

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA****CENTRO TECNOLÓGICO**

Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica

Campus Trindade - CEP 88040-900 - Florianópolis SC

Tel: 48 3721-2260

**PLANO DE ENSINO 2020.2 <sup>1</sup>****I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	HORAS-AULA SEMANAIS		HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EEL 7073	CONVERSÃO ELETROMECAÂNICA DE ENERGIA B	3	1	72 horas

**II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)**

Prof. Nelson Jhoe Batistela (aulas de teoria e prática/laboratório)

Prof. Nelson Sadowski (aulas de prática/laboratório)

**III. PRÉ-REQUISITO(S) (Código(s) e nome da(s) disciplina(s))**

EEL7064

**IV. CURSOS PARA OS QUAIS A DISCIPLINA É OFERECIDA**

(202) Engenharia Elétrica

(213) Engenharia de Produção (Elétrica)

**V. EMENTA**

Motores de Indução: ensaios, circuito equivalente, potência e torque em motores trifásicos, métodos de partida do motor trifásico; Motores de Indução Monofásico e Bifásico; Máquinas de Corrente contínua: máquinas elementares, máquinas reais, tensão gerada e torque, fluxo de potência e perdas, geradores de corrente contínua, motores corrente contínua; Máquinas Especiais: motor universal, outros tipos de motores especiais, laboratório.

**VI. OBJETIVOS****Objetivos Gerais:**

- Atender as diretrizes curriculares dos cursos de Engenharia do Conselho Nacional de Educação;
- Contribuir para que o graduando esteja adequadamente preparado para o ingresso na prática da engenharia, conforme a sua habilitação;
- Estimular o processo de aprendizagem;
- Encorajar o desenvolvimento humanístico, tendo uma formação profissional, técnica e científica do graduando, atendendo o projeto pedagógico do curso em vista do seu perfil de egresso. Adicionalmente, estimular a atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, sob uma visão ética e humanista, a fim de atender às demandas da sociedade.

**Objetivos Específicos:**

Curso a ser ministrado de modo a introduzir e conscientizar o discente nos aspectos de conversão eletromecânica de energia. Esta disciplina tem como objetivo transferir aos discentes conteúdos fundamentais sobre Motores de Indução, Máquinas de Corrente Contínua e Motores Especiais.

**VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

<sup>1</sup> Plano de ensino adaptado, em caráter excepcional e transitório, para substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus – COVID-19, em atenção à Resolução Normativa 140/2020/CUn.

