



**DISCIPLINA DE COMPLEMENTOS DE MÁQUINAS A ACCIONAMENTOS**

4º Ano - Opção 1

Regime: Semestral (7º)

Ano Lectivo: 2003/2004

Carga Horária: 2T + 3P

Docente: Professor Adjunto José Filipe Correia Fernandes

---

**OBJECTIVOS:**

Pretende-se que os alunos compreendam os regimes transitórios subsequentes à alteração do ponto de funcionamento, em regime estacionário, das máquinas eléctricas.

Estudar os princípios da conversão electromecânica de energia e a sua aplicação em actuadores electromecânicos simples.

Desenvolver modelos dinâmicos que permitam efectuar o estudo (sob a forma de simulação em computador) dos regimes transitórios anteriores, com especial ênfase para os transformadores e máquinas síncronas.

Estudar os processos práticos de determinação experimental dos parâmetros dos transformadores e das máquinas síncronas, os quais são necessários para o teste dos modelos dinâmicos anteriores.

**PROGRAMA:**

1 - PRINCÍPIOS DA CONVERSÃO ELECTROMECAÂNICA DE ENERGIA

- 1.1 – Introdução
- 1.2 – Princípio da conversão da energia
- 1.3 – Sistemas magnéticos de excitação única
  - Força mecânica  $F_m$
  - Circuitos magnéticos não lineares ex :  $\psi = K \cdot \sqrt{i}$
  - A coenergia magnética  $W_m'$
- 1.4 – Sistemas de campo eléctrico de excitação única
  - Força mecânica  $F_m$
- 1.5 – A dinâmica electromecânica
- 1.6 – Sistemas magnéticos de excitação múltipla
  - Excitação com um íman permanente

2 – SENSORES E ACTUADORES ELECTROMECAÂNICOS

- 2.1 – Sistemas de relutância
  - Propriedades deste sistema
  - Exemplo de sistemas de relutância
  - Análise do motor de relutância rotativo, alimentado em AC
  - Alimentação com fonte de corrente AC  $i = I_M \cdot \cos(\omega \cdot t)$

- 2.2 – Sistemas electrodinâmicos
  - Propriedades deste sistema
- 2.3 – Sistemas electromagnéticos
  - Propriedades deste sistema
- 2.4 – Sistemas relutantes polarizados ou híbridos
  - Propriedades deste sistema
- 2.5 – Sistemas Electrostáticos
  - Propriedades deste sistema

### 3 – MODELO DINÂMICO DO MOTOR DC SÉRIE

- 3.1 – Motor DC de excitação separada e motor DC derivação
  - Generalidades
  - Modelo dinâmico
  - Desprezo da indutância  $L_a$  do induzido
  - Linearização do modelo dinâmico do motor DC de excitação separada
- 3.2 – Motor DC série
  - Linearização do modelo dinâmico do motor DC série

### 4 - ESTUDO DO TRANSFORMADOR EM REGIME TRANSITÓRIO

- 4.1 – Transformador monofásico de 2 enrolamentos
  - Medição de parâmetros
  - Esquema equivalente em T, com base nos parâmetros
  - Programa em *Simulink* para o transformador monofásico
  - Estudo do regime transitório em função dos parâmetros do transformador
  - Escolha do instante  $t_1'$  de desligação
  - Ligação e desligação de um transformador monofásico
  - Programa *Simulink* para simulação dos regimes transitórios em vazio
- 4.2 – O transformador monofásico de 3 enrolamentos
  - Medição de parâmetros
  - Esquema equivalente
  - Programa *Simulink* para o transformador monofásico de 3 enrolamentos
- 4.3 – O transformador trifásico
  - Constituição e parâmetros do transformador trifásico
  - Medição de parâmetros
  - Banco de 3 transformadores monofásicos
  - Transformador trifásico de 3 colunas
  - Caso particular de carga trifásica equilibrada
  - Anexo de 4.3 – Transformador trifásico com carga ligada em  $\Delta$

### 5 – MODELO DINÂMICO DA MÁQUINA SÍNCRONA

- 5.1 – Coeficientes de indução e sua forma de medição
- 5.2 – Equações de funcionamento em coordenadas 1, 2, 3
  - Forma alternativa de cálculo dos parâmetros  $M_a$  e  $M_b$
  - Expressão de  $T_m$  em coordenadas 1, 2, 3
- 5.3 – Equações de funcionamento em coordenadas  $\alpha, \beta, 0$
- 5.4 – Equações de funcionamento em coordenadas d, q

### **MÉTODO DE AVALIAÇÃO:**

Nota Final= (Nota Frequência ou Nota Exame)\*2/3+Nota Prova Oral\*1/3

A Prova Oral incide sobre os estudos de simulação com os modelos dinâmicos referenciados

### **BIBLIOGRAFIA:**

Acetatos de "Complementos de Máquinas e Accionamentos"- José Fernandes

"Máquinas Eléctricas" – A. Fitzgerald, Charles Kingsley – McGraw Hill

"Máquinas Eléctricas" – Syed A. Nasar – Schaum McGraw Hill

O Docente,

PROFESSOR ADJUNTO JOSÉ FILIPE CORREIA FERNANDES  
José Fernandes