos Elétricos
Departamento: Engenharia Elétrica
Carga horária: 60 horas-aula (15 semanas)

Código: ELE 039
Unidade: Escola de Engenharia

Ementa:

Fluxo de energia em acionamentos elétricos. Características de cargas mecânicas. Transmissão de movimento rotativo e linear. Fontes estáticas para acionamentos CC e CA. Características estáticas e dinâmicas de acionamentos CC e CA. Estratégias de controle de acionamentos.

Objetivo:

Esta disciplina tem como objetivo ensinar aos estudantes de Engenharia Elétrica os aspectos fundamentais da tecnologia de acionamentos industriais utilizando motores elétricos alimentados por conversores estáticos, operando em velocidade variável e com conjugado controlado.

Pré-requisitos

Curricular: não tem
Conhecimento: ELE034 – Conversão da Energia

Co-requisitos:

ELE035 – Laboratório de Conversão da Energia
ELT040 – Eletrônica de Potência

Critérios de Avaliação:

Listas de exercícios	10 pts
Avaliações escritas	2 x 30 pts
Projetos	2 x 15 pts
TOTAL	100 pts

Semestre de Validade:

2º Semestre de 2005

Professor Responsável:

Alessandro Fernandes Moreira

Programa do Curso:

Tópico I: Modelagem da Planta Mecânica - 10 horas-aula

I.1 Princípios Elementares de Mecânica
Leis de Newton. Momento de inércia. Efeito da transmissão. Potência e energia.

I.2 Dinâmica de Acionamento Mecânico
Modelo dinâmico de acionamentos com inércia concentrada. Característica conjugado versus velocidade de motores e cargas. Estabilidade de operação.

I.3 Efeitos Térmicos em Máquinas Elétricas
Perdas de potência em motores elétricos. Limites de temperatura. Aquecimento de um corpo homogêneo. Ciclos de carga. Eficiência.

I.4 Métodos Numéricos para Acionamentos de Motores Elétricos.

Tópico II: Controle de Trajetória - 8 horas-aula

II.1 Controle de Velocidade e Posição
Controle clássico de acionamentos e suas limitações. Compensação das realimentações internas. Realimentação de estados com vetor de referência de ordem completa. Comando direto.

II.2 Estudo da Rigidez Dinâmica
Sintonia de controladores pelo método de alocação de pólos. Rigidez dinâmica. Migração de pólos e robustez.

Tópico III: Acionamentos de Motores de Corrente Contínua - 12 horas-aula

III.1 Motor CC com Excitação Independente
Modelo dinâmico do motor CC com excitação separada. Características em regime permanente com controle de armadura e campo. Variação de velocidade. Frenagem.

III.2 Análise Dinâmica do Motor CC
Desempenho dinâmico do motor CC com campo constante. Pólos do motor CC. Estrutura de controle em cascata.

III.3 Controle de Conjugado em Motores CC
O motor de corrente contínua como fonte de conjugado. Efeito da malha de controle de corrente. Compensação da resistência de armadura e força contra-eletromotriz. Realimentação de estados com comando explícito de corrente.

III.4 Conversores Estáticos para Acionamentos CC

Tópico IV: Acionamentos de Motores de Indução - 26 horas-aula	
IV.1	Modelagem de Motores de Indução Trifásicos *Representação dinâmica no Sistema ABC. Representação complexa do MI. Transformação dq0. Análise complexa do MI.*
IV.2	Acionamentos de Motores de Indução Trifásicos *Características de operação do motor de indução em regime permanente. Variação de velocidade do motor de indução. Frenagem. Modelos dinâmicos simplificados do motor de indução.*
IV.3	Controle de Conjugado em Motores de Indução *Características em regime permanente dos métodos de orientação de campo. Controle vetorial do motor de indução num referencial orientado segundo o fluxo de rotor. O motor de indução como fonte de conjugado.*
IV.4	Conversores Estáticos para Acionamentos CA

Cronograma do curso:

AULA	DATA	ASSUNTO
01/02	09/08	Aula introdutória. Elementos de um sistema de acionamento elétrico.
03/04	11	Princípios elementares de mecânica. Dinâmica do acionamento mecânico.
05/06	16	Efeitos térmicos em máquinas elétricas.
07/08	18	Métodos numéricos para simulação de motores elétricos.
09/10	23	**Aula de Exercícios #1.**
11/12	25	Controle clássico de acionamentos e suas limitações.
13/14	30	Realimentação de estados. Compensação de realimentações internas. Comando direto.
15/16	01/09	Sintonia de controladores. Alocação de pólos. Rigidez dinâmica. Robustez.
17/18	06	**Aula de Exercícios #2. Projeto #1.**
19/20	08	Equações dinâmicas do motor CC-EI. Controle de armadura e campo.
21/22	13	Variação de Velocidade. Curvas de Capacidade. Frenagem.
23/24	15	Desempenho dinâmico do motor CC.
25/26	20	Controle de Conjugado. Efeito da malha de corrente.
27/28	22	Conversores estáticos para acionamentos CC.
29/30	27	**Aula de Exercícios #3. Revisão para 1ª Avaliação.**

AULA	DATA	ASSUNTO
31/32	29	**1ª Avaliação Escrita.**
33/34	04/10	MI trifásicos. Representação dinâmica no Sistema ABC.
35/36	06	Representação complexa do MI. Transformação dq0.
37/38	11	Transformação dq0. Análise complexa de MI.
39/40	13	Análise complexa de MI. Operação em estado estacionário.
41/42	25	**Aula de Exercícios #4. Projeto #2.**
43/44	27	Características de regime permanente. Variação de velocidade de MI. Métodos clássicos.
45/46	01/11	Princípios de controle vetorial e orientação de campo.
47/48	03	Controle com campo orientado. Operação em estado estacionário.
49/50	08	**Aula de Exercícios #5.**
51/52	10	Controle de MI com controle de conjugado.
53/54	17	Controle de MI com velocidade ajustável.
55/56	22	Conversores estáticos para acionamentos CA.
57/58	24	**Aula de Exercícios #6. Revisão para 2ª Avaliação.**
59/60	29	**2ª Avaliação Escrita.**

Bibliografia:

1. W. Leonhard, "Control of Electrical Drives," Springer-Verlag, 1985.
2. G. R. Slemon, "Electric Machines and Drives," Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
3. T. A. Lipo and D. W. Novotny, "Vector Control and Dynamics of AC Drives," Oxford, 1997.
4. A. E. Fitzgerald; C. Kingsley Jr. and S. D. Umans, "Electric Machinery," 5th Edition, McGraw Hill, 1992.
5. O. S. Lobosco and J. L. P. C. Dias, "Seleção e Aplicação de Motores Elétricos," Vol.1, McGraw-Hill, São Paulo, 1988.
6. P. C. Sen, "Principles of Electric Machines and Power Electronics," John Wiley & Sons, 1989.
7. WEG, Manual de Motores Elétricos, cat.511.08.0986.PE