

Ementa disciplinas TÓPICOS ESPECIAIS:

PEM932: Tópicos Especiais em Energia (sistemas termo-fluídicos)

EMENTA: sistemas térmicos, sistemas fluídicos, sistemas termo fluídicos, problemas diretos e inversos, análise de estabilidade, estimação de estados e parâmetros, regulador quadrático, comando ótimo.

Descrição: Esta disciplina está relacionada a modelagem matemática de sistemas térmicos, de sistemas fluídicos (hidráulicos e pneumáticos) assim como sistemas integrados (sistemas termo fluídicos). Diferentes formas de modelagem serão introduzidas. A performance de tais sistemas serão analisadas. Os sistemas serão analisados do ponto de vista direto, assim como em seu análogo inverso. Por exemplo, num sistema pneumático a pressão na válvula de saída deve ter um dado comportamento, como a pressão na válvula de entrada deve se comportar para que isso ocorra? Análise de estabilidade da performance dos sistemas serão considerados para que se evite acúmulo ou perdas excessivas de energia. A estimação de estados utilizando filtros, assim como a estimação de parâmetros utilizando o método *Least Squares* e outras técnicas de Identificação de Sistemas serão consideradas. Por exemplo, através da relação entre variáveis de entrada e de saída estima-se um modelo baseado em equações diferenciais lineares ou não lineares. Propõe-se ainda o projeto de reguladores quadráticos, que tem o potencial de regular valores de referência para as variáveis de estado, e.g. temperatura, pressão e etc. Pretende-se ainda introduzir técnicas de comando ótimo baseados na teoria de controle ótimo para sistemas lineares ou linearizados.

Bibliografia:

Richard J. Martins, Thermal systems design: fundamentals and projects, Wiley & sons INC.

Ahmed Abu Hanieh, Fluid power control, Cambridge International Science Publishing.

Philip J. Pritchard, Introduction to fluid mechanics, Wiley & sons INC.

Richard C. Dorf and Robert H. Bishop, Sistemas de controle moderno, LTC editora.

PEM933: Tópicos Especiais em Energia (Mecânica dos Fluidos para Energia Eólica). Professor Responsável: Dr. Alex Maurício Araújo

Objetivo: Proporcionar ao aluno a integração de conhecimentos de Mecânica dos Fluidos e Energia Eólica.

Programa Sumário:

1. Revisão geral de Mecânica dos Fluidos para Engenharia Mecânica.
2. Aplicações em Engenharia Eólica.
3. Tópicos complementares.

Mecanismo de Avaliação: Relatório da revisão desenvolvida pelos alunos.

Bibliografia Básica:

Araújo, A. M. - Disciplina: "Mecânica dos Fluidos - ME262", (ministrada no Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da UFPE), 2023.

Araújo, A. M. - Disciplina: "Fundamentos da Geração Eólica, Processos de Conversão e Tecnologias" (ministrada na ABDIB - Associação Brasileira de Infraestrutura e Indústrias de Base / Programas de Educação Corporativa - São Paulo/SP, 2010).

PEM934: Tópicos Especiais em Energia (Introdução às Tecnologias de Armazenamento de Energia) Professores: Jorge Henríquez/Daniel Rodríguez López.
Horário: Quarta-feira: 13h– 16h.

Objetivo: Capacitar o aluno com conhecimentos fundamentais sobre as tecnologias, atuais e em desenvolvimento, para armazenamento de energia, assim como do gerenciamento eficiente de recursos energéticos.

Ementa:

Fundamentos sobre produção e geração de energia e sobre eficiência energética/exergética; Tecnologias de Armazenamento de energia (Princípios de funcionamento e aspectos tecnológicos): Armazenamento de energia térmica por calor sensível (médios de armazenamento; piscinas solares; aquíferos; solo; tanques estratificados). Armazenamento de energia térmica por calor latente (materiais orgânicos e inorgânicos; processos termo físico da fusão-solidificação; tecnologias e sistema de armazenamento). Armazenamento de energia termoquímica (reações químicas; processos de sorção e adsorção; tecnologias). Armazenamento de energia mecânica (bombeamento hidráulico; volantes de inercia; ar comprimido). Armazenamento de energia Eletroquímica (Baterias de Ion-Lítio; Baterias de fluxo de Vanádio). Armazenamento de energia química (Eletrólise de água; gás natural; carvão e óleo em cavernas; power-to-gas; hidrogênio).

Avaliação:

Seminários individuais, trabalhos de pesquisa, listas de exercícios/projetos.

Bibliografia:

DEMIREL, Y., Energy Production, Conversion, Storage, Conservation and Coupling, 1st Ed., Springer-Verlag London Limited, 2012;

DINCER, I., ZAMFIRESCU, C., Advanced Power Generation Systems. 1st Ed., Elsevier Inc. 2014.

HENRÍQUEZ, J.R., Notas de aulas, 2019.

KALAISELVAM, S., PARAMESHWARAN, R., Thermal energy storage technologies for sustainability: systems design, assessment, and applications, 1st ed., Elsevier Inc., 2014.

LETCHER, T. M., Storing Energy with Special Reference to Renewable Energy Sources, Elsevier Inc., 2016.

Bibliografia Complementar:

DINCER, I., ROSEN, M.A., Thermal energy storage systems and applications, 2nd ed., John Wiley Sons Ltd., 2011;

Journal of Energy Storage, <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-energy-storage>.

