



Universidade Federal  
de São João del-Rei

## COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA

### PLANO DE ENSINO

1º Período Emergencial (14/09/2020 a 05/12/2020)

<b>Disciplina: Máquinas e Acionamentos Elétricos</b>			<b>Período: 7º</b>	<b>Currículo: 2010</b>	
<b>Docente Responsável: Leonardo Adolpho R. da Silva</b>			<b>Unidade Acadêmica: DETEM</b>		
<b>Pré-requisito: Circuitos Elétricos</b>			<b>Co-requisito:</b>		
<b>C.H. Total: 84 horas-aula</b>	<b>C.H. Síncrona: 12 horas-aula</b>	<b>C.H. Assíncrona: 72 horas-aula</b>	<b>Grau: Bacharelado</b>	<b>Ano: 2020</b>	<b>Semestre: 1º (Emergencial)</b>

#### EMENTA

Princípios da mecânica rotacional. Leis de Maxwell. Circuitos magnéticos e campos girantes em máquinas elétricas rotativas CA. Representação de grandezas trifásicas por vetores espaciais. Modelagem da dinâmica da máquina de indução trifásica por vetores espaciais. Modelagem da máquina de indução trifásica em regime permanente.

#### OBJETIVOS

Ao final da disciplina os alunos deverão ser capazes de compreender os fenômenos associados a conversão eletromecânica de energia em máquinas elétricas rotativas, bem como analisar tais fenômenos no contexto de aplicações mecatrônicas.

#### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Princípios da mecânica rotacional
  - 1.1. Sinais de trajetória mecânica
  - 1.2. Conceitos de torque e momento de inércia
  - 1.3. Caracterização do torque de agentes típicos presentes em aplicações mecatrônicas
  - 1.4. Potência e energia em sistemas mecatrônicos rotativos
2. Leis de Maxwell
  - 2.1. Avaliação qualitativa das grandezas eletromagnéticas em laboratório
  - 2.2. Caracterização das propriedades macroscópicas da matéria
  - 2.3. Avaliação qualitativa das 1ª e 2ª leis de Maxwell em laboratório
  - 2.4. Apresentação e análise da 1ª equação de Maxwell
  - 2.5. Apresentação e análise da 2ª equação de Maxwell
  - 2.6. Apresentação e análise da 3ª equação de Maxwell
  - 2.7. Apresentação e análise da 4ª equação de Maxwell
  - 2.8. Apresentação e análise de exemplos de equipamentos construídos com base nas leis de Maxwell
  - 2.9. Resolução de exercícios em sala de aula
3. Circuitos magnéticos e campos girantes
  - 3.1. Circuito magnético elementar – caracterização das grandezas físicas, geometria e materiais envolvidos.
  - 3.2. Análise do circuito magnético com fluxo radial.
  - 3.3. Análise do circuito magnético da máquina elétrica CA para uma fase
  - 3.4. Condição elementar para produção de torque médio não nulo em máquinas elétricas rotativas
  - 3.5. Caracterização do campo pulsante de uma fase da máquina elétrica CA
  - 3.6. Caracterização do campo girante nas três fases da máquina elétrica CA
  - 3.7. Associação entre propriedades do campo girante no espaço e das correntes elétricas no tempo
4. Representação de grandezas trifásicas por vetores espaciais

- 4.1. Transformada de Clarke aplicada a campos girantes
- 4.2. Relação entre parâmetros de campos girantes e vetores espaciais
- 4.3. Transformada de Clarke aplicada a demais sinais trifásicos
- 4.5. Transformada de Clarke inversa
- 4.6. Transformada de Park
- 4.7. Transformada de Park inversa
  
- 5. Modelagem da máquina de indução trifásica em regime dinâmico por vetores espaciais
  - 5.1. Estrutura construtiva da máquina de indução trifásica
  - 5.2. Equações de tensão em abc
  - 5.3. Acoplamento mútuo de fluxo e matriz de indutâncias em abc
  - 5.4. Equações de tensão e fluxo com sinais trifásicos representados por transformada de Clarke
  - 5.5. Equações de tensão e fluxo com sinais trifásicos representados por transformada de Park
  - 5.6. Potência elétrica com sinais representados em dq
  - 5.7. Equação do torque eletromagnético
  - 5.8. Algoritmo da máquina de indução trifásica usando o método de Runge-Kutta de 4ª ordem
  
