

Programa da Disciplina

DISCIPLINA: CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA A

CÓDIGO: EEL7064

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: **EEL7055 - Circuitos Elétricos B**
 (ou **EEL7050 - Circuitos Elétricos II**)
 EEL7051 - Materiais Elétricos

1. OBJETIVO:

Curso a ser ministrado de modo a introduzir e conscientizar o discente nos aspectos de conversão eletromecânica de energia. Esta disciplina tem como objetivo oferecer aos discentes conteúdos fundamentais sobre Transformadores e Máquinas Síncronas. Para fixar alguns conteúdos mais específicos e melhorar a percepção e a sensibilidade em relação a parâmetros como regulação e rendimento, são disponibilizados exemplos numéricos comentados. São disponibilizados horários para consultas ao professor e ao (à) monitor(a) da disciplina. Há aulas de revisão antes das provas, onde podem ser esclarecidas dúvidas adicionais e resolvidos exercícios numéricos.

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 polos 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

- 1.1 Introdução
- 1.2 Aplicações Principais
- 1.3 Classificação
 - 1.3.1 Quanto ao Material do Núcleo
 - 1.3.1.1 Núcleo de Ar
 - 1.3.1.1 Núcleo de Material Ferromagnético
 - 1.3.2 Quanto ao Número de Fases
 - 1.3.2.1 Transformador Monofásico
 - 1.3.2.2 Transformador Polifásico
 - 1.3.3 Quanto à Forma do Núcleo
 - 1.3.3.1 Tipo Envolvido (*Core-type*)
 - 1.3.3.2 Tipo Encouraçado ou Envolvente (*Shell-type*)
 - 1.3.4 Quanto à Disposição Relativa dos Enrolamentos
 - 1.3.5 Quanto à Proteção e Maneira de Dissipação de Calor
 - 1.3.5.1 Abertos ou a seco
 - 1.3.5.2 Blindados
- 1.4 Princípio de Funcionamento
- 1.5 Marcas de Polaridade
 - 1.5.1 Introdução
 - 1.5.2 Regras para Colocar as Marcas de Polaridade

- 1.5.3 Ensaio de Polaridade
- 1.6 O Transformador Ideal
 - 1.6.1 Características do Transformador Ideal
 - 1.6.2 Forças Contraeletromotrizes Induzidas. Relação de Transformação
 - 1.6.3 “Transformação” de Impedâncias e de Admitâncias
- 1.7 O Transformador Real
 - 1.7.1 O Transformador Real em Vazio (Sem Carga) - Corrente de Excitação
 - 1.7.1.1 Introdução
 - 1.7.1.2 Núcleo Linear Ideal
 - 1.7.1.3 Núcleo Ferromagnético Real
 - 1.7.2 O Transformador Real Com Carga - Circuitos Elétricos Equivalentes
 - 1.7.3 Circuitos Elétricos Equivalentes Aproximados para Transformadores de Potência
 - 1.7.3.1 Introdução
 - 1.7.3.2 Circuitos Equivalentes em “L”
 - 1.7.3.3 Circuito Impedância Série Equivalente
 - 1.7.3.4 Circuito Reatância Série Equivalente
 - 1.7.3.5 Transformador Ideal
- 1.8 Rendimento
 - 1.8.1 Perdas Magnéticas no Núcleo
 - 1.8.2 Perdas Joule nas Resistências Ôhmicas dos Enrolamentos
 - 1.8.3 Perdas Suplementares ou Adicionais
- 1.9 Regulação
- 1.10 Ensaio de Curto-Circuito
 - 1.10.1 Objetivos
 - 1.10.2 Procedimentos
 - 1.10.3 Considerações
- 1.11 Ensaio de Circuito Aberto
 - 1.11.1 Objetivos
 - 1.11.2 Procedimentos
 - 1.11.3 Considerações
- 1.12 Conexões em Transformadores Trifásicos
 - 1.12.1 Introdução
 - 1.12.2 Transformador Trifásico e Banco Trifásico
 - 1.12.2.1 Transformador Trifásico
 - 1.12.2.2 Banco Trifásico
 - 1.12.3 Conexões em Sistemas Trifásicos Equilibrados
 - 1.12.3.1 Ligação Estrela-Delta ou Estrela Aterrada-Delta
 - 1.12.3.2 Ligação Delta-Estrela ou Delta-Estrela Aterrada
 - 1.12.3.3 Ligação Delta-Delta
 - 1.12.3.4 Ligação Estrela - Estrela ou Estrela Aterrada - Estrela Aterrada
 - 1.12.4 Observações Finais
- 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
 - 1.14.4.1 Transformações Verdadeiras Trifásico – Hexafásico
 - 1.14.4.1.1 Ligação Estrela Hexafásica
 - 1.14.4.1.2 Ligação Malha Hexafásica
 - 1.14.4.2 Transformações Não-Verdadeiras Trifásico – Hexafásico
 - 1.14.4.2.1 Ligação Hexafásica Diametral
 - 1.14.4.2.2 Ligação Hexafásica Dupla Estrela
 - 1.14.4.2.3 Ligação Hexafásica Duplo Triângulo
 - 1.14.4.3 Transformações Ziguezague
- 1.15 Ligação em Paralelo
 - 1.15.1 Introdução
 - 1.15.2 Transformadores que Podem ser Ligados em Paralelo
 - 1.15.2.1 Transformadores Monofásicos
 - 1.15.2.2 Transformadores Trifásicos
 - 1.15.3 Divisão de Potências (Cargas)
 - 1.15.4 Considerações Finais
- 1.16 O Sistema Por Unidade (*p.u.*)

