



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. Aeronáutica	Turma:	U				
Carga Horária:				Natureza:					
Teórica:	60	Prática:	0	Total:	60	Obrigatória:	(X)	Optativa:	()
Professor(A):	SOLIDÔNIO RODRIGUES DE CARVALHO				Ano/Semestre:	AARE 2a Etapa: 22/10 a 22/12			
Observações:	Disciplina ministrada de forma remota em conformidade a RESOLUÇÃO CONGRAD N° 7/2020 , que "Dispõe sobre a instituição, autorização e recomendação de Atividades Acadêmicas Remotas Emergenciais , em caráter excepcional e facultativo, em razão da epidemia da COVID-19, no âmbito do ensino da Graduação na Universidade Federal de Uberlândia" Quantidade de vagas ofertadas: 35								

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

Objetivos Específicos:

Analisar as formas de otimização, aumento de rendimento e problemas de operação.

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

6. METODOLOGIA

A disciplina será ministrada através de aulas remotas. Nessas aulas, terá papel primordial a discussão e resolução de problemas, sobretudo os de natureza interdisciplinar. No decorrer das aulas remotas, 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.

Em conformidade com a resolução CONGRAD N° 7/2020, as atividades foram discretizadas em Síncronas¹ e Assíncronas², dividindo a carga horária total de 60h, assim como se segue:

Atividades Síncronas¹ (30h)

- **Carga Horária:** 30h em 9 semanas > 100min/aula > 2 aulas por semana.
- **Horários de Realização:** De acordo com o horário previsto inicialmente para 2020/1. Ou seja:
 - Quinta-feira – 13:10h às 14:50h;
 - Sexta-feira – 14:50h às 16:30h.
- **Plataformas de TI:** WhatsApp, Skype, Google Classroom e Microsoft Teams (office 365 disponibilizado pela UFU);
- **Softwares a serem utilizados:** O software de simulação de sistemas térmicos será apresentado em aula e disponibilizado aos alunos. Não requer instalação e computador com alta capacidade de processamento.

Atividades Assíncronas² (30h)

- **Atividades extras propostas durante as aulas remotas:** 18h
- **Simulação e otimização de sistemas térmicos teóricos e reais por meio de aulas previamente gravadas:** 12h

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

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

¹ Atividades onde os alunos e o docente se encontram de forma **on-line** no mesmo instante e no mesmo ambiente virtual, onde dúvidas e questionamentos poderão ser feitos em tempo real.

² Atividades que ocorrem sem a presença em tempo real do professor. Permite que os alunos desenvolvam o aprendizado de acordo com a própria disponibilidade de tempo e local de preferência.

7. AVALIAÇÃO

	Quantidade	Valor	Valor
Avaliação^{a)}	02	30	60
Exercícios propostos^{b)}	10	1	10
Projeto Final^{c)}	01	30	30
		Total	100

Avaliação 01: Itens de 1 a 6 // Avaliação 02: Itens de 1 a 8

- A avaliação é composta de um sistema térmico e o alunos (em duplas) vão gravar uma video aula explicando como formular a solução e simular computacionalmente o problema proposto. As duplas terão 24h para disponibilizar um *link* para download da video aula.
- Atividades extras propostas durante as aulas remotas (10 Pontos);
- Projeto de um sistema térmico que será apresentado na forma de artigo científico. Um *template* será disponibilizado aos alunos para a redação do artigo.

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 06/10/2020, às 16:18, 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 **2305978** e o código CRC **C89A1255**.