## **CAPÍTULO I - MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO**

- 1.01 - Introdução e revisão
  - a) Rotor Bobinado ou Enrolado ou de Anéis
  - b) Rotor com Bobinas Maciças ou Rotor Fundido ou Tipo Gaiola de Esquilo
- 1.02 - O Campo Girante
- 1.03 - Princípio de Funcionamento do Motor de Indução
- 1.04 - O Escorregamento
- 1.05 - O Circuito Elétrico Equivalente
  - 1.05.1 - Circuito Elétrico Equivalente do Estator, por Fase.
  - 1.05.2 - Circuito Elétrico Equivalente do Rotor, por Fase.
    - a) Circuito Elétrico Equivalente do Rotor, por Fase, Referido ao Rotor.
    - b) Circuito Elétrico Equivalente do Rotor, por Fase, Referido ao Estator.
  - 1.05.3 - Circuito Elétrico Equivalente Completo Referido ao Estator, por Fase
  - 1.05.4 - Forma Alternativa para o Circuito Elétrico Equivalente
- 1.06 - Potência Mecânica Útil
- 1.07 - Torque
- 1.08 - Perdas no Cobre do Estator
- 1.09 - Conjugado e Potência pelo uso do Teorema de Thévenin
- 1.10 - Curvas de Conjugado, Potência e Corrente.
- 1.11 - Diagrama Fasorial
- 1.12 - Determinação dos Parâmetros do Motor de Indução Trifásico
  - 1.12.1 - Ensaio de Rotor Bloqueado (Travado)
  - 1.12.2 - Ensaio a Vazio
- 1.13 – Noções de Placa e Categorias dos Motores de Indução Trifásicos
  - 1.15.1 – Categorias Segundo a NBR
  - 1.15.2 - Categorias Segundo a IEC
  - 1.15.3 - Categorias Segundo a NEMA
- 1.14 - Métodos de Partida
  - 1.14.1 - Partida Direta
  - 1.14.2 - Partida com Tensão Reduzida com Autotransformador
  - 1.14.3 - Partida com Tensão Reduzida com Reator ou Resistor Primário
  - 1.14.4 - Partida Estrela - Triângulo
  - 1.14.5 - Partida por Fase Dividida ou por Enrolamento Parcial
  - 1.14.6 - Partida com Resistência Externa de Rotor
  - 1.14.7 - Partida Direta com Rotor de Dupla Gaiola
  - 1.14.8 - Partida utilizando “softstart”
  - 1.14.9 - Partida utilizando conversor de frequência
- 1.15 - Controle de Velocidade de Motores de Indução Trifásicos
  - 1.15.1 - Controle pela Variação da Resistência do Rotor
  - 1.15.2 - Controle pela Variação do Número de Polos
  - 1.15.3 - Controle pela Variação da Frequência da Linha
  - 1.15.4 - Controle pela Variação da Tensão da Linha
  - 1.15.5 - Controle pela Variação da Frequência do Rotor (Variação do Escorregamento)
  - 1.15.6 - Noção de Controle Escalar V/f
  - 1.15.7 - Controle utilizando Conversores de Frequência
  - 1.15.8 - Noção de Controle Vetorial

## **CAPÍTULO II - MOTOR DE INDUÇÃO BIFÁSICO E MONOFÁSICO**

- 2.01 - Motor de Indução Bifásico Balanceado
    - 2.01.1 - Introdução
    - 2.01.2 - Representação Esquemática
    - 2.01.3 - Circuito Elétrico Equivalente Referido, por Fase
    - 2.01.4 - Formulário
    - 2.01.5 - Uso do Teorema de Thévenin
    - 2.01.6 - Observação Final
  - 2.02 - Noções de Componentes Simétricas
  - 2.03 - Motor de Indução Bifásico Desbalanceado
    - 2.03.1 - Introdução
    - 2.03.2 - Circuitos Elétricos Equivalentes
-

- 2.03.3 - Análise do Circuito Equivalente
- 2.04 - Motor de Indução Monofásico
  - 2.04.1 - Introdução
  - 2.04.2 - Análise do Motor de Indução Monofásico Através do Campo Girante
  - 2.04.3 - O Circuito Equivalente por Componentes Simétricas
  - 2.04.4 - Obtenção dos Parâmetros do Motor de Indução Monofásico
    - a) Ensaio a Rotor Travado
    - b) Ensaio a Vazio
  - 2.04.5 - Característica Torque-Velocidade
  - 2.04.6 - Análise de Desempenho
  - 2.04.7 – Tipos e Métodos de Partidas do Motor de Indução Monofásico
    - a) Motor de Fase Dividida ou Fase Auxiliar
    - b) Motor de Fase Dividida a Capacitor de Partida
    - c) Motor de Fase Dividida com Capacitor Permanente
    - d) Motor de Fase Dividida com Dois Capacitores
  - 2.04.8 - Cálculo do Capacitor de Partida
- 2.05 - Motor de Distorção de Fluxo ou Motor com Bobina de Arraste ou Motor de Indução de Polo Ranhurado ou Motor com Bobina de Sombra.

