



PLANO DE ENSINO REMOTO EMERGENCIAL

1. IDENTIFICAÇÃO

COMPONENTE CURRICULAR: SISTEMAS TÉRMICOS				
UNIDADE OFERTANTE: FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA - FEMEC				
CÓDIGO: FEMEC41063		PERÍODO/SÉRIE: 6º Eng. Mecânica 6º Eng. Aeronáutica xº Eng. Mecatrônica		TURMAS: U
CARGA HORÁRIA			NATUREZA	
TEÓRICA: 60	PRÁTICA: 0	TOTAL: 60	OBRIGATÓRIA: (X)	OPTATIVA: ()
PROFESSOR: SOLIDÔNIO RODRIGUES DE CARVALHO				ANO/SEMESTRE: AARE 22/10 a 22/12
OBSERVAÇÕES: Disciplina ministrada de forma remota em conformidade a RESOLUÇÃO CONGRAD Nº 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

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. 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



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Faculdade de Engenharia Elétrica
Colegiado do Curso de Graduação em Eng. Elétrica



- 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 Nº 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.

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.

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;

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, 4^aEd., São paulo, Brasil
CENGEL, Y.A., BOLES, M.A. 2007 "Termodinâmica" Editora Mc Graw Hill, 5^a 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. 4^a.Edição.
Chapman, S. J., "Programação em MATLAB para Engenheiros", 2^a 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, 2^aEd., USA.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Faculdade de Engenharia Elétrica
Colegiado do Curso de Graduação em Eng. Elétrica



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 em Engenharia _____

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.