

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



Plano de Ensino

DISCIPLINA: Teoria e projeto de sistemas lineares	CÓDIGO:
--	----------------

Validade: A partir do 1º semestre de 2019.

Carga Horária: 60 horas-aula

Créditos: 04

Área de Concentração / Módulo: Modelagem e controle de sistemas / Formação Específica

Ementa:

Descrições matemáticas de sistemas. Álgebra Linear. Realizações e soluções no espaço de estado. Estabilidade. Controle e observação.

INTERDISCIPLINARIDADES

Inter-relações desejáveis

É desejável que os conteúdos abordados na disciplina *Teoria e projeto de sistemas lineares* tenham relações diretas, principalmente, com a disciplina de *Sinais e Sistemas*. Também é desejável que os alunos utilizem modelos de sistemas que sejam relacionados a seus respectivos projetos de pesquisa no mestrado.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



Plano de Ensino

Objetivos - Possibilitar ao estudante os seguintes conhecimentos:

- Ferramentas da álgebra linear e propriedades de matrizes e suas operações;
- Conceitos de linearidade e causalidade e suas aplicações em sistemas reais;
- Representação de sistemas no espaço de estados e caracterização das soluções associadas;
- Conceitos de estabilidade entrada-saída, estabilidade interna e estabilidade assintótica e suas aplicações em sistemas lineares;
- Conceitos de controlabilidade e observabilidade e suas aplicações em sistemas lineares;
- Projeto de controladores por realimentação de estados;
- Projeto de observadores de estado;
- Projetos de controladores visando a alocação de auto-estrutura e seguimento de modelo.

Métodos Didáticos Utilizados

Marque com um X no quadro:

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula expositiva em quadro | <input type="checkbox"/> Seminário |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula com uso de transparência | <input type="checkbox"/> Pesquisa |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula com uso de multimídia | <input checked="" type="checkbox"/> Trabalho individual |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula prática | <input checked="" type="checkbox"/> Trabalho em grupo |
| <input type="checkbox"/> Discussão de texto | <input type="checkbox"/> Visita técnica |
| <input type="checkbox"/> Filme | <input type="checkbox"/> Outros: _____ |

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



Plano de Ensino

Unidades de ensino		Carga-horária Horas-aula
1	Introdução. <ul style="list-style-type: none">• Etapas do estudo analítico de sistemas• Revisão de equações diferenciais ordinárias	4
2	Álgebra Linear. <ul style="list-style-type: none">• Bases, representações e ortonormalização• Equações algébricas lineares• Transformação de similaridade• Forma diagonal e forma de Jordan• Funções de matrizes quadradas• Equação de Lyapunov• Fórmulas usuais• Fórmula quadrática e definida positiva• Decomposição em valores singulares	8
3	Descrição matemática de sistemas. <ul style="list-style-type: none">• Causalidade e• Sistemas lineares• Sistemas lineares invariantes no tempo• Linearização• Sistemas de tempo discreto	4
4	Soluções em espaço de estados e realizações. <ul style="list-style-type: none">• Soluções de equação de estado lineares invariantes no tempo (LIT)• Equações de estado equivalentes• Realizações• Solução de equações lineares variantes no tempo (LVT)• Equações de estado LVT equivalentes• Realizações LVT	8
5	Estabilidade. <ul style="list-style-type: none">• Estabilidade entrada-saída de sistemas LIT• Estabilidade interna• Teorema de Lyapunov• Estabilidade de sistemas LVT	5
6	Controlabilidade e observabilidade. <ul style="list-style-type: none">• Controlabilidade• Observabilidade• Decomposição canônica• Condições em equações na forma de Jordan• Equações de estado em tempo discreto	10

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



Plano de Ensino

	<ul style="list-style-type: none">Controlabilidade depois da amostragemEquações de estado LVT	
7	Realização mínima e fatores co-primos. <ul style="list-style-type: none">IntroduçãoImplicação de fatores co-primos	2
8	Realimentação de estados e estimadores de estado. <ul style="list-style-type: none">Realimentação de estadosRegulação e rastreamentoEstimador de estadosRealimentação baseada em estimadores de estados	8
9	Alocação de polos e seguimento de modelos <ul style="list-style-type: none">Equações de compensador – método clássicoConfiguração de realimentação unitária – alocação de autoestruturaFunções de transferência implementáveis	11
Total		60

Métodos de Avaliação

Avaliação	Conteúdo	Pontos
Listas de exercícios (L1)	Unidades 1 a 8	50
Trabalho 1 (T1)	Unidades 1 a 8	20
Trabalho 2 (T2)	unidade 8	30

Nota final será dada por:

$N = (5 \cdot L1 + 2 \cdot T1 + 3 \cdot T2) / 10$, em que as atividades são corrigidas em 100%.

Critério de aprovação: $N \geq 60$.

Bibliografia Básica

1 - Chen, C.-T. (1999). *Linear System Theory and Design*, 3rd ed., Oxford University Press.

Bibliografia Complementar

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



Plano de Ensino

- 1 – Kailath, T. (1979). *Linear Systems*, Prentice Hall.
- 2 – Zhou, K. & Doyle, J. C. (1997). *Essentials of Robust Control*, Prentice Hall.
- 3 – Dorf, R. C. & Bishop, R. H. (1998). *Sistemas de controle moderno*. 8ª ed., Editora LTC.
- 4 – Phillips, C. L. & Harbor, R. D. (2000). *Feedback Control Systems*. 4th ed., Prentice Hall.
- 5 – Ogata, K. (2003). *Engenharia de Controle Moderno*, 4ª ed, Pearson Brasil.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica