



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

COURSE OUTLINE

CÓDIGO / COURSE CODE :		COMPONENTE CURRICULAR / COURSE TITLE : Controle Multivariável e Robusto / Multivariable and Robust Control		
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**

1. Ao final da disciplina o estudante será capaz de analisar, modelar, projetar e aplicar as teorias de Controle multivariável e Robusto.
2. Utilizar ferramentas computacionais de análise de sistemas de controle multivariáveis.

1. [At the end of this course, the student will be able to analyze, model, design and apply multivariable and robust control theories.](#)
2. [Using computational tools for analyzing multivariable control systems.](#)

2. **EMENTA / COURSE CONTENTS**

Teoria básica e aplicações à Engenharia de Técnicas de Sistemas de Controle Multivariáveis e Robusto.

[Engineering applications of Multivariable and Robust Control Systems Techniques.](#)

3. **PROGRAMA / PROGRAM****1. Algumas definições.**

- 1.1. A definição da norma Hinf.
- 1.2. Estabilidade.

2. Introdução à LMI.

- 2.1. Background em Otimização.
- 2.2. LMI em controle.
- 2.3. Alguns Lemas úteis.

3. O que é a performance Hinf?

- 3.1. Norma Hinf como medida do ganho do sistema?
- 3.2. Como calcular a norma Hinf?
- 3.3. O que é controle Hinf?

4. Por que o controle Hinf é adaptado à engenharia de controle?

- 4.1. Análise e especificação de desempenho usando as funções de sensibilidade: o caso *SISO*.
- 4.2. Análise e especificação de desempenho usando as funções de sensibilidade: o caso *MIMO*.
- 4.3. O projeto de controle Hinf de sensibilidade mista.
- 4.4. Algumas limitações de desempenho.

5. Como resolver um problema de controle Hinf?

- 5.1. O caso da realimentação do estado estático.
- 5.2. O caso da realimentação da saída dinâmica.
- 5.3. A abordagem de Riccati.
- 5.4. A abordagem LMI para o projeto de controle Hinf.

6. Modelagem de incerteza e análise de robustez.

- 6.1. Introdução.
- 6.2. Representação de incertezas.
- 6.3. Definição de análise de robustez.
- 6.4. Análise de robustez: o caso não estruturado.
- 6.5. Análise: o caso estruturado.
- 6.6. Projeto de controle robusto.

7. O que mais na abordagem Hinf?

- 7.1. H2 e problemas multi-objetivos.
- 7.2. Projeto de observador Hinf.

1. Some definitions.

- 1.1. The definition of the Hinf norm.
- 1.2. Stability.

2. Introduction to LMI.

- 2.1. Background on Optimization.
- 2.2. LMI in control.
- 2.3. Some useful lemmas.

3. What is Hinf performance?

- 3.1. Norm Hinf as a measure of system gain?
- 3.2. How to calculate the Hinf norm?
- 3.3. What is Hinf control?

4. Why is Hinf control adapted to control engineering?

- 4.1. Performance analysis and specification using sensitivity functions: the SISO case.
- 4.2. Performance analysis and specification using sensitivity functions: the MIMO case.
- 4.3. The mixed sensitivity Hinf control design.
- 4.4. Some performance limitations.

5. How to solve a Hinf control problem?

- 5.1. The case of static state feedback.
- 5.2. The case of dynamic output feedback.
- 5.3. Riccati's approach.
- 5.4. The LMI approach to Hinf control design.

6. Uncertainty modeling and robustness analysis.

- 6.1. Introduction.
- 6.2. Representation of uncertainties.
- 6.3. Robustness Analysis Definition.
- 6.4. Robustness analysis: the unstructured case.
- 6.5. Analysis: the structured case.
- 6.6. Robust control design.

7. What else about the Hinf approach?

- 7.1. H2 and multi-objective problems.
- 7.2. Observer Project Hinf.

4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA / TEXT BOOK

1. ZHOU, Kemin; DOYLE, John C. **Essentials of Robust Control**. Estados Unidos: Prentice Hall, 1999. 411 p. (BCMON - SANTA MÔNICA).
2. CRUZ, José Jaime da. **Introdução ao Projeto de Sistemas de Controle Robustos**. 1ª Edição. São Paulo: Blucher, 2022. 248 p. ISBN 9786555061284. (Minha Biblioteca UFU).
3. SKOGESTAD, Sigurd; POSTLETHWAITE, Ian. **Multivariable Feedback Control: Analysis and design**. 2ª Edição [S./]: Wiley, 2005. 574 p. ISBN 0470011688. (BCMON - SANTA MÔNICA).

1. ZHOU, Kemin; DOYLE, John C. **Essentials of Robust Control**. Estados Unidos: Prentice Hall, 1999. 411 p. (BCMON - SANTA MÔNICA).
2. CRUZ, José Jaime da. **Introdução ao Projeto de Sistemas de Controle Robustos**. 1ª Edição. São Paulo: Blucher, 2022. 248 p. ISBN 9786555061284. (Minha Biblioteca UFU).
3. SKOGESTAD, Sigurd; POSTLETHWAITE, Ian. **Multivariable Feedback Control: Analysis and design**. 2ª Edição [S./]: Wiley, 2005. 574 p. ISBN 0470011688. (BCMON - SANTA MÔNICA).

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR / ADDITIONAL READING

1. DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. **Sistemas de Controle Modernos**. 13ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2018. 796 p. ISBN 978-8521635123. (Minha Biblioteca UFU).
2. ZHOU, Kemin; DOYLE, John C.; GLOVER, Keith. **Robust and Optimal Control**. [S./]: Pearson, 1996. (BCMON - SANTA MÔNICA).
3. MACIEJOWSKI, J. M. **Multivariable Feedback Design**. 1ª Edição [S./]: Addison Wesley, 1989. 446 p. ISBN 0201182432. (BCMON - SANTA MÔNICA).
4. CHEN, Chi-Tsong. **Linear System Theory and Design**. 3ª Edição Internacional. New York: Oxford University Press, 2009. 352 p. ISBN 0195392078. (BCMON - SANTA MÔNICA).
5. OGATA, K. **Discrete-time Control Systems**. 2ª Edição. New Jersey: Prentice-Hall, 1995. (BCMON - SANTA MÔNICA).
6. SARAIVA, Eduardo Scheffer *et al.* **Controle avançado**. Porto Alegre: SAGAH, 2022. (Minha Biblioteca UFU).

1. DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. **Sistemas de Controle Modernos**. 13ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2018. 796 p. ISBN 978-8521635123. (Minha Biblioteca UFU).
2. ZHOU, Kemin; DOYLE, John C.; GLOVER, Keith. **Robust and Optimal Control**. [S./]: Pearson, 1996. (BCMON - SANTA MÔNICA).
3. MACIEJOWSKI, J. M. **Multivariable Feedback Design**. 1ª Edição [S./]: Addison Wesley, 1989. 446 p. ISBN 0201182432. (BCMON - SANTA MÔNICA).
4. CHEN, Chi-Tsong. **Linear System Theory and Design**. 3ª Edição Internacional. New York: Oxford University Press, 2009. 352 p. ISBN 0195392078. (BCMON - SANTA MÔNICA).
5. OGATA, K. **Discrete-time Control Systems**. 2ª Edição. New Jersey: Prentice-Hall, 1995. (BCMON - SANTA MÔNICA).
6. SARAIVA, Eduardo Scheffer *et al.* **Controle avançado**. Porto Alegre: SAGAH, 2022. (Minha Biblioteca UFU).

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 13:35, 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 **5153370** e o código CRC **A7CD7B5C**.