

PLANEJAMENTO DE DISCIPLINA

DISCIPLINA: INTRODUÇÃO A ANÁLISE EXERGÉTICA	CÓDIGO: GMEC 7610IT	CURSO: ENGENHARIA MECÂNICA
PERÍODO: 9º	CRÉDITOS: 3	TOTAL H/A NO SEMESTRE: 54

CARGA HORÁRIA	PRÉ-REQUISITOS	
TEÓRICA: 2	DISCIPLINA: TRANSFERÊNCIA DE CALOR	CÓDIGO: GMEC 7201IT
PRÁTICA: 1	DISCIPLINA: -	CÓDIGO: -
ESTÁGIO: 0	DISCIPLINA: -	CÓDIGO: -

OBJETIVOS GERAIS:

Transmitir ao aluno o conceito de exergia e a aplicação da análise exergética aos processos e ciclos. A análise energética considera somente a quantidade de energia (Primeira Lei da Termodinâmica), oferecendo uma ferramenta necessária, porém limitada para o projeto térmico de dispositivos, tanto em sistemas como em componentes de sistemas. Por outro lado, a análise exergética considera a qualidade da energia (Segunda Lei da Termodinâmica), o que relaciona a degradação da energia durante um processo, a geração de entropia e as oportunidades perdidas de realizar trabalho, oferecendo aos engenheiros espaço para o aperfeiçoamento do projeto. Nesse contexto será apresentada a eficiência de Segunda Lei, também conhecida como eficiência Exergética, que faz referência ao melhor desempenho possível, já que somente a eficiência de Primeira Lei (por exemplo, eficiência térmica e coeficiente de performance) não é uma medida realista para os diversos dispositivos. No caso dos ciclos, além da eficiência de Segunda Lei, a análise exergética possibilita revelar onde ocorrem as maiores irreversibilidades e quais são suas magnitudes. Os processos e ciclos estudados estão relacionados aos dispositivos encontrados nos diversos tipos de indústria: arranjos pistão-cilindro, turbinas a vapor, compressores, bombas, trocadores de calor, câmaras de mistura, bocais, difusores, sistemas de geração de potência a vapor e a gás e sistemas de refrigeração. Por fim, o aluno será estimulado em relação à utilização de pacotes computacionais de engenharia para a solução dos problemas propostos ao longo da disciplina. Será utilizado o programa EES® (Engineering Equation Solver), versão acadêmica, que trata-se de um pacote computacional solucionador de equações, com funções e tabelas de propriedades termodinâmicas e de transporte incluídas. Assim sendo, o aluno desenvolverá o modelo termodinâmico dos diversos processos e ciclos, bem como o implementará no pacote computacional (modelo computacional), solucionando os diversos problemas propostos e realizando estudos paramétricos.

Ementa:

Exergia. Trabalho reversível e irreversibilidade. Eficiência de segunda lei. Variação da exergia de um sistema. Transferência de exergia por calor, trabalho e fluxo de massa. O princípio da diminuição da exergia e a destruição da exergia. Balanço de exergia: sistemas fechados. Balanço de exergia: volumes de controle. Análise exergética aplicada a ciclos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:**1. Exergia**

1.1 - Conceito

1.2- Estado morto

1.3- Vizinhança, vizinhança imediata e ambiente

1.4- Exergia associada às energias cinética e potencial

2. Trabalho reversível e irreversibilidade

2.1- Trabalho de vizinhança

2.2- Trabalho útil

2.3- Trabalho reversível

2.4- Irreversibilidade

3. Eficiência de segunda lei, η_{ii}

3.1- Definição

3.2- Eficiência de segunda lei para dispositivos que produzem trabalho

3.3- Eficiência de segunda lei para dispositivos que consomem trabalho

3.4- Eficiência de segunda lei para refrigeradores e bombas de calor

3.5- Eficiência de segunda lei para ciclos

4. Variação da exergia de um sistema

4.1- Exergia de uma massa fixa: exergia de um sistema fechado

4.2- Exergia de escoamento: fluxo de exergia

5. Transferência de exergia por calor, trabalho e fluxo de massa

5.1- Transferência de exergia por transferência de calor

5.2- Transferência de exergia por trabalho

5.3- Transferência de exergia por trabalho de fronteira

5.4- Transferência de exergia por outras formas de trabalho

5.5- Transferência de exergia por fluxo de massa

6. O princípio da diminuição da exergia e a destruição da exergia

6.1- Balanço de energia

6.2- Balanço de entropia

6.3- Equação para a destruição da exergia

7. Balanço de exergia: sistemas fechados

7.1- Equação geral para o balanço de exergia de um sistema fechado

7.2- Equação geral na forma de taxa para o balanço de exergia de um sistema fechado

