



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ-ARA  
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIA  
PLANO DE ENSINO

SEMESTRE 2015.1

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
ARA7371	CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA	04	00	72

HORÁRIO

TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
07653 - 4.1830.2 - 5.1830.2	-	Presencial

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

LUCIANO LOPES PFITSCHER (luciano.pfitscher@ufsc.br)

III. PRÉ-REQUISITO(S)

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
ARA7373	Eletromagnetismo e Eletrônica de Potência

IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA

Graduação em Engenharia de Energia

V. JUSTIFICATIVA

As máquinas elétricas constituem os principais elementos de um sistema de energia elétrica. O seu estudo abrange aspectos da conversão de energia mecânica em elétrica (geradores), da transformação de tensão (transformadores), e da conversão de energia elétrica em mecânica (motores).

VI. EMENTA

Teoria de eixos de referência. Teoria da máquinas de indução trifásicas simétricas. Máquina de ímãs permanentes. Introdução e princípios de máquinas elétricas. Transformadores: tipos, circuito equivalente, regulação e rendimento. Máquinas síncronas: geradores síncronos, motores síncronos, teoria de máquinas síncronas de polos salientes. Motores de indução: circuito equivalente, potência e torque em motores trifásicos, métodos de partida do motor monofásico. Máquinas de corrente contínua: máquinas elementares, máquinas reais, tensão gerada e torque, fluxo de potência e perdas, geradores corrente contínua, motores corrente contínua. Máquinas especiais: motor universal, outros tipos de motores especiais. Princípios básicos de controle de motores elétricos. Fundamentos de acionadores elétricos. Máquinas elétricas não-convencionais. Conversores estáticos para acionamentos de máquinas elétricas. Controle eletrônico de motores CC. Controle eletrônico de motores CA. Controle eletrônico de máquinas não convencionais.

VII. OBJETIVOS

**Objetivos Gerais:**

Aplicar os conhecimentos básicos do eletromagnetismo e da conversão eletromecânica de energia na análise de máquinas elétricas rotativas e transformadores.

### Objetivos Específicos:

Para alcançar os objetivos gerais, é esperado do aluno:

- Compreender o princípio de funcionamento dos transformadores, geradores e motores elétricos;
- Conhecer os principais tipos de máquinas elétricas empregados nos sistemas de energia elétrica;
- Conhecer técnicas de controle de rotação e torque de motores elétricos.

## **VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

### Conteúdo Teórico:

1ª Parte: Transformadores

- Princípio de funcionamento;
- Circuito equivalente: transformador ideal e transformador real
- Ensaio de transformadores;
- Autotransformador;
- Transformadores trifásicos.

2ª Parte: Máquinas de Corrente Contínua

- Princípio de funcionamento;
- Aspectos construtivos;
- Comutação e reação da armadura;
- Circuito equivalente (gerador/motor): excitação independente, paralelo, série, composto.
- Curva característica de torque e rotação.

3ª Parte: Máquinas Síncronas

- Princípio de funcionamento; campo magnético girante;
- Aspectos construtivos;
- Circuito equivalente;
- Curva característica de torque e rotação;
- Variação do fator de potência da máquina síncrona;
- Curvas de capacidade de geradores síncronos.
- Operação em paralelo;
- Teoria dos eixos de referência.

4ª Parte: Máquinas Assíncronas

- Princípio de funcionamento; escorregamento;
- Aspectos construtivos;
- Circuito equivalente;
- Curva característica de torque e rotação;

5ª Parte: Motores Monofásicos e outros tipos de máquinas

- Motores monofásicos com enrolamento auxiliar; com capacitor de partida; motor de polos sombreados;
- Máquinas não-convencionais.

6ª Parte: Acionamento e Controle de Motores

- Métodos de partida;
- Fundamentos de controle de torque e rotação;
- Conversores estáticos para controle de máquinas.

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

Aula expositiva e dialogada onde o aluno será estimulado a usar experiências pessoais relacionadas ao assunto da aula. Resolução de exercícios em sala.

