



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS ACADÊMICOS
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DO ENSINO

PROGRAMA DE COMPONENTE CURRICULAR

TIPO DE COMPONENTE (Marque um X na opção)

Disciplina
 Atividade complementar
 Monografia

Prática de Ensino
 Módulo
 Trabalho de Graduação

STATUS DO COMPONENTE (Marque um X na opção)

OBRIGATÓRIO

ELETIVO

OPTATIVO

DADOS DO COMPONENTE

Código	Nome	Carga Horária Semanal		Nº. de Créditos	C. H. Global	Período
		Teórica	Prática			
EL 392	Conversão eletromecânica da energia	04	00	04	60	6º

Pré-requisitos	Eletromagnetismo Circuitos elétricos 2	Co-Requisitos		Requisitos C.H.	
----------------	---	---------------	--	-----------------	--

EMENTA

Leis de Ampère, Gauss, Faraday e Lenz (Equações de Maxwell); Circuitos e materiais magnéticos: estudo, classificação e fenômenos físicos associados; Estruturas eletromagnéticas com e sem entreferro: modelos de estudo, analogia e equivalência; Estudos e análises das principais máquinas elétricas com ênfase para o transformador, a máquina síncrona, a máquina de indução e a máquina de corrente contínua; A conversão eletromecânica de energia e seus aspectos tecnológicos.

OBJETIVO (S) DO COMPONENTE

Permitir ao aluno compreender os fenômenos eletromagnéticos envolvidos na conversão eletromecânica da energia.

METODOLOGIA

AULA	TIPO	HORA	AC	REC	ASSUNTO	REF. BIB.
01	T	03	02		Apresentação da disciplina; Circuitos magnéticos: operação em c.a.	1,4,6
02	T	02	04		Propriedades dos materiais magnéticos; circuitos magnéticos acoplados	1
03	T	02	06		Introdução aos transformadores: operação em vazio	1
04	T	02	08		Transformador: operação em carga, efeitos da corrente secundária	1,5
05	T	02	10		Parâmetros e circuito equivalente do transformador, ensaios de modelo	1,5
06	T	02	12	R	Aspectos de engenharia dos transformadores: autotransformador e transformador com múltiplos enrolamentos	2,4,5,8
07	T	02	14		Transformador em circuitos 3φ, transformador de potencial e de corrente	1,2,4
08	T	02	16		Sistema "por unidade" (p.u.)	2,8
09	T	02	18		Princípios da conversão eletromecânica da energia: balanço de energia	1,3,6
10	T	02	20		Energia (co-energia), força e torque	1,3,6
11	T	02	22		Sistemas de conversão eletromecânica monoexcitados	1,6
12	T	02	24		Sistemas de conversão eletromecânica multiexcitados	1,6
13	T	02	26		Equações dinâmicas	1,8
14	T	02	28		Técnicas de análise das equações dinâmicas e sistemas de conversão	1,8
15	E	02	30		1º. Exercício Escolar	
16	T	02	32		Introdução às Máquinas Girantes (MG): Conceitos básicos	1
17	T	02	34		Introdução às MG c.a. (Síncrona e de Indução) e c.c.	1,2,4
18	T	02	36		Bobinas de passo pleno e encurtado	1,4
19	T	02	38		FMM de enrolamento concentrado e distribuído	1,4
20	T	02	40		Campo magnético girante em máquinas girantes	1,8
21	T	02	42		Tensão gerada em máquinas c.a. e c.c.	1,7
22	T	02	44		Torque em máquinas de polos lisos: Circuitos magnéticos acoplados	1
23	T	02	46		Torque em máquinas de polos lisos: Campos magnéticos	1
24	T	02	48		Introdução às Máquinas Síncronas polifásicas: Modelo matemático simplificado, pólos lisos	1,4,8

25	T	02	50		Introdução às Máquinas de Indução: modelo matemático simplificado	1,4,8
26	T	02	52		Introdução às Máquinas CC: Modelo matemático simplificado, comutação	1,4,8
27	T	02	54	R	Saturação em máquinas: Formas de excitação, perdas (fluxo potência)	7,8
28	T	02	56	R	Características nominais, aquecimento, vida útil	1,8
29	T	02	58	R	Problemas de concepção das máquinas elétricas girantes	8
30	E	02	60		2º. Exercício Escolar	

LEGENDA: (T) Aula Teórica; (P) Aula Prática; (AC) Horas Acumuladas; (E) Exercício Escolar
REC: (R) Retroprojektor; (S) Slide; (VT) Vídeo; (L) Laboratório; (C) Computador; (V) Visita.

AVALIAÇÃO

DATA	TIPO	ASSUNTO
	1º Exercício Escolar	Aulas 1 a 14
	2º Exercício Escolar	Aulas 16 a 29

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Circuitos magnéticos, propriedades dos materiais magnéticos.
- Circuitos magnéticos acoplados: Transformador ideal.
- Transformador real: reatâncias, resistências, perdas, e circuitos equivalentes.
- Aspectos práticos na análise dos transformadores: uso do circuito equivalente, rendimento, regulação de tensão, ensaios em vazio e curto-circuito, modelo matemático.
- Autotransformadores, transformadores em sistemas trifásicos e transformadores de múltiplos enrolamentos.
- O sistema “por unidade” (p.u.).
- Princípios da conversão eletromecânica da energia: balanço de energia, energia nos sistemas magnéticos de excitação única; Força mecânica e energia; Funções de estado; Co-energia; Sistemas magnéticos de excitação múltipla.
- Equações dinâmicas dos dispositivos de conversão eletromecânica da energia, e técnicas de análises das equações.
- Máquinas rotativas: conceitos básicos; Máquinas elementares: Síncronas, de indução e de corrente contínua.
- Tensão gerada: máquina c.a. e c.c.; Enrolamentos concentrados, distribuídos; Bobinas de passo pleno e encurtado.
- FMM nos enrolamentos distribuídos: Máquinas de c.a. e máquinas de c.c.
- Campo girante; Produção de conjugado nas máquinas de rotor cilíndrico: pontos de vista dos circuitos magneticamente acoplados e dos campos magnéticos.
- Máquinas rotativas: considerações tecnológicas; Introdução às máquinas síncronas, de indução, de corrente contínua e reais; Modelos matemáticos simplificados das máquinas c.a. e c.c.
- A natureza dos problemas das máquinas elétricas, saturação magnética e fontes de excitação das máquinas elétricas.
- Perdas, características nominais, aquecimento e meios de refrigeração das máquinas elétricas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. A. E. Fitzgerald and C. Kingsley, “Electric Machinery”, 6th. Edition, McGraw Hill.
2. V. Del Toro, “Fundamentos de Máquinas Elétricas”, PHB, 1994.
3. A. J. Ellison, “Conversão Eletromecânica de Energia”, Editora Polígono, 1972.
4. I. I. Kosov, “Máquinas Elétricas e Transformadores”, Editora Globo, 1987.
5. S. A. Nasar, “Máquinas Elétricas”, Coleção Schaum, 1984.
6. M. E. El-Hawary, “Principles of Electric Machines with Power Electronic Applications”, Prentice-Hall, 1986.
7. S. J. Chapman, “Electric Machinery Fundamentals”, Third Edition, Mc. Graw-Hill, 1999.
8. Notas de Aula

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

DEPARTAMENTO A QUE PERTENCE O COMPONENTE

HOMOLOGADO PELO COLEGIADO DE CURSO

ASSINATURA DO CHEFE DO DEPARTAMENTO

ASSINATURA DO COORDENADOR DO CURSO OU ÁREA