- 1.16.1 Introdução
- 1.16.2 Vantagens do Sistema em Por Unidade
- 1.16.3 Procedimento
- 1.16.4 Mudança de Base
- 1.16.5 O Sistema Por Unidade em Sistemas Trifásicos
- 1.16.6 Considerações Finais
- 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 aos Instrumentos de Medição
- 1.18 Autotransformador
 - 1.18.1 Introdução
 - 1.18.2 Vantagens do Autotransformador
 - 1.18.3 Desvantagens do Autotransformador
 - 1.18.4 Aplicações
 - 1.18.5 Impedância de Dispersão
 - 1.18.6 Potência elétrica transferida pelo autotransformador
 - 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

CAPÍTULO II - MÁQUINAS SÍNCRONAS

- 2.1 O Campo Girante
- 2.2 Máquinas Síncronas de Polos Lisos em Regime Permanente
 - 2.2.1 Introdução
 - 2.2.2 Máquina Síncrona de Rotor Liso ou Cilíndrico
- 2.3 Ondas de Fluxo, Força Magnetomotriz e Reação de Armadura
 - 2.3.1 Introdução
 - 2.3.2 Enrolamentos Desenvolvidos de um Gerador Síncrono. Diagramas Fasoriais
 - 2.3.2.1 Corrente de Armadura em Fase com a Tensão de Excitação
 - 2.3.2.2 Corrente de Armadura Atrasada de γ em Relação à Tensão de Excitação
 - 2.3.3 Enrolamentos Desenvolvidos de um Motor Síncrono. Diagramas Fasoriais
 - 2.3.3.1 Corrente de Armadura em Fase com a Tensão de Excitação
 - 2.3.3.2 Corrente de Armadura Atrasada de γ em Relação à Tensão de Excitação
 - 2.3.4 Torque ou Conjugado Eletromagnético
- 2.4 Impedância Síncrona
 - 2.4.1 Introdução
 - 2.4.2 Circuitos Elétricos Equivalentes
- 2.5 Características de Circuito Aberto e de Curto-Circuito
 - 2.5.1 Introdução
 - 2.5.2 Característica de Circuito Aberto e Perdas Rotacionais a Vazio
 - 2.5.3 Característica de Curto-Circuito e Perdas de Curto-Circuito
 - 2.5.4 Características da Reatância Síncrona Saturada e da Reatância Síncrona Não-Saturada
- 2.6 Característica de Fator de Potência Zero
 - 2.6.1 Introdução
 - 2.6.2 O Ensaio
 - 2.6.3 Triângulo de *Potier*
- 2.7 Problema Fundamental da Máquina Síncrona
- 2.8 Análise Linear e Não-Linear
 - 2.8.1 Introdução
 - 2.8.2 Análise Linear
 - 2.8.2.1 Método Geral
 - 2.8.2.2 Método da Impedância Síncrona Não-Saturada
 - 2.8.3 Análise Não-Linear
 - 2.8.3.1 Método Geral
 - 2.8.3.2 Método da Impedância Síncrona Saturada

