

Ficha de Disciplina

Disciplina: Máquinas Eléctricas III

Curso: Licenciatura em Engenharia Electrotécnica

Ano: 4º

Semestre: 1º

Ano Lectivo: 2006/2007

Carga Horária Semanal: 2T; 2TP₁; 2TP₂; 2P₁; 2P₂.

Docente: Vasco Santos

Conteúdo:

Do programa da disciplina faz parte o estudo do alternador síncrono trifásico aplicado em pequenos aproveitamentos hidroeléctricos e da modelização daquela máquina eléctrica pelos métodos da Teoria Generalizada. Será feito o estudo do Gerador de Indução e de outros sistemas geradores de energia eléctrica com aplicação específica. Nas aulas práticas estudam-se problemas dos Sistemas de Accionamento Electromecânico e de Aplicação de Máquinas Eléctricas.

Objectivos:

Dotar os alunos de conhecimentos sobre as máquinas geradoras de energia eléctrica, fornecendo-lhes a teoria que lhes permite a análise do seu funcionamento em regime permanente e em regime transitório.

Dotar os alunos de capacidade para avaliarem as vantagens e as desvantagens comparativas entre os geradores síncrono e assíncrono.

Transmitir aos alunos, uma visão mais adequada quer dos pequenos aproveitamentos hidroeléctricos quer das instalações de cogeração de energia eléctrica, integrando as máquinas geradoras estudadas na sua constituição.

Programa da disciplina:

Aulas teóricas

1 - O alternador síncrono trifásico

1.1 - Aspectos construtivos

1.2- Princípio de funcionamento

1.3- Sistema indutor e sua excitação

2 - Funcionamento em vazio e em carga do alternador

- 2.1 - Forma da onda das f.e.m.'s induzidas
- 2.2- Potência e binário
- 2.3- Funcionamento em vazio e característica em vazio
- 2.4 - Fluxo útil e fluxo de dispersão. Reactância de dispersão
- 2.5 - Fenómeno de reacção do induzido
- 2.6- Influência e efeitos da saturação do circuito magnético

3 - Diagramas vectoriais, curvas características e parâmetros singulares

- 3.1 - Diagrama no espaço da máquina de rotor cilíndrico com carga equilibrada
- 3.2 - Diagrama vectorial e circuito equivalente da máquina síncrona de rotor cilíndrico, não saturada
- 3.3 - Diagrama vectorial da máquina saturada
- 3.4 - Diagrama vectorial da máquina síncrona de pólos salientes
- 3.5 - Característica em CC
- 3.6 - Característica em curto-circuito
- 3.7 - Triângulo de Potier
- 3.8 - Característica reactiva
- 3.9 - Reactância síncrona não saturada e saturada
- 3.10 - Relação de CC

4 - Métodos para a predeterminação da regulação da tensão de um alternador

- 4.1 - Regulação de um alternador
- 4.2 - Método de Behn-Eschenburg
- 4.3 - Método de Potier
- 4.4 - Método de Blondel para máquinas síncronas de pólos salientes
- 4.5- Determinação das reactâncias síncronas longitudinal e transversal

5 - Características de funcionamento do alternador

- 5.1 - Potência activa e reactiva da máquina síncrona
- 5.2 - Característica "Potência - ângulo de binário"
- 5.3- Característica externa
- 5.4- Característica de regulação
- 5.5 - Auto-excitação do alternador

6 - Paralelo do alternador

- 6.1 - Manobra de acoplamento. Sincronização.
- 6.2 - Estabilidade estática do funcionamento em paralelo
- 6.3 - Funcionamento em paralelo com uma rede de grande potência
- 6.4 - Repartição das potências activa e reactiva entre alternadores acoplados em paralelo sobre uma rede de potência muito elevada

7 – Regimes transitórios do AST

8 - A máquina de indução como gerador

- 8.1 - Aspectos construtivos da máquina de indução. Comparação com a máquina síncrona
- 8.2 - A máquina de indução como motor, transformador, variador de fase e variador de frequência.
- 8.3 - Princípio de funcionamento da máquina de indução como gerador.
- 8.4 - Excitação do gerador de indução utilizando condensadores. "Auto-excitação" do gerador de indução.

9 - Breve abordagem dos pequenos aproveitamentos hidroeléctricos e de sistemas de cogeração de energia.