### **CAPÍTULO III - MÁQUINAS DE CORRENTE CONTÍNUA**

- 3.01 - Geração da Tensão Unidirecional
    - 3.01.1 - Introdução
    - 3.01.2 - Máquina de Corrente Contínua Elementar
    - 3.01.3 - Funcionamento do Comutador
    - 3.01.4 - Observações Finais
  - 3.02 - Tipos de Geradores de Corrente Contínua
    - 3.02.1 - Excitação Independente
    - 3.02.2 - Auto-Excitação
  - 3.03 - Efeito da Força Magnetomotriz da Armadura
    - 3.03.1 - Introdução
    - 3.03.2 - Máquina com Somente o Campo Excitado
    - 3.03.3 - Máquina com Somente a Armadura Excitada
    - 3.03.4 - Fluxo da Máquina de Corrente Contínua com o Campo e a Armadura Excitados
  - 3.04 – Comutação/Interpolos
    - 3.04.1 - Introdução
    - 3.04.2 - Considerações Iniciais
    - 3.04.3 - Interpolos ou Polos de Comutação
  - 3.05 - Enrolamentos Compensadores
    - 3.05.1 - Introdução
    - 3.05.2 - Enrolamento Compensador
  - 3.06 - Fundamentos Analíticos. Aspectos dos Circuitos Elétrico e Magnético
    - 3.06.1 - Introdução
    - 3.06.2 - Aspectos do Circuito Elétrico
    - 3.06.3 - Aspectos do Circuito Magnético
      - a) Com a Reação de Armadura Desprezada
      - b) Considerando a Reação de Armadura
  - 3.07 - Análise do Desempenho em Regime Permanente
  - 3.08 - Característica do Gerador. Análise Não-Linear
    - 3.08.1 - Excitação Independente
    - 3.08.2 - Auto-Excitação
      - a) Linha de Resistência de Campo
      - b) Escorvamento
  - 3.09 - Análise do Motor de Corrente Contínua
  - 3.10 - Característica Velocidade-Torque do Motor
  - 3.11 - Partida da Máquina de Corrente Contínua
  - 3.12 - Aplicações da Máquina de Corrente Contínua
  - 3.13 - Variação de Velocidade
    - 3.13.1 - Introdução
    - 3.13.2 - Controle pela Mudança da posição das Escovas
    - 3.13.3 - Controle por Reostato de Campo Derivação
-

3.13.4 - Controle por Resistência no Circuito de Armadura

3.13.5 - Controle por Tensão Terminal de Armadura – noção de conversores empregados

#### **CAPÍTULO IV - MOTORES ESPECIAIS**

4.01 - Motores Universais

4.02 - Motores de Relutância

4.03 - Motor de Histerese

4.05 - Motor de Passos ou Motor Passo a Passo

4.06 - Servomotores

4.07 - Outros Motores e Máquinas Especiais (comentários)

---

#### **VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA**

O desenvolvimento metodológico no desenvolvimento da disciplina buscará estabelecer da melhor maneira possível a relação teórico-prática, através da identificação, análise crítica, utilização de modelos e da expressão das concepções experimentadas pelos participantes do curso. Serão utilizadas metodologias fundamentadas em exposições do professor via conferências na web (via Google Meet e/ou Zoom ou similar) e explicações via mesa digital (dialógica quando possível, podendo empregar quando possível *chat* e/ou *fórum* e/ou *mensagens*), leitura e estudos de textos (apostila, livros, normas técnicas, artigos técnicos e científicos, catálogos etc.) estudos de ensaios e de caracterização de máquinas, promovendo a produção de ideias, exercícios mostrados em aulas síncronas e/ou em apostilas e/ou em conteúdos disponibilizado no Moodle, exercícios realizados pelos discentes individualmente em ambiente *home office*. Outras metodologias que, julgadas convenientes e oportunas, poderão ser empregadas no decorrer do processo de ensino-aprendizagem. As aulas síncronas não serão gravadas. O professor poderá disponibilizar vídeos a seu critério sobre exposições de conteúdo, porém não poderão ser armazenados pelos participantes ou disponibilizados para terceiros.

A disciplina será ministrada em aulas síncronas. As aulas síncronas consistirão na apresentação da teoria e de exemplos e exercícios resolvidos pelo professor. Serão previstas também aulas onde os discentes terão que resolver exercícios. As aulas síncronas ocorrerão nos horários de 2.1620 e 5.1620 da parte de teoria e para as respectivas turmas de laboratório, que correspondem às aulas previstas na grade horária do curso em condições normais.