## **X. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO**

- A verificação do rendimento escolar compreenderá **frequência e aproveitamento** nos estudos, os quais deverão ser atingidos conjuntamente. Será obrigatória a frequência às atividades correspondentes a cada disciplina, ficando nela reprovado o aluno que não comparecer no mínimo a 75% das mesmas.
- A nota mínima para aprovação na disciplina será 6,0 (seis). ( Art. 69 e 72 da Res. nº 17/CUn/1997).

- Avaliações: Serão feitas 3 avaliações (P1, P2 e P3) e um trabalho (T1), sendo que a média final ponderada será calculada por:

$$MF = P1 \cdot 0,35 + P2 \cdot 0,25 + P3 \cdot 0,30 + T1 \cdot 0,10$$

- O aluno com frequência suficiente (FS) e média das notas de avaliações (MF) do semestre entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação no final do semestre (REC), exceto as atividades constantes no art.70,§ 2º. A nota final (NF) será calculada por meio da média aritmética entre a média das notas das avaliações parciais (MF) e a nota obtida na nova avaliação (REC). (Art. 70 e 71 da Res. nº 17/CUn/1997).

$$NF = \frac{MF + REC}{2}$$

- As avaliações poderão conter questões objetivas, objetivas mistas e dissertativas.
- Ao aluno que não comparecer às avaliações ou não apresentar trabalhos no prazo estabelecido será atribuída nota 0 (zero). (Art. 70, § 4º da Res. nº 17/CUn/1997)

#### Avaliação Substitutiva

- O pedido de avaliação substitutiva poderá ocorrer somente em casos em que o aluno, por motivo de força maior e plenamente justificado, deixar de realizar avaliações previstas no plano de ensino. O aluno deverá formalizar pedido de avaliação à Direção do Campus Araranguá dentro do prazo de 3 dias úteis apresentando comprovação.
- A Avaliação Substitutiva deverá englobar todo o conteúdo do semestre e ocorrerá no dia 02/07/2015, no horário da disciplina.

#### XI. CRONOGRAMA PREVISTO

AULA (semana)	DATA	ASSUNTO
1a	09/03 a 14/03/2015	Apresentação da disciplina. Transformador: Teoria do transformador ideal e real. / Circuito equivalente. Potência, regulação e rendimento;
2 a	16/03 a 21/03/2015	Ensaio. Autotransformador. / Transformadores trifásicos
3 <sup>a</sup>	23/03 a 28/03/2015	Exercícios / Máquina CC: teoria da máquina elementar.
4 <sup>a</sup>	30/03 a 04/04/2015	Circuito equivalente. Comutação. / Máquinas reais; potência, perdas, rendimento, torque. Reação da armadura
5 <sup>a</sup>	06/04 a 11/04/2015	Máquina CC: Geradores - curva de magnetização; tipos e circuitos equivalentes. / Motores – tipos e circuitos equivalentes. Características de torque e rotação.
6 <sup>a</sup>	13/04 a 18/04/2015	Exercícios de Revisão / <b>16/04/15: 1ª Avaliação (Prova)</b>
7 <sup>a</sup>	20/04 a 25/04/2015	Máquina Síncrona: característica do rotor e estator; campo magnético girante; potência, perdas, torque. / Máquina Síncrona: Geradores síncronos: curva de magnetização, circuito equivalente, diagrama fasorial.
8 <sup>a</sup>	27/04 a 02/05/2015	Geradores – Operação isolada e em paralelo. Curvas de capacidade. / Exercícios
9 <sup>a</sup>	04/05 a 09/05/2015	Máquina Síncrona: Motores – circuito equivalente, diagrama fasorial, torque, operação em regime, partida, fator de potência. / Exercícios
10 <sup>a</sup>	11/05 a 16/05/2015	Teoria da máquina de polos salientes. Eixos de referência. / Exercícios de revisão
11 <sup>a</sup>	18/05 a 23/05/2015	<b>20/05/15: 2ª Avaliação (Prova)</b> Máquina Assíncrona: teoria da máquina de indução; escorregamento.
12 <sup>a</sup>	25/05 a 30/05/2015	Motores – circuito equivalente; curva de torque / Classes e métodos de partida de motores elétricos.
13 <sup>a</sup>	01/06 a 06/06/2015	Classes e métodos de partida de motores elétricos. 04/06 – Feriado.
14 <sup>a</sup>	08/06 a 13/06/2015	Geradores assíncronos – operação isolada e conectada à rede. / Motores monofásicos: características e partida.
15 <sup>a</sup>	15/06 a 20/06/2015	Dimensionamento de motores / Máquinas elétricas não convencionais: outros tipos de máquinas (motores/geradores)
16 <sup>a</sup>	22/06 a 27/06/2015	Princípios básicos de controle de motores; Conversores estáticos para acionamento de máquinas: soft-starter; inversores de frequência

