



## Plano de Ensino para o Ano Letivo de 2021

IDENTIFICAÇÃO		
Disciplina: Controle de Processos		Código da Disciplina: EMC403
Course: Processes Control		
Materia: Control de Procesos		
Periodicidade: Anual	Carga horária total: 160	Carga horária semanal: 02 - 00 - 02
Curso/Habilitação/Ênfase: Engenharia Mecânica Engenharia Mecânica Engenharia Mecânica	Série: 5 4 4	Período: Noturno Diurno Noturno
Professor Responsável: Alessandra Dutra Coelho	Titulação - Graduação Engenheiro Eletricista	Pós-Graduação Doutor
Professores: Alessandra Dutra Coelho Paulo Alexandre Martin Wânderson de Oliveira Assis	Titulação - Graduação Engenheiro Eletricista Engenheiro Eletricista Engenheiro Eletricista Industrial	Pós-Graduação Doutor Doutor Doutor
MODALIDADE DE ENSINO		
Presencial: 50%		
Mediada por tecnologia: 50%		
* Em qualquer modalidade a entrega de atividades e trabalhos deve ser realizada segundo orientações do professor da disciplina.		
ATIVIDADES DE EXTENSÃO		
A DISCIPLINA NÃO CONTEMPLA ATIVIDADES DE EXTENSÃO.		
EMENTA		
<p>Processos Contínuos: Introdução aos Sistemas de Controle de Processos Contínuos. Transformada de Laplace. Soluções de Equações Diferenciais aplicando Transformadas de Laplace. Sistemas de 1ª e 2ª ordem – Caracterização dos Parâmetros (frequência natural, amortecimento, etc.) Caracterização de Respostas Transitórias. Estabilidade. Sistemas em Malha Fechada (Conceituação, Determinação da Função de Transferência). Análise do Lugar das Raízes. Especificação do Sistema de Controle. Controladores PID. Descrição, Projeto, Sintonia. Processos a Eventos Discretos: Introdução ao Controle de Processos a Eventos Discretos. Modelagem e Simulação de Controle de Sistemas a Eventos Discretos. Aplicação em Circuitos Pneumáticos ( Sensores, Atuadores e Válvulas de Controle Pneumático). Aplicação em Circuitos Hidráulicos ( Sensores, Atuadores e Válvulas de Controle Pneumático). Aplicação de CLP para Automação Eletro-pneumática e Eletro-hidráulica.</p>		



### SYLLABUS

Continuous Processes: Introduction to control systems of continuous processes. Laplace transform. Solutions of differential equations by applying Laplace transform. Systems of first and second order. Characterization of parameters (natural frequency, damping, etc.). Characterization of transient responses. Stability. Closed Loop systems (conceptualization, determination of the transfer function). Root Locus analysis. Specification of the control system. PID controllers: description, design and tuning. Discrete Event Processes: Introduction to control of discrete event processes. Modeling and simulation of the control of discrete event systems. Application in pneumatic circuits (sensors, actuators and pneumatic control valves). Application for hydraulic circuits (sensors, actuators and hydraulic control valves). Application of PLC in Automation Systems. Electro-pneumatic and electro-hydraulic.

### TEMARIO

Procesos continuos: Introducción al Sistema de Control de Procesos Continuos. Transformada de Laplace. Soluciones de ecuaciones diferenciales mediante la aplicación de transformadas de Laplace. Sistemas de primeira y segunda orden. Caracterización de los parámetros (frecuencia natural, amortiguación, etc.) Caracterización de la respuesta de transitorios. Estabilidad. Sistemas de realimentación (conceptualización, determinación de la función de transferencia). Análisis del lugar de las raíces. Especificación del sistema de control. Controladores PID. Descripción, diseño, sintonización. Procesos de eventos discretos: Introducción al Proceso de control de eventos discretos. Modelado y simulación de Control de Sistemas de Eventos Discretos. Aplicación en circuitos neumáticos (sensores, actuadores y válvulas neumáticas de control). Aplicación para circuitos hidráulicos sensores, actuadores y válvulas hidráulicas de control). Aplicación de PLC en sistemas de automatización. Electro-neumática y electro-hidráulica.

### CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS PARA O ACOMPANHAMENTO DA DISCIPLINA

Conteúdos e habilidades necessárias para o bom acompanhamento da disciplina:

- Leitura e interpretação de Desenho Técnico;
- Conceitos básicos de Cálculo Diferencial e Integral;
- Conceitos básicos de Elementos de Construção de Máquinas;
- Conceitos de Mecânica dos Fluidos : pressão, vazão, perda de carga e viscosidade;
- Conceitos básicos de modelagem de sistemas mecânicos;
- Conceitos básicos de Eletricidade;
- Leitura e interpretação de texto.



### COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS NA DISCIPLINA

#### COMPETÊNCIA 1:

1 - Capacidade de entender, interpretar, projetar e analisar sistemas de controle de processos industriais utilizando controladores clássicos. 2 - Capacidade de entender, interpretar, projetar e analisar sistemas de automação utilizando controladores lógicos programáveis.

### OBJETIVOS - Conhecimentos, Habilidades, e Atitudes

#### Conhecimentos:

- 1- Métodos de modelagem de sistemas físicos dinâmicos;
- 2- Métodos de representação matemática de sistemas físicos através de equações diferenciais;
- 3- Soluções de equações diferenciais através da aplicação de Transformada de Laplace;
- 4- Métodos de análise temporal de sistemas dinâmicos;
- 5- Métodos de análise de estabilidade de sistemas dinâmicos;
- 6- Método de identificação de sistemas dinâmicos através de sua resposta temporal;
- 7- Conceituação teórica de sistemas de controle de processos contínuos;
- 8- Conceituação teórica de sistemas de controle de processos a eventos discretos;
- 9- Projeto de controladores analógicos (em tempo contínuo) e digitais (em tempo discreto).

#### Habilidades:

- 1- Desenvolver e aplicar modelos matemáticos e físicos a partir de informações sistematizadas;
- 2- Formular e avaliar problemas de engenharia de controle e suas concepções de soluções;
- 3- Avaliar criticamente os modelos estabelecidos;
- 4- Interpretar resultados de modelos propostos;
- 5- Desenvolver raciocínio lógico e matemático;
- 6- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas da área de sistemas de controle.

#### Atitudes:

- 1- Ter auto-crítica para reconhecer os limites dos modelos estabelecidos;
- 2- Ter visão sistêmica e interdisciplinar na solução de problemas de controle;
- 3- Ter percepção do conjunto e capacidade de síntese;
- 4- Ter rigor matemático.



ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM - EAA	
Aulas de Teoria - Sim	
Aulas de Laboratório - Sim	
LISTA DE ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peer Instruction (Ensino por pares)</li> <li>- Sala de aula invertida</li> <li>- Project Based Learning</li> </ul>	
METODOLOGIA DIDÁTICA	
Aulas teóricas com exercícios e/ou projetos multidisciplinares. Aulas práticas no laboratório utilizando programas da área de controle ("Matlab", "Lab View" e "FluidSim"), bancadas didáticas da Festo com CLP e sistemas pneumáticos e motores de corrente contínua.	
INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO	
NENHUM INSTRUMENTO DE AVALIACAO FOI ADICIONADA.	
AVALIAÇÃO (conforme Resolução RN CEPE 16/2014) e CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO	
<p>Disciplina anual, com trabalhos e provas (duas e uma substitutiva).</p> <p>Pesos dos trabalhos:</p> <p><math>k_1: 2,0 \quad k_2: 2,5 \quad k_3: 3,0 \quad k_4: 2,5</math></p> <p>Peso de MP(<math>k_p</math>): 0,4                      Peso de MT(<math>k_T</math>): 0,6</p>	
INFORMAÇÕES SOBRE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO	
CONTRIBUIÇÃO DA DISCIPLINA	
<p>A disciplina fornece as ferramentas para modelar e descrever matematicamente os sistemas de controle a variáveis em tempo contínuo e em tempo discreto, bem como analisar o comportamento dinâmico de tais sistemas com o objetivo de projetar controladores. Nesta etapa, o aluno estará capacitado para analisar, aplicar técnicas de projeto e síntese de sistemas de controle realimentados. Além destes sistemas, a disciplina apresenta os sistemas a eventos discretos e o seu controle através de controladores programáveis. O aluno aprenderá as linguagens de programação destes controladores aplicados a sistemas pneumáticos e sistemas hidráulicos.</p>	

**BIBLIOGRAFIA****Bibliografia Básica:**

BONACORSO, Nelso Guaze; NOLL, Valdir. Automação Eletropneumática. 6 Ed. São Paulo, SP: Érica, 2002. 137p

DORF, Richard C; BISHOP, Robert H. Sistemas de controle modernos. Trad. de Bernardo Severo da Silva Filho. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2001. 659 p.

