| | |
|---|---|
| Universidade Federal de São João del-Rei | **COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA**<br><br>**PLANO DE ENSINO** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Disciplina: Instrumentação e Sistemas de Medidas | | | Período: 8º | Currículo: 2010 | |
| Docente Responsável: Edgar Campos Furtado | | | Unidade Acadêmica: DETEM | | |
| Pré-requisito: ENM601 | | | Co-requisito: ---------- | | |
| C.H. Total: 72 | C.H. Prática: 0 | C.H. Teórica: 72 | Grau: Bacharelado | Ano: 2019 | Semestre: 2 |

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 e trabalhos em grupo.

## CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

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

- Prova $P_1$, abrangendo os itens de 1 a 4 da ementa, sem consulta. Valor 30 pontos;
- Prova $P_2$, abrangendo os itens de 5 a 9 da ementa, sem consulta. Valor 30 pontos;
- Prova $P_3$, 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


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


## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR


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


| | |
|---|---|
| | Aprovado pelo Colegiado em: / / |
| Docente Responsável | Coordenador do Curso de Engenharia Mecatrônica |

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI**
**SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO, ADMINISTRAÇÃO E CONTRATOS**

**FOLHA DE ASSINATURAS**

*Emitido em 08/07/2022*

**PLANO DE ENSINO Nº PE ISM 2019/2/2019 - CEMEC (12.56)**
**(Nº do Documento: 103)**

**(Nº do Protocolo: 23122.026474/2022-14)**

***(Assinado digitalmente em 08/07/2022 15:18 )***
EDGAR CAMPOS FURTADO
*COORDENADOR DE CURSO - TITULAR*
*CEMEC (12.56)*
*Matrícula: ###424#4*

Visualize o documento original em https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/ informando seu número: **103**, ano: **2019**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **08/07/2022** e o código de verificação: **68d4490e1c**