



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Mecânica

Rodovia BR 050, KM 78, Bloco 1D, 2º andar - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 2512-6779/6778 - www.mecanica.ufu.br - femec@mecanica.ufu.br



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	Instrumentação						
Unidade Ofertante:	FEMEC						
Código:	FEMEC41070	Período/Série:	7	Turma:	VA VB VC VD		
Carga Horária:				Natureza:			
Teórica:	54	Prática:	18	Total:	72	Obrigatória(X)	Optativa()
Professor(A):	José Jean Paul Zanlucchi de Souza Tavares				Ano/Semestre:	2022/2	
Observações:							

2. EMENTA

Sistema de medição: Características estáticas e dinâmicas (sistema linear), medidores aterrados, flutuantes e com guarda. Medições de deslocamento, velocidade, aceleração, força, pressão, torque e potência. Medições de som. Medições de pressão, vazão e temperatura. Planejamento de experimentos, conversão analógica-digital, aquisição de dados.

3. JUSTIFICATIVA

A disciplina de Instrumentação relaciona conhecimentos de estatística, eletrônica e sistemas mecânicos e é base para automação e controle de sistemas mecatrônicos.

4. OBJETIVO

Objetivo Geral:

Integrar os conceitos apresentados em diversas disciplinas da Engenharia Mecânica, através da introdução de técnicas de medidas de pressão, temperatura, vazão, força, torque, aceleração e deslocamento.

Objetivos Específicos:

1. Princípios básicos do funcionamento dos instrumentos e das técnicas experimentais envolvidas.
2. Análise da propagação de erros em medidas.
3. Tratamento de sinais elétricos e sua conversão da forma analógica para digital.
4. Principais tipos de sensores.
5. Norma ISA de representação

5. PROGRAMA

A) Aulas Teóricas (42 aulas + 2 Provas + 1 Recuperação)

0. Apresentação do Plano de Aulas – semana 1

1. Características Estáticas e Dinâmicas de Sistemas de Medição (12 aulas)

1.1. Conceitos Básicos de Medida e Medição

1.2. Sensibilidade

1.3. Resolução

1.4. Linearidade

1.5. Sistemas Analógicos e Digitais

1.6. Instrumentos de Ordem 0, 1 e 2

2. Análise de Erros de Medição (6 aula)

2.1. Sistema Internacional de Unidades

2.2. Calibração de Sistemas de Medição

2.3. Redes de Calibração

2.4. Aspectos Legais

2.5. Estatística aplicada a medição

3. Medição de Grandezas Elétricas (8 aulas)

3.1. Medidores Aterrados, Flutuantes e com Guarda

3.2. Amplificação

3.3. Filtragem de Sinais

3.4 Análises de Sinais

4. Medição de Deslocamento e Posição (4 aulas)

4.1. Sensores potenciométricos

4.2. Sensores de deformação

4.3. Sensores Ópticos

4.4. Sensores Indutivos

4.5. Condicionadores de Sinal

5. Medição de Velocidades (2 aulas)

5.1. Sensores Indutivos

5.2. Sensores Ópticos

5.3. Sensores Capacitivos

5.4. Condicionadores de Sinal

6. Medição de Acelerações (2 aulas)

6.1. Sensores piezelétricos

6.2. Condicionadores de Sinal

7. Medição de Forças, Pressão e Torques (2 aulas)

7.1. Sensores de deformação

7.2. Condicionadores de Sinal

8. Medição de Temperatura (2 aulas)

8.1. Sensores de Expansão Térmica

8.2. Efeito *Seeback*

8.3. Sensores de Estado Sólido

8.4. Condicionadores de Sinal

9. Medição de Vazão (2 aulas)

9.1. Sensores de Diferença de Pressão

9.2. Venturi

9.3. Condicionadores de Sinal

10. Planejamento de Experimentos (2 aulas)

B) Atividades Práticas e Exercícios com simuladores (12 aulas + 06 relatórios)

