



## Plano de Ensino para o Ano Letivo de 2021

IDENTIFICAÇÃO		
Disciplina: Sistemas de Conversão de Energia I		Código da Disciplina: EMC617
Course: Energy Conversion Systems I		
Materia: Sistemas de Conversión de Energía		
Periodicidade: Anual	Carga horária total: 80	Carga horária semanal: 00 - 02 - 00
Curso/Habilitação/Ênfase:	Série:	Período:
Engenharia Mecânica	3	Diurno
Engenharia Mecânica	3	Noturno
Engenharia Mecânica	3	Noturno
Professor Responsável:	Titulação - Graduação	Pós-Graduação
Marco Antonio Soares de Paiva	Engenheiro Mecânico	Doutor
Professores:	Titulação - Graduação	Pós-Graduação
Marco Antonio Soares de Paiva	Engenheiro Mecânico	Doutor
Roberto de Aguiar Peixoto	Engenheiro Naval	Doutor
MODALIDADE DE ENSINO		
Presencial: 30%		
Mediada por tecnologia: 70%		
* Em qualquer modalidade a entrega de atividades e trabalhos deve ser realizada segundo orientações do professor da disciplina.		
ATIVIDADES DE EXTENSÃO		
A DISCIPLINA NÃO CONTEMPLA ATIVIDADES DE EXTENSÃO.		
EMENTA		
<p>Apresentação de aplicações da Termodinâmica. Conceitos e definições. A substância pura - propriedades termodinâmicas. Modelo gás perfeito. Conceito de trabalho e de calor. Primeira lei da Termodinâmica para sistemas. Primeira lei da Termodinâmica para volumes de controle. Segunda lei da Termodinâmica. Entropia. Segunda lei da Termodinâmica para sistemas. Segunda lei da Termodinâmica para volumes de controle. Irreversibilidade e disponibilidade. Termodinâmica, eficiência e questões ambientais. Breve apresentação de ciclos motores e de refrigeração atualmente existentes para conversão de energia.</p>		



### SYLLABUS

Thermodynamics applications. Some concepts and definitions. Properties of a pure substance. Ideal gas model. Work and heat. The First Law of Thermodynamics for closed systems. The First Law of Thermodynamics for control volumes. The Second Law of Thermodynamics. Entropy. The Second Law of Thermodynamics for control volumes. Irreversibility and availability. Thermodynamics and environmental issues. Brief presentation of power and refrigeration cycles.

### TEMARIO

Presentación de las aplicaciones de la Termodinámica. Conceptos y definiciones. La sustancia pura-propiedades termodinámicas. Modelo de gas perfecto. Concepto de trabajo e calor. Primera ley de la termodinámica para sistemas. Primera ley de la termodinámica para volumen de control. Entropía. Segunda ley de la termodinámica para sistemas. Segunda ley de la termodinámica volumen de control. Irreversibilidad y disponibilidad. Termodinámica y ambiente. Breve presentación de los ciclos de potencia e de refrigeración de máquinas térmicas.

### CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS PARA O ACOMPANHAMENTO DA DISCIPLINA

Matemática: cálculo diferencial e integral; funções no espaço  $R^n$  ; operadores matemáticos.

Física: conceitos fundamentais, propriedades da matéria, equações de conservação, mecânica.

### COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS NA DISCIPLINA

#### COMPETÊNCIA 1:

1. Analisar e compreender os usuários das soluções de engenharia e seu contexto, para formular os requerimentos de engenharia e conceber soluções apropriadas em projetos da área de energia e fluidos. 2. Dominar o ciclo completo de investigação dos aspectos analítico, numérico e experimental de um mesmo fenômeno, aprendendo a conciliar as diferenças encontradas no conhecimento interdisciplinar coordenado entre as disciplinas da área de energia e fluidos e demais disciplinas do curso de Engenharia Mecânica. 3. Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos matemáticos, computacionais ou físicos, validados por experimentação. 4. Conceber, projetar, analisar e supervisionar a operação e a manutenção de sistemas, produtos e processos. 6. Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica. 7. Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares. 10. Conceber modelos numéricos e simulações para prever resultados de projetos inovadores e acelerar o ciclo de desenvolvimento.



### OBJETIVOS - Conhecimentos, Habilidades, e Atitudes

Conhecimento:

C1 - conceitos fundamentais;

C2 - conhecimento da matéria; propriedades da matéria.

Atitudes:

A1 - desenvolver capacidade de compreensão de problemas;

A2 - abstração para a formulação de modelos;

A3 - aplicação de leis gerais;

A4 - análise do comportamento do modelo do processo ou do equipamento;

A5 - organizar os procedimentos de solução de problemas.