- 2.9 Regulação
- 2.10 Característica de Funcionamento e de Ângulo de Carga em Regime Permanente
 - 2.10.1 Curva Composta de Gerador
 - 2.10.2 Característica Tensão-Corrente de Gerador, a Corrente de Campo Constante
 - 2.10.3 Características de Ângulo de Carga em Regime Permanente
- 2.11 Razão de Curto-Circuito (RCC)
- 2.12 Máquinas de Polos Salientes
- 2.13 Teoria dos Dois Eixos (Teoria de *Blöndel*)
 - 2.13.1 Introdução
 - 2.13.1.1 Corrente de Armadura Atrasada de 90° da Excitação
 - 2.13.1.2 Corrente de Armadura em Fase com a Excitação
 - 2.13.2 Eixo Direto e Eixo em Quadratura
 - 2.13.3 Reatâncias de Eixo Direto e de Eixo em Quadratura
 - 2.13.4 Determinação da Posição dos Eixos
 - 2.13.5 Outras Considerações Sobre Excitação e Ângulo de Carga
 - 2.13.6 Método Geral para Máquinas de Polos Salientes
- 2.14 Característica de Ângulo de Carga para Máquinas de Polos Salientes
 - 2.14.1 Introdução
 - 2.14.2 - Máquina Ligada a um Barramento Infinito. Potência Ativa
 - 2.14.3 - Máquina Ligada a um Barramento Infinito. Potência Reativa
- 2.15 Ângulo de Carga para a Máxima Potência
- 2.16 Geradores Síncronos em Paralelo
- 2.17 Efeitos da Variação da Excitação e do Conjugado: Gerador Síncrono Ligado a Outro Gerador Síncrono
 - 2.17.1 Divisão de Potência Ativa
 - 2.17.2 Controle da Tensão Gerada
 - 2.17.3 Divisão da Potência Reativa
- 2.18 Efeitos da Variação da Excitação e do Conjugado: Gerador Síncrono Ligado a Barra Infinita
 - 2.18.1 Controle da Potência Ativa
 - 2.18.2 Controle da Potência Reativa
- 2.19 O Motor Síncrono
 - 2.19.1 Introdução
 - 2.19.2 Características
 - 2.19.3 Aplicações
- 2.20 Circuito Elétrico Equivalente e Diagrama Fasorial do Motor Síncrono
- 2.21 Partida do Motor Síncrono
 - 2.21.1 Introdução
 - 2.21.2 Enrolamento Amortecedor
 - 2.21.3 Métodos de Partida para Motores Síncronos
- 2.22 Controle do Fator de Potência: Curvas “V”
- 2.23 Carta de Potência da Máquina Síncrona
 - 2.23.1 Introdução
 - 2.23.2 Lugares Geométricos da Potência Aparente Constante e da Excitação Constante em um Gerador Síncrono
 - 2.23.3 Construção do Diagrama de Capabilidade
 - 2.23.4 Alteração dos Limites
- 2.24 Sistemas de Excitação da Máquina Síncrona
 - 2.24.1 Introdução
 - 2.24.2 Sistemas Coletivos
 - 2.24.2.1 Sistema com um Único Barramento de Corrente Contínua
 - 2.24.2.2 Sistema com Dois Barramentos de Corrente Contínua e Sistemas de Emergência
 - 2.24.2.3 Sistema com Retificador a Estado Sólido
 - 2.24.3 Sistemas Individuais
 - 2.24.3.1 Excitatriz Solidária ao Eixo da Máquina Síncrona
 - 2.24.3.2 Excitação Externa
 - 2.24.3.3 Excitação Rotativa com Transformador
 - 2.24.3.4 Excitação a Estado Sólido com Transformador
 - 2.24.3.5 Excitação com Excitatriz Auxiliar ou Excitatriz Piloto
 - 2.24.3.6 Excitação sem Escovas (“*Brushless*”) com Transformador
 - 2.24.3.7 Autoexcitação sem Escovas (“*Brushless*”)
 - 2.24.4 Sistemas Intermediários
 - 2.24.5 Observações Finais
- 2.25 Refrigeração da Máquina Síncrona

