



PLANO DE ENSINO

Disciplina	ENM0070 – MÁQUINAS TÉRMICAS
Curso	ENM - ENGENHARIA MECÂNICA
Professor(es)	Carlos Alberto Gurgel Veras
Semestre	2023.2
Pré-requisitos	ENM0068 – TERMODINÂMICA 1 ou ENM0128 TRANSFERÊNCIA DE CALOR E MASSA
Horário de aulas	Aulas presencias às terças e quintas-feiras de 16:00 -17:50 e nas sextas-feiras de 16:00-16:55 (turma A) e 17:00 as 17:55 (turma B)
Local	DT 34/15
Atendimento aos alunos	Quinta-feira de 18:00 às 19:00

Objetivos da Disciplina	<p>Aplicar os conceitos e técnicas da Termodinâmica Clássica na análise de compressores, turbinas a gás, motores de combustão interna, ciclos de geração de potência a vapor e combustão. O curso apresenta elementos históricas das Máquinas Térmicas além de uma revisão dos principais conceitos de Termodinâmica necessários para o bom aproveitamento da disciplina. As competências e habilidades desenvolvidas neste elemento curricular são:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Conhecer os diversos tipos de compressores e seus princípios de funcionamento (alternativos, rotativos, centrífugos e axiais);2. Analisar o ciclo de compressão em máquinas alternativas de simples e múltiplo estágio;3. Calcular rendimento volumétrico e potência requerida pelo processo em sistemas de compressão por máquinas alternativas de simples e múltiplo estágio;4. Determinar a potência requerida por sistemas de compressão de ar por máquinas rotativas;5. Interpretar curvas de operação de compressores rotativos;6. Entender o ciclo de operação de turbinas a gás pelo ciclo de Brayton;7. Determinar quantidades significativas dos ciclos de turbinas a gás tais com o rendimento térmico e potência em condições idealizadas e em condições reais de operação desses ciclos;8. Compreender e projetar ciclos de turbinas a gás para geração de potência com sistemas de regeneração, Inter resfriamento e reaquecimento;9. Analisar turbinas de propulsão a jato e calcular o empuxo e potência propulsiva;10. Analisar os diversos ciclos de motores de combustão interna, em condições ideais e reais de operação;11. Interpretar dados de ensaios de motores de combustão interna;12. Determinar a potência gerada e o rendimento térmico em sistemas de geração de potência por turbinas a vapor;13. Entender os mecanismos de elevação do rendimento térmico e da potência nos ciclos para geração de potência a vapor como superaquecimento e regeneração em situações idealizadas e reais;14. Compreender os ciclos de cogeração de ciclos combinados;15. Compreender os conceitos básicos da teoria de combustão aplicada a máquinas térmicas (combustão por centelha, autoignição e detonação, combustão a compressão);16. Criar noções da termodinâmica da combustão (propriedades termodinâmicas de misturas de gases ideais, misturas líquido-vapor-gás, estequiometria, modelos de combustão em baixa temperatura, equilíbrio químico)
--------------------------------	---

Metodologia de Ensino	<p>A disciplina é desenvolvida por meio de aulas teóricas expositivas e práticas, com solução de exercícios e atribuição de tarefas individuais e em grupo. Serão apresentadas ferramentas computacionais de simulação de ciclos e cálculos termodinâmicos e termoquímicos. Há atividades práticas de laboratório que incluem ensaios de motores de combustão interna, sistemas de compressão e turbinas a gás.</p>
------------------------------	---

Programa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introdução <ol style="list-style-type: none"> a. Aspectos Históricos b. Revisão dos fundamentos de Termodinâmica 2. Compressores <ol style="list-style-type: none"> a. Compressores alternativos em simples estágio b. Compressores alternativo em múltiplos estágios c. Compressores rotativos 3. Turbinas a gás <ol style="list-style-type: none"> a. Definições gerais b. Princípio de funcionamento: Ciclo de Brayton c. Máximo trabalho e aplicações ao projeto de turbinas a gás d. Regeneração, Inter resfriamento e reaquecimento e. Ciclo de propulsão a jato: empuxo e eficiência propulsiva 4. Motores de combustão interna <ol style="list-style-type: none"> a. Análise de rendimento térmico de ciclos ideais. b. Ciclos reais c. Testes experimentais com motores de combustão interna 5. Ciclos a vapor <ol style="list-style-type: none"> a. O ciclo de Rankine das turbinas a vapor b. Superaquecimento, regeneração e outras estratégias de elevação da eficiência térmica c. Cogeração e ciclos combinados 6. Combustão <ol style="list-style-type: none"> a. Conceitos básicos da combustão com ar b. Termodinâmica da combustão c. Autoignição e detonação 		
Atividades didáticas	<p>Aulas expositivas e atividades computacionais nas terças e quintas</p> <p>Experimentos da disciplina, realizados nas aulas de sexta-feira</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Experimento demonstrativo de técnicas de propagação de erros experimentais 2. Determinação do coeficiente politrópico em processo real de compressão 3. Teste de compressores de simples estágio 4. Determinação do rendimento mecânico de compressor alternativo 5. Teste de compressor de dois estágios com Inter resfriamento 6. Desmontagem e remontagem de motor de combustão interna 7. Ensaio dinamométrico de motor de combustão interna 		
Critério de Avaliação	<p>Observações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Três provas discursivas realizadas em sala de aula de igual peso, totalizando 80% da nota; • Relatórios das atividades experimentais totalizando 20% da nota. <p>• A ausência na aula prática implica em nota zero na atividade correspondente, ainda que o relatório da prática tenha sido entregue, quando atividade for em grupo;</p> <p>• Uma prova substitutiva está prevista, com conteúdo perfazendo toda matéria, a ser realizada no final do período.</p>		
Controle de frequência	<p>Lista de frequência.</p>		
Bibliografia Recomendada	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <p>Principal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yunus A. Çengel, Afshin J. Ghajar; Termodinâmica. 6ª Edição, McGraw Hill, 2008 • Brown, R.N., Compressors, Selection and Sizing, Butterworth-Heinemann, 1997; • Heywood, J.B., Internal Combustion Engines Fundamentals, McGraw-Hil, 1998; </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <p>Complementar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Boyce, M.P., Gas Turbines Engineering Handbook, Gulf Professional Publishing, second edition, 2001 </td> </tr> </table>	<p>Principal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yunus A. Çengel, Afshin J. Ghajar; Termodinâmica. 6ª Edição, McGraw Hill, 2008 • Brown, R.N., Compressors, Selection and Sizing, Butterworth-Heinemann, 1997; • Heywood, J.B., Internal Combustion Engines Fundamentals, McGraw-Hil, 1998; 	<p>Complementar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Boyce, M.P., Gas Turbines Engineering Handbook, Gulf Professional Publishing, second edition, 2001
<p>Principal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yunus A. Çengel, Afshin J. Ghajar; Termodinâmica. 6ª Edição, McGraw Hill, 2008 • Brown, R.N., Compressors, Selection and Sizing, Butterworth-Heinemann, 1997; • Heywood, J.B., Internal Combustion Engines Fundamentals, McGraw-Hil, 1998; 	<p>Complementar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Boyce, M.P., Gas Turbines Engineering Handbook, Gulf Professional Publishing, second edition, 2001 		