



**PLANO DE ENSINO 2020.1<sup>1</sup>**

**I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	HORAS-AULA SEMANAIS		HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EEL7201	Aspectos Construtivos e Análise de Máquinas Elétricas	4		72 horas

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

Prof. Nelson SADOWSKI

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

EEL7073 | Conversão Eletromecânica de Energia B

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

(202) Engenharia Elétrica

**V. EMENTA**

Introdução, Teoria de eixos de referencia, teoria das máquinas de indução trifásicas simétricas, máquinas de ímãs permanentes.

Aprendizado:

1. dos métodos de análise e de simulação de máquinas elétricas em regime transitório e em regime permanente;
2. de noções de aspectos construtivos e concepção de máquinas elétricas.

**VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

1. Introdução

- 1.1) Revisão de conceitos básicos: energia em circuitos magnéticos, relutâncias, indutâncias, etc.
- 1.2) Equações de tensão e torque da máquina elétrica básica
- 1.3) Equações de tensão e torque da máquina elétrica básica de dois enrolamentos
- 1.4) Equação do movimento mecânico da máquina elétrica básica
- 1.5) Estudo da dinâmica de um eletroímã: um exemplo de aplicação

2. Teoria das máquinas de corrente contínua

- 2.1) Máquina de corrente contínua elementar
- 2.2) Equações de tensão e torque
- 2.3) Tipos de máquina de corrente contínua
  - Excitação independente
  - Excitação em derivação
  - Excitação série
  - Excitação composta
- 2.4) Características dinâmicas do motor de corrente contínua

3. Teoria de sistemas de referência

- 3.1) Equações de transformação; mudança de variáveis
- 3.2) Transformação das variáveis do circuito estacionário para o circuito de referência arbitrário
  - Elementos resistivos
  - Elementos indutivos
  - Elementos capacitivos
- 3.3) Transformação de um conjunto de variáveis balanceadas
- 3.4) Relações fasoriais balanceadas em regime permanente

<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.

#### 4. O transformador

#### 5. Teoria das máquinas de indução trifásicas simétricas

- 5.1) Aspectos construtivos do motor de indução trifásico de pequeno porte
- 5.2) Equações de tensão em variáveis da máquina
- 5.3) Equações de transformação para circuitos do rotor
- 5.4) Equações de tensão em um sistema de referência arbitrário
- 5.5) Equação do torque em variáveis do sistema de referência arbitrário
- 5.6) Análise da operação em regime permanente
- 5.7) Obtenção experimental dos parâmetros do motor de indução
- 5.8) Estudo do comportamento dinâmico do motor de indução trifásico

#### 6. Teoria das máquinas síncronas

- 6.1) Aspectos construtivos
- 6.2) Equações de tensão e torque em variáveis da máquina
- 6.3) Equações de tensão em variáveis relativas a um sistema de referência fixo no rotor – Equações de Park
- 6.4) Equações de torque em variáveis do sistema de referência fixo no rotor
- 6.5) Análise da operação em regime permanente

---

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

---

A disciplina será ministrada em aulas síncronas e assíncronas. As aulas síncronas ocorrerão nos horários de 21330 e 51510, que correspondem às aulas previstas na grade horária do curso em condições normais. Nestes horários serão tiradas dúvidas dos assuntos tratados nas atividades assíncronas. Nestas últimas, os alunos terão acesso à vídeos relativos aos assuntos apresentados no conteúdo programático acima detalhado. Tais vídeos serão disponibilizados e os alunos serão instruídos a assistir àqueles que então serão discutidos na aula síncrona subsequente seguindo o conteúdo programático. Na fase inicial das aulas, o acesso e o funcionamento das plataformas de ensino deverão ser avaliadas em conjunto pelo professor e os alunos.

Material didático (texto sob forma de apostila preparada pelo professor) será disponibilizado em formato PDF e enviado através da plataforma Moodle. As atividades síncronas ocorrerão via Google Meet e/ou Zoom ou similar.

---

### IX. ATIVIDADES PRÁTICAS

---

1. Não há

---

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

---

**Descrever os procedimentos que serão empregados com vistas à avaliação do desempenho dos alunos em relação ao proposto pela disciplina.**

O aluno será avaliado por provas e trabalhos distribuídos ao longo do semestre. A média final será composta pela média aritmética das provas e dos trabalhos, média esta que será ponderada pela frequência e participação do aluno nas atividades didáticas. As provas, em número de duas estão previstas para ocorrerem “on line”. 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 alunos que ficarem em recuperação, será a média entre a nota da prova de recuperação e a média obtida durante o semestre normal.

#### **Identificação do controle de frequência das atividades.**

Com a utilização do Google Meet e/ou demais possibilidades de visio-conferências é possível o levantamento da presença dos alunos.

