



Universidade Federal  
de São João del-Rei

## COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA

### PLANO DE ENSINO

<b>Disciplina:</b> Instrumentação e Sistemas de Medidas		<b>Período:</b> 8 <sup>o</sup>	<b>Currículo:</b> 2010		
<b>Docente Responsável:</b> Edgar Campos Furtado		<b>Unidade Acadêmica:</b> Detem			
<b>Pré-requisito:</b> Modelagem de Sistemas Dinâmicos		<b>Co-requisito:</b> Não há			
<b>C.H. Total:</b> 72h	<b>C.H. Síncrona:</b> 28h	<b>C.H. Assíncrona:</b> 44h	<b>Grau:</b> Bacharelado	<b>Ano:</b> 2021	<b>Semestre:</b> 2 <sup>o</sup>

#### 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>
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>		
<p>O oferecimento da unidade curricular ocorrerá em condições de segurança, em regime remoto.</p> <p>O curso terá como base as plataformas: Gsuite, da empresa Google, e o portal didático (moodle), disponibilizado pela UFSJ. Essas plataformas são sem ônus para a UFSJ e para o discente. O link para a sala das atividades síncronas, via Google Meeting, será publicado no Portal Didático da UFSJ junto com links para vídeo aulas, atividades avaliativas e outros documentos.</p> <p>As aulas expositivas serão baseadas em apresentação em slides, vídeos e/ou simulações computacionais.</p> <p>Foram programadas 28 horas aula de atividades síncronas, com foco no esclarecimento de dúvidas. As atividades síncronas serão gravadas e disponibilizadas aos demais discentes, caso necessário.</p> <p>Foram previstas 44 horas aula de atividades assíncronas, com foco em estudos dirigidos, leitura orientada, desenvolvimento de projetos, trabalhos em grupo e exercícios individuais.</p> <p>As avaliações serão baseadas em provas e/ou exercícios individuais e/ou em grupo, sendo disponibilizadas no portal didático da UFSJ. O discente terá, no mínimo, 24 horas para resolver a atividade e devolver também via portal didático. O aluno será informado previamente, pelo e-mail disponibilizado no portal didático, sobre a data e hora de início e término das provas.</p>		
<b>CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO</b>		
<p>Os alunos serão avaliados por cinco atividades avaliativas regulares e uma atividade substitutiva, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1ª Atividade Avaliativa A<sub>1</sub>, abrangendo os itens de 01 a 03 da ementa. Valor: 20 pontos;</li> <li>• 2ª Atividade Avaliativa A<sub>1</sub>, abrangendo os itens de 04 a 06 da ementa. Valor: 20 pontos;</li> <li>• 3ª Atividade Avaliativa A<sub>1</sub>, abrangendo os itens de 07 a 11 da ementa. Valor: 30 pontos;</li> <li>• 4ª Atividade Avaliativa A<sub>2</sub>, abrangendo os itens 12 a 16 da ementa. Valor: 30 pontos;</li> </ul> <p>Atividade Avaliativa Substitutiva A<sub>s</sub>, abrangendo os itens 01 a 16. Valor: 40 pontos.</p>		
<b>CONTROLE DE FREQUÊNCIA</b>		
<p>A frequência será aferida conforme o Artigo 11º da Resolução do UFSJ/Conep n. 004/2021, em que o registro da frequência do discente se dará por meio do cumprimento das atividades propostas, e não pela presença durante as atividades síncronas, sendo que o discente que não concluir 75% das atividades propostas será reprovado por infrequência.</p>		

### 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



*Emitido em 19/08/2021*

**PLANO DE ENSINO Nº PE ISM 2021/2/2021 - CEMEC (12.56)**

**(Nº do Documento: 1060)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 19/08/2021 17:01 )*

**DIEGO RAIMUNDI CORRADI**

*VICE-COORDENADOR - SUBSTITUTO*

*CEMEC (12.56)*

*Matrícula: 2351224*

*(Assinado digitalmente em 19/08/2021 16:03 )*

**EDGAR CAMPOS FURTADO**

*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*

*DETEM (12.17)*

*Matrícula: 1742424*

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/> informando seu número: **1060**, ano: **2021**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **19/08/2021** e o código de verificação:

**4290177e16**