



Universidade Federal  
de São João del-Rei

## COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA

### PLANO DE ENSINO

Disciplina: <b>Instrumentação e Sistemas de Medidas</b>		Período: <b>8º</b>	Currículo: <b>2010</b>		
Docente Responsável: <b>Edgar Campos Furtado</b>		Unidade Acadêmica: <b>DETEM</b>			
Pré-requisito: <b>Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos</b>		Co-requisito: <b>não há</b>			
C.H. Total: <b>72</b>	C.H. Prática: <b>0</b>	C.H. Teórica: <b>72</b>	Grau: <b>Bacharelado</b>	Ano: <b>2024</b>	Semestre: <b>1</b>

#### 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
<b>1. Introdução à metrologia:</b> 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
<b>2. Abordagem generalizada de instrumentos industriais:</b> 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
<b>3. Técnicas de correção de erros:</b> 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
<b>4. Caracterização estática de instrumentos:</b> Calibração estática; Procedimento padrão para calibração estática; Características estáticas;	08	0
<b>5. Caracterização dinâmica de instrumentos:</b> 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
<b>6. Análise de sinais em instrumentação:</b> Modulação em amplitude; demodulação sensível à fase; Caracterização de sinais aleatórios; Funções de correlação cruzada e auto-correlação; Carregamento;	02	0
<b>7. Sistemas eletrônicos para instrumentação:</b> A ponte de Wheatstone; Amplificadores operacionais; CMRR; Amplificador de instrumentação; Amplificador síncrono;	06	0
<b>8. Acoplamento Elétrico:</b> Acoplamento resistivo: o problema da aterragem; Acoplamento capacitivo: a solução por blindagem; Acoplamento indutivo: blindagem, disposição de circuitos e trançamento de fios;	04	0
<b>9. Diagramas P&amp;ID:</b> Padrões de representação de elementos; Construção;	04	0
<b>10. Sensores de posição:</b> Potenciômetros; Extensômetros; LVDT; Encoder; Sensores capacitivos e a cristal; Sensores de proximidade; Acelerômetros; Ultrassônicos; Tacômetros;	04	0

<b>11. Sensores de deformação:</b> Sensores de força 1D e 3D; Sensores de conjugado;	02	0
<b>12. Sensores de pressão:</b> Manômetros em U; Tubos de Bourdon; Foles; Diafragmas; Sensores absolutos e com referência à atmosfera; Sensores diferenciais;	02	0
<b>13. Medição de Vazão:</b> 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
<b>14. Medição de Temperatura:</b> Líquido ou gás em bulbo; termopares; RTD; termistores semicondutores; Pirômetros; Medidores sensíveis à radiação infravermelha;	04	0
<b>15. Medição de nível:</b> Ultrassônicos; radar; resistivos; capacitivos;	02	0
<b>16. Elementos finais de controle:</b> Válvula de controle; Bombas hidráulicas;	02	0
<b>TOTAL:</b>	<b>72</b>	<b>0</b>

### 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.

### CONTROLE DE FREQUÊNCIA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Os alunos serão avaliados por três provas teóricas e trabalho em grupo, como segue:

- Prova P<sub>1</sub>, abrangendo os itens de 1 a 4 da ementa, sem consulta. Valor 30 pontos;
- Prova P<sub>2</sub>, abrangendo os itens de 5 a 9 da ementa, sem consulta. Valor 30 pontos;
- Prova P<sub>3</sub>, 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. O controle de frequência se dará por meio de chamada nominal dos discentes ao final da aula e/ou coleta de assinaturas em lista de alunos da disciplina.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. DOEBELIN, E. O. *Measurement Systems, Application and Design*. 5th Ed. McGraw-Hill, 2004;
2. BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. *Instrumentação e Fundamentos de Medidas*. Volume 1. LTC, 2006;
3. BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. *Instrumentação e Fundamentos de Medidas*. Volume 2. LTC, 2006.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. ALVES, J. L. L. *Instrumentação, Controle e Automação de Processos*. LTC, 2005;
2. DALLY, J. W.; RILEY, W. F.; MCCONNELL, K. G. *Instrumentation for Engineering Measurements*. 2nd Ed. Wiley, 1993;
3. SINCLAIR, I. *Sensor and Transducers*. 3ª Ed. Newnes, 2001;
4. BEGA, A. E.; DELMÉE, G. J.; COHN, P. E.; BULGARELLI, R.; KOCH, R.; FLOKET, V. S. *Instrumentação Industrial*. 2ª Ed. Interciência, 2006;
5. WERNECK, M. M. *Transdutores e Interfaces*. LTC, 1996.

Documento assinado digitalmente  
 EDGAR CAMPOS FURTADO  
 Data: 08/02/2024 16:46:51-0300  
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Aprovado pelo Colegiado em:    /    /

Docente Responsável

Coordenador do Curso de Eng. Mecatrônica



---

Emitido em 21/02/2024

**PLANO DE ENSINO Nº PE ISM 2024/1/2024 - CEMEC (12.56)**  
**(Nº do Documento: 294)**

**(Nº do Protocolo: 23122.005619/2024-13)**

*(Assinado digitalmente em 04/03/2024 10:08 )*

**DIEGO RAIMONDI CORRADI**

*COORDENADOR DE CURSO*

*CEMEC (12.56)*

*Matrícula: ###512#4*

*(Assinado digitalmente em 21/02/2024 09:55 )*

**EDGAR CAMPOS FURTADO**

*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*

*DETEM (12.17)*

*Matrícula: ###424#4*

Visualize o documento original em <https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/> informando seu número: **294**, ano: **2024**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **21/02/2024** e o código de verificação: **99f306eddc**