



Plano de Ensino

DISCIPLINA: POLINÔMIOS POSITIVOS EM CONTROLE

CÓDIGO:
PPGEL0009

Docente Responsável: Márcio J. Lacerda

Carga Horária: 60 horas-aula

Créditos: 04

Área de Concentração: Modelagem e Controle de Sistemas

Ano: 2023

Semestre: 02

Ementa:

Matrizes definidas positivas. Formas quadráticas e funções convexas. Positividade de polinômios e soma de quadrados. Ferramentas computacionais para análise de polinômios positivos. Estabilidade de sistemas não lineares polinomiais e sistemas lineares variantes no tempo usando polinômios. Funções de Lyapunov não monotônicas. Ajuste de dados usando polinômios (*data fitting*). Região de atração de sistemas não lineares polinomiais. Problemas de síntese para sistemas polinomiais.

INTERDISCIPLINARIDADES

Inter-relações desejáveis

É desejável que os conteúdos abordados na disciplina Polinômios Positivos em Controle tenham relações diretas, principalmente, com as seguintes disciplinas e linhas de pesquisa:

- **Disciplinas** ⇒ Métodos Numéricos, Técnicas de Otimização, Teoria e Projeto de Sistemas Lineares, Controle Robusto.
- **Linhas de Pesquisa** ⇒ Análise e Modelagem de Sistemas e Sistemas de Controle (área de concentração: Modelagem e Controle de Sistemas).



Plano de Ensino

Objetivos - Possibilitar ao estudante os seguintes conhecimentos:

- Ser capaz de analisar a estabilidade de sistemas não lineares contínuos e discretos no tempo usando técnicas de soma de quadrados, (SOS, do inglês *Sum of Squares*).
- Utilizar pacotes computacionais na resolução de problemas usando SOS.
- Ser capaz de analisar e projetar sistemas de controle para sistemas não lineares polinomiais.

Métodos Didáticos Utilizados

Marque com um X no quadro:

<input 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 type="checkbox"/> Trabalho em grupo
<input type="checkbox"/> Discussão de texto	<input type="checkbox"/> Visita técnica
<input type="checkbox"/> Filme	<input checked="" type="checkbox"/> Outros: Portal didático
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Plano de Ensino

Unidades de ensino		Carga-horária Horas-aula
1	Fundamentos matemáticos. <ul style="list-style-type: none">• Matrizes definidas positivas.• Formas quadráticas e convexidade.• Polinômios positivos.• Teorema de Pólya• Programação semidefinida.• Método de soma de quadrados (SOS, do inglês <i>sum of squares</i>).• Programação usando YALMIP e SOSTOOLS.	12h
2	Estabilidade <ul style="list-style-type: none">• <i>Positivstellensatz</i>• <i>S-Procedure</i>• Estabilidade de sistemas LPV usando funções de Lyapunov• Estabilidade de sistemas não lineares polinomiais usando funções de Lyapunov• Funções de Lyapunov não monotônicas.	12h
3	Aplicações <ul style="list-style-type: none">• Ajuste de dados usando polinômios (<i>data fitting</i>).• Estimativa da região de atração de sistemas não lineares polinomiais.	12h
4	Problemas de síntese <ul style="list-style-type: none">• Controladores para sistemas não lineares polinomiais• Observadores para sistemas não lineares polinomiais	16h
5	Seminários e avaliação	8h
Total		60h

Plano de Ensino

Metodologia e Recursos Complementares

De acordo com a Resolução 014, DE 25 DE MAIO DE 2022 da UFSJ.

A unidade curricular será ministrada com:

- **Atividades presenciais:** Atividades de avaliação e seminários na UFSJ, São João del-Rei, campus Santo Antônio, Departamento de Engenharia Elétrica. As atividades presenciais terão duração total de 8h.
- **Atividades assíncronas:** Vídeos, textos, questionários, exercícios e atividades disponibilizadas no SIGAA. O fórum da plataforma também será utilizado para esclarecimento de dúvidas. Os momentos assíncronos terão duração de 1h por semana.
- **Atividades síncronas:** Utilizando as plataformas Google Meet e/ou Conferência Web da RNP. Os momentos síncronos terão duração de 3h por semana.
- Conforme a resolução, os alunos deverão obrigatoriamente possuir disponibilidade de câmera e áudio durante as aulas.

O docente estará disponível para **atendimento aos discentes**. Deve ocorrer agendamento prévio por parte dos discentes, via e-mail (lacerda@ufsj.edu.br). O agendamento deve ser feito com no mínimo 24h de antecedência. O atendimento se dará pelas plataformas Google Meet e/ou Conferência Web RNP.

Controle de frequência

O cumprimento dos trabalhos de atividades assíncronas, será utilizado para o registro de frequência. Nas atividades síncronas o registro de frequência se dará de acordo com a presença do aluno na plataforma com sua câmera ligada no decorrer da aula.

Plano de Ensino

Métodos de Avaliação

Trabalhos computacionais e seminários.

A_i : **Atividades Avaliativas** – 5 (cinco) atividades relacionadas aos conteúdos das Unidades 1 até 4, valendo 10,0 (dez) pontos cada. Das 5 atividades, quatro serão relacionadas aos conteúdos síncronos e uma relacionada aos conteúdos assíncronos.

S_p : **Seminário de projetos** – valendo 30,0 (trinta) pontos.

A nota parcial N_p corresponde à média aritmética de todas as atividades:

$$N_p = \frac{\sum_{i=1}^5 A_i + S_p}{8}$$

Se $N_p \geq 6$ (aprovado), se $4 < N_p < 6$, o aluno tem direito a realizar uma prova substitutiva abordando todo o conteúdo da disciplina (valor: 10,0 pontos). Neste caso, uma nova média N_f é computada usando a formulação anterior com a nota da prova substitutiva substituindo a menor das notas. Se $N_f \geq 6$ (aprovado), se $N_f < 6$ (reprovado).

Plano de Ensino

Bibliografia Básica

- G. Blekherman, P. A. Parrilo, R. R. Thomas. Semidefinite Optimization and Convex Algebraic Geometry. SIAM, 2012.
- D. Henrion and A. Garulli, editors. Positive Polynomials in Control, volume 312 of Lecture Notes on Control and Information Sciences. Springer-Verlag, Berlin, January 2005.
- G. Chesi. Domain of Attraction: Analysis and Control via SOS Programming, volume 415 of Lecture Notes in Control and Information Sciences. Springer, London, UK, 2011.
- P. A. Parrilo. Structured Semidefinite Programs and Semialgebraic Geometry Methods in Robustness and Optimization California Institute of Technology, Pasadena, CA, May 2000.

Bibliografia Complementar

- S. Boyd, L. El Ghaoui, E. Feron and V. Balakrishnan. Linear Matrix Inequalities in System and Control Theory. SIAM, 1994.
- Notas de aula, teses, dissertações e artigos técnicos da área.

Aprovado na reunião do colegiado em 28 de abril de 2023

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica