



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	Controle e automação em sistemas eólicos	04	00	04	60	

Pré-requisitos	Controle em tempo real usando DSP Eletrônica de potência	Co-Requisitos	Acionamento elétrico	Requisitos C.H.	
----------------	---	---------------	----------------------	-----------------	--

EMENTA

Ventos: medição, características e modelagem. Tipos de turbinas eólicas e suas características construtivas. Conversão eólico-mecânica. Turbinas com operação a velocidade fixa. Controle tipo stall e active stall. Controle do ângulo de passo das pás. Turbinas com gerador síncrono com enrolamento de campo e a ímãs permanentes. Turbinas com gerador de indução com dupla alimentação. Turbinas com gerador de indução tipo gaiola de esquilo e conversor de frequência de plena potência.

OBJETIVO (S) DO COMPONENTE

Capacitar o aluno a compreender os aspectos principais dos sistemas de geração eólica.

METODOLOGIA

AULA	TIPO	HORA	AC	REC	ASSUNTO	REF. BIB.
01	T	02	02		Sistemas de geração eólica: histórico, classificação e comparação.	1, 2, 3
02	T	02	04		Ventos. Características típicas, técnicas de medição e avaliação	1, 2, 3
03	T	02	06		Avaliação de sítios para instalação de turbinas eólicas	1, 2, 3
04	T	02	08		Tipos de turbinas eólicas e suas características construtivas	1, 2, 3
05	T	02	10		Modelagem da conversão eólico mecânica	1, 2, 3
06	T	02	12		Curvas $C_p \times (\lambda, \beta)$: aproximações tipicamente empregadas	1, 2, 3
07	T	02	14		Turbinas com operação a velocidade fixa; revisão da modelagem de M.I.	4, 5
08	T	02	16		Desenvolvimento de simulação da operação em regime permanente	4, 5
09	T	02	18		Desenvolvimento de simulação da operação em regime transitório	4, 5
10	T	02	20		Desenvolvimento de simulação da operação em regime transitório	4, 5
11	T	02	22		Simulação de um caso-teste em Matlab	4, 5
12	T	02	24		Controle do ângulo das pás; modelo de simulação em Matlab	1, 2, 3
13	T	02	26		Controle tipo <i>stall</i> e <i>active stall</i>	1, 2, 3
14	E	02	28		1º Exercício Escolar	
15	T	02	30		Modelagem de máquinas síncronas (rotor bobinado e a ímãs) – revisão	4, 5
16	T	02	32		Topologias de turbinas a velocidade variável com gerador síncrono	1, 2, 3
17	T	02	34		Controle do conversor do lado do gerador (CLG): MPPT	1, 2, 3
18	T	02	36		Controle do CLG: controle vetorial do fluxo, conjugado e correntes	4, 5
19	T	02	38		Controle do conversor do lado da rede (CLR): controle de P e Q	4, 5
20	T	02	40		Controle do CLR: controle das correntes	4, 5
21	T	02	42		Simulação em Matlab de turbina com (permanent magnet synchronous generator) PMSG	4, 5
22	T	02	44		Simulação em Matlab de turbina com PMSG	4, 5
23	T	02	46		Inclusão de funções adicionais de compensação de reativos e filtro ativo	4, 5
24	T	02	48		Requisitos dos códigos de rede	1, 2, 3

25	T	02	50		Suportabilidade a afundamentos de tensão (fault ride through capability)	1, 2, 3
26	T	02	52		Topologias de turbinas a velocidade variável com gerador de indução	1, 2, 3
27	T	02	54		Turbinas com doubly-fed induction generator (DFIG): controle do CLM e do CLR	4, 5
28	T	02	56		Turbinas com gerador de indução tipo gaiola e conversor pleno	4, 5
29	T	02	58		Simulação em Matlab de turbina com gerador de indução	4, 5
30	E	02	60		2º Exercício Escolar	

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

AVALIAÇÃO

DATA	TIPO	ASSUNTO
	1º Exercício Escolar	Aulas 1 a 13
	2º Exercício Escolar	Aulas 15 a 29
	Exame Final	Todo o assunto teórico

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Introdução aos sistemas de geração eólica: histórico, classificação e comparação.
- Ventos. Características típicas, avaliação de sítios para instalação de turbinas eólicas, técnicas de medição e avaliação.
- Tipos de turbinas eólicas e suas características construtivas:
 - Turbinas de eixo horizontal e vertical;
 - Descrição do mecanismo de produção de conjugado pelo vento;
 - Curvas $C_p \times (\lambda, \beta)$
 - Modelagem da conversão eólico-mecânica.
- Turbinas com operação a velocidade fixa:
 - Revisão da modelagem do gerador de indução tipo gaiola de esquilo;
 - Desenvolvimento de ferramentas computacionais para a simulação e avaliação da operação em regime permanente e em regime transitório;
 - Controle tipo *stall* e *active-stall* e inclusão desses controles nas ferramentas de simulação.
- Turbinas com operação a velocidade variável, com gerador síncrono, gerador de indução com dupla alimentação ou gerador de indução tipo gaiola de esquilo e conversor de plena potência
 - Descrição das topologias;
 - Revisão da modelagem das respectivas máquinas elétricas;
 - Controle do conversor do lado do gerador: técnicas de *maximum power point tracking* (MPPT); controle vetorial do fluxo magnético e da velocidade para alcançar MPPT;
 - Controle do conversor do lado da rede: controle das potências ativa e reativa injetadas; uso do conversor para exercer funções auxiliares, como regulação do fator de potência (ou regulação da tensão) e filtro ativo de corrente.
- Estratégias de controle para atender aos requisitos dos códigos de rede
 - Suportabilidade a afundamentos momentâneos de tensão; harmônicos; estabilidade; flicker

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. O. Anaya-Lara, N. Jenkins, J. Ekanayake, and P. Cartwright, "Wind Energy Generation: Modelling and Control", John Wiley and Sons, UK, 2009.
2. A. Hansen et al, "Dynamic Wind Turbine Models in Power System Simulation Tool DIgSILENT," Technical Report - Risø National Laboratory, 2003.
3. V. Akhmatov, "Analysis of Dynamic Behaviour of Electric Power Systems with Large Amount of Wind Power," Technical University of Denmark, PhD Thesis, Apr., 2003.
4. T. A. Lipo, and D. W. Novotny, "Vector Control and Dynamics of AC Drives", Clarendon Press, 1996.
5. C. M. Ong, "Dynamic Simulation of Electric Machinery Using Matlab/Simulink", Prentice Hall PTR, USA, 1998.

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