---

### 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.

---

## **XI. REFERÊNCIAS**

### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

Sadowski, N., *Notas de Aula de Máquinas Elétricas (Transitório, Regime Permanente e Acionamento)*, Florianópolis, 2012, 176 páginas (em formato PDF).

### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

Cópias das transparências e anotações realizadas ao longo da gravação dos vídeos.

*Obs.: o material será disponibilizado via Moodle e/ou download a partir do Google Drive.*

### **OUTRAS REFERÊNCIAS**

(Sites, podcasts, etc.)

---

## Cronograma

<b>Aula</b>	<b>Data</b>	<b>HA</b>	<b>Atividades</b>
1	09/Mar	02	Aula de apresentação da disciplina considerando o ensino presencial.
2	12/Mar	02	Revisão de conceitos fundamentais
3	31/Ago	02	Aula de apresentação do planejamento didático, plano de ensino, formas síncronas e assíncronas das aulas, formas de avaliação. Indicação dos procedimentos para as aulas assíncronas: link para acessos, etc. Introdução à disciplina (diferentes capítulos e abordagens) Cap. I – Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre a revisão de conceitos básicos
4	03/Set	02	Cap. I – Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. I – Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre as Equações de tensão e torque das máquinas elétricas básicas
5	07/Set	00	Dia não letivo (feriado)
6	10/Set	02	Cap. I – Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. I – Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Equação mecânica, Análise de dispositivos de relutância e a ímãs permanentes.
7	14/Set	02	Cap. I – Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. I – Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre exemplos de máquinas elementares
8	17/Set	02	Cap. I - Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. II - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre as Equações de tensão e torque da máquina de corrente contínua elementar.
9	21/Set	02	Cap. II - Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. II - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre a Máquina de corrente contínua prática (usual) e as diferentes configurações de ligação do enrolamento de excitação.
10	24/Set	02	Cap. II - Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. II - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre o Controle de posição e velocidade da máquina de corrente contínua
11	28/Set	02	Cap. II – Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. II – Revisão para a primeira prova
12	01/Set	02	Cap. II – Atividade síncrona: Primeira prova.
13	05/Out	02	Cap. II – Aula síncrona: Comentários sobre a primeira prova Cap. III - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Teoria de sistemas de referencia: primeira parte
14	08/Out	02	Cap. III – Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. III - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Teoria de sistemas de referencia: segunda parte
15	12/Out	00	Dia não letivo (feriado)
16	15/10	02	Cap. III – Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. III - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Teoria de sistemas de referencia: terceira parte
17	19/Out	02	Cap. III – Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. III – Revisão para a segunda prova
18	22/Out	02	Cap. III – Atividade síncrona: Segunda prova.
19	26/Out	02	Cap. III– Aula síncrona: Comentários sobre a segunda prova Cap. IV - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Circuitos magnéticos acoplados: o transformador
20	29/Out	02	Cap. IV– Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. IV - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Motor de indução trifásico: enrolamentos, distribuição de força magnetomotriz e fluxo e o circuito eletromagnéticos da máquina
21	02/Nov	00	Dia não letivo (feriado)

22	05/Nov	02	Cap. IV– Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. IV - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Equações de tensão e torque em variáveis da máquina.
23	09/Nov	02	Cap. IV– Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. IV - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Equações de tensão e torque em um sistema de referencia arbitrário.
24	12/Nov	02	Cap. IV– Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. IV – Aula síncrona: apresentação do trabalho a ser confeccionado pelos alunos (para a terceira avaliação) Cap. IV - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Análise da operação em regime permanente do motor de indução trifásico: primeira parte.
25	16/Nov	02	Cap. IV– Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. IV - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Análise da operação em regime permanente do motor de indução trifásico: segunda parte.
26	19/Nov	02	Cap. IV - Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. V - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Máquinas síncronas: introdução, aspectos construtivos e modelo eletromagnético da máquina
27	23/Nov	02	Cap. V - Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. V - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre as Equações de tensão e torque da máquina síncrona trifásica em variáveis da máquina.
28	26/Nov	02	Cap. V - Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. V - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre as Equações de tensão e torque da máquina síncrona trifásica em variáveis de um sistema de referencia girando solidário ao rotor
29	30/Nov	02	Cap. V - Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. V - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre a operação em regime permanente da máquina síncrona trifásica
30	03/Dez	02	Cap. V - Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Cap. VIII - Aula assíncrona: Recomendação de assistência dos vídeos e leitura do texto sobre Máquinas de ímãs permanentes
31	07/Dez	02	Cap. VIII – Aula síncrona: Discussão sobre os textos e vídeos anteriores. Aula síncrona: Confeção de trabalho por parte dos alunos: reservada para sanar dúvidas e dificuldades
32	10/Dez	02	Aula síncrona: Entrega dos trabalhos pelos alunos
33	14/Dez	02	Aula síncrona: Divulgação das notas finais antes de eventual recuperação e conversa sobre a prova de recuperação
34	17/Dez	02	Atividade síncrona: Prova de recuperação e divulgação das notas finais