
ET521 – Laboratório de Princípios de Conversão de Energia

2º semestre 2012

Informações Gerais

EQUIPE

Turma	Horário	Professor	Sala	Email
U	2a - 19h : 23h	Fernanda	LE47, bloco B	fernanda@dsee.fee.unicamp.br
W	2a - 19h : 23h	Tiago	LE47, Bloco B	tiago@dsee.fee.unicamp.br

EMENTA

MÓDULO 1: PROPRIEDADES DE CIRCUITOS MAGNÉTICOS

Corresponde a 4 horas de aula onde são abordados os seguintes assuntos: Analogia entre Circuitos Magnéticos e Elétricos; Produção de Campo Magnético; Indução Eletromagnética; Propriedades Magnéticas; Produção de Força Eletromagnética; Experimentos Básicos: Oersted, Faraday, Ampère; Laço de histerese, saturação.

São realizados experimentos através dos quais se pode constatar:

- Campo magnético produzido por corrente elétrica.
- Distribuição do campo magnético produzido por um eletroímã.
- Influência do meio sobre a distribuição do campo magnético.
- Anéis de Thompson - levitação magnética.
- Freio eletromagnético. Força eletromagnética atuando sobre condutores.
- Medidores eletromecânicos elementares: bobina móvel (galvanômetro de D'Arsonval); eletrodinâmico; ferro móvel.
- Visualização do laço de histerese em osciloscópio.
- Bobina de Ruhmkorff - ignição automotiva.

MÓDULO 2: ESTUDO DE ELETROÍMÃ

Corresponde a 8 horas de aula onde se tem por objetivo: aplicar os princípios eletromagnéticos a um eletroímã e verificar a validade e as restrições das leis envolvidas.

O experimento consiste em:

- obter os dados geométricos, a permeabilidade relativa e a saturação do núcleo;
- analisar o efeito do entreferro sobre o campo magnético;
- avaliar a força magnetomotriz;
- calcular as relutâncias;
- verificar como se considera o efeito do espraiamento do fluxo no entreferro;
- calcular a indutância; a energia acumulada no campo magnético; a força de atração do eletroímã e as perdas por histerese; e
- obter o circuito equivalente do eletroímã.

MÓDULO 3: TRANSFORMADOR ELÉTRICO

Corresponde a 8 horas de aula onde se tem por objetivo:

- estudar o princípio de funcionamento do transformador elétrico em vazio e sob carga com cálculos do rendimento e da regulação;
- verificar as leis de conversão e as características de operação do transformador e do autotransformador;
- testar a polaridade;
- obter os parâmetros do circuito elétrico equivalente - ensaios a vazio e em curto-circuito;
- aplicar o circuito elétrico equivalente;
- realizar a associação trifásica de transformadores monofásicos;
- analisar um caso desequilibrado e uma aplicação: o amplificador magnético.

MÓDULO 4: FUNCIONAMENTO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS ROTATIVAS

Corresponde a 8 horas de aula onde se tem por objetivo: analisar os processos básicos de conversão eletromecânica de energia presentes nos diversos tipos de máquinas elétricas rotativas (motores e geradores).

O experimento consiste em, através de simples dispositivos:

- entender o princípio físico aplicado na construção de motores do tipo: indução; histerese; relutância; síncrono; corrente contínua; de passo e linear;
- obter o campo magnético girante a partir de correntes trifásicas;
- analisar alguns tipos de excitação em motor CC: independente; paralela; série e composta.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

- (1) A avaliação será baseada em **relatórios** (são previstos sete) e **testes** (são previstos seis, a partir da aula 2), ambos realizados durante as aulas. Os relatórios serão realizados em grupos e os testes individualmente. Os testes visam aferir a preparação prévia para a realização dos ensaios e também avaliar o aprendizado do aluno em relação aos experimentos já realizados.
- (2) Com base na média aritmética dos relatórios (MR) e na média aritmética dos testes (MT), calcula-se:

$$M = 0,5 \cdot MT + 0,5 \cdot MR$$

- (3) Para a aprovação **sem exame final**, deve-se ter MR **E** MT $\geq 5,0$. Neste caso, a média final será MF = M.
- (4) Se MR **OU** MT $< 5,0$, o aluno deverá realizar o exame final. Neste caso, a média final MF será calculada por:

$$MF = 0,5 \cdot NE + 0,5 \cdot \min(MT, MR)$$

em que NE é a nota obtida no exame final.

