



Universidade Federal
de São João del-Rei

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Plano de Ensino

DISCIPLINA: Modelagem e Controle de Conversores Estáticos de Potência

CÓDIGO:

Docente Responsável: Allan Fagner Cupertino

Carga Horária: 60 horas

Créditos: 4

Área de Concentração: Análise e Modelagem de Sistemas (AMS) e Sistemas de Controle (SC)

Ano: 2023

Semestre: 1

Ementa:

1. Revisão de conversores CC-CC não isolados
2. Modelagem de conversores PWM operando em modo de condução contínua
3. Modelagem de conversores PWM operando em modo de condução descontínua
4. Funções de transferência de conversores PWM e projeto de controladores
5. Estudo de conversores PWM com controle modo tensão
6. Estudo de conversores PWM com controle por corrente média

INTERDISCIPLINARIDADES

Inter-relações desejáveis

Os conteúdos abordados na disciplina têm relações diretas com as seguintes disciplinas e linhas de pesquisa:

- **Disciplinas** \Rightarrow Teoria e Projeto de Sistemas Lineares, Sinais e Sistemas, Controle Adaptativo, Modelagem e Controle de Sistemas Complexos, Fontes Chaveadas.

- **Linhas de Pesquisa** \Rightarrow Análise e Modelagem de Sistemas (Área de Concentração: Modelagem e Controle de Sistemas - MCS); Sistemas de Controle (Área de Concentração: Modelagem e Controle de Sistemas - MCS).

Objetivos

- Proporcionar conhecimentos relacionados a controle aplicados a conversores estáticos de potência;
- Descrever a modelagem matemática dos circuitos de potência dos conversores estáticos para determinar suas funções de transferência envolvendo os parâmetros de tensão e/ou corrente que se deseja controlar;
- Estudar diferentes técnicas de controle de conversores para proporcionar estabilidade e resposta rápida a variações de tensão de entrada e/ou corrente de



Universidade Federal
de São João del-Rei

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Plano de Ensino

carga;
- Verificar a resposta dinâmica dos sistemas em malha fechada;
- Simular conversores estáticos em malha fechada usando aplicativos dedicados para verificar seu desempenho dinâmico.

Métodos Didáticos Utilizados

Marque com um X no quadro:

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula expositiva em quadro | <input checked="" type="checkbox"/> Seminário |
| <input 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: _____ |

Unidades de ensino		Carga-horária Horas-aula
1	Unidade 1. Revisão de Conversores CC-CC Não Isolados 1.1 Introdução 1.2 Conversor <i>buck</i> em modo de condução contínua e descontínua 1.3 Conversor <i>boost</i> em modo de condução contínua e descontínua 1.4 Conversores <i>buck-boost</i> em modo de condução contínua e descontínua 1.5 Conversores <i>Ćuk</i> , <i>SEPIC</i> e <i>Zeta</i> em modo de condução contínua e descontínua	12
2	Unidade 2. Modelagem de Conversores CC-CC Empregando O Método das Variáveis De Estado	8



Universidade Federal
de São João del-Rei

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Plano de Ensino

3	Unidade 3. Modelagem de Conversores CC-CC Operando em Modo de Condução Contínua 3.1 Introdução 3.2 Modelo do Interruptor PWM e suas Propriedades Invariantes 3.4 Modelo CC do Interruptor PWM 3.5 Modelo CA do Interruptor PWM 3.6 Determinação de Funções de Transferência Aplicando os Modelos	12
4	Unidade 2. Modelagem de Conversores CC-CC Operando em Modo de Condução Descontínua 2.1 Introdução 2.2 Modelo do Interruptor PWM e suas Propriedades Invariantes 2.4 Modelo CC do Interruptor PWM 2.5 Modelo CA do Interruptor PWM 2.6 Determinação de Funções de Transferência Aplicando os Modelos	12
5	Unidade 5. Funções de Transferência de Conversores PWM e Projeto de Controladores 5.1 Introdução 5.2 Análise de Funções de Transferência de Conversores PWM 5.3 Efeito da Realimentação Negativa nas Funções de Transferência 5.4 Critérios de Estabilidade 5.5 Projeto de Controladores 5.6 Programas Computacionais para Traçar Diagramas de Bode	12
6	Unidade 6. Estudo de Conversores PWM com Controle em Modo Tensão 6.1 Introdução 6.2 Características da Técnica 6.3 Diagrama de Blocos do Controle Modo Tensão 6.4 Funções de Transferência Necessárias para Projetar o Controle 6.5 Critérios de Projeto de Controladores 6.6 Aplicações e Simulações	8
6	Unidade 6. Estudo de Conversores PWM com Controle Modo Corrente Médio 6.1 Introdução 6.2 Características da Técnica	8



Universidade Federal
de São João del-Rei

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Plano de Ensino

6.3 Diagrama de Blocos da Técnica 6.4 Funções de Transferência Necessárias para Projetar o Controle 6.5 Critérios de Projeto de Controladores 6.6 Aplicações e Simulações	
--	--

Métodos de Avaliação

A avaliação ocorrerá por meio da aplicação de trabalhos e atividades complementares relacionados ao conteúdo da unidade curricular segundo a distribuição de pontos que se segue.

- Primeiro trabalho (25%);
- Segundo trabalho (25%);
- Terceiro trabalho (25%);
- Quarto trabalho (25%).

Será considerado aprovado o aluno que obtiver pontuação maior ou igual a 60% da nota total e frequência superior a 75% das aulas ministradas.

Bibliografia Básica

- [1] Ned Mohan, Tore M. Undeland, and William P. Robbins, "Power Electronics: Converters, Applications, and Design", Wiley International Edition. John Wiley & Sons, 3rd edition, 2003.
- [2] Robert W. Erickson, "Fundamentals of Power Electronics", second edition, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [3] Ivo Barbi e Prof. Denizar Cruz Martins, "Conversores CC-CC Básicos Não-Isolados", 2ª. Edição, edição dos autores, 2006.
- [4] Muhammad H. Rashid, "Eletrônica de Potência: Circuitos, Dispositivos e Aplicações", Prentice Hall, 2ª edição, 1993.
- [5] Luís Fernando Pereira de Mello, "Projeto de Fontes Chaveadas: Teoria e Prática", Editora Érica, São Paulo, 1ª edição, 2011.
- [6] Marian K. Kazimierczuk, "Pulse-Width Modulated DC-DC Power Converters", John Wiley and Sons, Ltd., 1st edition, 2008.

Bibliografia Complementar



Universidade Federal
de São João del-Rei

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Plano de Ensino

- [7] Vatché Vorpérian, "Simplified Analysis of PWM Converters Using Model of PWM Switch. Part I: Continuous Conduction Mode". IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, vol. 26, no. 3, May 1990, pp. 491-496.
- [8] Vatché Vorpérian, "Simplified Analysis of PWM Converters Using Model of PWM Switch. Part II: Discontinuous Conduction Mode". IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, vol. 26, no. 3, May 1990, pp. 497-505.
- [9] Christophe P. Basso, Switch-Mode Power Supplies, McGraw-Hill Education, 2014.

Aprovado na 92ª reunião do colegiado do PPGEL realizada em 20/12/2022

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica