UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

COURSE OUTLINE

CÓDIGO / COURSE CODE :		**COMPONENTE CURRICULAR / COURSE TITLE :** Correção Ativa do Fator de Potência para Cargas Não Lineares Active Correction of the Power Factor for Nonlinear Loads		
UNIDADE ACADÊMICA OFERTANTE / ORGANIZATION : Faculdade de Engenharia Elétrica - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica Faculty of Electrical Engineering - Postgraduate Program in Electrical Engineering				**SIGLA / ACRONYM :** FEELT - PPGEELT
CH TOTAL TEÓRICA / LECTURE HOURS : 45 horas / hours	**CH TOTAL PRÁTICA / LABORATORY HOURS :** 0 horas / hours	**CH TOTAL / TOTAL HOURS :** 45 horas / hours	**CRÉDITOS / CREDITS :** 3	**TIPO / TYPE:** Optativa / Elective
Curso / Degree : Mestrado e Doutorado / Master and PhD		**Requisito / Requirement :** Sem requisitos / No Requirements		

1. OBJETIVOS / STUDY GOALS

Ao final do curso o estudante deverá ser capaz de:

1. Compreender o conceito de cargas não lineares e o que são harmônicos em sistemas de potência.

2. Analisar o efeito das distorções harmônicas na qualidade da energia elétrica, bem como na potência elétrica transferida às cargas.

3. Conhecer os diferentes métodos passivos e ativos utilizados para corrigir o fator de potência de cargas não lineares.

4. Analisar e projetar conversores de eletrônica de potência para corrigir o fator de potência de cargas não lineares.

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

1. Understand the concept of nonlinear loads and what harmonics are in power systems.

2. Analyze the effect of harmonic distortions on the power quality, as well as on the electrical power transferred to the loads.

3. Know the different passive and active methods used to correct the power factor of nonlinear loads.

4. Analyze and design power electronics converters to correct the power factor of nonlinear loads.

2. EMENTA / COURSE CONTENTS

Harmônicos em sistemas de potência. Formas de ondas distorcidas. Componentes harmônicas e de sequência. Indicadores de distorção harmônica. Fator de Potência, Fator de Distorção e Fator de Potência Total. Teorias da Potência Elétrica. Circuitos retificadores básicos e seus indicadores de qualidade. Projeto e análise de conversores de eletrônica de potência para corrigir o fator de potência de cargas não lineares em sistemas monofásicos. Projeto e análise de conversores de eletrônica de potência para corrigir o fator de potência de cargas não lineares em sistemas trifásicos.

Harmonics in power systems. Distorted waveforms. Harmonic and sequence components. Harmonic distortion indicators. Power Factor, Distortion Factor, and Total Power Factor. Electrical Power Theories. Basic rectifier circuits and their quality indicators. Design and analysis of power electronics converters to correct the power factor of nonlinear loads in single-phase systems. Design and analysis of power electronics converters to correct the power factor of nonlinear loads in three-phase systems.

3. PROGRAMA / PROGRAM

1. Harmônicos em Sistemas de Potência.

1.1. Cargas Não Lineares.

1.2. Aumentos em cargas não lineares.

1.3. Efeitos dos Harmônicos.

1.4. Formas de ondas distorcidas.

1.4.1. Harmônicos e qualidade da energia.

1.5. Componentes Harmônicos e de Sequência.

1.5.1. Impedâncias de sequência de componentes do sistema de potência.

1.6. Índices Harmônicos.

1.6.1. Fator Harmônico.

1.6.2. Equações para índices harmônicos comuns.

1.6.3. Fator de influência do telefone.

1.7. Fator de Potência, Fator de Distorção e Fator de Potência Total.

1.8. Teorias da Potência Elétrica.

1.8.1. Circuitos Monofásicos: Senoidais.

1.8.2. Circuitos Monofásicos: Não senoidais.

1.8.3. Sistemas Trifásicos.

1.8.4. Sistemas Trifásicos Não Senoidais e Desequilibrados.

1.8.5. Teoria da Potência Instantânea.

2. Retificadores *PWM* monofásicos.

2.1. Estado da arte.

2.2. Estrutura e princípio de operação do conversor *Boost* monofásico.

2.3. Controle da corrente de entrada.

2.4. Controle da tensão de saída.

2.5. Projeto e especificação do conversor.

2.6. Análise computacional.

3. Retificadores *PWM* trifásicos.

3.1. Estado da arte.

3.2. Estrutura e princípio de operação do conversor *Boost* trifásico.

3.3. Controle da corrente de entrada.

3.4. Controle da tensão de saída.

3.5. Projeto e especificação do conversor.

3.6. Análise computacional.

4. Retificadores Híbridos Trifásicos.

4.1. Estado da arte.

4.2. Estrutura e princípio de operação.

4.3. Controle da corrente de entrada.

4.4. Controle da tensão de saída.

4.5. Projeto e especificação do conversor.

4.6. Análise computacional.

1. Power Systems Harmonics.

1.1. Nonlinear Loads.

1.2. Increases in Nonlinear Loads.

1.3. Effects of Harmonics.

1.4. Distorted Waveforms.

1.4.1. Harmonics and Power Quality.

1.5. Harmonics and Sequence Components.

1.5.1. Sequence Impedances of Power System Components.

1.6. Harmonic Indices.

1.6.1. Harmonic Factor.

1.6.2. Equations for Common Harmonic Indices.

1.6.3. Telephone Influence Factor.

1.7. Power Factor, Distortion Factor, and Total Power Factor.

1.8. Power Theories.

1.8.1. Single-Phase Circuits: Sinusoidal.

1.8.2. Single-Phase Circuits: Nonsinusoidal.

1.8.3. Three-Phase Systems.

1.8.4. Nonsinusoidal and Unbalanced Three-Phase Systems.

1.8.5. Instantaneous Power Theory.

2. Single-phase PWM rectifiers.

2.1. State-of-the-art.

2.2. Structure and Principle of Operation of Single-Phase Boost Converter.

2.3. Input current control.

2.4. Output voltage control.

2.5. Converter design and specification.

2.6. Computational analysis.

3. Three-phase PWM rectifiers.

3.1. State-of-the-art.

3.2. Structure and Principle of Operation of Three-Phase Boost Converter.

3.3. Input current control.

3.4. Output voltage control.

3.5. Converter design and specification.

3.6. Computational analysis.

4. Three-phase hybrid rectifiers.

4.1. State-of-the-art.

4.2. Structure and principle of operation.

4.3. Input current control.

4.4. Output voltage control.

4.5. Converter design and specification.

4.6. Computational analysis.

4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA / TEXT BOOK

1. DAS, J. C. **Power System Harmonics and Passive Filter Designs.** 1. ed. New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2015. 873 p. DOI: 10.1002/9781118887059.

2. ERICKSON, R. W.; MAKSIMOVIC D. **Fundamentals of Power Electronics.** 2. ed. [*S.l.*]: Springer, 2001. 904 p. ISBN 978-0792372707.

3. DOS SANTOS, E.; DA SILVA, E. R. **Advanced Power Electronics Converters:** PWM Converters Processing AC Voltages. 1. ed. New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2014. 354 p. ISBN 978-1118880944.

4. HART, D. **Power Electronics**. 1. ed. New York: McGraw-Hill, 2010. 496 p. ISBN 978-0073380674.

5. MOHAN, N.; UNDELAND, T. M.; ROBINNS, W. P. **Power Electronics:** Converters, Applications, and Design. 3. ed. [*S.l.*]: Wiley, 2002. 832 p. ISBN 978-0471226932.

1. DAS, J. C. **Power System Harmonics and Passive Filter Designs.** 1. ed. New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2015. 873 p. DOI: 10.1002/9781118887059.

2. ERICKSON, R. W.; MAKSIMOVIC D. **Fundamentals of Power Electronics.** 2. ed. [*S.l.*]: Springer, 2001. 904 p. ISBN 978-0792372707.

3. DOS SANTOS, E.; DA SILVA, E. R. **Advanced Power Electronics Converters:** PWM Converters Processing AC Voltages. 1. ed. New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2014. 354 p. ISBN 978-1118880944.

4. HART, D. **Power Electronics**. 1. ed. New York: McGraw-Hill, 2010. 496 p. ISBN 978-0073380674.

5. MOHAN, N.; UNDELAND, T. M.; ROBINNS, W. P. **Power Electronics:** Converters, Applications, and Design. 3. ed. [*S.l.*]: Wiley, 2002. 832 p. ISBN 978-0471226932.

