



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE AUTOMAÇÃO E SISTEMAS
CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO
SEMESTRE 2016/2

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Código: DAS5151

Nome: Instrumentação em Controle

Carga horária: 72 horas-aula

Créditos: 04

Turma(s): 06220A / 06220 B / 06220 C

Professor: Rodolfo César Costa Flesch

II. PRÉ-REQUISITOS

Medição de Grandezas Mecânicas (EMC5236) e pelo menos uma das duas disciplinas a seguir: Circuitos Elétricos e Eletrônicos (EEL5106) ou Circuitos Elétricos para Controle e Automação (EEL5104).

III. EMENTA

Medição: definições básicas envolvidas em sistemas de medição; características estáticas e dinâmicas de sistemas de medição; especificação e análise de sistemas de medição para aplicação em sistemas de controle. Condicionamento de sinais de medição: medição de resistência elétrica a dois, três e quatro fios; ponte de Wheatstone; divisores resistivos e shunts; amplificação; isolamento; ajuste de impedâncias de entrada e saída; ruídos e interferências. Aquisição de dados: principais tipos de sistemas de aquisição de dados para instrumentação; sample-and-hold; conversores A/D e D/A. Atuação: revisão das principais estratégias empregadas para acionamento de cargas (transistor como chave, acionamento por PWM, ponte H, amplificadores proporcionais de potência). Controladores digitais: aspectos de implementação, quantização.

IV. OBJETIVOS

Ao concluir a disciplina, o aluno deve ser capaz de: selecionar princípios de medição adequados para as principais grandezas de interesse geral para aplicação em automação (temperatura, deslocamento, deformação, tensão, força, massa e torque); selecionar sistemas de processamento e aquisição de sinais analógicos e digitais; entender e avaliar as principais especificações técnicas de instrumentos e sistemas de aquisição de sinais; projetar sistemas de processamento de dados baseados em eletrônica e programação (instrumentação virtual); projetar sistemas simples de acionamentos de válvulas e motores elétricos empregando diodos, transistores e amplificadores; construir um sistema completo de controle que envolva desde a medição até a atuação.

V. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Sistemas de medição e cadeias de medição: elementos e suas funções. Medição de temperatura: termômetros baseados em propriedades elétricas (termopares, termistores, termorresistores, circuitos integrados); outros termômetros (pirômetros, SAW); tratamento de sinais elétricos para medição de temperatura (medição a 3 fios, medição a 4 fios, compensação da junta de referência, circuitos de ponte). Medição de deformação e tensão mecânica (extensômetros de resistência); tratamento de sinais de extensômetros de resistência em circuitos de ponte; efeitos de temperatura na medição de deformação com extensômetros. Medição de torque: princípios de medição, formas de medição, formas de retirar a

informação do eixo girante. Medição de força: células de carga extensométricas; células de carga mecânicas; células de carga piezelétricas; células de carga baseadas em deslocamento. Medição de deslocamento: transdutores resistivos e capacitivos; transdutores magnéticos (eddy, LVDT, FLDT, efeito Hall). Válvulas: de regulação de vazão e de regulação de pressão; principais tipos construtivos e suas aplicações; noções de dimensionamento de válvulas com emprego do coeficiente de vazão; modos de acionamento (motor, pneumática, solenoide...). Conversão A/D e D/A: tipos de conversores e particularidades. Sistemas de aquisição e processamento de dados: sistemas de arquitetura fechada vs. sistemas de arquitetura aberta; seleção do sistema adequado para determinada aplicação (placas de aquisição de sinais, cDAQ, cRIO, PXI, CLP, VXI, SCXI, Pulse, MGC...). Principais protocolos de comunicação e padrões de rede empregados em instrumentação: RS232, RS485, USB, PGIB, Modbus, SSI, GPIB...). Uso de microcontroladores e computadores para desenvolvimento de sistemas de aquisição e controle: LabVIEW e Arduino. Análise de circuitos de instrumentação com uso de circuitos equivalentes de Thevenin. Tratamento analógico de sinais: circuito de um quarto de ponte; circuito de meia ponte; circuito de ponte completa; amplificadores operacionais; amplificadores de instrumentação; amplificadores de isolamento. Ruídos e interferências em sinais de medição: modo série (diferencial), modo comum, formas de atenuar ruídos em circuitos de instrumentação. Uso de eletrônica para acionamento de motores CC e válvulas: transistor, amplificador, ponte H, diodo de roda livre. Diagramas P&ID e seu uso para documentação.