		Controle eletrônico de motores CC e CA: controle de rotação e torque. / Exercícios de Revisão. 25/06 -Entrega de trabalho
17 <sup>a</sup>	29/06 a 04/07/2015	<b>01/07/15: 3ª Avaliação (Prova) /</b> <b>02/07/15: Prova Substitutiva</b>
18 <sup>a</sup>	06/07 a 11/07/2015	Divulgação de notas e revisão Aula de revisão para Prova de Recuperação
19 <sup>a</sup>	13/07 a 18/07/2015	<b>15/07/15: Prova de Recuperação (REC)</b> Divulgação de notas finais/

<b>XII. Feriados previstos para o semestre 2015.1</b>	
<b>DATA</b>	
03/04	Paixão de Cristo e Aniversário de Araranguá
04/04	Dia não letivo
05/04	Páscoa
20/04	Dia não letivo
21/04	Tiradentes
01/05	Dia do Trabalhador
02/05	Dia não letivo
04/05	Dia da Padroeira de Araranguá
04/06	Corpus Christi
05/06	Dia não letivo
06/06	Dia não letivo

### **XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

1. CHAPMAN, Stephen; Electric Machinery Fundamentals, 5a ed., New York, McGraw Hill, 2011.
2. UMANS, Stephen; Máquinas Elétricas de Fitzgerald e Kingsley, 7a ed., Mcgraw-Hill, 2014.
3. NASCIMENTO JUNIOR, Geraldo Carvalho do. Máquinas elétricas: teorias e ensaios. São Paulo: Érica, Saraiva, c2006. 260 p.

### **XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**


1. FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, Charles; UMANS, Stephan D.. \*Máquinas Elétricas: \*Com introdução à eletrônica de potência. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 607 p
2. DEL TORO, Vincent: Fundamentos de Máquinas Elétricas, Rio de Janeiro, Prentice-Hall do Brasil Ltda., 1994.
3. MAMEDE FILHO, João. \*Manual de Equipamentos Elétricos. \*3. ed.\* \*Rio de Janeiro: LTC, 2011. 792 p.
4. FRANCHI, Claiton Moro. \*Acionamentos Elétricos\* . 5 Ed. São Paulo: Érica, 2015.
5. FALCONE, Aurio Gilberto. Eletromecânica. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1979
6. SIMONE, Gílio Aluísio; CREPPE, Renato Crivellari. Conversão Eletromecânica de Energia Uma introdução ao estudo. São Paulo: Érica, 2014.

Obs: Os livros acima citados constam na Biblioteca Setorial de Araranguá ou estão em fase de compras pela UFSC. Algumas bibliografias também podem ser encontradas no acervo da disciplina, impressos ou em CD, disponíveis para consultas em sala.

  
.....  
Professor Luciano Lopes Pfitscher

Aprovado na Reunião do Colegiado do Campus

19/03/2015

  
.....  
Diretor acadêmico

**Prof. Dr. Fernando Henrique Milanese**  
Coordenador do Curso de Graduação  
em Engenharia de Energia  
SIAPE: 1606552 Portaria nº 759/2013/GR