

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

<b>DISCIPLINA:</b> Tópicos Especiais em Sistemas Elétricos: Aplicações de Dispositivos Estáticos de Potência em Sistemas de Energia Elétrica	<b>CÓDIGO:</b> MEE008
--	-----------------------

**Validade:** A partir do 2º semestre de 2009.

**Carga Horária:** 60 horas-aula

**Créditos:** 04

**Área de Concentração / Módulo:** Sistemas Elétricos / Disciplinas Formação Específica

### Ementa:

Conversores VSI e CSI. Modulação por largura de pulso. Conversores CA-CA. Conversores multi-níveis. Teoria das potências ativas e reativas instantâneas. Sistemas de sincronismo. Controle de corrente em conversores estáticos. Compensação *shunt*. Compensação série. Compensação *shunt*-série. Filtros ativos. Filtros híbridos. Controladores digitais para conversores estáticos de potência.

### INTERDISCIPLINARIDADES

#### Inter-relações desejáveis

É desejável que os conteúdos abordados na disciplina *Tópicos Especiais em Sistemas Elétricos: Aplicações de Dispositivos Estáticos de Potência em Sistemas de Energia Elétrica* tenham relações diretas, principalmente, com as seguintes disciplinas e linhas de pesquisa:

- **Disciplinas** ⇒ Análise e Projeto em Espaço de Estados, Controle Adaptativo, Controle Robusto, Modelagem e Controle de Sistemas Complexos, Sistemas Dinâmicos não Lineares, Teoria e Projeto de Sistemas Lineares e Transitórios Eletromagnéticos para Baixas Frequências.
- **Linhas de Pesquisa** ⇒ Análise e Controle de Sistemas (área de concentração: Modelagem e Controle de Sistemas);

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

**Objetivos** - Possibilitar ao estudante os seguintes conhecimentos:

- Topologias de conversores estáticos para aplicações em sistemas de energia;
- Técnicas de modelagem e controle de conversores estáticos de potência;
- Desenvolvimento e implementação de modelagem dinâmica de conversores estáticos aplicados a sistemas de energia.

### Métodos Didáticos Utilizados

Marque com um X no quadro:

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula expositiva em quadro     | <input checked="" type="checkbox"/> Seminário           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula com uso de transparência | <input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula com uso de multimídia    | <input checked="" type="checkbox"/> Trabalho individual |
| <input type="checkbox"/> Aula prática                             | <input checked="" type="checkbox"/> Trabalho em grupo   |
| <input type="checkbox"/> Discussão de texto                       | <input type="checkbox"/> Visita técnica                 |
| <input type="checkbox"/> Filme                                    | <input type="checkbox"/> Outros: _____                  |

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

Unidades de ensino		Carga-horária Horas-aula
1	<b>Conversores Estáticos VSI e CSI</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conversores estáticos com barramento CC em tensão</li><li>• Topologias básicas dos conversores VSI</li><li>• Vantagens e desvantagens dos conversores VSI</li><li>• Conversores estáticos com barramento CC em corrente</li><li>• Topologias básicas dos conversores CSI</li><li>• Vantagens e desvantagens dos conversores CSI</li></ul>	8
2	<b>Conversores Multi-níveis</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conversores com grampeamento da tensão do neutro por diodos</li><li>• Conversores com grampeamento da tensão do neutro por capacitores</li><li>• Conexão série de conversores estáticos</li></ul>	6
3	<b>Técnicas de Modulação por Largura de Pulso</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• PWM senoidal</li><li>• PWM vetorial</li><li>• PWM com injeção de sequência zero</li><li>• Modulação com eliminação seletiva de harmônicos</li></ul>	8
4	<b>Conversores CA-CA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Chaves estáticas CA</li><li>• Ciclo conversores</li><li>• Conversores matriciais</li></ul>	4
5	<b>Teoria das Potências Ativas e Reativas Instantâneas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Transformação de grandezas trifásicas para eixos ortogonais estacionários</li><li>• Transformação de grandezas trifásicas para eixos ortogonais síncronos</li><li>• Potências ativas e reativas instantâneas</li></ul>	8
6	<b>Sincronismo e Geração de Sinais de Referência</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sincronismo através do cruzamento por zero</li><li>• <i>Phase-locked loop</i> em <i>hardware</i></li><li>• <i>Phase-locked loop</i> em <i>software</i>: PLL trifásico e PLL monofásico</li></ul>	4

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

7	<b>Controle de Corrente em Conversores Estáticos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Controle por histerese</li><li>• Controle PWM</li><li>• Sintonia dos controladores de corrente</li></ul>	4
8	<b>Compensação Estática de Reativos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Compensação <i>shunt</i></li><li>• TCR</li><li>• SVC</li><li>• STATCOM</li><li>• Compensação série</li><li>• TCSC</li><li>• DVR</li><li>• Compensação série e <i>shunt</i></li><li>• UPFC</li></ul>	8
9	<b>Filtragem de Harmônicos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Filtragem ativa <i>shunt</i></li><li>• Filtragem ativa série</li><li>• Filtragem passiva</li><li>• Filtragem híbrida</li><li>• Filtragem série-<i>shunt</i>.</li></ul>	8
10	<b>Controladores digitais para conversores estáticos de potência</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aritmética de ponto fixo e ponto flutuante</li><li>• Arquiteturas <i>Harvard</i>, <i>Von Neumann</i> e <i>Harvard</i> modificada.</li><li>• Interfaces PWM</li><li>• Conversores análogo-digitais</li><li>• Conversores digital-analógicos</li><li>• Interface de captura de eventos</li><li>• Interface <i>encoder</i></li><li>• Gerenciamento de interrupções</li></ul>	2
<b>Total</b>		60

### Métodos de Avaliação

Listas de exercícios, trabalhos computacionais, provas e projetos.

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

### Bibliografia Básica

- 1 – BOSE, B. K. **Power Electronics and Variable Frequency Drives – Technology and Applications.** IEEE Press, New York, 1997.
- 2 - HINGORANI, N. G. e GYUGYI, L. **Understanding FACTS – Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems.** IEEE Press, New York, 2000.

### Bibliografia Complementar

- 1 – MILLER, T. J. E, **Reactive Power Control in Electric Systems.** Wiley-Interscience. 1982.
- 2 - BOSE, B. K. **Modern Power Electronics and AC Drives.** Prentice Hall. USA, 2002.
- 3 - MOHAN, N. e UNDELAND, T. M. e ROBBINS, W. P. **Power Electronics – Converters, Applications and Design - 2ª Edição - John Wiley & Sons Inc.** New York, USA, 1995.
- 4 - LEONHARD, W. **Control of Electrical Drives,** Springer-Verlag, 1985.
- 5 – Artigos Técnicos na área a serem indicados durante o curso.

Aprovado na reunião do colegiado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica