

Plano de ensino

DISCIPLINA: CONVERSÃO ELETROMECAÂNICA DE ENERGIA A

CÓDIGO: EEL 7064

Semestre 2012-2

TOTAL DE HORAS: 72 horas (sendo 54 Horas Teóricas e 18 de Laboratório)

DISCIPLINA OBRIGATÓRIA OFERECIDA PARA OS CURSOS DE:

Engenharia Elétrica
Engenharia de Produção Elétrica

PRÉ-REQUISITOS: EEL7050 - Circuitos Elétricos II
EEL7051 - Materiais Elétricos

1. OBJETIVO:

Curso a ser ministrado de modo a introduzir e conscientizar o acadêmico nos aspectos de conversão eletromecânica de energia. Esta disciplina tem como objetivo transferir aos acadêmicos conteúdos fundamentais sobre Transformadores e Máquinas Síncronas.

2. EMENTA:

Introdução e princípios de máquinas elétricas; transformadores: tipos, ensaios, circuito equivalente, regulação e rendimento, paralelismo de transformadores, transformador de corrente e Potencial, autotransformador; campo girante, máquinas síncronas: geradores síncronos, motores síncronos, teoria de máquinas síncronas de pólos lisos e salientes, ensaios, circuitos equivalentes, controle da energia ativa e reativa, triângulo de *Potier*, diagrama de capacidade, tipos de excitação, enrolamento compensador, sincronismo, compensador síncrono, refrigeração; ensaios em laboratório.

3. PROGRAMA DO CURSO:

CAPÍTULO I - TRANSFORMADORES

- 1.01 - Introdução
- 1.02 - Aplicações Principais
- 1.03 - Classificação
 - 1.03.1 - Quanto ao Material do Núcleo
 - 1.03.2 - Quanto ao Número de Fases
 - 1.03.3 - Quanto à Forma do Núcleo
 - 1.03.4 - Quanto à Disposição Relativa dos Enrolamentos
 - 1.03.5 - Quanto à Proteção e Maneira de Dissipação de Calor
- 1.04 - Princípio de Funcionamento
- 1.05 - Marcas de Polaridade
 - 1.05.1 - Introdução
 - 1.05.2 - Regras para Colocar os Pontos
 - 1.05.3 - Ensaio de Polaridade
- 1.06 - O Transformador Ideal
 - 1.06.1 - Características do Transformador Ideal
 - 1.06.2 - Forças Contra-Eletromotrizes Induzidas. Relação de Transformação
 - 1.06.3 - Transformação de Impedâncias e de Admitâncias
- 1.07 - O Transformador Real
 - 1.07.1 - O Transformador Real em Vazio (Sem Carga). Corrente de Excitação
 - 1.07.2 - O Transformador Real Com Carga. Circuito Elétrico Equivalente