- 2.25.1 Introdução
- 2.25.2 Sistemas de Refrigeração
 - 2.25.2.1 Ventilação de Fluxo Radial
 - 2.25.2.1.1 Vantagens da Ventilação Radial
 - 2.25.2.1.2 Desvantagens da Ventilação Radial
 - 2.25.2.2 Ventilação Axial
 - 2.25.2.2.1 Vantagens da Ventilação Axial
 - 2.25.2.2.2 Desvantagens da Ventilação Axial
 - 2.25.2.3 Ventilação Circunferencial
- 2.25.3 Tipos de Fluidos de Refrigeração
 - 2.25.3.1 Refrigeração por Ar
 - 2.25.3.1.1 Requisitos do Ar de Refrigeração
 - 2.25.3.1.2 Limitações do Resfriamento a Ar
 - 2.25.3.2 Refrigeração por Hidrogênio
 - 2.25.3.2.1 Requisitos do Hidrogênio de Refrigeração
 - 2.25.3.2.2 Limitações do Resfriamento a Hidrogênio
 - 2.25.3.3 Refrigeração por Água
 - 2.25.3.3.1 Requisitos da água de Refrigeração
 - 2.25.3.3.2 Limitações do Resfriamento a água
 - 2.25.3.4 Vantagens da Refrigeração a Água Sobre a Refrigeração por Hidrogênio

Aulas Práticas/Laboratório (as aulas práticas estão postergadas até que se encontre uma solução para ministrá-las):

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;
6. Outros temas relacionados a transformador;

Máquinas Síncronas:

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

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, Le Ander 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 Eléctricas, México, D.F., Editorial Limusa-Wiley, S.A., 1969.
- 📖 KINDERMANN, G.: Curto-Circuito, Editora Sagra-Luzzatto, 2003.
- 📖 KINDERMANN, G.: Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, edição do autor, 2006.
- 📖 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. METODOLOGIA:

A disciplina será ministrada com o auxílio de aulas expositivas teóricas, onde se espera a participação ativa dos estudantes com perguntas ou apresentação de algum caso de interesse deles relacionados ao tema, além de respostas a perguntas que lhe serão dirigidas; exposição e análise de vídeos relacionados aos assuntos abordados na disciplina; trabalhos em pequenos grupos para atividades de "aprendizagem baseada no erro", realizadas para análise, em grupos, das provas realizadas, visando aprendizado/reforço de conteúdos e socialização dos estudantes; aulas de revisão dos conteúdos antes de cada prova; visitas técnicas, quando possível; atendimento extraclasse; provas de recuperação por conteúdo, aumentando a chance de aprender o conteúdo e de aprovação na disciplina; montagem de experimentos em equipes em laboratório, aplicando na prática vários conteúdos teóricos.

9. 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 e/ou uma prova escrita sobre as atividades no laboratório, feita(s) 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):

$$P_F = 0,375 \cdot (p_{11} \cdot Q_{11} + p_{21} \cdot Q_{21} + p_{31} \cdot Q_{31} + p_{12} \cdot Q_{12} + p_{22} \cdot Q_{22} + p_{32} \cdot Q_{32}) + 0,250 \cdot P_L,$$

onde:

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

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

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

- e:
- P_F – pontuação final;
 - E_j – etapa de avaliação j . A previsão são três questões por etapa de avaliação, com seus respectivos pesos;
 - P_L – pontuação da parte prática (laboratório);
 - Q_{ij} – nota da avaliação Q número i na etapa j ;
 - p_{ij} – peso da avaliação Q número i na etapa j ;
 - N_P – nota arredondada;
 - N_F – é a nota provisória para quem tem média igual ou superior a 5,75 e tiver frequência suficiente (FS). Para os demais casos será convertida em ZERO, no caso de FI, ou dependerá da nota da atividade de recuperação.

Se o discente 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 discente obtenha N_P inferior a 5,75, mas superior a 3,0 e FS, ele poderá fazer uma prova de recuperação, chamada aqui de “recuperação institucional), que constará de uma prova escrita sobre toda a disciplina. Então, neste caso, a N_F , será dada por:

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

Não é prevista a recuperação das atividades/notas da parte prática (laboratório).

Devido à pandemia e à situação excepcional que se gerou, o processo de avaliação poderá ser adaptado (ver após o plano de ensino).