7.3- Equação geral por unidade de massa para o balanço de exergia de um sistema fechado

7.4- Equação geral para o balanço de exergia de um sistema fechado em termos das interações energéticas

8. Balanço de exergia: volumes de controle

8.1- Balanço de exergia para sistemas com escoamento em regime permanente

8.2- Balanço de exergia para sistemas com escoamento em regime permanente e corrente única

8.3- Balanço de exergia para sistemas com escoamento em regime permanente e corrente única e por unidade de massa

8.4- Trabalho reversível

8.5- Eficiência de segunda lei dos dispositivos com escoamento em regime permanente

9. Análise exérgica de ciclos

9.1- Análise de segunda lei de um ciclo otto

9.2- Análise de segunda lei de um ciclo diesel

9.3- Análise de segunda lei de um ciclo brayton

9.4- Análise de segunda lei de um ciclo rankine

9.5- Análise de segunda lei de um ciclo de refrigeração por compressão de vapor

10. Conceitos básicos do pacote computacional ees®

10.1- Equations window

10.2- Formatted equations

10.3- Function information

10.4- Variable information

10.5- Solution

10.6- Parametric tables

10.7- Plots

10.8- Problema exemplo: modelagem termodinâmica no ees® do processo de estrangulamento de fluido refrigerante em uma válvula.

METODOLOGIA:

- Aulas teóricas apoiadas pela literatura apresentada na bibliografia.

- Aulas sobre os conceitos básicos do pacote computacional ees®, necessários à resolução dos problemas propostos (laboratório de informática). Essas aulas serão ministradas ao longo do curso, paralelamente à proposição de problemas específicos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO:

- Projetos envolvendo a análise exergética de processos e ciclos, com a utilização ou não do pacote computacional. Os projetos serão apresentados na forma de relatórios.

BIBLIOGRAFIA

REFERÊNCIAS BÁSICAS:

1. ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. **Termodinâmica**. Tradução (7ª Edição Americana de 2011) Paulo Maurício Costa Gomes. Revisão técnica Antonio Pertence Júnior. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
2. MORAN, Michael J. et al. **Princípios de Termodinâmica para Engenharia**. Tradução (7ª Edição Americana de 2010) e revisão técnica Gisele Maria Ribeiro Vieira, Paulo Pedro Kenedi e Fernando Ribeiro da Silva. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
3. RAJPUT, R. K., **Engineering Thermodynamics**. 3. ed. New Delhi: Laxmi Publications (P), 2007.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

1. DINCER, Ibrahim; ROSEN, Marc A. **Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development**. 2. ed. Oxford: Elsevier, 2013.
2. BEJAN, Adrian; TSATSARONIS, George; MORAN, Michael. **Thermal Design & Optimization**. 1. ed. New York: Wiley, 1996.
3. KOTAS, Tadeusz J. **The Exergy Method of Thermal Plant Analysis**. 1.ed. (POD edition). London: Lightning Source, 2012.
4. KOTAS, Tadeusz J. **Solutions of Problems in The Exergy Method of Thermal Plant Analysis: A companion book to the textbook The Exergy Method of Thermal Plant Analysis**. 1.ed. London: Lightning Source, 2012.
5. BEJAN, Adrian. **Entropy Generation Minimization: The Method of Thermodynamic Optimization of Finite-Size Systems and Finite-Time Processes**. 1.ed. New York: CRC Press LLC, 1996.

PROFESSOR RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA:

Thiago de Oliveira Macedo

COORDENADOR DO CURSO:

Alexandre Magno de Souza Sant'Anna

REVISADO EM: ____/____/____