- 1.07.3 - Circuitos Elétricos Equivalentes Aproximados para Transformadores de Potência
- 1.08 – Rendimento
 - 1.08.1 - Perdas Magnéticas no Núcleo
 - 1.08.2 - Perdas Joule nas Resistências Ôhmicas dos Enrolamentos
 - 1.08.3 - Perdas Suplementares ou Adicionais
- 1.09 – Regulação
- 1.10 - Ensaio de Curto-Circuito
 - 1.10.1 – Objetivos
 - 1.10.2 – Procedimento
 - 1.10.3 – Considerações
- 1.11 - Ensaio de Circuito Aberto
 - 1.11.1 – Objetivos
 - 1.11.2 – Procedimento
 - 1.11.3 – Considerações
- 1.12 - Conexões em Transformadores Trifásicos
 - 1.12.1 – Introdução
 - 1.12.2 - Transformador Trifásico e Banco Trifásico
 - 1.12.3 - Conexões em Sistemas Trifásicos Equilibrados (**Y-Δ, Δ-Y, Δ-Δ e Y-Y**)
 - 1.12.4 - Observação Final
- 1.13 - As Harmônicas nos Transformadores Trifásicos
- 1.14 - Conexões Especiais
 - 1.14.1 - Conexão **V-V**
 - 1.14.2 - Conexão **T-T**
 - 1.14.3 - Conexão **SCOTT**
 - 1.14.4 - Outras Conexões (Estrela Hexafásica, Malha Hexafásica, Hexafásica Diametral, Dupla-Estrela Hexafásica, Duplo-Triângulo Hexafásico, Ziguezague)
- 1.15 - Ligação em Paralelo
 - 1.15.1 – Introdução
 - 1.15.2 - Transformadores que Podem ser Ligados em Paralelo
 - 1.15.3 - Divisão de Potências (Cargas)
 - 1.15.4 - Conclusões Finais
- 1.16 - O Sistema Por Unidade (p.u.)
 - 1.16.1 – Introdução
 - 1.16.2 - Vantagens do Sistema Por Unidade
 - 1.16.3 – Procedimento
 - 1.16.4 - Mudança de Base
 - 1.16.5 - O Sistema Por Unidade em Sistemas Trifásicos
- 1.17 - Transformador de Potencial (TP) e Transformador de Corrente (TC)
 - 1.17.1 - Introdução
 - 1.17.2 - O Transformador de Potencial (TP)
 - 1.17.2 - O Transformador de Corrente (TC)
 - 1.17.3 - Outras Considerações Sobre o TC
 - 1.17.4 - Conexões de Transformador de Potencial e de Corrente Junto a Instrumentos de Medição
- 1.18 - Autotransformador
 - 1.18.1 - Introdução
 - 1.18.2 - Aplicações
 - 1.18.3 - Vantagens do Autotransformador
 - 1.18.4 - Desvantagens do Autotransformador
 - 1.18.5 - Impedância de Dispersão
 - 1.18.6 - Impedância de Dispersão em Por Unidade
- 1.19 - O Transformador de Três Enrolamentos
 - 1.19.1 - Introdução
 - 1.19.2 - Impedâncias de Dispersão
 - 1.19.3 - Representação
 - 1.19.4 - Impedância de Dispersão em Por Unidade
- 1.20 - Acessórios de Transformadores

ANEXO A - O CAMPO GIRANTE

CAPÍTULO II - MÁQUINAS SÍNCRONAS

- 2.01 - Máquinas Síncronas de Rotor Liso em Regime Permanente
 - 2.01.1 - Introdução

- 2.01.2 - Máquina Síncrona de Rotor Liso ou Cilíndrico
- 2.02 - Ondas de Fluxo, Força Magnetomotriz e Reação de Armadura
 - 2.02.1 - Introdução
 - 2.02.2 - Enrolamentos Desenvolvidos de um Gerador Síncrono. Diagramas Fasoriais
 - 2.02.3 - Diagramas Fasoriais para Motores Síncronos
 - 2.02.4 - Torque ou Conjugado Eletromagnético
- 2.03 - Impedância Síncrona
 - 2.03.1 - Introdução
 - 2.03.2 - Circuitos Elétricos Equivalentes
- 2.04 - Características de Circuito Aberto e de Curto-Circuito
 - 2.04.1 - Introdução
 - 2.04.2 - Característica de Circuito Aberto e Perdas Rotacionais a Vazio
 - 2.04.3 - Característica de Curto-Circuito e Perdas de Curto-Circuito
- 2.05 - Problema Fundamental da Máquina Síncrona
- 2.06 - Análise Linear e Não-Linear
 - 2.06.1 - Introdução
 - 2.06.2 - Análise Linear
 - a) Método Geral
 - b) Método da Impedância Síncrona Não-Saturada
 - 2.06.3 - Análise Não-Linear
 - a) Método Geral
 - b) Método da Impedância Síncrona Saturada
- 2.07 - Regulação
- 2.08 - Característica de Funcionamento e de Ângulo de Carga em Regime Permanente
 - 2.08.1 - Curva Composta de Gerador
 - 2.08.2 - Característica Tensão-Corrente de Gerador, a Corrente de Campo Constante
 - 2.08.3 - Características de ângulo de Carga
- 2.09 - Razão de Curto-Circuito (RCC)
- 2.10 - Característica de Fator de Potência Zero
 - 2.10.1 - Introdução
 - 2.10.2 - O Ensaio
 - 2.10.3 - Triângulo de *Potier*
- 2.11 - Máquinas de Pólos Salientes
- 2.12 - Teoria dos Dois Eixos (Teoria de *Blöndel*)
 - 2.12.1 - Introdução
 - 2.12.2 - Eixo Direto e Eixo em Quadratura
 - 2.12.3 - Reatâncias de Eixo Direto e em Quadratura
 - 2.12.4 - Determinação da Posição dos Eixos
 - 2.12.5 - Outras Considerações Sobre Excitação e Ângulo de Carga
 - 2.12.6 - Método Geral para Máquinas de Pólos Salientes
- 2.13 - Característica de Ângulo de Carga para Máquinas de Pólos Salientes
 - 2.13.1 - Introdução
 - 2.13.2 - Máquina Ligada a um Barramento Infinito. Potência Ativa
 - 2.13.3 - Máquina Ligada a um Barramento Infinito. Potência Reativa
- 2.14 - Ângulo de Carga para a Máxima Potência
- 2.15 - Geradores Síncronos em Paralelo
 - 2.15.1 - Introdução
 - 2.15.2 - Interligação de Geradores Síncronos
 - a) Divisão de Potência Ativa
 - b) Controle da Tensão Gerada
 - c) Divisão de Potência Reativa
- 2.16 - Efeitos da Variação da Excitação e do Torque no Gerador Ligado a uma Barra Infinita
 - a) Potência Ativa
 - a) Potência Reativa
- 2.17 - O Motor Síncrono
 - 2.17.1 - Características
 - 2.17.2 - Aplicações
- 2.18 - Diagrama Fasorial e Circuito Elétrico Equivalente do Motor Síncrono
- 2.19 - Controle do Fator de Potência: Curvas "V"
- 2.20 - Carta de Potência da Máquina Síncrona
 - 2.20.1 - Introdução
 - 2.20.2 - Construção do Diagrama
- 2.21 - Partida de Motores Síncronos

