

# PLANO DA DISCIPLINA

## *Controle de Sistemas Dinâmicos via LMIs*

### 1. Dados Gerais

- **Disciplina:** 327069 - Controle de Sistemas Dinâmicos via Desigualdades Matriciais Lineares
- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Eletrônicos e de Automação (PGEA)
- **Carga Horária:** 60 horas (4 créditos)
- **Período:** 1º semestre de 2018
- **Local e Horário:** Sala de aula do SG-11 – SG-11 A1-39/12, Segunda e Quarta-feira das 10:00 às 11:50
- **Professor:** Eduardo Stockler Tognetti (<http://www.ene.unb.br/estognetti>), ENE/ FT/ UnB  
e-mail: [estognetti@ene.unb.br](mailto:estognetti@ene.unb.br) Sala: BT 52/18
- **Horário de atendimento:** Quinta-feira das 09:30 às 11:00 ou sob agendamento

### 2. Objetivos

Apresentar técnicas de análise e de controle de sistemas lineares por meio da teoria de Lyapunov e desigualdades matriciais lineares (LMIs).

### 3. Metodologia de Ensino

- Aulas teóricas expositivas fazendo uso do quadro negro e de recursos didáticos audiovisuais.
- Listas de exercícios e projetos computacionais sobre os temas abordados em sala.
- Pré-Requisitos (desejáveis): Conceitos básicos de sistemas lineares e álgebra de matrizes; noções básicas de teoria de controle; Matlab.
- Sempre que possível, o material relacionado ao curso será disponibilizado no Moodle, endereço <https://aprender.ead.unb.br/course/view.php?id=1376>, ou na página pessoal do professor no endereço <http://www.ene.unb.br/estognetti/courses.html>.

### 4. Ementa

Introdução geral: definições, normas, matrizes, complemento de Schur; desigualdades matriciais lineares: definições, resoluções, pacotes computacionais; estabilidade de sistemas contínuos e discretos no tempo: condição de Lyapunov, condições equivalentes; sistemas com incertezas: definições, tipos e estruturas de incertezas; condições de estabilidade robusta para sistemas incertos: estabilidade quadrática, estabilidade baseada em funções de Lyapunov dependentes de parâmetros; LMIs dependentes de parâmetros; cômputo de custo garantido H-2 e H-infinito, controle e filtragem dependente de parâmetros, sistemas com parâmetros, sistemas com parâmetros variantes no tempo.

### 5. Programa da disciplina

- a. Conceitos básicos
- b. Manipulações algébricas de matrizes, estabilidade e LMIs
- c. Condições LMIs para norma H-infinito
- d. Condições LMIs para norma H2
- e. Incertezas, estabilidade robusta e custo garantido
- f. Relaxações LMIs
- g. Estabilidade de sistemas lineares variantes no tempo
- h. Realimentação de estado
- i. Observadores e filtros
- j. Realimentação de saída
- k. Controlador dinâmico

## 6. Critérios de Avaliação

A avaliação será realizada com base em provas escritas, listas de exercícios e projeto final.

A média final será calculada da seguinte forma:

$$MF = 0,45 \times MP + 0,3 \times TF + 0,25 \times ML$$

onde MP é a média aritmética das provas P1 e P2, TF é a o trabalho final em formato de artigo, e ML é a média aritmética das listas de exercícios e implementações computacionais (L) a serem entregues ao longo do semestre, todos com valor máximo de 10,0 pontos.

Caso  $MP < 2,0$  ou  $TF < 2,0$  ou  $ML < 3,0$ , então  $MF = \min\{MP, TF, ML\}$ . A menção do aluno será SS se  $MF \geq 9,0$ ; MS se  $7,0 \leq MF < 9,0$ ; MM se  $5,0 \leq MF < 7,0$ ; MI se  $3,0 \leq MF < 5,0$ ; II se  $0,1 \leq MF < 3,0$ ; SR se  $MF < 0,1$  ou o número de faltas exceder a 25% das aulas. Para ser aprovado na disciplina, o aluno deve ter MF maior ou igual a 5,0 pontos e presença igual ou superior a 75% nas aulas teóricas e práticas.