NISE, Norman. Engenharia de sistemas de controle. [SILVA FILHO, Bernardo Severo da Silva]. 3 ed. São Paulo: LTC, 2002. 695 p.

OGATA, Katsuhiko. Engenharia de controle moderno. [Título original: Modern control engineering]. Trad. Heloísa Coimbra de Souza, rev. téc. Eduardo Aoun Tannuri. 5. ed. São Paulo, SP: Pearson, 2010. 809 p.

**Bibliografia Complementar:**

CASTRUCCI, Plínio de Lauro; BITTAR, Anselmo; SALES, Roberto Moura. Controle automático. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2011.

FESTO Didactic. ANÁLISE E MONTAGEM DE SISTEMAS PNEUMÁTICOS (P121). São Paulo, SP : Festo, 1995. 142p.

FESTO Didactic. INTRODUÇÃO À PNEUMÁTICA; P111. São Paulo, SP : Festo, 1994 93p.

FIALHO, Arivelto Bustamante. Automação hidráulica: projetos, dimensionamento e análise de circuitos. São Paulo, SP: Érica, 2002. 260 p.

FIALHO, Arivelto Bustamante. Automação pneumática: projetos, dimensionamento e análise de circuitos. 7. ed. São Paulo, SP: Érica, 2011. 324 p. ISBN 9788571949614.

GARCIA, Claudio. Modelagem e simulação de processos industriais e de sistemas eletromecânicos. São Paulo, SP: EDUSP, 1997. 458 p. (Acadêmica).

OGATA, Katsuhiko. Discrete-time control systems. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1995. 745 p.

REGAZZI, Rógério Dias; PEREIRA, Paulo Sérgio. Soluções práticas de instrumentação e automação: utilizando a programação gráfica LabVIEW. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005. 456 p.

**SOFTWARES NECESSÁRIOS PARA A DISCIPLINA**

- Matlab;
- LabView;
- Fluidsim;
- Codesys.

**INFORMAÇÕES SOBRE PROVAS E TRABALHOS**

A disciplina está dividida em duas partes:

- Desenvolvimento de sistemas de controle a variáveis em tempo contínuo e em tempo discreto;
- Desenvolvimento de sistemas a eventos discretos com ênfase em circuitos pneumáticos e hidráulicos e com controle através de controladores programáveis.

Serão realizadas atividades experimentais no primeiro semestre sobre sistemas de controle a variáveis em tempo contínuo e em tempo discreto e, no segundo semestre serão desenvolvidas atividades sobre circuitos pneumáticos, hidráulicos e sistemas a eventos discretos.

Com relação ao critério de avaliação:

- T1 - Trabalho / exercícios do 1. bimestre (substitui P1)
- T2 - Média dos experimentos do primeiro semestre
- T3 - Trabalho / exercícios do 3. bimestre (substitui P3)
- T4 - Média dos experimentos do segundo semestre

Os pesos relativos destes trabalhos são definidos respectivamente por K1, K2, K3 e K4.

Os alunos que cursaram a disciplina EMC403 - Controle de Processos e não obtiveram aprovação poderão, OPCIONALMENTE, considerar as notas de trabalhos obtidas nessas disciplinas em substituição a T2 e T4. Esta opção deverá ser informada ao professor responsável pela disciplina na primeira semana de aula, por escrito e assinado, utilizando o modelo disponível na página da disciplina. O aluno que optar por usar as notas do ano anterior, terá todas as notas de laboratório substituídas integralmente, não podendo fazer qualquer tipo de substituição parcial ou por bimestre.



OUTRAS INFORMAÇÕES



## APROVAÇÕES

Prof.(a) Alessandra Dutra Coelho  
Responsável pela Disciplina

Prof.(a) Susana Marraccini Giampietri Lebrao  
Coordenadora do Curso de Engenharia Mecânica

Núcleo Docente Estruturante (NDE)

Data de Aprovação:





PROGRAMA DA DISCIPLINA		
Nº da semana	Conteúdo	EAA
1 L	Atividade para a primeira série.	0
1 T	Atividade para a primeira série.	0
2 L	Apresentação de um sistema de controle multidisciplinar.Exercícios sobre controle de processos industriais.	0
2 T	Apresentação da disciplina: conteúdo da disciplina, critérios de avaliação e bibliografia.Introdução ao controle de processos industriais.Introdução à modelagem de sistemas. Modelos matemáticos de processos físicos.	0
3 L	Exercícios sobre sistemas mecânicos, elétricos e eletromecânicos.	0
3 T	Feriado.	0
4 L	Exercícios sobre transformada de Laplace.	0
4 T	Transformada de Laplace: definições, propriedades e aplicações. Teorema do valor final.	0
5 T	Representação de sistemas: funções de transferência e diagramas de blocos. Definição de pólos e zeros de sistemas. Influência dos zeros e conceito do pólo dominante. Estabilidade.	0
5 L	Experiência 1: um curso introdutório sobre o programa Matlab.	11% a 40%
6 L	Exercícios sobre resposta temporal.	0
6 T	Resposta temporal de sistemas: sistemas de primeira, segunda e de ordem superior. Comportamento dinâmico de sistemas lineares.	0
7 T	Estabilidade: critério de estabilidade de Routh.	0
7 L	Experiência 2: Análise de desempenho de sistemas lineares utilizando o Matlab.	11% a 40%
8 T	Lugar das raízes.	0
8 L	Experiência 3: Conhecendo e trabalhando com o Simulink.	11% a 40%
9 L	Semana de Prova.	0
9 T	Semana de Prova.	0
10 L	Atendimento e esclarecimento de dúvida.	0
10 T	Apresentação e discussão da avaliação P1.Exercícios.	0
11 T	Feriado.	0
11 L	Experiência 4: Lugar das raízes no Matlab.	11% a 40%
12 T	Projeto de compensadores em cascata. Controle On-Off. Controladores proporcional. Controladores PID.	0
12 L	Experiência 5: Introdução ao LabView.	11% a 40%
13 T	Projeto de controladores PID: procedimentos de projeto. Método da tentativa e erro. Projeto baseado no lugar das raízes.	0
13 L	Experiência 6: Modelagem de motor CC - uma aplicação multidisciplinar.	11% a 40%
14 T	Sintonia de PID pelo método de cancelamento de polos. Procedimento de projeto de PID com Matlab.	0
14 L	Experiência 7: Discretização de Sistemas.	11% a 40%
15 T	Semana de Inovação - SMILE.	0
15 L	Semana de Inovação - SMILE.	0