- 2.21.1 - Introdução
- 2.21.2 - Métodos
- 2.22 - Sistemas de Excitação da Máquina Síncrona
 - 2.22.1 - Sistemas Coletivos
 - 2.22.2 - Sistemas Individuais
 - 2.22.3 - Sistemas Intermediários
 - 2.22.4 - Observações Finais
- 2.23 - Refrigeração da Máquina Síncrona

Aulas Práticas/Laboratório:

1. Introdução; segurança no laboratório; placas e ligações das máquinas elétricas do laboratório e equipamentos de medição.







Transformadores:

2. Placa; Ensaio de polaridade, relação de transformação, resistências de isolamento e dos enrolamentos, autotransformador;
3. Ensaio de circuito aberto e curto circuito em transformadores;
4. Ensaio de regulação e rendimento em transformadores;
5. Ensaio em transformadores trifásicos e em autotransformadores;














Máquinas Síncronas:

6. Placa e ligações da máquina síncrona, funcionamento como motor e gerador
7. Ensaio de circuito aberto e curto circuito em máquinas síncronas;
8. Determinação da reatância de *Potier*;
9. Determinação das Reatâncias de eixo direto e em quadratura;
10. Determinação das curvas "V" da máquina síncrona.

4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

-  Apostila de Conversão Eletromecânica de Energia "A", do Prof. Renato Pacheco
-  FITZGERALD, A. E.; Kinsley Jr., Charles & Kusko, Alexander: Máquinas Elétricas, São Paulo, Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda., 1975.
-  FITZGERALD, A. E.; Kinsley Jr., Charles & Umans, Stephen D.: Máquinas Elétricas, São Paulo, Editora Bookman, 2006.
-  DEL TORO, Vincent: Fundamentos de Máquinas Elétricas, Rio de Janeiro, Prentice-Hall do Brasil Ltda., 1994.
-  DEL TORO, Vincent: Electromechanical Devices for Energy Conversion and Control Systems, New Jersey(USA), Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1968.
-  KOSOW, Irving L.: Máquinas Elétricas e Transformadores, Porto Alegre, Editora Globo, 1979.

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

-  LANGSDORF, Alexander S.: Teoria de las Máquinas de Corriente Alterna, México, Libros McGraw-Hill de México, S.A., 1979.
-  JORDÃO, Rubens Guedes: Transformadores, Rio de Janeiro/São Paulo, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A./Editora da Universidade de São Paulo, 1980.
-  JORDÃO, Rubens Guedes: Máquinas Síncronas, Rio de Janeiro/São Paulo, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A./Editora da Universidade de São Paulo, 1980.
-  MATSCH, Leander W.: Máquinas Electromecânicas y Electromagnéticas, México, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., 1974.
-  FALCONE, Aurio Gilberto: Eletromecânica, São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda., 1979.
-  WEEDY, Birron Mathew: Sistemas Elétricos de Potência, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo/Editora Polígono, 1973.
-  MURTY, P. S. R.: Power System Operation and Control, New Delhi, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., 1984.
-  BOFFI, Luiz V.; Sobral Jr., Manoel & Dangelo, José Carlos: Conversão Eletromecânica de Energia, São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda./Editora da Universidade de São Paulo, 1977.
-  MARTINO, G.: Eletricidade Industrial, São Paulo, Hemus Editora Ltda., 1982.
-  THALER, George J. & Wilcox, Milton L.: Máquinas Elétricas, México, D.F., Editorial Limusa-Wiley, S.A., 1969.
-  KINDERMANN, G.: Curto-Circuito, Editora Sagra-Luzzatto.
-  KINDERMANN, G.: Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, edição do autor (EEL/UFSC).
-  Outros livros de Conversão Eletromecânica de Energia.

6. RECURSOS DIDÁTICOS:

- ◇ Apostila "CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA", do Prof. Renato Lucas Pacheco, com 120 páginas;
- ◇ Transparências/"PowerPoint";
- ◇ Exercícios práticos;
- ◇ Experiências de Laboratórios;
- ◇ Catálogos de Fabricantes.

7. CRONOGRAMA:

Capítulo I.....	26 aulas
Capítulo II.....	28 aulas
Laboratório.....	18 aulas

8. AVALIAÇÃO:

A verificação do alcance dos objetivos da disciplina será realizada progressivamente, durante o período letivo, através de vários instrumentos de avaliação, previstos neste plano de ensino, incluindo seu complemento, onde constam os professores da disciplina, as atividades previstas por dia de aula durante o semestre, incluindo as datas das provas e as formas e datas de recuperação de avaliações perdidas (ver complemento ao final deste documento). É realizada a composição de avaliações relativas à parte teórica e à parte experimental da disciplina. A parte teórica será avaliada em duas etapas, cada qual com três tópicos. A contribuição da parte prática é feita por meio de notas de relatórios e de uma prova prática (montagem) individual, feita ao final do semestre, levando-se também em conta a frequência àquelas aulas de laboratório. A pontuação final (P_F) da disciplina é calculada pela expressão a seguir, que, após arredondamento matemático (frações de 0,5 ponto), será convertida em Nota Provisória (N_P):

$$P_F = 0,375 \cdot E_1 + 0,375 \cdot E_2 + 0,250 \cdot P_L,$$

onde:

$$E_j = p_{1j} \cdot Q_{1j} + p_{2j} \cdot Q_{2j} + p_{3j} \cdot Q_{3j} = \sum_{i=1}^3 p_{ij} \cdot Q_{ij}$$

$$0,0 \leq Q_{ij} \leq 10,0$$

$$p_{1j} + p_{2j} + p_{3j} = \sum_{i=1}^3 p_{ij} = 1,00$$

- e:
- P_F – pontuação final;
 - E_j – etapa de avaliação j;
 - P_L – pontuação da parte prática (laboratório);
 - Q_{ij} – nota da avaliação Q_i na etapa j;
 - p_{ij} – peso da avaliação Q_i na etapa j;

Se o acadêmico obtiver Nota Provisória igual ou superior a 5,75 e tiver frequência suficiente (FS), esta será transformada em Nota Final (N_F) e ele obtém a aprovação na disciplina. Caso o acadêmico obtenha N_P inferior a 5,75, mas superior a 3,0 e FS, ele poderá fazer uma prova de recuperação, que constará de uma prova escrita sobre toda a disciplina. Então, neste caso, a N_F , será dada por:

$$N_F = \frac{\text{Nota}_{\text{recuperação}} + N_P}{2}$$

EEL7064 – CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA A
SEMESTRE: 2012-2 – 207302/607302
Plano de Ensino – **COMPLEMENTO**

Professores: **Renato Lucas Pacheco** (teoria)
Jean Viane Leite (laboratório) (ver a programação das aulas práticas com o professor)
Renato Lucas Pacheco (laboratório) (ver a programação das aulas práticas com o professor)
Roberto de Souza Salgado (laboratório) (ver a programação das aulas práticas com o professor)