- 6. Modelagem da máquina de indução trifásica em regime permanente
  - 6.1. Caracterização do regime permanente em máquinas de indução trifásicas
  - 6.2. Modelo da máquina de indução trifásica em regime permanente
  - 6.3. Circuito equivalente de máquina de indução trifásica
  - 6.4. Expressão do torque eletromagnético em regime permanente
  - 6.5. Caracterização do fator de potência, eficiência, potências mecânica e elétrica, corrente de estator e perdas em regime permanente

#### **METODOLOGIA DE ENSINO**

A disciplina de Máquinas e Acionamentos Elétricos será ofertada remotamente. As plataformas utilizadas serão: Portal Didático da UFSJ, Skype, Google Meet, Youtube e Google Class Room. Foram programadas 72 horas-aula de atividades assíncronas para apresentação do conteúdo programático. Também foram previstas 12 horas-aula de atividades síncronas para atendimento de dúvidas e resolução de exercícios. As aulas expositivas serão feitas principalmente com vídeos e manuscritos apresentados através de mesa digitalizadora. As avaliações serão enviadas aos alunos pelo Portal Didático da UFSJ, e estes terão um prazo de 02 horas (a contar a partir da postagem no Portal Didático da UFSJ) para resolver as questões propostas e enviar as respostas ao professor pelo e-mail [leonardo@ufs.edu.br](mailto:leonardo@ufs.edu.br) .

#### **CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO**

Serão aplicados 4 testes, correlatos aos 4 primeiros tópicos do conteúdo programático e duas provas finais. A primeira delas contemplará o conteúdo do tópico 5 e a última o conteúdo do tópico 6. As pontuações correlatas aos mesmos são apresentadas a seguir:

- 1º teste – princípios da mecânica rotacional – 0,8 pontos
- 2º teste – leis de Maxwell – 0,8 pontos
- 3º teste – campos girantes – 0,8 pontos
- 4º teste – representação de grandezas trifásicas por vetores espaciais – 0,8 pontos
- 1ª prova – análise da máquina de indução trifásica em regime dinâmico – 3,4 pontos
- 2ª prova – análise da máquina de indução trifásica em regime permanente – 3,4 pontos

Prova substitutiva – todo conteúdo da disciplina – 3,4 pontos com substituição da menor nota dentre um dos 3 grupos: a soma dos 4 primeiros testes, a 1ª prova ou a 2ª prova.

#### **CONTROLE DE FREQUÊNCIA**

O registro da frequência do discente se dará por meio do cumprimento das atividades propostas, e não pela presença durante as atividades síncronas, sendo que o discente que não concluir 75% das atividades propostas será reprovado por infrequência.

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

1. “Vector Control and Dynamics of AC Drives - 1<sup>st</sup> edition”, D. W. Novotny and T. Lipo. Clarendon Press;
2. Notas de aula da disciplina
3. “Principles of electric machines and power electronics – 3<sup>rd</sup> Edition”, P. C. Sen, Wiley.
4. “Física” – Resnick and Halliday

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. “Electric Machinery – 7th Edition”, Fitzgerald & Kingsley

Aprovado pelo Colegiado em     /     /

\_\_\_\_\_  
Docente Responsável

\_\_\_\_\_  
Coordenador do Curso de  
Engenharia Mecatrônica



---

*Emitido em 17/08/2020*

**PLANO DE CURSO Nº 150/2020 - CEMEC (12.56)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 06/11/2020 15:30 )*

EDGAR CAMPOS FURTADO  
COORDENADOR DE CURSO - TITULAR  
CEMEC (12.56)  
Matrícula: 1742424

*(Assinado digitalmente em 05/11/2020 12:10 )*

LEONARDO ADOLPHO RODRIGUES DA SILVA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DETEM (12.17)  
Matrícula: 1742710

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/> informando seu número: **150**, ano: **2020**, tipo: **PLANO DE CURSO**, data de emissão: **30/10/2020** e o código de verificação: **a1b37621ec**