

**Escola de Engenharia**  
**Departamento de Sistemas Elétricos de Automação e Energia**

### Dados de identificação

Disciplina: Sistemas de Controle Digitais			
Período Letivo: <b>2020/2</b>			
Professor Responsável: Alexandre Sanfelice Bazanella			
Sigla: ENG10019	Créditos: 4		
Carga Horária: 60h	CH Autônoma: 12h	CH Coletiva: 48h	CH Individual: 0h

### Súmula

Análise de Sistemas de Controle amostrados através da transformada Z. Digitalização de controladores analógicos. Identificação de sistemas pelo método dos mínimos quadrados. Projeto de controladores digitais para sistemas monovariáveis. Implementação de controladores digitais.

### Currículos

Currículos	Etapa	Pré-Requisitos	Natureza
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO	8	(ENG10033) SISTEMAS DE CONTROLE I <b>OU</b> (ENG10004) SISTEMAS DE CONTROLE I - B	Obrigatória
ENGENHARIA ELÉTRICA	8	(ENG10033) SISTEMAS DE CONTROLE I <b>OU</b> (ENG04073) SISTEMAS DE CONTROLE ELETROELETRÔNICOS	Eletiva
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO	9	(ENG10033) SISTEMAS DE CONTROLE I <b>OU</b> (ENG10004) SISTEMAS DE CONTROLE I - B	Eletiva

### Objetivos

- Revisar os fundamentos teóricos de análise de sistemas amostrados.
- Fornecer os fundamentos teóricos necessários à implementação digital de sistemas de controle.
- Capacitar o aluno ao projeto de algoritmos de controle.
- Capacitar o aluno à identificação de modelos matemáticos de processos necessários ao projeto de controladores.
- Familiarizar o aluno com metodologias fundamentais de controle baseado em dados.

### Conteúdo Programático

Semana	Título	Conteúdo
Semana 1	Introdução	Introdução ao controle digital O processo de amostragem Terminologia
Semana 2	Modelagem de sistemas amostrados	Equações a diferenças Transformada z Análise de estabilidade Modelagem no espaço de estados
Semanas 3 e 4	Discretização de controladores analógicos	Integração numérica Regras de Euler e do trapézio
Semana 5	Realizações de algoritmos de controle	Controlabilidade e observabilidade Formas canônicas Aspectos numéricos e computacionais
Semana 6	Avaliação	Primeira prova teórica, versando sobre todo o conteúdo da primeira área da disciplina, síncrona
Semanas 7 a 11	Projeto de controladores no domínio discreto	Projeto pelo lugar das raízes Projeto por alocação de polos Regulador Linear Quadrático Observadores de estado - Filtro de Kalman
Semana 12	Avaliação	Segunda prova teórica, versando sobre todo o conteúdo da segunda área da disciplina, síncrona
Semana 13	Identificação de sistemas	Identificação paramétrica via mínimos quadrados Mínimos quadrados recursivo
Semanas 14 a 16	Controle baseado em dados	Controle por modelo de referência Critérios de desempenho

		Métodos fundamentais: VRFT, VDFT, OCI
Semana 17	Avaliação	Apresentação do projeto: entrega de relatório e apresentação oral síncrona
Semana 18	Recuperação	Realização da prova de recuperação , versando sobre todo o conteúdo da disciplina, síncrona. Entrega de relatório do trabalho prático.

## Metodologia

- Aulas expositivas (teóricas)
  - as aulas expositivas serão realizadas remotamente, utilizando quadro-branco da mesma forma que as aulas expositivas presenciais em sala de aula
  - a transmissão síncrona das aulas expositivas dar-se-á por meio do ambiente moodle da UFRGS
  - todas as aulas expositivas serão gravadas e as respectivas gravações disponibilizadas imediatamente aos alunos no ambiente moodle da UFRGS
- Resolução de exercícios propostos e simulações dinâmicas pelos alunos.
- Apresentação oral em sala de aula dos resultados dos trabalhos práticos, que consistirão na implementação de protótipos de sistemas de controle utilizando os conceitos apresentados nas aulas expositivas. A realização dos trabalhos práticos será atividade autônoma.

## Informações sobre Direitos Autorais e de Imagem:

Todos os materiais disponibilizados são exclusivamente para fins didáticos, sendo vedada a sua utilização para qualquer outra finalidade, sob as penas legais.

Todos os materiais de terceiros que venham a ser utilizados devem ser referenciados, indicando a autoria, sob pena de plágio.

A liberdade de escolha de exposição da imagem e da voz não isenta o aluno de realizar as atividades originalmente propostas ou alternativas;

Todas as gravações de atividades síncronas devem ser previamente informadas por parte dos professores.

Somente poderão ser gravadas as atividades síncronas propostas mediante concordância prévia dos professores e colegas, sob as penas legais.

É proibido disponibilizar, por quaisquer meios digitais ou físicos, os dados, a imagem e a voz de colegas e do professor, sem autorização específica para a finalidade pretendida.

Os materiais disponibilizados no ambiente virtual possuem licença de uso e distribuição específica, sendo vedada a distribuição do material cuja licença não permita ou sem a autorização prévia dos professores para o material de sua autoria.