1 – **PROGRAMA RESUMIDO E DATAS – Parte Teórica**

DATA	HORAS-AULA	ASSUNTO
03/09 – seg.	2	Apresentação (plano de ensino: programa, avaliação, bibliografia, segurança etc.)
07/09 – sex.	–	Feriado Nacional – Independência do Brasil
10/09 – seg.	2	Capítulo I – TRANSFORMADORES: Itens 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4
14/09 – sex.	2	Itens 1.5 e 1.6
17/09 – seg.	2	Item 1.7
21/09 – sex.	2	Itens 1.8, 1.9, 1.10 e 1.11
24/09 – seg.	2	Itens 1.12
28/09 – sex.	2	Itens 1.13 e 1.14
01/10 – seg.	2	Anexo B - SISTEMA PU (Por Unidade) , com exemplos
05/10 – sex.	2	Itens 1.15, 1.16 e 1.17
08/10 – seg.	2	Itens 1.18, 1.19 e 1.20
12/10 – sex.	–	Feriado Nacional – Padroeira do Brasil
15/10 – seg.	2	Anexo A – CAMPO GIRANTE
19/10 – sex.	2	Revisão para a Primeira Etapa de Avaliação
22/10 – seg.	2	Primeira Etapa de Avaliação
26/10 – sex.	2	Capítulo II – MÁQUINAS SÍNCRONAS: Itens 2.1, 2.2 e 2.3
29/10 – seg.	2	Itens 2.4, 2.5 e 2.6
02/11 – sex.	–	Feriado Nacional – Finados
05/11 – seg.	2	Itens 2.7, 2.8 e 2.9
09/11 – sex.	2	Correção da Primeira Etapa de Avaliação – Aprendizagem baseada no erro
12/11 – seg.	2	Itens 2.10, 2.11 e 2.12, até 2.12.5
16/11 – sex.	2	Itens 2.12.6, 2.13 e 2.14
19/11 – seg.	2	Itens 2.15 e 2.16
23/11 – sex.	2	Itens 2.17, 2.18 e 2.19
26/11 – seg.	2	Itens 2.20, 2.21, 2.22 e 2.23
30/11 – sex.	2	Revisão para a Segunda Etapa de Avaliação
03/12 – seg.	2	Segunda Etapa de Avaliação
07/12 – sex.	–	Sem aula
10/12 – seg.	2	Revisão para as atividades de Recuperação
14/12 – sex.	2	Correção da Segunda Etapa de Avaliação – Aprendizagem baseada no erro
17/12 – seg.	–	Recuperação, opcional, da Primeira ou da Segunda Etapa de Avaliação (Capítulo I ou II)
21/12 – sex.	–	Sem aula
18/02 – seg.	–	Revisão para as atividades de Recuperação
22/02 – sex.	–	Revisão para as atividades de Recuperação
25/02 – seg.	2	Recuperação, opcional, da Primeira ou da Segunda Etapa de Avaliação (Capítulo I ou II) ou Recuperação Final
TOTAL	54	-----

OBSERVAÇÕES:

1 – Os itens acima se referem aos itens do programa (ou da Apostila) de Conversão Eletromecânica de Energia A.

2 – Havendo greve, paralisações ou suspensão de dias letivos, deslocar o calendário pela quantidade de dias sem aulas de Conversão A, ajustando-se as datas das provas para as segundas-feiras (disponibilidade de horário extra na mesma sala).

3 – Mudanças nas datas das Etapas de Avaliação (normais) são possíveis com por meio de um abaixo assinado em que conste o seguinte cabeçalho: “**Nós, acadêmicos da disciplina EEL7064 - Conversão Eletromecânica de Energia A, abaixo assinados, solicitamos a transferência da “Etapa de Avaliação,” do dia D₁/M₁/Ano₁ para o dia D₂/M₂/Ano₂”**, e segue a lista de nomes.

ATENÇÃO: deverá haver no mínimo 75% de assinaturas em relação aos matriculados. A minoria deverá acatar a decisão da maioria. Concordando ou não com o critério, é a Democracia!!!

4 – Em virtude de vários problemas ocorridos no passado, **NÃO** será permitida a saída para ir ao banheiro após o início das avaliações. Cuidem da alimentação e do excesso de ingestão de líquidos antes das avaliações. Se não houver jeito, abra mão da avaliação em favor da recuperação da etapa de avaliação considerada. Se já for a recuperação de uma avaliação, paciência, mas, não haverá outra.