Atividade 1 – Coleta e tratamento de dados de sensor de temperatura LM35 (2 aulas + relatório)

Atividade 2 – Coleta e tratamento de dados de sensor ultrassônico HC-SR04 (2 aulas + relatório)

Atividade 3 – Análise dinâmica de sinais (2 aulas + relatório)

Atividade 4 – Calibração de sensor de posição angular potenciométrico (2 aulas + relatório)

Atividade 5 – Calibração de tacogerador (2 aulas + relatório)

Atividade 6 – Análise de tempo de resposta de sensor de temperatura (2 aulas + relatório)

PROGRAMA DE ATIVIDADES – AULAS TEÓRICAS

Semana - data	Conteúdo
1 – 27/02/23 (dupla)	Apresentação do plano de curso e Introdução a sistemas de medição
1 – 01/03/23	Introdução a sistemas de medição
2 – 06/03/23 (dupla)	Análise estática de instrumentos I Análise estática de instrumentos II e Apresentação da Lista de

2 – 08/03/23	Exercícios 1
3 – 13/03/23 (dupla)	Análise dinâmica de instrumentos
3 – 15/03/23	Resolução da 1a Lista de Exercícios
4 – 20/03/23 (dupla)	Características dinâmicas de Instrumentos e Apresentação da 2a Lista de Exercícios
4 – 22/03/23	Circuitos Elétricos para Instrumentação
5 – 27/03/23 (dupla)	Resolução da 2a Lista de Exercícios e esclarecimento de dúvidas
5 – 29/03/23	P1
6 – 03/04/23 (dupla)	Sensores e Princípios de Medição
6 – 05/04/23	Medição de Posição, Força e Conjugado e Apresentação da 3a Lista de Exercícios
7 – 10/04/23 (dupla)	Medição de Temperatura
7 – 12/04/23	Resolução da 3a Lista de Exercícios
8 – 17/04/23 (dupla)	Medição de Pressão, Vazão e Nível
8 – 19/04/23	Processamento Digital de Imagens Aplicada e RFID e Apresentação da 4a Lista de Exercícios
9 – 26/04/23	Resolução da 4a Lista de Exercícios
10 – 03/05/23	Elementos finais de controle
11 – 10/05/23	Norma ISA de representação e Apresentação da Lista de Exercícios 5
12 – 17/05/23	Resolução da 5a Lista de Exercícios
13 – 24/05/23	Esclarecimento de dúvidas
14 – 31/05/23	P2

15 – 07/06/23	Vista de Prova
16 – 14/06/23	Recuperação (para aqueles que não tiverem passado na disciplina)

PROGRAMA DE ATIVIDADES – AULAS PRÁTICAS

Data	Turma	Conteúdo
06/03/23 13/03/23	VAVC VBVD	Módulo 1. Análise estática de dados – sensor de temperatura LM35.
20/03/23 27/03/23	VAVC VBVD	Entrega R1 e Módulo 2. Análise estática de dados – sensor ultrassônico.
03/04/23 10/04/23	VAVC VBVD	Entrega R2 e Módulo 3. Análise dinâmica – filtros passa baixa de 2ª ordem.
17/04/23 24/04/23	VAVC VBVD	Entrega R3 e Módulo 4. Análise de dados da calibração de sensor de posição.
08/05/23 15/05/23	VAVC VBVD	Entrega R4 e Módulo 5. Análise de dados da calibração de tacômetro.
22/05/23 29/05/23	VAVC VBVD	Entrega R5 e Módulo 6. Análise de dados da calibração de sensor de temperatura.
05/06/23 12/06/23	VAVC VBVD	Entrega R6

6. METODOLOGIA

METODOLOGIA: As aulas estão divididas em teóricas e práticas. As aulas teóricas serão do tipo expositivo dialogada. As aulas práticas serão preferencialmente de estudos práticos dirigidos em forma de atividade ou exercícios.

