



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:	SISTEMAS TÉRMICOS						
Unidade Ofertante:	FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA - FEMEC						
Código:	FEMEC41063	Período/Série:	6º Eng. Mecânica 6º Eng. Aeronáutica Opt. Eng. Mecatrônica	Turma:	U		
Carga Horária:			Natureza:				
Teórica:	70	Prática:	0	Total:	70	Obrigatória(%)	Optativa()
Professor(A):	SOLIDÔNIO RODRIGUES DE CARVALHO			Ano/Semestre:	2022/02		
Observações:	Disciplina ministrada de forma presencial no âmbito do ensino da Graduação em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Uberlândia. Quantidade de vagas ofertadas: 72						

2. EMENTA

Estudo do ciclo de Carnot; Estudo de ciclos de potência com uso de vapor de água (Ciclo Rankine), métodos de otimização; Estudos de ciclos de potência a ar (Ciclos Otto, Diesel e Brayton), Ciclos de refrigeração, otimização, simulação; Ciclos reais; Estudo sobre combustíveis e combustão; Simulações numéricas e computacionais de ciclos teóricos e reais.

3. JUSTIFICATIVA

Apresentar noções sobre ciclos térmicos de potência a gás e a vapor bem como processos de refrigeração. Demonstrar o uso de técnicas computacionais para cálculos de processos de combustão com aplicações em máquinas e sistemas térmicos.

4. OBJETIVO

Objetivo Geral:

Aplicar as equações de conservação da energia, massa e entropia para analisar o rendimento dos ciclos térmicos de potência e refrigeração em uso na indústria, analisando as formas de otimização e aumento de rendimento a problemas de operação.

Objetivos Específicos:

Combustíveis e combustão; Otimização e simulação de ciclos teóricos e reais por meio de softwares específicos para tal finalidade.

5. PROGRAMA

1. APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA

1.1. Objetivo geral da disciplina

1.2. Bibliografia consultada

1.3. Sistema de avaliação

2. CICLOS TÉRMICOS

2.1. Instalação térmica

2.2. Considerações sobre o segundo princípio da termodinâmica

2.3. Reversibilidade e irreversibilidade

2.4. Rendimento térmico de um ciclo

3. CICLO DE CARNOT

3.1. Idealização de Carnot

3.2. Componentes de operação do ciclo

3.3. Transformações termodinâmicas

3.4. Diagrama (T-S) e (P-h)

3.5. Calor, trabalho

3.6. Rendimento térmico do ciclo de Carnot

3.7. Exercício de aplicação

4. CICLO DE RANKINE

4.1. Transformações termodinâmicas nos equipamentos

4.2. Transformações reversíveis e irreversíveis na turbina, bomba e tubulações

4.3. Comparação entre o ciclo de Carnot e o de Rankine

4.4. Maneiras de aumentar o rendimento do ciclo de Rankine

4.5. Exercício de aplicação

5. CICLO COM REAQUECIMENTO DO VAPOR

5.1. Considerações sobre a necessidade do reaquecimento nos casos reais

5.2. Equipamentos de operação, transformações termodinâmicas e rendimento térmico

6. CICLO REGENERATIVO

6.1. Ciclo regenerativo ideal. Transformações termodinâmicas. Impossibilidade na prática

6.2. Ciclo regenerativo na prática. Aquecedores de mistura e de superfície

6.3. Drenagem do condensado nos aquecedores de superfície

6.4. Purgadores

6.5. Aplicação de um ciclo regenerativo com aquecedores de mistura e de superfície

6.6. Exercícios e aplicação

7. CICLOS A GÁS

7.1. Ciclo Joule com regeneração e pre-aquecimento, métodos de otimização, usos e características

técnicas

7.2. Simulação de operação

7.3. Projeto de sistemas de absorção.

8. CICLOS DE REFRIGERAÇÃO A VAPOR

8.1. Ciclos frigoríficos de compressão à vapor

8.2. Ciclos de compressão ideal e irreversível

8.3. Coeficiente de performance

8.4. Fluidos e trabalho para sistemas de compressão, “retrofitting”, substituição de fluidos

8.5. Afastamento do ciclo real, de compressão em relação ao ciclo ideal

8.6. Ciclo frigorífico de absorção (Amônia e outros fluidos), obtenção de coeficiente de performance,

projeto, simulação

8.7. Exercícios e aplicação

9. AULAS PRÁTICAS INSERIDAS AO LONGO DO CURSO

9.1. Visita à indústrias que sejam produtores de potência via uso do ciclo de Rankine ou Joule

9.2. Ensaio de sistema de refrigeração por compressão de vapor. Determinação de curvas de operação do compressor para diferentes temperaturas de evaporação e condensação