Haverá um trabalho individual desenvolvido de maneira assíncrona, por cada discente individualmente, com carga horária atribuída correspondente a 8h/a, em que o aluno fará uma pesquisa e estudo sobre alguma máquina elétrica especial, redigindo um relatório a ser avaliado pelo professor, que comporá a nota da parte teórica da disciplina.

Caso ocorra mudanças ao longo do semestre para atividades presenciais, este plano de ensino será readaptado às novas condições sanitárias e às novas exigências didáticas.

**O conteúdo apresentado por técnicas/recursos tecnológicos são restritos aos participantes da disciplina, não podendo ser externalizados a terceiros. É proibido a disponibilização de qualquer conteúdo a terceiros.**

---

#### **IX. ATIVIDADES PRÁTICAS**

Enquanto perdurar as restrições sanitárias de haver aulas presenciais, as atividades práticas serão realizadas de modo remoto, conforme o seguinte procedimento:

- Haverá roteiros dos experimentos disponibilizados no Moodle e vídeos mostrando a realização dos ensaios em máquinas elétricas do Laboratório de Máquinas e Acionamentos Elétricos (LabMaq) do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina. Os vídeos serão restritos à utilização apenas pelos participantes da disciplina, sendo proibida a sua disponibilização para terceiros.
- O professor de cada turma fará uma apresentação em aula síncrona, conforme sua metodologia e recursos tecnológicos disponíveis e/ou determinados por ele.
- Serão disponibilizados os valores medidos nos experimentos para que os discentes façam individualmente relatórios simulando a realização das atividades práticas.
- Os discentes deverão entregar relatórios individuais dentro dos prazos definidos ao longo do desenvolvimento da disciplina. Estes relatórios serão avaliados pelos professores e a nota terá peso de 25% da nota da disciplina.
- Se houver a possibilidade de realizar atividades práticas até o final do semestre, elas serão adaptadas de maneira conveniente às boas práticas de ensino-aprendizagem.

Os procedimentos experimentais a serem estudados são:

- Motor de indução trifásico de rotor bobinado/anéis:
  - Ensaio de rotor travado
  - Ensaio em vazio
- Motor de indução trifásico de rotor em gaiola:
  - Ensaio de rotor travado

- Ensaio em vazio
- Ensaio em carga
- c) Motor de indução monofásico:
  - Ensaio de rotor travado
  - Ensaio em vazio
- d) Ensaios com motores de corrente contínua

As atividades e estudos da parte prática serão realizados conforme o cronograma da parte teórica permitir. Haverá um sincronismo de conhecimentos abordados tanto pela parte teórica quanto da parte prática, para melhor aproveitamento de aprendizado dos discentes.

## **X. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE FREQUÊNCIA**

A avaliação da disciplina será composta por duas partes: 25% relativa à avaliação de atividades simuladas em laboratório, como descrita no item anterior “Atividades Práticas”, e 75% relativa às atividades teóricas.

A avaliação das atividades teóricas será por meio:

- a) 20% da presença em aulas síncronas e/ou da participação no “chat” e/ou no “fórum”,
- b) 80% por meio de listas individuais de exercícios e/ou por meio de trabalhos escritos específicos sobre algum assunto pertinente à disciplina e/ou por meio de provas síncronas. Caso necessário, a nota de prova e/ou de exercícios e/ou trabalhos pode ser ponderada pela arguição do aluno acerca dos assuntos cobrados e/ou apresentados pelo discente.

A média final será composta pela média aritmética da parte teórica (75%) e das atividades de simulação de atividades práticas (25%). As provas estão previstas para ocorrerem “online”. Caso ocorram problemas de conexão acarretando perda de sinal, falta de energia e indisponibilidade de sistemas informáticos de acesso, as ocorrências serão analisadas caso a caso e novos prazos de entrega e/ou recuperações serão avaliados e proporcionados.

