



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



## FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

## COURSE OUTLINE

<b>CÓDIGO / COURSE CODE :</b>		<b>COMPONENTE CURRICULAR / COURSE TITLE :</b> Modelagem e Controle de Conversores CC-CC e CC-CA / Modeling and Control of DC-DC and DC-AC Converters		
<b>UNIDADE ACADÊMICA OFERTANTE / ORGANIZATION :</b> Faculdade de Engenharia Elétrica - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica Faculty of Electrical Engineering - Postgraduate Program in Electrical Engineering				<b>SIGLA / ACRONYM :</b> FEELT - PPGEELT
<b>CH TOTAL TEÓRICA / LECTURE HOURS :</b> 45 horas / hours	<b>CH TOTAL PRÁTICA / LABORATORY HOURS :</b> 0 horas / hours	<b>CH TOTAL / TOTAL HOURS :</b> 45 horas / hours	<b>CRÉDITOS / CREDITS :</b> 3	<b>TIPO / TYPE:</b> Optativa / Elective
<b>Curso / Degree :</b> Mestrado e Doutorado / Master and PhD		<b>Requisito / Requirement :</b> Sem requisitos / No Requirements		

## 1. OBJETIVOS / STUDY GOALS

Ao final do curso, o aluno deverá estar apto a:

1. Modelar um conversor CC-CC e CC-CA.
2. Especificar e projetar a estratégia de controle do conversor CC-CC e CC-CA de acordo com a aplicação.
3. Implementar a estratégia de controle em um *DSP* (*Digital Signal Processor*).

At the end of the course, the student should be able to:

1. Model a DC-DC and DC-AC converter.
2. Specify and design the DC-DC and DC-AC converter control strategy according to the application.
3. Implement the control strategy on a *DSP* (*Digital Signal Processor*).

## 2. EMENTA / COURSE CONTENTS

Estratégias de controle aplicados a conversores CC-CC e CC-CA. Determinação da função de transferência de conversores CC-CC e CC-CA. Projeto da estratégia de controle de controle aplicados a conversores CC-CC. Projeto da estratégia de controle de controle aplicados a conversores CC-CA. Implementação da estratégia de controle em microprocessadores/*DSP*.

Control strategies applied to DC-DC and DC-AC converters. Determination of the transfer function of DC-DC and DC-AC converters. Design of the control control strategy applied to DC-DC converters. Design of the control control strategy applied to DC-AC converters. Implementation of the control strategy on microprocessors/*DSP*.

## 3. PROGRAMA / PROGRAM

**1. Estratégias de controle aplicados a conversores CC-CC e CC-CA.**

- 1.1. Controle por histerese.
- 1.2. Controle por modulação de largura de pulso (*PWM*).

**2. Determinação da função de transferência de conversores CC-CC e CC-CA.**

- 2.1. Via variáveis de estado.
- 2.2. Via análise de pequenas perturbações.

**3. Projeto da estratégia de controle de controle aplicados a conversores CC-CC.**

- 3.1. Estratégia de controle para regulação de tensão de saída.
- 3.2. Estratégia de controle para imposição de corrente de entrada.
- 3.3. Estratégia de controle para imposição de corrente de entrada e regulação de tensão de saída.

**4. Projeto da estratégia de controle de controle aplicados a conversores CC-CA.**

- 4.1. Conversores CC-CA aplicados a sistemas *OFF-GRID*.
  - 4.1.1. Projeto do filtros de interface com a carga.
  - 4.1.2. Imposição de tensão de saída.
- 4.2. Conversores CC-CA aplicados a sistemas *ON-GRID*.
  - 4.2.1. Projeto do filtros de interface com a rede.
  - 4.2.2. Imposição de corrente injetada na rede.
  - 4.2.3. Regulação de tensão no barramento CC.

#### **5. Implementação da estratégia de controle em microprocessadores / DSP.**

##### **1. Control strategies applied to DC-DC and DC-AC converters.**

- 1.1. Hysteresis control.
- 1.2. Pulse width modulation (PWM) control.

##### **2. Determination of the transfer function of DC-DC and DC-AC converters.**

- 2.1. Via state variables.
- 2.2. Via small disturbance analysis.

##### **3. Design of the control control strategy applied to DC-DC converters.**

- 3.1. Control strategy for output voltage regulation.
- 3.2. Control strategy for imposing input current.
- 3.3. Control strategy for imposing input current and regulating output voltage.