VI. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

A disciplina será conduzida principalmente através de aulas expositivas dialogadas e de experimentos práticos em aulas de laboratório. A cada semana haverá uma aula teórica e uma aula experimental. As aulas práticas serão desenvolvidas no laboratório de instrumentação em grupos de no máximo três alunos. Ao longo da disciplina os alunos devem desenvolver um trabalho prático e um trabalho de programação.

VII. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A avaliação será realizada através de duas provas teóricas, de exercícios práticos em laboratório, de um trabalho de LabVIEW e de um trabalho final. A média semestral será a média ponderada das cinco notas: $M_S = 0,25P_1 + 0,25P_2 + 0,3T_p + 0,1T_l + 0,1E$, com M_S sendo a média das avaliações obtidas durante o semestre, P_i a nota da prova $i = \{1,2\}$, T_p a nota do trabalho final, T_l a nota do trabalho em LabVIEW e E a nota de exercícios. O trabalho final poderá ser realizado em grupos de até três alunos, mas deverá ser apresentado por apenas um integrante do grupo, sorteado no momento da defesa. O trabalho de LabVIEW deve ser realizado individualmente.

VIII. AVALIAÇÃO FINAL

O(a) aluno(a) com frequência suficiente e média das notas entre três vírgula zero (3,0) e cinco vírgula cinco (5,5) terá direito a uma **nova avaliação** no final do semestre que **versará sobre todo o conteúdo da disciplina**, conforme o que dispõem o § 2º do Art. 70 e o § 3º do Art. 71 da Resolução nº 17/Cun/97. Nesse caso, a média final será calculada através da média aritmética simples entre a média das notas das avaliações feitas durante o semestre e a nota obtida na nova avaliação. A nota mínima de aprovação é seis vírgula zero (6,0).

Caso o(a) aluno(a) **não** compareça a **75% da carga horária da disciplina** estará automaticamente reprovado com nota **0,0(zero)**, independentemente da sua média nas avaliações individuais, conforme disposto no Art. 69 § 2º da Resolução 017/CUn/97.

Os(as) alunos(as) que eventualmente faltarem em alguma avaliação que for perdida por motivos extremos, mediante justificativa – dentro do prazo de **3 (três) dias úteis** após a avaliação, conforme disposto no Art. 74 da Resolução 017/CUn/97 – poderão solicitar na secretaria da coordenação de curso de Engenharia de Controle e Automação o pedido de segunda chamada. Após a análise do pedido e seu

deferimento, os(as) alunos(as) poderão realizar a avaliação de segunda chamada na data, no local e no horário definidos no cronograma.

IX. CRONOGRAMA:

Aula	Data	Conteúdo	Local
1	10/08	Apresentação / Visão geral sobre características dinâmicas de sistemas de medição	EEL004
2	11-12/08	LabVIEW: introdução, laços de repetição e decisão, indexação automática	LIN
3	17/08	Revisão de eletrônica: diodos, LEDs, zener, transistores	EEL004
4	18-19/08	LabVIEW: arrays, registradores de deslocamento, clusters, strings, variáveis	LIN
5	24/08	Revisão de eletrônica: transistores (cont.), optoacopladores	EEL004
6	25-26/08	LabVIEW: temporização, arquivos, eventos / Proposta do tema do trabalho final	LIN
7	31/08	Amplificadores operacionais reais e amplificadores de instrumentação	EEL004
8	01-02/09	LabVIEW: aquisição de dados / Controle de luminosidade	LIN
-	07/09	Dia não letivo (Independência do Brasil)	
9	08-09/09	Controle de luminosidade / Entrega do trabalho de LabVIEW	LIN
10	14/09	Medição de temperatura	EEL004
-	15-16/09	Medição de temperatura com termopares, termistores, termorresistores e CIs	LIN
11	21/09	Prova 1	EEL004
12	22-23/09	Controle de uma planta HIL com Arduino	LIN
13	28/09	Tratamento de sinais: circuitos de ponte. Medição de deformação e tensão mecânica	EEL004
14	29-30/09	Circuitos de ponte para condicionamento de sinais (laboratório)	LIN
15	05/10	Circuitos Equivalente Thevenin e Equivalente Norton: uso para análise de circuitos de instrumentação	EEL004
16	06-07/10	Orientação para projeto final	LIN
-	12/10	Dia não letivo (Nossa Senhora Aparecida)	
17	13-14/10	Primeira apresentação do projeto final	LIN
18	19/10	Conversão A/D e D/A	EEL004
19	20-21/10	Conversão A/D e D/A (laboratório)	LIN
20	26/10	Medição de força, torque, deslocamento	EEL004
21	27/10	Aula para uso no projeto final	Livre
-	28/10	Dia não letivo (Dia do Servidor Público)	-
-	02/11	Dia não letivo (Finados)	-
22	03-04/11	Aula para uso no projeto final	Livre
23	09/11	Sistemas de aquisição de dados e protocolos de comunicação para instrumentação	-
24	10-11/11	Segunda apresentação do projeto final	LIN
25	16/11	Ruídos e interferências	EEL004
26	17-18/11	Aula para uso no projeto final	LIN
27	23/11	Ruídos e interferências	EEL004
28	24-25/11	Aula para uso no projeto final	LIN
29	30/11	Prova 2	EEL004
30	01-02/12	Terceira apresentação dos projetos finais (final)	LIN
31	07/12	Prova de recuperação	EEL004

Cronograma está sujeito a alterações.

X. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BEGA, Egídio A. (org). **Instrumentação industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. ISBN-10: 8571931372. ISBN-13: 9788571931374. 583 p.

BENTLEY, John P. **Principles of measurement systems**. 4. ed. Harlow: Pearson Education, 2005. ISBN-10: 0130430285. ISBN-13: 9780130430281. 528 p.

DUNN, William C. **Fundamentals of industrial instrumentation and process control**. New York: McGraw Hill, 2005. ISBN-10: 0071457356. ISBN-13: 9780071457354. 322 p.

XI. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AGUIRRE, Luis Antonio. **Fundamentos de instrumentação**. São Paulo: Pearson, 2013. ISBN-13: 9788581431833. 331 p.

MURRAY, William M.; MILLER, William R. **The bonded electrical resistance strain gage**. Oxford: Oxford University Press, 1992. ISBN-13: 9780195072099. 424 p.

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletronica**. 5. ed. São Paulo: Pearson Brasil, 2007. ISBN-10: 8576050226. ISBN-13: 9788576050223. 864 p.

XII. OUTRAS REFERÊNCIAS DE SUPORTE

ARDUINO. **Getting started with Arduino**. Ivrea: Arduino, 2013. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>>. Acesso em: 9 mar. 2013.

NATIONAL Instruments. **How to learn NI LabVIEW**. Austin: National Instruments, 2013. Disponível em: <http://www.ni.com/academic/labview_training/>. Acesso em: 17 fev. 2014.

SINCLAIR, Ian R. **Sensors and transducers**. 3. ed. Oxford: Newness-Elsevier, 2001. ISBN-13: 9780750649322. 256 p.