Será aprovado o aluno que satisfizer as duas condições:

- a) obtiver média final maior ou igual a 6,0.
- b) obtiver frequência superior ou igual a 75%.

Terá direito à recuperação o aluno que:

- a) obtiver média final inferior a 6,0, mas maior ou igual a 3,0.
- b) obtiver frequência superior ou igual a 75%.

A prova de recuperação será relativa a toda a matéria. A média final da disciplina, para aqueles discentes que ficarem em recuperação, será a média entre a nota da prova de recuperação e a média obtida durante o semestre normal.

## **XI. LEGISLAÇÃO**

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.

## **XII. REFERÊNCIAS**

### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

*Disponibilizadas no Moodle na página da disciplina:*

- a) Notas de Aula “Apostila de Conversão Eletromecânica de Energia B” elaborada pelo Prof. Renato Lucas Pacheco, disponibilizadas no Moodle, na página da disciplina.
- b) Roteiro das experiências das atividades práticas no laboratório.
- c) Outros materiais didáticos, tais como apresentações ou que são de domínio público (TCC e trabalhos de pós-graduação).

*Disponível no acervo digital da Biblioteca Universitária da UFSC ou em sites por ela disponibilizados. Os Livros podem ser abaixados dentro do sistema da BU/UFSC, disponível em 04 de agosto de 2020:*

- d) 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>.
- e) 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 abaixado dentro do sistema da BU/UFSC, disponível em 04 de agosto de 2020: <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=6558546>.

Para a disciplina, os capítulos mais importantes são:

- 6: electromechanical energy conversion
- 8: induction machines
- 10: dc machines
- 11: introduction to power electronics and motor control

- f) Principles of Electric Machines with Power Electronic Applications. Mohamed E. El-Hawar. View less. Copyright Year: 2002. Book Type: Wiley-IEEE Press. Content Type: Books. Pages: 496 / Chapters 1-11. Topics: Power, Energy and Industry Applications. ISBN Information: Online ISBN: 9780470545645, Print ISBN: 9780471208129. : <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=5264263>.

Para a disciplina, os capítulos mais importantes são:

- 4: direct-current motors
- 6: induction motors and their control
- 8: fractional-horsepower alternating current motors
- 10: dc machines
- 11: introduction to power electronics and motor control

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

- a) Analysis of Electric Machinery and Drive Systems. Paul C. Krause; Oleg Wasynczuk; Scott D. Sudhoff. Copyright Year: 2002. Book Type: Wiley-IEEE Press. Content Type: Books. Pages: 632 / Chapters 1-18. Topics: Power, Energy and Industry Applications. ISBN Information: Online ISBN: 9780470544167, Print ISBN: 9780471143260 <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=5265638>. Para a disciplina, o livro aborda com ênfase as máquinas sob seu aspecto dinâmico, mais apropriado para as cadeiras subsequentes à EEL 7073, a qual trata as máquinas nos seus aspectos de regime permanente. Os capítulos mais importantes são:
  - 1: Basic Principles for Electric Machine Analysis
  - 2: Direct-Current Machines
  - 4: Symmetrical Induction Machines
  - 10: Symmetrical and Unsymmetrical 2-Phase Induction machines
  - 12: Dc Machine Drives
  - 13: Fully Controlled 3-Phase Bridge Converters
  - 14: Induction Motor Drives
  - 15: Brushless Dc Motor Drives
- b) Control of Electric Machine Drive Systems. Seung-Ki Sul. Copyright Year: 2011. Book Type: Wiley-IEEE Press. Content Type: Books. Pages: 424 / Chapters 1-12. Topics: Robotics and Control Systems. ISBN Information: Online ISBN: 9780470876541, Electronic ISBN: 9781118099568, Electronic ISBN: 9780470876558, Print ISBN: 9780470590799. <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=5675908>.
- c) Electromechanical Motion Devices. Paul Krause; Oleg Wasynczuk; Steven Pekarek. Wiley-IEEE Press. Second Edition. <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=6266783>.
- d) Power Conversion and Control of Wind Energy Systems. Bin Wu; Yongqiang Lang; Navid Zargari; Samir Kouro. Copyright 2011. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. <https://ieeexplore.ieee.org/book/6047595>.