## Carga Horária

Teórica: 60 horas

Prática: 0 horas

## Experiências de Aprendizagem

Os alunos aplicarão os conhecimentos vistos nas aulas teóricas à solução extra-classe de exercícios, através da utilização de ferramentas computacionais de cálculo e simulação, e de um trabalho prático individual proposto. O trabalho prático proposto será objeto de avaliação, devendo ser entregue um relatório circunstanciado sobre o problema resolvido na forma de artigo e apresentado oralmente em sala de aula (virtual) o desenvolvimento do trabalho e seus resultados. Este relatório e esta apresentação visam o desenvolvimento da capacidade de expressão escrita de documentos técnicos e científicos, bem como da capacidade de expressão oral.

### **Critérios de Avaliação**

Serão realizadas três avaliações individuais: duas provas (avaliadas com os graus P1 e P2) e um trabalho prático (grau T). Os resultados do trabalho prático deverão ser apresentados por escrito, por meio de um relatório técnico, e oralmente em sala de aula virtual; a nota desta avaliação levará em conta as duas formas de apresentação.

Serão aprovados os alunos que obtiverem  $P1 > 0$ ,  $P2 > 0$ ,  $T > 0$  e  $M \geq 6$ , onde M é a média aritmética simples de P1, P2 e T.

Será reprovado por Falta de Frequência (FF), o aluno que tiver frequência inferior a 75% das aulas ministradas no semestre, de acordo com o Regimento Geral da Universidade (RGU), Art. 134, "É obrigatória a frequência dos alunos às atividades didáticas, considerando-se reprovado aquele que, ao término do período letivo, houver deixado de frequentar mais de 25% (vinte e cinco por cento) da carga horária prevista no plano da disciplina".

De acordo com a Resolução do CEPE sobre o ERE, durante o período em que perdurar o ERE, fica inaplicável a atribuição de conceito FF, prevista no Parágrafo 2º, do Artigo 44, da Resolução nº 11/2013 do CEPE.

Para os estudantes matriculados até o final do período e que deixaram de participar da Atividade de Ensino, deverá ser atribuído o registro NI (Não Informado) no campo de conceito do sistema acadêmico.

Para os casos previstos no Parágrafo 1º, a justificativa do registro NI deverá conter a referência ao período de excepcionalidade.

Os casos de não informação de conceito durante o ERE, deverão ser resolvidos até o fim do segundo período letivo, após o fim da situação emergencial de saúde.

### **Atividades de Recuperação Previstas**

O aluno com  $M < 6$  e/ou  $P1 * P2 * T = 0$ , não tendo sido aprovado, poderá apresentar nova versão de seu relatório prático (avaliada com grau Tr) e realizar uma prova de recuperação (grau Pr) versando sobre todo o conteúdo da disciplina. A nota final após recuperação, Mr, será calculada como  $Mr = 0,4 Pr + 0,2 Tr + 0,4 M$ .

Será aprovado com conceito C o aluno que obtiver  $Tr \geq 6$ ,  $Pr \geq 6$  e  $Mr \geq 6$ .

### **Prazo para Divulgação dos Resultados das Avaliações**

Os resultados das avaliações das primeira e segunda áreas serão divulgados até uma semana após a realização das avaliações. Os resultados das avaliações da terceira área serão divulgados até 72 horas antes da realização da prova de recuperação.

## Bibliografia

A Bibliografia Básica Essencial deve estar disponível de forma digital.

<b>Básica Essencial</b>
A.S. Bazanella, L. Campestrini, D. Eckhard. Data-Driven Controller Design - the H2 Approach. Holanda: Springer, 2012. ISBN 978-94-007-2300-9. Disponível em: <a href="http://www.springer.com/us/book/9789400722996">http://www.springer.com/us/book/9789400722996</a>
Astrom, Karl Johan; Wittenmark, Bjorn. Computer-controlled systems :theory and design. London: Prentice-Hall International, 1997. ISBN 0137367872
Franklin, Gene F.; Powell, J. David; Emami-Naeini, Abbas. Feedback control of dynamic systems. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, c2006. ISBN 0131499300.

<b>Básica</b>
Aguirre, Luis Antonio. Introdução à identificação de sistemas: técnicas lineares e não-lineares aplicadas a sistemas reais. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. ISBN 9788570415844.
Ogata, Katsuhiko. Discrete-time control systems. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, c1995. ISBN 0130342815.

<b>Complementar</b>
Constantine H. Houppis and Gary B. Lamont. Digital Control Systems. McGraw-Hill, 1991. ISBN 0070305005.
Geromel, José Claudio; Palhares, Alvaro Geraldo Badan. Análise linear de sistemas dinâmicos: teoria, ensaios práticos e exercícios. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. ISBN 8521203357; 9788521203353
Elder M. Hemerly. Controle por Computador de Sistemas Dinâmicos. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. ISBN 8521202660. Disponível em: <a href="http://www.blucher.com.br/livro.asp?Codlivro=02660">http://www.blucher.com.br/livro.asp?Codlivro=02660</a>
A.S. Bazanella, J.M. Gomes da Silva Jr.. Sistemas de Controle: Princípios e Métodos de Projeto. UFRGS, 2005. ISBN 85-7025-849-6.

## Outras Referências

## Observações