Habilidades:

H1 - desenvolver a capacidade do aluno de conceituar problemas e generalizar aplicação dos conhecimentos;

H2 - desenvolver a capacidade de observar a realidade e com o ferramental adquirido gerar modelos dela representativos;

H3 - avaliar desvios entre o comportamento simulado do modelo e a realidade.

### ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM - EAA

Aulas de Exercício - Sim

### LISTA DE ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM

- Problem Based Learning

### METODOLOGIA DIDÁTICA

As aulas de teoria serão apresentadas utilizando recursos de exposições orais com apoio de transparências apresentadas em multimídia, textos colocados na lousa, proposição de textos e vídeos para consulta prévia à aula, na qual serão discutidos entre os alunos ou entre esses e o professor. Aulas serão expositivas presenciais e remotas mediadas por tecnologia.

A assimilação de conteúdo será algumas vezes avaliada por meio de questionários a serem respondidos em tempo real com o auxílio de ferramentas didáticas (Kahoot ou Socrative).

Nas aulas de exercícios os alunos deverão resolver e entregar para avaliação, exercícios propostos conforme programa no MoodleRooms. Para a resolução de exercícios os alunos aprenderão a utilizar um aplicativo de nome EES. O EES (Engineering Equation Solver) tem um banco de dados para determinação de propriedades de todas as substâncias contidas nos exercícios propostos. Exercícios serão também resolvidos nas aulas de teoria.

Durante o curso será desenvolvido com os alunos o projeto transdisciplinar da área de Energia e Fluidos, envolvendo as disciplinas de Termodinâmica, Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos.

Durante o curso poderão ser realizados experimentos no laboratório de Termodinâmica, segundo programação apresentada no MoodleRooms.



Serão propostos exercícios para resolução e entrega em grupo, cujas avaliações comporão a nota de trabalho da disciplina.

Durante o curso poderá ser programada eventualmente a visita a uma planta industrial ou comercial para

#### INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

NENHUM INSTRUMENTO DE AVALIACAO FOI ADICIONADA.

#### AVALIAÇÃO (conforme Resolução RN CEPE 16/2014) e CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO

Disciplina anual, com trabalhos e provas (duas e uma substitutiva).

Pesos dos trabalhos:

$k_1$ : 0,5     $k_2$ : 0,5

Peso de MP( $k_p$ ): 0,8

Peso de MT( $k_T$ ): 0,2

#### INFORMAÇÕES SOBRE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

#### CONTRIBUIÇÃO DA DISCIPLINA

A disciplina de Termodinâmica propicia o conhecimento das propriedades da matéria e dos fenômenos físicos naturais que envolvem conversões de energia. Dá treinamento na solução de problemas complexos. Desenvolve a capacidade de análise de problemas. Propicia o desenvolvimento de procedimentos organizados para a criação de modelos simplificados de problemas e sua solução. Com isso, cria no aluno o desenvolvimento de estruturas de raciocínio que devem caracterizar a atitude típica esperada do engenheiro. As aplicações abordadas no curso extrapolam o âmbito da própria disciplina.

#### BIBLIOGRAFIA

##### Bibliografia Básica:

BORGNACKE, Claus; SONNTAG, Richard E. Fundamentos da termodinâmica. PEIXOTO, Roberto de Aguiar (Coord. e Revisor). 8. ed. São Paulo: Blucher, 2013. 728 p. (Van Wylen). ISBN 9788521207924.

MORAN, Michael J; SHAPIRO, Howard N. Princípios de termodinâmica para engenharia. Trad. e rev. téc. Gisele Maria Ribeiro Vieira. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009. 800 p. ISBN 9788521616894.

ÇENGEL, Yunus A; BOLES, Michael A. Termodinâmica. Trad. de Kátia Aparecida Roque. 5. ed. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 2006. 740 p. ISBN 8586804665.

##### Bibliografia Complementar:



HOLMAN, Jack Phillip. Thermodynamics. 2. ed. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, 1974. 590 p.

LEE, John F; SEARS, Francis Weston. Termodinâmica. Trad. de Borisas Cimblaris. Rio de Janeiro, RJ: Ao Livro Técnico, 1969. 667 p.

MODELL, Michael; REID, Robert C. Thermodynamics and its applications. 2. ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1983. 450 p.

MORAN, Michael J et al. Introdução à engenharia de sistemas térmicos: termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor. Tradução de Carlos Alberto Biolchini da Silva. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2005. 604 p. ISBN 8521614462.

ZEMANSKY, Mark W; VAN NESS, H. C. Basic engineering thermodynamics. New York: McGraw-Hill, 1966. 380 p.