#### **OUTRAS REFERÊNCIAS, CURSOS ABERTOS, CATÁLOGOS E MANUAIS**

- MIT OpenCourseWare, Massachusetts Institute of Technology, <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-685-electric-machines-fall-2013/course-notes/>.
- Motores de Indução Trifásicos: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h32/hc5/WEG-motores-eletricos-guia-de-especificacao-50032749-brochure-portuguese-web.pdf>
- Considerações sobre redimensionamento de motores elétricos de indução: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h94/hb9/WEG-consideracoes-sobre-redimensionamento-de-motores-eletricos-de-inducao-artigo-tecnico-portugues-br.pdf>
- Rendimento nos motores monofásicos: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h95/hea/WEG-rendimento-nos-motores-monofasicos-001-article-portuguese-web.pdf>
- Partes de motor monofásicos: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h99/h8b/WEG-vista-explodida-do-motor-monofasico-nema-ip21-50009252-banner-portuguese-web.pdf> e <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hf6/h00/WEG-vista-explodida-del-motor-monofasico-nema-ip21-50036054-banner-spanish-web.pdf>
- Danos em Enrolamentos: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h14/hb2/WEG-danos-em-enrolamentos-motores-monofasicos-50009254-brochure-portuguese-web.pdf> e <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h0b/hbf/WEG-danos-em-enrolamentos-motores-trifasicos-50009255-brochure-portuguese-web.pdf>
- Motores de indução alimentados por inversores de frequência PWM - Guia Técnico: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h35/h10/WEG-motores-de-inducao-alimentados-por-inversores-de-frequencia-pwm-50029351-brochure-portuguese-web.pdf>
- Automação Guia de Seleção de Partidas: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h97/h5e/WEG-guia-de-selecao-de-partidas-50037327-manual-portugues-br.pdf>
- - WEG – Material disponibilizado na internet, acesso livre: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLA740CE154805EA52>

*Catálogos/manuais (disponíveis em 04 de agosto de 2020):*

- Motor Trifásico de Indução: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h8e/h68/WEG-hgf-motor-trifasico-de-inducao-50029374-brochure-portuguese-web.pdf>
- Motores elétricos de indução trifásicos de baixa e alta tensão Linha W60 - Rotor de gaiola – Horizontais: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hc2/hdc/WEG-motores-de-inducao-trifasico-linha-w60-12720793-manual-portugues-br-dc.pdf>
- Motor de Indução Trifásico W60: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h2d/h49/WEG-motores-de-inducao-trifasicos-linha-w60-50038673-catalogo-portugues-br.pdf>
- Motores de Indução Trifásicos Linha Master: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hec/h79/WEG-motores-de-inducao->

[trifasicos-linha-master-50009359-catalogo-portugues-br.pdf](#)

- Motor monofásico WPump: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h42/hd3/WEG-wpump-motor-monofasico-50036045-brochure-portuguese-web.pdf>

- Motores Aplicações Industriais: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h6f/heb/WEG-motores-aplicacoes-industriais-50009275-brochure-portuguese-web.pdf>

- Motores elétricos de indução trifásicos de baixa e alta tensão Linha M - Rotor de anéis – Horizontais: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h67/hc5/WEG-motores-de-inducao-trifasicos-de-baixa-e-alta-tensao-rotor-de-aneis-11066443-manual-portugues-br-dc.pdf>

- Motores de indução com baixa corrente de partida: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hcb/h22/WEG-motores-de-inducao-com-baixa-corrente-de-partida-50039904-catalogo-portugues-br.pdf>

- Motores Aplicações Comerciais e Residenciais: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h05/h31/WEG-motores-aplicacoes-comerciais-e-residenciais-50041418-brochure-portuguese-web.pdf>

