



Universidade Federal
de São João del-Rei

COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA

PLANO DE ENSINO

Disciplina: Instrumentação e Sistemas de Medidas		Período: 8º	Currículo: 2010	
Docente Responsável: Edgar Campos Furtado		Unidade Acadêmica: DETEM		
Pré-requisito: Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos		Co-requisito: não há		
C.H. Total: 72	C.H. Prática: 0	C.H. Teórica: 72	Grau: Bacharelado	Ano: 2023 Semestre: 1

EMENTA

Abordagem generalizada de instrumentos de medição. Análise estática de instrumentos: calibragem, precisão, exatidão, composição do erro e características estáticas em geral. Análise dinâmica de instrumentos lineares: resposta temporal e resposta em frequência, linearização, características dinâmicas. Análise espectral, sinais modulados e aleatórios. Circuitos eletrônicos para medição. Transdutores (*Strain Gauges*, indutivos, capacitivos, metálicos, semicondutores). Sistemas de Medição (deslocamento, proximidade, velocidade, força, conjugado, pressão, temperatura, nível e outras grandezas).

OBJETIVOS

Ao final do curso o aluno será capaz de compreender conceitos sobre a calibragem de instrumentos e sensores em geral, identificar e analisar as principais fontes de erros em sistemas de medição, entender os princípios de funcionamento de sensores básicos, bem como sua aplicação em instrumentação industrial. Além de conhecer circuitos utilizados no tratamento de condicionamento de sinais produzidos por sensores.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

	T	P
1. Introdução à metrologia: Termos em metrologia; Resultado de uma medição; Erros de medição: sistemático, grosseiro e aleatório; Incerteza e incerteza padrão; Função de propagação de incerteza; Análise estatística da série de observações;	08	0
2. Abordagem generalizada de instrumentos industriais: Classificação dos instrumentos e padrão de transmissão; Análise entrada-saída de instrumentos; Operação por deflexão e por detecção de nulo; Grandezas de influência em instrumentos;	04	0
3. Técnicas de correção de erros: Método da insensibilidade inerente; Filtragem de entrada; Filtragem de saída; Método dos erros calculados; Método das entradas em oposição; Realimentação de ganho elevado;	06	0
4. Caracterização estática de instrumentos: Calibração estática; Procedimento padrão para calibração estática; Características estáticas;	08	0
5. Caracterização dinâmica de instrumentos: Instrumentos não lineares: condições de equilíbrio e linearização; Resposta temporal de sistemas de ordem zero, um e dois; Resposta em frequência de sistemas de ordem zero, um e dois; Modelagem no tempo e na frequência; Representações para retardo puro de tempo;	10	0
6. Análise de sinais em instrumentação: Modulação em amplitude; demodulação sensível à fase; Caracterização de sinais aleatórios; Funções de correlação cruzada e auto-correlação; Carregamento;	02	0
7. Sistemas eletrônicos para instrumentação: A ponte de Wheatstone; Amplificadores operacionais; CMRR; Amplificador de instrumentação; Amplificador síncrono;	06	0
8. Acoplamento Elétrico: Acoplamento resistivo: o problema da aterragem; Acoplamento capacitivo: a solução por blindagem; Acoplamento indutivo: blindagem, disposição de circuitos e trançamento de fios;	04	0
9. Diagramas P&ID: Padrões de representação de elementos; Construção;	04	0