5 – Uso de calculadoras: está ocorrendo problemas quanto ao uso desonesto de calculadoras programáveis. Em Conversão Eletromecânica de Energia (A e B) somente serão permitidas calculadoras simples!!!

6 – “Colas” são totalmente proibidas. Se você for flagrado “colando”, por favor, ‘saia de fininho’ para não atrapalhar seus colegas que estão concentrados e fazendo sua avaliação honestamente.

2 – BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL

- 📖 Apostila de Conversão Eletromecânica de Energia “A”, do Prof. Renato Pacheco
- 📖 FITZGERALD, A. E.; Kinsley Jr., Charles & Kusko, Alexander: Máquinas Elétricas, São Paulo, Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda., 1975.
- 📖 FITZGERALD, A. E.; Kinsley Jr., Charles & Umans, Stephen D.: Máquinas Elétricas, São Paulo, Editora Bookman, 2006.
- 📖 DEL TORO, Vincent: Fundamentos de Máquinas Elétricas, Rio de Janeiro, Prentice-Hall do Brasil Ltda., 1944.
- 📖 DEL TORO, Vincent: Electromechanical Devices for Energy Conversion and Control Systems, New Jersey(USA), Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1968.
- 📖 KOSOW, Irving L.: Máquinas Elétricas e Transformadores, Porto Alegre, Editora Globo, 1974.

3 – SISTEMA DE AVALIAÇÃO

A verificação do alcance dos objetivos da disciplina será realizada progressivamente, durante o período letivo, através de vários instrumentos de avaliação, previstos neste plano de ensino. É realizada a composição de avaliações relativas à parte teórica e à parte experimental da disciplina. A parte teórica será avaliada em duas etapas, cada qual com três tópicos. A contribuição da parte prática é feita por meio de notas de relatórios e de uma prova prática (montagem) individual, feita ao final do semestre, levando-se também em conta a frequência àquelas aulas de laboratório. A pontuação final (P_F) da disciplina é calculada pela expressão a seguir, que, após arredondamento matemático (frações de 0,5 ponto), será convertida em Nota Provisória (N_P):

$$P_F = 0,375 \cdot E_1 + 0,375 \cdot E_2 + 0,250 \cdot P_L,$$

onde:

$$E_j = p_{1j} \cdot Q_{1j} + p_{2j} \cdot Q_{2j} + p_{3j} \cdot Q_{3j} = \sum_{i=1}^3 p_{ij} \cdot Q_{ij}$$

$$0,0 \leq Q_{ij} \leq 10,0$$

$$p_{1j} + p_{2j} + p_{3j} = \sum_{i=1}^3 p_{ij} = 1,00$$

e: P_F – pontuação final;
 E_j – etapa de avaliação j;
 P_L – pontuação da parte prática (laboratório);
 Q_{ij} – nota da avaliação Q_i na etapa j;
 p_{ij} – peso da avaliação Q_i na etapa j;

Se o acadêmico obtiver Nota Provisória igual ou superior a 5,75 e tiver frequência suficiente (FS), esta será transformada em Nota Final (N_F) e ele obtém a aprovação na disciplina.

ATENÇÃO: a média mínima de aprovação é **6,0**, não **5,75**. Um estudante com média **5,74** não seria reprovado por **um centésimo**, mas, por **26 centésimos!**

ARREDONDAMENTOS: **Frequência**, interesse, participação em aula, resolução de tarefas e exercícios, trabalhos etc.

Para estudantes com **frequência insuficiente** será atribuída nota final **ZERO**, independentemente das notas parciais. **Cada estudante é responsável pelo acompanhamento de suas faltas**, podendo solicitar ao Professor, a qualquer momento, sua frequência atualizada.