- Motores de corrente contínua Linha D: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h4b/h48/WEG-motor-de-corrente-continua-10218369-manual-portugues-br.pdf>

- Motores de indução trifásicos refrigerados por manto d'água: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h87/he6/WEG-motor-de-inducao-trifasico-refrigerado-por-manto-dagua-13968606-manual-portugues-br-dc.pdf>

- ABB - EC 60034-30-1 standard on efficiency classes for low voltage AC motors: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=TM025&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

- ABB: Motores de indução trifásicos Média e alta tensão <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK106103A8069&LanguageCode=pt&DocumentPartId=&Action=Launch>

- ABB: Manual para geradores e motores de indução <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BFP000080R0138&LanguageCode=pt&DocumentPartId=&Action=Launch>

- NOVA Motores Monofásicos: <https://www.novamotors.com.br/motores-monofasicos>

- NOVA Motores Trifásicos: <https://www.novamotors.com.br/motores-trifasicos>

- NOVA Motores Especiais: <https://www.novamotors.com.br/motores-especiais>

---

- **Cronograma da aulas síncronas**

<b>Aula</b>	<b>Data</b>	<b>CH</b>	
<b>1</b>	01/02	2h	Introdução à disciplina Aula de apresentação do planejamento didático, plano de ensino e princípios teóricos que fazem a base dos estudos
<b>2</b>	04/02	2h	Introdução e revisão de conteúdos de máquinas elétricas <b>MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO - MIT</b> a) Rotor Bobinado b) Rotor em Gaiola *Na segunda semana, início das aulas síncronas de laboratório: introdução (plano de ensino), noções de segurança e apresentação possível virtual do laboratório de máquinas
<b>3</b>	08/02	2h	MIT - Campo girante e escorregamento
<b>4</b>	11/02	2h	MIT - Princípio de Funcionamento do Motor de Indução <ul style="list-style-type: none"> <li>Resolução de exercícios: cálculo da frequência da corrente no rotor, de velocidade, de velocidades de campos girantes</li> </ul>
<b>5</b>	18/02	2h	MIT - Circuito Elétrico Equivalente
<b>6</b>	22/02	2h	MIT – Fluxo de Potência, Torque e Diagrama Fasorial <ul style="list-style-type: none"> <li>Potência Mecânica Útil</li> <li>Torque</li> <li>Perdas no Cobre do Estator</li> <li>Conjugado e Potência pelo uso do Teorema de Thévenin</li> <li>Curvas de Conjugado, Potência e Corrente.</li> <li>Diagrama Fasorial</li> </ul>
<b>7</b>	25/02	2h	MIT - Determinação dos Parâmetros do Motor de Indução Trifásico <ul style="list-style-type: none"> <li>Resolução de exercício</li> <li>Entrega de lista exercícios e de temas para trabalhos a serem entregues.</li> </ul> <p align="right">*aptos para aula de relativa à parte prática de laboratório Ensaio com motor de anéis</p>
<b>8</b>	01/03	2h	Resolução de exercícios e revisão
<b>9</b>	04/03	2h	MIT <ul style="list-style-type: none"> <li>Noções de Placa e Categorias dos Motores de Indução Trifásicos</li> <li>Métodos de Partida</li> </ul>
<b>10</b>	24/03	2h	MIT - Variação de Velocidade de Motores de Indução Trifásicos
<b>11</b>	08/03		MIT – Recuperação de conteúdo - Prova
<b>12</b>	11/03	2h	<b>MOTOR DE INDUÇÃO BIFÁSICO E MONOFÁSICO (MIM)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Motor de Indução Bifásico Balanceado - MIB <ul style="list-style-type: none"> <li>Introdução, Representação Esquemática, Circuito Elétrico Equivalente, Formulário</li> </ul> </li> <li>Noções de Componentes Simétricas</li> <li>Resolução de exercício</li> </ul>
<b>13</b>	15/03	2h	MIB - Motor de Indução Bifásico Desbalanceado <ul style="list-style-type: none"> <li>Introdução</li> <li>Circuitos Elétricos Equivalentes</li> <li>Análise do Circuito Equivalente</li> </ul>
<b>14</b>	18/03		MIB <ul style="list-style-type: none"> <li>Resolução de exercício: cálculo de correntes e de rendimento</li> </ul>
<b>15</b>	22/03	2h	Motor de Indução Monofásico - MIM <ul style="list-style-type: none"> <li>Introdução</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise do Motor de Indução Monofásico Através do Campo Girante</li> <li>• Circuito Equivalente por Componentes Simétricas</li> <li>• Obtenção dos Parâmetros do Motor de Indução Monofásico, Ensaio a Rotor Travado, Ensaio a Vazio, Característica Torque-Velocidade, Análise de Desempenho</li> </ul>
16	25/03	2h	MIM – Tipos e partida do Motores de Indução Monofásico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor de Fase Dividida ou Fase Auxiliar</li> <li>• Motor de Fase Dividida a Capacitor de Partida</li> <li>• Motor de Fase Dividida com Capacitor Permanente</li> <li>• Motor de Fase Dividida com Dois Capacitores</li> <li>• Cálculo do Capacitor de Partida</li> </ul> <p style="text-align: right;">*aptos para aula relativa à parte prática de laboratório Ensaio com motor monofásico</p>
17	29/03	2h	MIM - Motor com Bobina de Sombra <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolução de exercício: cálculo de correntes e de rendimento sobre MIMs</li> <li>• Entrega de lista exercícios e de temas para trabalhos a serem entregues.</li> </ul>
18	01/04	2h	<b>MÁQUINAS DE CORRENTE CONTÍNUA - MCC</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução</li> <li>• Geração da Tensão Unidirecional</li> <li>• Máquina de Corrente Contínua Elementar</li> <li>• Funcionamento do Comutador</li> <li>• Modelo, circuito equivalente da MCC independente</li> </ul>
19	05/04	2h	MCC <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentos Analíticos. Aspectos dos Circuitos Elétrico e Magnético</li> <li>• Análise do Desempenho em Regime Permanente</li> </ul>
20	08/04	2h	MCC <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de Geradores de Corrente Contínua: Excitação Independente, Auto-Excitação</li> <li>• Efeito da Força Magnetomotriz da Armadura</li> <li>• Enrolamentos de Comutação/Interpolos</li> <li>• Enrolamentos Compensadores</li> </ul>
21	12/04	2h	MCC <ul style="list-style-type: none"> <li>• Característica do Gerador. Análise Não-Linear <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Excitação Independente</li> <li>○ Auto-Excitação, linha de resistência de campo, escorvamento</li> </ul> </li> <li>• Resolução de exercício</li> <li>• Entrega de lista exercícios e de temas para trabalhos a serem entregues.</li> </ul>
22	15/04	2h	MCC <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor de Corrente Contínua</li> <li>• Variação de Velocidade</li> <li>• Resolução de exercício</li> </ul> <p style="text-align: right;">*aptos para aula relativa à parte prática de laboratório Maquinas de corrente contínua</p>
23	19/04	2h	MCC Motores Universais <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolução de exercício</li> </ul> Recuperação de conteúdo
24	22/04	2h	Recuperação de conteúdo - prova

<b>25</b>	26/04	2h	<b>MOTORES ESPECIAIS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motores de Relutância</li> <li>• Motor de Histerese</li> <li>• Resolução de exercício</li> </ul>
<b>26</b>	03/05		<b>MOTORES ESPECIAIS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor de Passos ou Motor Passo a Passo</li> <li>• Servomotores</li> <li>• Outros Motores</li> <li>• Entrega de lista exercícios para ser entregue na próxima aula</li> </ul>
<b>27+</b>	06/05		Recuperação
<b>28+</b>	10/05		Prova ou outra atividade avaliativa
<b>29+</b>	13/05		Finalização da disciplina

+ Obs.: previsão de aulas adicionais, além dos 75%, caso houver necessidade devido à problemas técnicos, com deslocamento/adaptação do cronograma.