16 T	Controle digital e transformada Z. Retentor de ordem zero e conversor A/D.	0
16 L	Experiência 8: Controle de Velocidade de motor CC - uma aplicação multidisciplinar. Parte 1	11% a 40%
17 T	Análise de Sistemas em malha fechada em tempo discreto.	0
17 L	Experiência 8: Controle de Velocidade de motor CC - uma aplicação multidisciplinar. Parte 2	11% a 40%
18 L	Finalização dos trabalhos.	0
18 T	Lista de exercícios.	0
19 L	Semana de prova.	0
19 T	Semana de prova.	0
20 L	Semana de prova.	0
20 T	Semana de prova.	0
21 T	Resolução e vista de prova.	0
21 L	Vista das notas de trabalhos e atendimento aos alunos.	0
22 L	Sem atividades. Semana com aula apenas no sábado.	0
22 T	Sem atividades. Semana com aula apenas no sábado.	0
23 T	Semana de provas substitutivas.	0
23 L	Semana de provas substitutivas.	0
24 L	Apresentação do laboratório de pneumática e dos principais elementos da pneumática.Vídeo: Introdução à Pneumática. Demonstrar componentes pneumáticos nas bancadas. Montagens simples.	0
24 T	Introdução aos sistemas pneumáticos: componentes e funcionamento. Especificação e dimensionamento. Compressores. Produção e distribuição de ar comprimido. Unidade de conservação. Cilindros atuadores. Válvulas direcionais.	1% a 10%
25 T	Exemplos de circuitos pneumáticos.Circuitos pneumáticos. Diversos tipos de válvulas especiais. Exemplos de aplicações.	0
25 L	Introdução ao FluidSim.Exp. 1 - Exercícios sobre circuitos pneumáticos com o FluidSim.	41% a 60%
26 T	Automação pneumática e eletropneumática.Circuitos pneumáticos e eletropneumáticos. Notação. Representação com diagramas trajeto-passo, trajeto-tempo e métodos de montagem.Montagem de aplicações pelo método intuitivo. Exemplos.	0
26 L	Exp. 2 - Exercícios sobre circuitos pneumáticos com o FluidSim.	41% a 60%
27 T	Circuitos pneumáticos: método intuitivo. Exemplos e exercícios.	0
27 L	Exp. 3 - Montagem de circuitos pneumáticos pelo método intuitivo. Aplicação do método intuitivo.	41% a 60%
28 T	Semana com feriado - Independência do Brasil.	0
28 L	Exp. 4 - Projeto de circuitos pneumáticos pelo método intuitivo. Aplicação do método intuitivo. Montagem prática.	41% a 60%
29 T	Circuitos pneumáticos: método cascata. Exemplos e exercícios.	0
29 L	Exp. 5 - Projeto de circuitos pneumáticos pelo método cascata. Montagem prática. Aplicação do método cascata. Simulação no FluidSim.	41% a 60%



30 L	Semana de provas (P3).	0
30 T	Semana de provas (P3).	0
31 T	Apresentação e discussão da avaliação P3.Circuitos pneumáticos: método cascata x passo a passo. Outros exemplos e exercícios.	0
31 L	Exp. 6 - Projeto de circuitos pneumáticos pelo método cascata. Montagem prática. Aplicação do método cascata.	41% a 60%
32 L	Exp. 7 - Projeto de circuitos pneumáticos pelo método passo a passo. Aplicação do método passo a passo.	0
32 T	Circuitos pneumáticos: método passo a passo. Exercícios e aplicações.	0
33 T	Semana com feriado - Nossa Senhora Aparecida.	0
33 L	Vídeo: Introdução à Hidráulica.Demonstração de circuitos hidráulicos básicos no FluidSim.Montagem de circuitos hidráulicos na bancada de hidráulica.	11% a 40%
34 L	Introdução à programação em Ladder no CLP Festo. Software CodeSys.Demonstrar a utilização e aplicação.	0
34 T	Sistemas hidráulicos: concepção, equipamentos e características.Dimensionamento de sistemas hidráulicos. Sala de aula invertida: Circuitos hidráulicos: série e paralelo. Circuitos sequenciais e regenerativos.	41% a 60%
35 T	Controladores lógicos programáveis: características, arquitetura, programação e linguagens.Projeto: Sistema de Controle de Nível.	0
35 L	Experiência 8 - Sistema Automático de Furação de Peças.	91% a 100%
36 T	Semana com feriado. Finados.	0
36 L	Semana sem atividades. Na segunda-feira feriado de finados. Na sexta-feira: Eureka.	0
37 T	Linguagem de programação de CLP: revisão de lógica e diagrama Ladder.Exemplos de aplicação: Reversão do Sentido de Circulação de Veículo Acionado por Motor de Indução.	0
37 L	Experiência 9 - Aplicação: Semáforo.	91% a 100%
38 L	Semana de provas (P4).Na turma de segunda-feira: Experiência 8 - Sistema Automático de Furação de Peças.	0
38 T	Exemplo de aplicação: Sistema de Identificação e Contagem de Peças.Exercícios e revisão de conceitos.	0
39 T	Semana de provas (P4).	0
39 L	Semana de Provas (P4).	0
40 T	Apresentação e discussão da prova P4.Atendimento e esclarecimento de dúvidas.	0
40 L	Atendimento e esclarecimento de dúvidas.Na turma de segunda-feira: Experiência 9 - Aplicação: Semáforo.	0
41 T	Semana de provas substitutivas.	0
41 L	Semana de provas substitutivas.	0
Legenda: T = Teoria, E = Exercício, L = Laboratório		