4 – RECUPERAÇÃO (se Nota Provisória (N_p) < 5,75):

Excepcionalmente, podem ser feitos dois tipos de recuperação por acadêmicos com **frequência suficiente (FS)**:

1- **Recuperação parcial:**

É concessão do professor (o Plano de Ensino é homologado pelo EEL), **exclusivamente** para estudantes com **frequência suficiente**, e substitui etapas de avaliação em que o acadêmico **faltou** (com ou sem justificativa) ou queira melhorar a nota na disciplina. É aproveitado o tempo disponível entre o término do programa de EEL7064 e o término do semestre¹. **Os pontos obtidos na etapa de recuperação substituem os da etapa que foi recuperada.** A Nota Provisória (N_p) é calculada como mostrado anteriormente. Na primeira data é feita a recuperação da Etapa 1. Na segunda data o acadêmico decide se quer recuperar a Etapa 2 ou fazer a recuperação regimental, explicada a seguir, com toda a matéria. Excepcionalmente, a critério do Professor da disciplina, a recuperação da Etapa 2 poderá ocorrer em data anterior a da recuperação final. Neste caso, estará contemplada no calendário da disciplina ou poderá ser incluída com a concordância da turma, por maioria absoluta (75%). **O estudante deve requerer o direito de realizar cada uma destas provas por “e-mail” ou em listas de assinaturas passadas para este fim.**

2- **Recuperação regimental:**

É imposta pela Instituição e de direito para os acadêmicos que, **além da frequência suficiente**, obtiverem **5,75 > Nota Provisória $\geq 3,0$** . É feita sobre **todo** o conteúdo ministrado na disciplina. A nota final na disciplina é calculada por meio da expressão:

$$N_F = \frac{Nota_{recuperação} + N_p}{2}$$

¹ Lembrem-se de que a parte teórica da disciplina é de 3 créditos (54 horas-aulas), mas, são ministrados 4 créditos (dariam 72 horas-aulas). Com isso, a parte teórica se encerra antes do final do semestre, ao se completarem 54 horas-aulas. Isso é feito, conforme Projeto Pedagógico do Curso, para que haja um adiantamento da parte teórica em relação às aulas práticas, para melhorar o aproveitamento nessas aulas e corrigir dificuldades observadas no passado.

1 Objetivo

Apresentar os aspectos práticos básicos dos Transformadores e das Máquinas Síncronas.

2 Programa

- Apresentação: divisão das turmas e equipes; informações gerais; segurança no laboratório; placas e ligações dos equipamentos; instrumentos de medição do laboratório etc.
- Transformadores: ensaios de polaridade; relação de transformação; resistências de isolamento e dos enrolamentos; autotransformador; ensaios de circuito aberto e de curto-circuito; ensaios de regulação e de rendimento; transformadores trifásicos;
- Máquinas Síncronas: placa e formas de conexão; funcionamento como motor e como gerador; ensaios de circuito aberto e curto-circuito; determinação da reatância de Potier; determinação das reatâncias de eixo direto e em quadratura; determinação das curvas V do motor síncrono; geradores síncronos em paralelo.

3 Avaliação

O aproveitamento nas aulas práticas será avaliado com base no desempenho do acadêmico durante as experiências, nos relatórios sobre os ensaios e em duas provas individuais (uma prova escrita e uma montagem no laboratório), realizadas após a conclusão do conteúdo da disciplina.

4 Bibliografia

- (1) Apostila de EEL 7064 – CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA A – Aulas Práticas, dos professores Roberto de Souza Salgado e Renato Lucas Pacheco;
- (2) Electric Machinery Fundamentals, Stephen J. Chapman, McGraw-Hill Company, 1985;
- (3) Máquinas Elétricas, de A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley Jr., Alexander Kusko, editora McGraw-Hill da Brasil Ltda, 1973.

EEL 7064 - LABORATÓRIO DE CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA A