#### SOFTWARES NECESSÁRIOS PARA A DISCIPLINA

Engineering Equation Solver (EES), disponível na escola.

#### INFORMAÇÕES SOBRE PROVAS E TRABALHOS

A avaliação da disciplina é feita exclusivamente por provas e trabalhos. A média final (MF) é assim calculada:  $MF = 0,2 MT + 0,8 MP$ ; onde  
 $MP = 0,2 P1 + 0,2 P2 + 0,3 P3 + 0,3 P4$   
 $MT = 0,5 T1 + 0,5 T2$

A nota P1 será composta por duas avaliações realizadas no horário de aula contendo questões discursivas, escolha certo/errado, de múltipla escolha e também por questões de resolução numérica.

A nota P2 será estabelecida por metodologia análoga, mas com atividade realizada em apenas uma aula.

Em função do DECRETO Nº 64.881, DE 22 DE MARÇO DE 2020 e suas sucessivas prorrogações determinando Quarentena obrigatória no Estado de São Paulo, todas as avaliações realizadas a partir daquela data e até que haja encerramento da Quarentena e autorização Estadual para retomada específica das aulas presenciais, serão realizadas via Plataforma de Ensino Mediado por Tecnologia

A nota da PS1 será determinada por uma atividade de avaliação realizada no horário de aula.

**OUTRAS INFORMAÇÕES**

O livro texto principal é o livro "Fundamentos da Termodinâmica", 8a. ed. Edições anteriores do livro também poderão ser utilizadas pelo corpo discente.



## APROVAÇÕES

Prof.(a) Marco Antonio Soares de Paiva  
Responsável pela Disciplina

Prof.(a) Susana Marraccini Giampietri Lebrao  
Coordenadora do Curso de Engenharia Mecânica

Núcleo Docente Estruturante (NDE)

Data de Aprovação:



PROGRAMA DA DISCIPLINA		
Nº da semana	Conteúdo	EAA
1 E	Não há aulas para alunos veteranos	0
2 E	Semana de Carnaval	0
3 E	Apresentação da disciplina - comentários preliminares - conceitos e definições.	61% a 90%
4 E	Propriedades da substância pura - capítulo 2.	61% a 90%
5 E	Propriedades da substância pura - capítulo 2.	61% a 90%
6 E	A primeira lei da termodinâmica - capítulo 3.	61% a 90%
7 E	A primeira lei da termodinâmica - capítulo 3.	61% a 90%
8 E	A primeira lei da termodinâmica - capítulo 3.	61% a 90%
9 E	P1	0
10 E	P1	0
11 E	A equação da energia para volumes de controle - capítulo 4. Teoria e exercícios.	61% a 90%
12 E	A equação da energia para volumes de controle - capítulo 4. Teoria e exercícios.	61% a 90%
13 E	A equação da energia para volumes de controle - capítulo 4. Aplicação a casos de resfriamento de ambientes.	61% a 90%
14 E	A equação da energia para volumes de controle - capítulo 4. Teoria e exercícios.	61% a 90%
15 E	Smile	0
16 E	A equação da energia para volumes de controle - capítulo 4. Teoria e exercícios.	61% a 90%
17 E	P2	0
18 E	P2	0
19 E	P2	0
20 E	Revisão P2	0
21 E	PS1	0
22 E	PS1	0
23 E	EXPERIMENTO DE 1A. LEI DA TERMODINÂMICA	91% a 100%
24 E	A segunda lei da termodinâmica - capítulo 5.	61% a 90%
25 E	A segunda lei da termodinâmica - capítulo 5.	61% a 90%
26 E	Entropia - capítulo 6.	61% a 90%
27 E	Entropia - capítulo 6.	61% a 90%
28 E	Entropia - capítulo 6.	61% a 90%
29 E	P3	0
30 E	A segunda lei da termodinâmica para volumes de controle - capítulo 7.	61% a 90%
31 E	A segunda lei da termodinâmica para volumes de controle - capítulo 7.	61% a 90%
32 E	Exergia - capítulo 8.	61% a 90%
33 E	Exergia - capítulo 8.	61% a 90%
34 E	Exergia - capítulo 8.	61% a 90%





35 E	Breve apresentação de sistemas de conversão de energia: ciclos de potência e refrigeração	61% a 90%
36 E	Breve apresentação de sistemas de conversão de energia: ciclos de potência e refrigeração	61% a 90%
37 E	P4	0
38 E	P4	0
39 E	Revisão P4	0
40 E	PS2	0
41 E	PS2	0

Legenda: T = Teoria, E = Exercício, L = Laboratório