Plano de Ensino – Parte Teórica – Adaptado para a situação de pandemia

Disciplina: EEL7064 – CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA A

Semestre: 2020-2 – Horários: 207302/607302

Total de horas: 72 horas, sendo 54 horas teóricas e 18 de laboratório

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

1 – Datas das aulas e das avaliações

DATA	HORAS-AULA	ASSUNTO
01/02 – seg.	2	Apresentação (plano de ensino: programa, avaliação, bibliografia, segurança e outros temas)
05/02 – sex.	2	Capítulo I – TRANSFORMADORES: Itens 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4.
08/02 – seg.	2	Itens 1.5 e 1.6.
12/02 – sex.	2	Item 1.7.
15/02 – seg.	–	Ponto Facultativo – Segunda-feira de Carnaval.
19/02 – sex.	2	Itens 1.8, 1.9, 1.10 e 1.11.
22/02 – seg.	2	Item 1.12.
26/02 – sex.	2	Itens 1.13 e 1.14.
01/03 – seg.	2	Itens 1.15 e 1.16.
05/03 – sex.	2	Itens 1.17 e 1.18.
08/03 – seg.	2	Itens 1.19 e 1.20.
12/03 – sex.	2	Revisão para a Primeira Etapa de Avaliação.
15/03 – seg.	2	Primeira Etapa de Avaliação.
19/03 – sex.	2	Capítulo II – MÁQUINAS SÍNCRONAS: Item 2.1.
22/03 – seg.	2	Itens 2.2 e 2.3.
26/03 – sex.	2	Itens 2.4, 2.5 e 2.6.
29/03 – seg.	2	Correção da Primeira Etapa de Avaliação – Aprendizagem baseada no erro.
02/04 – sex.	–	Sexta-feira Santa.
05/04 – seg.	2	Itens 2.7, 2.8 e 2.9.
09/04 – sex.	2	Itens 2.10, 2.11 e 2.12, até 2.12.5.
12/04 – seg.	2	Itens 2.12.6, 2.13 e 2.14.
16/04 – sex.	2	Itens 2.15 e 2.16.
19/04 – seg.	2	Itens 2.17, 2.18 e 2.19.
23/04 – sex.	2	Itens 2.20 e 2.21.
26/04 – seg.	2	Itens 2.22, 2.23 e 2.24.
30/04 – sex.	2	Revisão para a Segunda Etapa de Avaliação.
03/05 – seg.	2	Segunda Etapa de Avaliação.
07/05 – sex.	–	Sem aula.
10/05 – seg.	–	Sem aula.
14/05 – sex.	2	Correção da Segunda Etapa de Avaliação – Aprendizagem baseada no erro.
17/05 – seg.	–	Revisão para a Etapa de Recuperação.
21/05 – sex.	–	Recuperação.
TOTAL	52	-----

OBSERVAÇÕES:

- Os itens acima se referem aos itens do programa (ou da Apostila) de Conversão Eletromecânica de Energia A.
- As aulas serão síncronas e/ou assíncronas, utilizando o Moodle e seus sistemas internos (sala de conferência, chats, correio eletrônico e outros meios disponíveis acessáveis aos estudantes). À medida que as aulas avançarem, os métodos poderão ser ajustados, sempre em comum acordo com os discentes, buscando-se sempre a inclusão.
- Está prevista a possibilidade de um tempo de ambientação dos recursos tecnológicos a serem utilizados pelos discentes. Se necessário, serão usados os horários das aulas práticas, que não serão oferecidas, pelo menos neste início de semestre.
- Os horários oficiais das disciplinas serão usados para algumas aulas, consultas, orientações, avaliações e outras atividades síncronas, utilizando-se de todas as formas possíveis de comunicação onde todos tenham acesso.
- Em virtude da situação atual de pandemia, as provas poderão ser síncronas e/ou assíncronas, garantindo-se outras oportunidades para quem enfrentar algum tipo de problema de saúde ou de comunicação.
- Os dias e horários das provas poderão ser alterados, a pedido dos matriculados.

7. O controle de frequências será feito pelos acessos ao Moodle e pelas presenças nas atividades presenciais, com a máxima atenção para se evitar cometer injustiças.

2 – LEGISLAÇÃO

ATENÇÃO: Não será permitido gravar, fotografar ou copiar as aulas disponibilizadas no Moodle. O uso não autorizado de material original retirado das aulas constitui contrafação – violação de direitos autorais – conforme a Lei nº 9.610/98 – Lei de Direitos Autorais.