As apostilas e apresentações estarão disponíveis no TEAMS pelo canal <https://teams.microsoft.com/l/team/19%3adHswpmk8KBnx490jrcG2UfCUwMS->

7. AVALIAÇÃO

Serão utilizados dois tipos de avaliação:

A) Prova Individual Escrita Sem Consulta.

As provas escritas individuais sem consulta serão duas ao longo do semestre:

P1 – Valor de 35 pontos. Data: 29/03/2023

P2 – Valor de 35 pontos. Data: 31/05/2023

Está previsto a correção e revisão da prova na aula subsequente.

Estão previstas 5 listas de exercícios. A entrega da lista resolvida no prazo de 1 semana vale 0,5 ponto.

B) Relatório em Grupo

O relatório referente às aulas laboratoriais deverá ser entregue em formato impresso contendo Capa, Índice, Objetivo, Materiais e Métodos, Resultados Encontrados, Conclusão e Bibliografia.

O relatório deverá ser feitos em grupos de 3 alunos a serem definidos posteriormente.

Data e valor dos Relatórios de Experimentos de Laboratório:

R₁ – Valor de 5 pontos. Data: 20/03/2023 – VA, VC, 27/03/2023 – VB, VD.

R₂ – Valor de 5 pontos. Data: 03/04/2023 – VA, VC, 10/04/2023 – VB, VD.

R₃ – Valor de 5 pontos. Data: 17/04/2023 – VA, VC, 24/04/2023 – VB, VD.

R₄ – Valor de 5 pontos. Data: 08/05/2023 – VA, VC, 15/05/2023 – VB, VD.

R₅ – Valor de 5 pontos. Data: 22/05/2023 – VA, VC, 29/05/2023 – VB, VD.

R₆ – Valor de 5 pontos. Data: 05/06/2023 – VA, VC, 12/05/2023 – VB, VD.

O relatório corrigido será apresentado, preferencialmente, na semana subsequente a data da entrega.

Média Final = $P1 + P2 + \text{Soma } (R_i \cdot \text{Presença Aula Prática/No Aulas Práticas}) + \text{Soma (Listas de Exercício)}$, onde $i = 1$ a 6.

Os discentes que não atingirem a média 60 poderão realizar uma recuperação que substituirá a média final. A data da recuperação é dia 14/06/23.

Horário para atendimento ao aluno: Segundas-feiras das 8h50min às 9h40min na sala 27, 3.o andar Bloco 1DCG.

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

AGUIRRE, L.A., **Fundamentos de Instrumentação** – São Paulo, Pearson Education do Brasil,

2013.

KAMAL, A.R.I., GONÇALVES, M.M., BENEVENUTO, F.J., **Instrumentação Básica para Engenharia** – Campinas, SP, Ed. Do Autor, 1998.

MANABENDRA, B., **Instrumentação Inteligente: Princípios e Aplicações** – Rio de Janeiro, LTC, 2013.

Complementar

DALLY; J.W., Riley, W.F., McConnell, K.G., 1993, "Instrumentation for Engineering Measurements". 2. Ed. John Wiley & Sons. ISBN0471551929

DOEBELIN, E. O, 1989, "Measurement Systems Application and Design", 4th Ed. McGraw-Hill International Edition. ISBN 0-07-017338-9

HOLMAN, J.P., 2007, "Experimental Methods for Engineers", 7th. Ed. McGraw Hill
Tumanski, S. 2006, "Principles of Electrical Measurement (Series in Sensors)" 1st. Ed. Taylor & Francis. ISBN 0750310383

9. APROVAÇÃO

Aprovado em reunião do Colegiado realizada em: ___/___/___

Coordenação do Curso de Graduação: _____



Documento assinado eletronicamente por **José Jean Paul Zanlucchi de Souza Tavares, Professor(a) do Magistério Superior**, em 23/02/2023, às 11:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4280273** e o código CRC **4313CA27**.

Referência: Processo nº 23117.005106/2023-92

SEI nº 4280273