9.3. Determinação do poder calorífico de combustíveis líquidos e sólidos

9.4. Análise de gases de combustão, com aquecedor de água operando com combustível líquido.

9.5. Fazer cálculos estequiométricos e medições experimentais

Tabela 1 - Cronograma de atividades

Item	Conteúdo	Aulas	Março	Abril	Maiο	Junho
1	Apresentação da Disciplina	02	02			
2	Ciclos Térmicos: introdução	04	03, 09			
3	Ciclo de Carnot e Introdução ao EES e MatLab	04	10, 16			

4	Ciclo de Rankine	08	17,23,24,30			
5	Ciclo com Reaquecimento do Vapor	04	31	06		
6	Ciclo Regenerativo	06		13, P1_14		
7	Ciclos a gás	14		20,27,28	04,05, 11,12	
8	Ciclos de refrigeração	04			18,19	
9	Aulas práticas	14			25, P2_26,	01, 02, 15, 16, PR_22, AR_23
	Total de horas presenciais	60				
	Total de horas assíncronas*	10				
	Total geral	70				

* complemento de carga-horária cumprida presencialmente: exercícios e atividades online na plataforma Microsoft Teams.

6. METODOLOGIA

A disciplina será ministrada através de aulas presenciais. Nessas aulas, terá papel primordial a discussão e resolução de problemas, sobretudo os de natureza interdisciplinar. No decorrer das aulas os alunos serão estimulados a resolver problemas, em pequenos grupos ou individualmente. O professor se encarregará de produzir listas de exercícios para os alunos praticarem os conhecimentos adquiridos durante o curso.

MATERIAL MULTIMÍDIA E COMPLEMENTAR ASSOCIADO AOS CONTEÚDOS TEÓRICOS PREVISTOS NA DISCIPLINA A SEREM PROVIDOS PELO PROFESSOR:

- Notas de aulas;
- Slides;
- Vídeos Tutoriais;
- Referências bibliográficas;

7. AVALIAÇÃO

	Quantidade	Valor	Valor
--	------------	-------	-------

P1 e P2: Avaliações^{a)}	02	33	66
Exercícios propostos^{b)}	10	1	10
PR: Projeto Final^{c)}	01	24	24
		Total	100

Avaliação P1: Itens de 1 a 6 // Avaliação P2: Itens de 1 a 9

AR: representa uma **Avaliação de Recuperação no valor de 33 pontos** que será aplicada exclusivamente aos alunos reprovados. Ela substituirá a menor nota dentre aquelas obtidas nas provas e irá contemplar os itens de 1 a 9 do cronograma de atividades.

- O professor fará a apresentação do problema, posteriormente, os alunos (em duplas) vão formular a solução para o problema proposto. As duplas terão 100 min para fazer a prova.
- Atividades propostas durante as aulas (10 Pontos);
- Projeto de uma máquina térmica experimental ou teórica (à definir).

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

VAN WYLEN, G.J., 1998, "Fundamentos da Termodinâmica Clássica, Edgard Blucher, 4ªEd., São paulo, Brasil

CENGEL, Y.A., BOLES, M.A. 2007 "Termodinâmica" Editora Mc Graw Hill, 5ª Ed. Brasil.

Moran, M. J., Shapiro, H. N., Munson, B. R., DeWitt, D.P., " Introdução à engenharia de sistemas térmicos: termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor", LTC, 2005, Rio de Janeiro, Brasil.

Complementar

MORAN, M.J., SHAPIRO, H.N. 2002 "Princípios de Termodinâmica para Engenharia", LTC Editora. 4ª.Edição.

Chapman, S. J., "Programação em MATLAB para Engenheiros", 2ª Edição, Editora Thomson, 2003.

Klein, S. A., "EES - Engineering Equation Solver", F-Chart Software, 1992.

HAYWOOD, R. W., 1975, "Analysis of Engineering Cycles", Pergamon Press, 2ªEd., USA.

EASTOP, T.D., MCCONKEY, A , "Applied Thermodynamic for Engineering Technologist", Longmans, Green And Co Ltd, USA.

9. APROVAÇÃO

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

Coordenação do Curso de Graduação: _____



Documento assinado eletronicamente por **Solidonio Rodrigues de Carvalho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 08/02/2023, às 15:58, 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 **4253136** e o código CRC **74A24A86**.

Referência: Processo nº 23117.005106/2023-92

SEI nº 4253136