As datas prováveis para realização das provas e entregas de trabalhos são:

Atividade	Descrição	Nota Máxima	Data Programada
<b>P1</b>	Prova 1	10,0 pontos	07/05/2018
<b>P2</b>	Prova 2	10,0 pontos	13/06/2018
<b>TF</b>	Trabalho final	10,0 pontos	25/06/2018
<b>L</b>	Listas e Simulações	10,0 pontos	a combinar

As provas serão individuais e sem consulta a qualquer material didático (alterações poderão ser discutidas sobre esse aspecto). Durante a realização das provas, não será permitido o uso de calculadoras e os celulares deverão permanecer desligados. Em caso de irregularidades durante a realização da prova será atribuído nota 0 (zero) a mesma e, em casos mais graves, poderá resultar na reprovação na disciplina com menção SR. A revisão de prova será feita em data estipulada pelo professor e até uma semana após a divulgação da respectiva nota. Não será feita revisão de provas anteriores.

O aluno que perder uma avaliação por motivo de saúde, se comprovado por meio de atestado médico, poderá fazer uma avaliação de reposição. Para tanto, o aluno que faltou deverá procurar o professor da matéria no prazo máximo de 1 semana após a data da realização da prova, a qual não pôde comparecer, para que seu nome possa ser incluído na lista da prova de reposição. Caso contrário, será atribuída nota 0 (zero) à prova que não realizou. A referida avaliação será aplicada em data a combinar.

Os exercícios e implementações computacionais que compõe a nota **L** serão definidos ao longo do semestre. Os temas do trabalho final serão definidos em acordo com o professor e o relatório deverá ser redigido preferencialmente na linguagem LaTeX.

## 7. Bibliografia Básica

1. Guang-Ren Duan, Hai-Hua Yu. LMIs in Control Systems: Analysis, Design and Applications. CRC Press, 1a edition, 2013.
2. S. Boyd, L. El Ghaoui, E. Feron, and V. Balakrishnan. Linear Matrix Inequalities in System and Control Theory. SIAM Studies in Applied Mathematics, Philadelphia, PA, 1994. <http://www.stanford.edu/~boyd/lmibook/>
3. Notas de aula da disciplina “IA892 - Análise e Controle de Sistemas Lineares por Desigualdades Matriciais Lineares (LMIs)” da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) oferecida no 2º sem. de 2017. [http://www.dt.fee.unicamp.br/~ricfow/IA892/ia892\\_2s2017.htm](http://www.dt.fee.unicamp.br/~ricfow/IA892/ia892_2s2017.htm)

## 8. Bibliografia Complementar

1. C. T. Chen. Linear System Theory and Design. Oxford University Press, 3rd edition, 1999.
2. L. El Ghaoui and S. I. Niculescu, editors. Advances in Linear Matrix Inequality Methods in Control. Advances in Design and Control. SIAM, Philadelphia, PA, 2000.
3. C. D. Meyer. Matrix Analysis and Applied Linear Algebra. SIAM, Philadelphia, PA, 2001.
4. C. Scherer, S. Weiland. LMIs in Control, Lecture Notes at Delft University of Technology and Eindhoven University of Technology, 2005.
5. U. Mackenroth. Robust Control Systems: Theory and Case Studies. Springer, New York, 2004.
6. K. Zhou and J. C. Doyle. Essentials of Robust Control. Prentice Hall, New York, 1998.
7. G. E. Dullerud and F. Paganini. A Course in Robust Control Theory: A Convex Approach. Springer, 2000.
8. Notas de aula “Sistemas Multivariáveis: uma abordagem via LMIs”, Prof. A. Trofino, UFSC, e “Fundamentos do Controle Robusto via Otimização”, Prof. R. Palhares, UFMG.