10. Sensores de posição: Potenciômetros; Extensômetros; LVDT; Encoder; Sensores capacitivos e a cristal; Sensores de proximidade; Acelerômetros; Ultrassônicos; Tacômetros;	04	0
11. Sensores de deformação: Sensores de força 1D e 3D; Sensores de conjugado;	02	0
12. Sensores de pressão: Manômetros em U; Tubos de Bourdon; Foles; Diafragmas; Sensores absolutos e com referência à atmosfera; Sensores diferenciais;	02	0
13. Medição de Vazão: Tubo de Pitot; Tubo de Venturi; Placa de orifício; Anemômetro de fio quente e a LASER Doppler; Rotâmetros; Turbinas; Ultrassônicos; Eletromagnéticos; Vórtices; Medidores de vazão mássica; Tubo de Coriolis;	04	0
14. Medição de Temperatura: Líquido ou gás em bulbo; termopares; RTD; termistores semicondutores; Pirômetros; Medidores sensíveis à radiação infravermelha;	04	0
15. Medição de nível: Ultrassônicos; radar; resistivos; capacitivos;	02	0
16. Elementos finais de controle: Válvula de controle; Bombas hidráulicas;	02	0
TOTAL:	72	0
METODOLOGIA DE ENSINO		
A metodologia de ensino será baseada em aulas expositivas, simulações computacionais, videoaulas dos conteúdos e de exercícios no canal do youtube do docente, e trabalhos em grupo.		
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO		
Os alunos serão avaliados por três provas teóricas e trabalho em grupo, como segue: <ul style="list-style-type: none"> • Prova P₁, abrangendo os itens de 1 a 4 da ementa, sem consulta. Valor 30 pontos; • Prova P₂, abrangendo os itens de 5 a 9 da ementa, sem consulta. Valor 30 pontos; • Prova P₃, abrangendo os itens de 10 a 16 da ementa, sem consulta. Valor 30 pontos; • Trabalhos em grupo sobre os itens de 1 a 16. Valor 10 pontos; • Prova substitutiva abrangendo os itens 1 a 16. Valor de 30 pontos. Outras informações: Portal intranet da unidade curricular.		
BIBLIOGRAFIA BÁSICA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. DOEBELIN, E. O. <i>Measurement Systems, Application and Design</i>. 5ª Edição. Editora: McGraw-Hill, 2004; 2. BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. <i>Instrumentação e Fundamentos de Medidas</i>. Volume 1. 1ª Edição. Editora: LTC, 2006; 3. BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. <i>Instrumentação e Fundamentos de Medidas</i>. Volume 2. 1ª Edição. Editora: LTC, 2006. 		
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR		
<ol style="list-style-type: none"> 1. ALVES, J. L. L. <i>Instrumentação, Controle e Automação de Processos</i>. 1ª Edição. Editora: LTC, 2005; 2. DALLY, J. W.; RILEY, W. F.; MCCONNELL, K. G. <i>Instrumentation for Engineering Measurements</i>. 2ª Edição. Editora: Wiley, 1993; 3. SINCLAIR, I. <i>Sensor and Transducers</i>. 3ª Edição. Editora: Newnes, 2001; 4. BEGA, A. E.; DELMÉE, G. J.; COHN, P. E.; BULGARELLI, R.; KOCH, R.; FLOKET, V. S. <i>Instrumentação Industrial</i>. 2ª Edição. Editora: Interciência, 2006; 5. WERNECK, M. M. <i>Transdutores e Interfaces</i>. 1ª Edição, Editora: LTC, 1996. 		
	Aprovado pelo Colegiado em: / /	
_____ Docente Responsável	_____ Coordenador do Curso de Eng. Mecatrônica	



Emitido em 08/02/2023

PLANO DE ENSINO Nº PE ISM 2023/1/2023 - CEMEC (12.56)
(Nº do Documento: 567)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 08/02/2023 14:04)

DIEGO RAIMONDI CORRADI
VICE-COORDENADOR - SUBSTITUTO
CEMEC (12.56)
Matrícula: 2351224

(Assinado digitalmente em 09/02/2023 09:06)

EDGAR CAMPOS FURTADO
COORDENADOR DE CURSO - TITULAR
CEMEC (12.56)
Matrícula: 1742424

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/> informando seu número: **567**, ano: **2023**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **08/02/2023** e o código de verificação: **de8ea5a72e**