3 – BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL

- 📖 Apostila de Conversão Eletromecânica de Energia “A”, do Prof. Renato Pacheco, acessível pelo Moodle.
- 📖 Material visual usado nas apresentações, acessível pelo Moodle.
- 📖 Electrical Machines. Slobodan N. Vukosavic. DOI <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0400-2>. Copyright Information: Springer Science+Business Media New York 2013. Publisher Name Springer, New York, NY. Print ISBN 978-1-4614-0399-9, Online ISBN 978-1-4614-0400-2 <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-1-4614-0400-2>.
- 📖 Electrical Energy Conversion and Transport: An Interactive Computer-Based Approach. George G. Karady e Keith E. Holbert. Copyright Year: 2013, Book Type: Wiley-IEEE Press, Pages: 854 / Chapters 1-20, Topics: Power, Energy and Industry Applications; Transportation. ISBN Information: Online ISBN: 9781118498057; Electronic ISBN: 9781118498033; Electronic ISBN: 9781118498064; Print ISBN: 9780470936993. Livro pode ser baixado dentro do sistema da BU/UFSC, disponível em 04 de agosto de 2020: <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=6558546>.

4 – BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- 📖 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.
- 📖 LANGSDORF, Alexander S.: Teoría 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, Le Ander W.: Máquinas Electromecánicas 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.

5 – 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 previsão é que a parte teórica seja avaliada em duas etapas, desde que haja condições técnicas para isso.** 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 daquelas 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):

$$P_F = 0,375 \cdot (p_{11} \cdot Q_{11} + p_{21} \cdot Q_{21} + p_{31} \cdot Q_{31} + p_{12} \cdot Q_{12} + p_{22} \cdot Q_{22} + p_{32} \cdot Q_{32}) + 0,250 \cdot P_L,$$

onde:

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

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

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

- e:
- P_F – pontuação final;
 - E_j – etapa de avaliação j . A previsão são três questões por etapa de avaliação, com seus respectivos pesos;
 - P_L – pontuação da parte prática (laboratório);
 - Q_{ij} – nota da avaliação Q número i na etapa j ;
 - p_{ij} – peso da avaliação Q número i na etapa j ;
 - N_P – nota arredondada;
 - N_F – é a nota provisória para quem tem média igual ou superior a 5,75 e tiver frequência suficiente (FS). Para os demais casos será convertida em ZERO, no caso de FI, ou dependerá da nota da atividade de recuperação.

Observação: nestes tempos de pandemia e de ensino remoto, Q_{ij} , excepcionalmente, serão duas tarefas do Capítulo 1 (exercícios), com peso 0,25 cada, uma prova teórica do Capítulo 1, com peso 0,50, duas tarefas do Capítulo 2 (exercícios), com peso 0,25 cada, e uma prova teórica do Capítulo 2, com peso 0,50.

Se o discente 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: as notas do laboratório somente estarão disponíveis quando de encontrar uma forma adequada para o cumprimento da parte prática. Se a solução não for encontrada, deverá ser atribuída a menção “P” (pandemia) para TODOS os matriculados 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. **A frequência será controlada por encontros presenciais, acessos ao Moodle da disciplina, chats e outros meios disponíveis.**

6 – RECUPERAÇÃO (se Nota Provisória (N_P) < 5,75):

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

1- **Recuperação parcial:**

É concessão do professor (o Plano de Ensino é aprovado pelo **EEL** e homologado pelo Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica), **exclusivamente** para estudantes com **frequência suficiente**, e substitui etapas de avaliação em que o discente **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 discente 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:**

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.

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

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

ATENÇÃO: em virtude da atual pandemia, as aulas no laboratório estão suspensas. Junto ao EEL, ao coordenador do curso e aos discentes matriculados serão buscadas soluções para a parte prática. Caso haja impedimento, será atribuída menção “P” na disciplina, enquanto se busca uma solução para a situação de pandemia vivida.

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 prova prática individual (uma montagem no laboratório), realizada 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 2020-1