##### **4. Design of the control control strategy applied to DC-AC converters.**

- 4.1. DC-AC converters applied to OFF-GRID systems.
  - 4.1.1. Design of load interface filters.
  - 4.1.2. Imposition of output voltage.
- 4.2. DC-AC converters applied to ON-GRID systems.
  - 4.2.1. Design of network interface filters.
  - 4.2.2. Imposition of current injected into the network.
  - 4.2.3. Voltage regulation on the DC bus.

#### **5. Implementation of the control strategy on microprocessors / DSP.**

#### **4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA / TEXT BOOK**

1. TEODORESCU, Remus; LISERRE, Marco; RODRÍGUEZ, Pedro. **Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems**. 1. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, Ltd, 2011. 398 p. ISBN: 978- 0-470-05751-3.
2. KUNDUR, Prabha S.; MALIK, OM P. **Power System Stability and Control**. 2. ed. [S.l.]: McGraw-Hill Education, 2022. 976 p. ISBN: 978-1260473544.
3. MACHOWSKI, Jan; LUBOSNY, Zbigniew; BIALEK, Janusz W.; BUMBY, James R. **Power System Dynamics: Stability and Control**. 3. ed. [S.l.]: John Wiley, 2020. 854 p. ISBN 978-1119526346.
4. BALFOUR, J.; SHAW, M.; NASH, N. B. **Introdução ao projeto de sistemas fotovoltaicos**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019. 257 p.

1. TEODORESCU, Remus; LISERRE, Marco; RODRÍGUEZ, Pedro. **Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems**. 1. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, Ltd, 2011. 398 p. ISBN: 978- 0-470-05751-3.
2. KUNDUR, Prabha S.; MALIK, OM P. **Power System Stability and Control**. 2. ed. [S.l.]: McGraw-Hill Education, 2022. 976 p. ISBN: 978-1260473544.
3. MACHOWSKI, Jan; LUBOSNY, Zbigniew; BIALEK, Janusz W.; BUMBY, James R. **Power System Dynamics: Stability and Control**. 3. ed. [S.l.]: John Wiley, 2020. 854 p. ISBN 978-1119526346.
4. BALFOUR, J.; SHAW, M.; NASH, N. B. **Introdução ao projeto de sistemas fotovoltaicos**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019. 257 p.

#### **5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR / ADDITIONAL READING**

1. DE CAMPOS, M. C. M. M.; TEIXEIRA, H. C. G. **Controles Típicos de Equipamentos e Processos Industriais**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2010. 396 p. ISBN 9788521205524.
2. DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. **Sistemas de Controle Modernos**. 13. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. 796 p. ISBN 978-8521635123.

3. OGATA, K. **Discrete-time Control Systems**. 2. ed. New-Jersey: Prentice-Hall, 1995. 745 p.
4. AGUIRRE, L. A. **Introdução à Identificação de Sistemas: Técnicas Lineares e Não Lineares Aplicadas a Sistemas Reais**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. 728 p. ISBN 978-85-7041-584-4.
5. NISE, Norman S. **Engenharia de sistemas de controle**. 7. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2017. 772 p. ISBN 978-8521634355.

1. DE CAMPOS, M. C. M. M.; TEIXEIRA, H. C. G. **Controles Típicos de Equipamentos e Processos Industriais**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2010. 396 p. ISBN 9788521205524.
2. DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. **Sistemas de Controle Modernos**. 13. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. 796 p. ISBN 978-8521635123.
3. OGATA, K. **Discrete-time Control Systems**. 2. ed. New-Jersey: Prentice-Hall, 1995. 745 p.
4. AGUIRRE, L. A. **Introdução à Identificação de Sistemas: Técnicas Lineares e Não Lineares Aplicadas a Sistemas Reais**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. 728 p. ISBN 978-85-7041-584-4.
5. NISE, Norman S. **Engenharia de sistemas de controle**. 7. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2017. 772 p. ISBN 978-8521634355.

## 6. APROVAÇÃO / APPROVAL

Ficha de Disciplina homologada na 366ª Reunião Ordinária do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.  
Curricular Component approved at 366th Regular Board Meeting of the Postgraduate Program in Electrical Engineering.

PROF. DR. LUIZ CARLOS GOMES DE FREITAS  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica  
Head of the Postgraduate Program in Electrical Engineering  
Portaria de Pessoal UFU Nº 3675, de 30 de Junho de 2023

PROF. DR. SÉRGIO FERREIRA DE PAULA SILVA  
Diretor da Faculdade de Engenharia Elétrica  
Director of the Faculty of Electrical Engineering  
Portaria de Pessoal UFU Nº 1225, de 31 de Março de 2021



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Carlos Gomes de Freitas, Coordenador(a)**, em 02/02/2024, às 13:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5153686** e o código CRC **A79481D0**.