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR / ADDITIONAL READING

1. WANG, F.; ZHANG, Z.; CHEN, R. **Design of Three-phase AC Power Electronics Converters.** 1. ed. New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2024. 670 p. ISBN 978-1119794233.

2. PEYGHAMI, S.; SAHOO, S.; WANG, H.; WANG, X.; BLAABJERG, F. **The Role of Power Electronics in Modern Energy System Integration.** Now Foundations and Trends, 2022. 74 p.

3. BOSE, B. K. **Power Electronics in Renewable Energy Systems and Smart Grid:** Technology and Applications. 1. ed. New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2019. 752 p. ISBN 978-1-119-51562-3.

4. GONÇALVES, J. T.; VALTCHEV, S.; MELICIO, R.; GONÇALVES, A.; BLAABJERG, F. Hybrid Three-Phase Rectifiers with Active Power Factor Correction: A Systematic Review. **Electronics**, v. 10, n. 13 - p. 1520-1551, jun. 2021. DOI: 10.3390/electronics10131520.

5. ABU-RUB, H.; MALINOWSKI, M.; AL-HADDAD, K. **Power Electronics for Renewable Energy Systems, Transportation and Industrial Applications.** New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2014. 832 p. ISBN 978-1-118-63403-5.

6. BILLINGS, K.; MOREY, T. **Switchmode Power Supply Handbook**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2011. 849 p.

7. DORF, R. C.; BISHOP, R. H. **Sistemas de Controle Modernos.** 13. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. 796 p. ISBN 978-8521635123.

8. PAICE, D. A. **Power Electronics Converter Harmonics:** Multipulse Methods for Clean Power. 1. ed. Piscataway: Wiley-IEEE Press, 1999. 222 p.

9. IEC-61000-3-2. **Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 3-4**: Limitation of Emission of Harmonic Currents in Low-Voltage Power Supply Systems for Equipment with Rated Current Small than 16 A, 1998.

10. IEEE. **IEEE Standard 519:** Recommended Practices and Requirements for Harmonics Control in Electric Power Systems, 1992.

1. WANG, F.; ZHANG, Z.; CHEN, R. **Design of Three-phase AC Power Electronics Converters.** 1. ed. New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2024. 670 p. ISBN 978-1119794233.

2. PEYGHAMI, S.; SAHOO, S.; WANG, H.; WANG, X.; BLAABJERG, F. **The Role of Power Electronics in Modern Energy System Integration.** Now Foundations and Trends, 2022. 74 p.

3. BOSE, B. K. **Power Electronics in Renewable Energy Systems and Smart Grid:** Technology and Applications. 1. ed. New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2019. 752 p. ISBN 978-1-119-51562-3.

4. GONÇALVES, J. T.; VALTCHEV, S.; MELICIO, R.; GONÇALVES, A.; BLAABJERG, F. Hybrid Three-Phase Rectifiers with Active Power Factor Correction: A Systematic Review. **Electronics**, v. 10, n. 13 - p. 1520-1551, jun. 2021. DOI: 10.3390/electronics10131520.

5. ABU-RUB, H.; MALINOWSKI, M.; AL-HADDAD, K. **Power Electronics for Renewable Energy Systems, Transportation and Industrial Applications.** New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2014. 832 p. ISBN 978-1-118-63403-5.

6. BILLINGS, K.; MOREY, T. **Switchmode Power Supply Handbook**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2011. 849 p.

7. DORF, R. C.; BISHOP, R. H. **Sistemas de Controle Modernos.** 13. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. 796 p. ISBN 978-8521635123.

8. PAICE, D. A. **Power Electronics Converter Harmonics:** Multipulse Methods for Clean Power. 1. ed. Piscataway: Wiley-IEEE Press, 1999. 222 p.

9. IEC-61000-3-2. **Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 3-4**: Limitation of Emission of Harmonic Currents in Low-Voltage Power Supply Systems for Equipment with Rated Current Small than 16 A, 1998.

10. IEEE. **IEEE Standard 519:** Recommended Practices and Requirements for Harmonics Control in Electric Power Systems, 1992.

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 13:53, 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, informando o código verificador **5156031** e o código CRC **72CCA6FF**.