06202E/06202F – 610102

PROF. RENATO LUCAS PACHECO

DATA	TURMA	ATIVIDADES
06 de março	I e II	Apresentação. Divisão das turmas e equipes. Informações gerais, segurança no laboratório e outros assuntos.
13 de março	I	Transformador: placa de identificação, resistência dos enrolamentos, resistência do isolamento, relação de transformação, ensaio de polaridade.
20 de março	II	Transformador: placa de identificação, resistência dos enrolamentos, resistência do isolamento, relação de transformação, ensaio de polaridade.
27 de março	I	Transformador: ensaio de circuito aberto e de curto circuito. Ensaio de rendimento e de regulação.
03 de abril	II	Transformador: ensaio de circuito aberto e de curto circuito. Ensaio de rendimento e de regulação.
10 de abril	-	Dia não letivo – Sexta-feira Santa.
17 de abril	I	Ligações trifásicas em transformadores ou Ligação de transformadores em paralelo ou Autotransformadores.
24 de abril	II	Ligações trifásicas em transformadores ou Ligação de transformadores em paralelo ou Autotransformadores.
01 de maio	-	Feriado Nacional – Dia do Trabalhador.
08 de maio	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.
15 de maio	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.
22 de maio	I	Obtenção das reatâncias de eixo direto e em quadratura da máquina síncrona; curvas V do motor síncrono (ou outra experiência de máquina síncrona).
29 de maio	II	Obtenção das reatâncias de eixo direto e em quadratura da máquina síncrona; curvas V do motor síncrono (ou outra experiência de máquina síncrona).
05 de junho	-	Sem aula.
12 de junho	-	Dia não letivo – dia seguinte ao <i>Corpus Christi</i>.
19 de junho	I	Treinamento para a prova prática.
26 de junho	I	Prova prática (marcar horário com o professor!).
03 de julho	II	Treinamento para a prova prática.
10 de julho	II	Prova prática (marcar horário com o professor!).

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). No caso de falta na primeira aula, $N_F=1$.

4 – **Recuperação de faltas:** uma (1) recuperação, com justificativa. Contatar o professor logo que possível, justificar a falta e planejar sua recuperação.

5 – O discente que tiver presença menor que 75 % na disciplina automaticamente ficará sem nota de laboratório. Cada discente 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. Discente 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 os 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.

ATENÇÃO: em virtude da atual pandemia, as aulas no laboratório estão suspensas. Junto ao EEL, ao coordenador do curso e aos discentes matriculados serão buscadas soluções para a parte prática. Caso haja impedimento, será atribuída menção “P” na disciplina, enquanto se busca uma solução para a situação de pandemia vivida.

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 prova prática individual (uma montagem no laboratório), realizada 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 2020-1

06213/06213B – 313302 PROF. RENATO LUCAS PACHECO

DATA	TURMA	ATIVIDADES
10 de março	I e II	Apresentação. Divisão das turmas e equipes. Informações gerais, segurança no laboratório e outros assuntos.
17 de março	I	Transformador: placa de identificação, resistência dos enrolamentos, resistência do isolamento, relação de transformação, ensaio de polaridade.
24 de março	II	Transformador: ensaio de circuito aberto e de curto circuito. Ensaio de rendimento e de regulação.
31 de março	I	Ligações trifásicas em transformadores ou Ligação de transformadores em paralelo ou Autotransformadores.
07 de abril	II	Ligações trifásicas em transformadores ou Ligação de transformadores em paralelo ou Autotransformadores.
14 de abril	I	Placa de identificação e acionamento da máquina síncrona. Características de eireuito aberto e de curto circuito da máquina síncrona. Determinação da reatância síncrona e da reatância de Potier.
21 de abril	=	Sem aula.
28 de abril	II	Placa de identificação e acionamento da máquina síncrona. Características de eireuito aberto e de curto circuito da máquina síncrona. Determinação da reatância síncrona e da reatância de Potier.
05 de maio	I	Ensaio de gerador síncrono a corrente de campo constante. Ensaio de gerador síncrono a tensão terminal constante. Curvas V do motor síncrono.
12 de maio	II	Ensaio de gerador síncrono a corrente de campo constante. Ensaio de gerador síncrono a tensão terminal constante. Curvas V do motor síncrono.
19 de maio	I	Treinamento para a prova prática.
26 de maio	I	Prova prática (marcar horário com o professor!).
02 de junho	II	Treinamento para a prova prática.
09 de junho	II	Prova prática (marcar horário com o professor!).
16 de junho	=	Sem aula.
23 de junho	=	Sem aula.
30 de junho	=	Sem aula.
07 de julho	=	Sem aula.
14 de julho	=	Sem aula.

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). No caso de falta na primeira aula, $N_F=1$.

4 – **Recuperação de faltas:** uma (1) recuperação, com justificativa. Contatar o professor logo que possível, justificar a falta e planejar sua recuperação.

5 – O discente que tiver presença menor que 75 % na disciplina automaticamente ficará sem nota de laboratório. Cada discente 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. Discente 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 os 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.