- (5) Em qualquer caso, a frequência mínima para aprovação é o comparecimento a 75% das aulas dadas, **não sendo possível a reposição de aulas em outras turmas.**

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

- ✓ Os testes individuais serão aplicados no início da aula e terão duração de 15 minutos, dependendo das questões propostas. Como a aula inicia às 19:00, o teste será aplicado das 19:00 às 19:15.
- ✓ Os testes serão compostos por duas questões, sendo que uma questão abordará os assuntos estudados na aula anterior e a outra abordará os assuntos que serão vistos na aula do dia.
- ✓ Se algum(a) aluno(a) chegar atrasado(a), receberá a folha de teste e a devolverá no horário previsto (19:15 h). Aluno(a) que chegar após o teste, mas em tempo de realizar o experimento (tolerância de 30 minutos, no caso até 19:30 h), tem nota zero no teste mas tem presença.
- ✓ Os alunos de uma turma não podem repor aulas em outra turma.
- ✓ O material da disciplina está disponível em:

<http://www.dsee.fee.unicamp.br/~tiago/et521.html>
- ✓ O(a) aluno(a) que comparecer à aula sem calçado adequado, fará o teste e sairá do laboratório em seguida, sem direito à nota do relatório.
- ✓ Na primeira página do relatório deve constar somente o nome e o RA dos alunos presentes ao experimento.
- ✓ Os valores anotados nas tabelas (medidos ou calculados) devem estar de acordo com as unidades fixadas para as grandezas.
- ✓ Cada gráfico deve ter um título referente ao que ele corresponde. Se necessário, identifique o que significa cada curva ou sinal no gráfico.
- ✓ É proibido o consumo de alimentos no laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ P.C. Sen, *Principles of Electric Machines and Power Electronics*, John Wiley and Sons, 2nd Edition (**livro texto**)
- ✓ Y. Burian Jr., *Circuitos Elétricos, Magnéticos e Teoria Eletromagnética*, Ed. do Autor.
- ✓ A.E. Fitzgerald, C. Kingsley, S.D. Umans, *Electric Machinery*, 5th. Ed., Editora McGraw-Hill.
- ✓ G. McPherson, *An Introduction to Electrical Machines and Transformers*, Editora John Wiley.
- ✓ L.V. Boffi, M. Sobral Jr., E.J.C. Dangelo, *Conversão Eletromecânica de Energia*, Editora Edgard Blücher e Editora da USP.
- ✓ S. Nasar, *Electric Machines and Eletromechanics*, Schaum's Outline Series, Editora McGraw-Hill.
- ✓ R. Serway, *Physics for Scientists and Engineers*, 3rd. Ed., Editora Saunders Coll. Publ.
- ✓ I.L. Kosow, *Máquinas Elétricas e Transformadores*, Editora Globo.
- ✓ E.R. Laithwaite, *Exciting Electrical Machines*, Editora Pergamon Press.
- ✓ J. Kleiber, *Física III - Magnetismo e Eletrologia*, 4a. Ed., Editora Globo.

CALENDÁRIO DAS AULAS

LABORATÓRIOS QUINZENAIS – 2º Semestre de 2012

SEMANAS ÍMPARES	SEMANAS PARES
Turmas: A,C,E,G,I,K,M,O,Q,S,U,X	Turmas: B,D,F,H,J,L,N,P,R,T,V,W,Y
31/07 a 06/08	07/08 a 13/08
14/08 a 20/08	21/08 a 27/08
28/08 a 03/09	10/09 a 15/09
17/09 a 22/09	24/09 a 29/09
01/10 a 06/10	15/10 a 20/10
22/10 a 27/10	05/11 a 10/11
21/11 a 27/11	28/10 a 04/12

CALENDÁRIO – 2º Semestre 2012

JULHO							AGOSTO							SETEMBRO						
D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S
1	2	3	4	5	6	7				1	2	3	4							1
8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8
15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15
22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22
29	30	31					26	27	28	29	30	31		23	24	25	26	27	28	29
														30						

OUTUBRO							NOVEMBRO							DEZEMBRO						
D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S
	1	2	3	4	5	6					1	2	3							1
7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8
14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	9	10	11	12	13	14	15
21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	16	17	18	19	20	21	22
28	29	30	31				25	26	27	28	29	30		23	24	25	26	27	28	29
														30	31					

- Início/Término das aulas
- Dias não letivos
- Avaliação de Cursos
- Semana de Estudos
- Exames Finais

CRONOGRAMA DAS AULAS

DIA DA SEMANA	HORÁRIO	TURMA	AULA 1	AULA 2	AULA 3	AULA 4	AULA 5	AULA 6	AULA 7	EXAME FINAL
2a.	19:00	U	06/08	20/08	03/09	17/09	01/10	22/10	26/11	10/12
2a.	19:00	W	13/08	27/08	10/09	24/09	15/10	05/11	03/12	

AULA	CONTEÚDO
1	Módulo 1
2	Módulo 2 - Parte 1
3	Módulo 2 - Parte 2
4	Módulo 3 - Parte 1
5	Módulo 3 - Parte 2
6	Módulo 4 - Parte 1
7	Módulo 4 - Parte 2