SEMESTRE 2012/2

TURMA 0641C – **610102**

PROF. RENATO LUCAS PACHECO

DATA	TURMA	ATIVIDADES
07 de setembro	–	Sem aula – Feriado Nacional.
14 de setembro	I e II	Apresentação. Divisão das turmas e equipes. Informações gerais, segurança no laboratório etc.
21 de setembro	I	Transformador: placa de identificação, resistência dos enrolamentos, resistência do isolamento, relação de transformação, ensaio de polaridade.
28 de setembro	II	Transformador: placa de identificação, resistência dos enrolamentos, resistência do isolamento, relação de transformação, ensaio de polaridade.
05 de outubro	I	Transformador: ensaio de circuito aberto e de curto circuito. Ensaio de rendimento e de regulação.
12 de outubro	–	Sem aula – Feriado Nacional.
19 de outubro	II	Transformador: ensaio de circuito aberto e de curto circuito. Ensaio de rendimento e de regulação.
26 de outubro	I	Ligações trifásicas em transformadores <u>ou</u> Ligação de transformadores em paralelo <u>ou</u> Autotransformadores.
02 de novembro	–	Sem aula – Feriado Nacional.
09 de novembro	II	Ligações trifásicas em transformadores <u>ou</u> Ligação de transformadores em paralelo <u>ou</u> Autotransformadores.
16 de novembro	I	Placa de identificação e acionamento da máquina síncrona. Características de circuito aberto e de curto circuito da máquina síncrona. Determinação da reatância síncrona e da reatância de Potier.
23 de novembro	II	Placa de identificação e acionamento da máquina síncrona. Características de circuito aberto e de curto circuito da máquina síncrona. Determinação da reatância síncrona e da reatância de Potier.
30 de novembro	I	Obtenção das reatâncias de eixo direto e em quadratura da máquina síncrona, curvas V do motor síncrono, em vazio.
07 de dezembro	II	Obtenção das reatâncias de eixo direto e em quadratura da máquina síncrona, curvas V do motor síncrono, em vazio.
14 de dezembro	I	Prova prática (marcar horário com o professor!).
21 de dezembro	II	Prova prática (marcar horário com o professor!).
22 de fevereiro	I e II	Prova prática - Recuperações.

Observações pertinentes

1 – **Quanto às “Atividades” da terceira coluna:** algumas experiências podem ser substituídas por outras julgadas mais interessantes. Entretanto, a filosofia utilizada para elaborar o elenco de experiências a serem realizadas será mantida.

2 – **Divisão das turmas:** as turmas I e II serão definidas conforme o número de acadêmicos matriculados na disciplina. As experiências serão realizadas alternadamente semana sim, semana não, entre estas turmas I e II.

3 – **Avaliação:** A verificação do alcance dos objetivos da disciplina será realizada progressivamente, durante o período letivo, através de vários instrumentos de avaliação: assiduidade, disciplina dentro do laboratório, relatórios e prova prática final (individual). A prova final é individual e consta basicamente da repetição de uma das experiências realizadas durante o curso (ou parte de uma), que será sorteada imediatamente antes da prova. Serão exigidos relatórios (por equipe) os quais deverão ser entregues impreterivelmente no dia da próxima atividade da equipe no laboratório. A nota do laboratório é calculada pela expressão:

$$P_L = 0,06 \cdot (R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5) + 0,7 \cdot P_P - 0,5 \cdot N_F,$$

onde:

P_L – pontuação da parte prática (laboratório);

R_i – nota do Relatório i ;

P_P – nota da prova prática;

N_F – número de faltas nas aulas de laboratório em horas-aula (lembrar que cada dia de experiências corresponde a duas horas-aula).

4 – **Recuperação de faltas:** uma (1) recuperação, com justificativa. Contatar o professor logo que possível.

5 – O acadêmico que tiver presença menor que 75% na disciplina automaticamente ficará sem nota de laboratório. Cada acadêmico deve controlar a sua presença. A qualquer instante pode solicitar ao professor o acesso aos dados do diário de classe para verificar eventuais faltas.

6 – Os relatórios são apresentados por equipe, com os nomes dos membros que estavam presentes ao evento relatado. Seguir o roteiro para confecção de relatórios fornecido. Acadêmico faltante entregará relatório **individual**, onde constará, além do relato da experiência em si, a justificativa para a sua falta, a data e o horário da recuperação.

7 – Cada estudante pode usar o relatório **onde consta o seu nome** durante a prova prática (**único** material de apoio permitido durante a prova prática). Todas as anotações **À MÃO**, posteriores à correção do professor, são permitidas (por exemplo, correções de falhas ou complementos de assuntos, tabelas ou esquemas, percebidos durante os treinamentos para as provas práticas). Logo, é prudente que mantenham cópias de seus relatórios. Cada relatório deve ser entregue no dia da experiência seguinte.

Roteiro para os Relatórios

Capítulo I – Introdução/Resumo Teórico

Capítulo II – Montagens Realizadas/Circuitos Utilizados

Capítulo III – Resultados Obtidos

Capítulo IV – Análise dos Resultados/Confecção de Curvas e Tabelas

Capítulo V – Conclusões/Comentários/Críticas/Incidentes/Respostas às perguntas da Apostila do Laboratório/Se for o caso, indicação de quando a experiência foi recuperada (dia e hora)/Etc.