- 9.1 - Potência hidráulica bruta e útil.
- 9.2 - Classificação dos pequenos aproveitamentos hidroeléctricos. Pequenos aproveitamentos hidroeléctricos por retenção, por derivação, mistos, a fio de água e de albufeira.
- 9.3 - Máquinas primárias para uso em pequenos aproveitamentos hidroeléctricos. Turbinas Pelton, Francis, Kaplan e Bolbo. Seus princípios de funcionamento e sua selecção.
- 9.4 - Aspectos a considerar na escolha de um gerador para um pequeno aproveitamento hidroeléctrico. Características eléctricas, mecânicas e do sistema eléctrico.
- 9.5 - O volante de inércia e o multiplicador de velocidade. Justificação da sua necessidade.
- 9.6 - Coordenação da instalação eléctrica do pequeno aproveitamento.
- 9.7 - Representações esquemáticas de pequenos aproveitamentos hidroeléctricos.
- 9.8 - Sistemas de protecção e de medida para pequenos aproveitamentos hidroeléctricos.
- 9.9 - Manutenção dos geradores nas pequenas centrais hidroeléctricas.
- 9.10 - Algumas considerações sobre cogeração de energia eléctrica.

Aulas teórico-práticas

1 - Grandezas periódicas não sinusoidais nas máquinas eléctricas

- 1.1 - Série de Fourier
- 1.2 - A série de Fourier finita
- 1.3 - Propriedades da série de Fourier
- 1.4 - Origem dos harmónicos nas máquinas eléctricas
- 1.5 - Consequência da existência dos harmónicos na energia eléctrica de alimentação das máquinas.
- 1.6 - Consequências da presença de harmónicos nas tensões eléctricas produzidas por uma máquina rotativa funcionando como gerador.

2- Modelização do alternador síncrono trifásico

- 2.1 - Condições de estudo
- 2.2 - Parâmetros eléctricos e mecânicos
- 2.3 - Equações fundamentais
- 2.4 - Equações em coordenadas de fase
- 2.5 - Equações no referencial d-q
- 2.6 - Valores reduzidos
- 2.7 - A equação de movimento em valores reduzidos
- 2.8 - Representação esquemática do circuito magnético
- 2.9 - Modelo Energético para o alternador síncrono trifásico
- 2.10- Um modelo para o alternador síncrono trifásico

3 - Realização de alguns exercícios práticos sobre o alternador síncrono trifásico .

Aulas práticas

1 - Realização de trabalhos de laboratório, efectuando diversos ensaios sobre a máquina síncrona trifásica e gerador de indução. Estes trabalhos exigem a posterior apresentação de relatórios.

2- Resolução de exercícios diversos sobre o alternador síncrono trifásico

Avaliação:

A avaliação será realizada de acordo com o seguinte:

Em função de uma prova escrita (frequência), a qual terá uma componente teórica e uma componente prática, tendo o conjunto um peso global de 60 % (12 *Valores*). E ainda por trabalhos laboratoriais (*relatórios, desempenho no laboratório e trabalho de simulação*), com um peso de 40% (8 *valores*) do valor total global. De notar que estes últimos são de carácter obrigatório, não havendo lugar a classificação no caso da não execução dos mesmos (*para a frequência*). Refere-se também que o aluno apenas obterá aprovação se tiver obtido classificação mínima de 50% (9,5 *valores*) na prova escrita. No entanto o aluno pode optar por fazer apenas a prova escrita (*exame*) a qual terá uma componente teórica e uma componente prática, tendo o conjunto um peso global de 100 % (20 *Valores*), ou a prova escrita com o peso de 60 % (12 *valores*) mais os trabalhos de laboratório com o peso de 40% (8 *valores*) também neste caso o aluno apenas obterá aprovação se tiver obtido classificação mínima de 50% (9,5 *valores*) na prova escrita. O aluno que não tenham aprovação em época normal, efectuara o exame de recurso, nos mesmos moldes apresentados para o exame em época normal. Pretende-se com esta política fomentar a obtenção de bons resultados.

Bibliografia:

Vasco Santos, “Sebenta de Máquinas Eléctricas III”, ESTV, 2004

Paulo Costa, “Apontamentos Máquinas Eléctricas III”, ESTV, 2000

**M. Kostenko et L.Piotrovski
Machines electriques**

**Stephen J. Chapman
Electric machinery fundamentels**

**Chee- Mun Ong
Dinamic simulation of electric machinery**

**Manuel Cortes Cherta
Curso moderno de máquinas eléctricas rotativas
Tomo IV**



Manuel Vaz Guedes
O alternador síncrono trifásico - Modelização
FEUP- 1996

Manuel Vaz Guedes
O alternador síncrono trifásico nos pequenos aproveitamentos
hidroeléctricos
FEUP -1994

Manuel Vaz Guedes
Grandezas periódicas não sinusoidais

Vasco Santos
Regimes Transitórios dos AST
ESTV- 2004

Vasco Santos
Trabalhos de Laboratório
ESTV- 2005

Contactos

Eng.º Vaso Santos
- Escola: Gabinete 55 - tel. 232480528,
- EMail: vasco@elect.estv.ipv.pt , agradecia aos alunos que fizessem uso do mail, sempre que necessitem de algo.

Outros

Esclarecimento de dúvidas: *Quarta-Feira, 16h00/18h30*, e qualquer outra altura em que exista disponibilidade.

O Responsável pela disciplina

(Engº Vasco Santos)