IEA – International Energy Agency, <https://www.iea.org/>

Artigos de periódicos, base Elsevier (Portal de periódicos da Capes)

PEM994: Tópicos Especiais em Energia (Introdução ao Mercado de Energia no Brasil: Aspectos de Energia Elétrica e Combustíveis)

Professores: Jorge Henríquez/Daniel Rodríguez López

Horário: Segunda-feira: 16h– 19h.

Objetivo: Capacitar o aluno com conhecimentos fundamentais e conceitos relacionados com o mercado de energia no Brasil, desde uma abordagem regulatória e de comercialização para sua aplicação nos setores de energia elétrica e combustíveis.

Ementa:

Fundamentos sobre o Mercado de energia no Brasil (Energia Elétrica e Combustíveis): Mercado de energia elétrica (ambientes de contratação; regras e procedimentos de comercialização de energia elétrica). Modalidades de consumo e geração de energia elétrica (geração centralizada; geração distribuída; energia incentivada; energia convencional; produção independente; autoprodução; transmissão e distribuição). Combustíveis (petróleo; gás natural; biocombustíveis; relação entre os recursos energéticos). Cadeia (produção; transporte; distribuição; comercialização). Comercialização (ambientes de contratação; regras; precificação; tarifas e contratos).

Avaliação:

Seminários individuais, trabalhos de pesquisa, listas de exercícios/projetos.

Bibliografia:

Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, Regras e Procedimentos de Comercialização, 2021-2014;
Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, Regras dos Serviços de Transmissão de Energia Elétrica, 2022.
Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, Regras e Procedimentos de Distribuição (Prodist), 2022.
Empresa de Pesquisas Energética – EPE, Planejamento da Transmissão. 2022 - 2024.
Empresa de Pesquisas Energética – EPE, Balanço Energético Nacional. 2024.
Empresa de Pesquisas Energética – EPE, Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 2022 - 2024.
Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, Boletins Mensais da Produção de Petróleo e Gás Natural, 2023-2024.
Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, Sistema de Legislação.

Bibliografia Complementar:

IEA – International Energy Agency, <https://www.iea.org/>
EIA – U.S. Energy Information Administration, <https://www.eia.gov/>
ONS – Operador Nacional do Sistema, <https://www.ons.org.br/>

PEM995: Tópicos Especiais em Energia (MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE ESCOAMENTOS MULTIFÁSICOS EM DUTOS DE PETRÓLEO)

EMENTA: No presente curso, os alunos estudarão conceitos sobre modelagem e simulação de escoamentos de água e óleo em dutos de petróleo e o transporte de inibidores de incrustação

Justificativa: O escoamento multifásico em dutos de petróleo é um problema complexo e de grande importância para a indústria do petróleo e gás. Problemas de garantia de escoamento incluem a deposição de parafinas, hidratos, incrustantes inorgânicos, etc, bem como a sua influência na queda de pressão e na transferência de calor que podem bloquear o escoamento. Nesse contexto é fundamental o domínio de técnicas computacionais para a modelagem e simulação destes processos. Existem técnicas clássicas (diferenças finitas, volumes finitos, etc) para simulação dos escoamentos, contudo, também há técnicas recentes bem acuradas que também merecem ser estudadas e avaliadas.

Conteúdo programático:

- Fundamentos do Escoamento multifásico
- Escoamentos internos e transporte em dutos
- Termodinâmica dos fluidos
- Equações de fluxo
- Regimes de escoamento: Laminar e Turbulento
- Método das características
- Modelagem e simulação de casos reais envolvendo o escoamento monofásico e multifásico e o transporte de anti-incrustante

Método de avaliação:

Seminários semanais e construção de modelo no software ANSYS-FLUENT

Bibliografia:

Básicas:

1. ANSYS, Inc. Theory guide: Ansys® Fluent, Release 2021 R1. U.S.A: Ansys, 2021.
2. DANESHYAR, H. ONE-DIMENSIONAL COMPRESSIBLE FLOW. England: PERGAMON PRESS, 1976. 185 p. ISBN 0-08-020414-7.
3. OCKENDON, Hilary; OCKENDON, John R. TEXTS IN APPLIED MATHEMATICS: Waves and Compressible Flow. New York: Springer, 2000. 188 p. v. 47. ISBN 0-387-40399-X.
4. OOSHUIZEN, Patrick H.; CARSCALLEN, William E. Compressible Fluid Flow. Estados Unidos da América: McGraw-Hill, 1997. 509 p. ISBN 0-07-048197-0.
5. SAAD, Michel A. Compressible Fluid Flow. Estados Unidos da América: Prentice-Hall, 1985. 551 p. ISBN 0-13-163486-0 01.

Complementares:

1. FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T.; PRITCHARD, Philip J.; LEYLEGIAN, John C. Introdução à Mecânica dos Fluidos. 8ª. ed. rev. [S. l.]: LTC, 2014. 884 p. ISBN 852162302X.
2. Moran, M. J.; SHAPIRO, H. N. Princípios de Termodinâmica para Engenharia 8ª Edição, LTC, 2018.

3. SOUD, Gary A. A Survey of Numerical Methods for Compressible Fluids. United States: Courant Institute of Mathematical Sciences, 1977. 73 p.
4. Min Liu, Lee F. Mortimer, Bisrat Wolde, Michael Fairweather, Yanlin Zhao, Jun Yao, Simulation of multiphase flow in pipes with simplified models of deposited beds, International Journal of Multiphase Flow, Volume 170, 2024, 104625, ISSN 0301-9322, <https://doi.org/10.1016/j.ijmultiphaseflow.2023.104625>.

PEM996 (Turma 1): Tópicos Especiais em Energia (Utilidades Industriais)

Professores: Jorge Henríquez/Claudino Lira

Horário: Quarta-feira: 16h– 19h.

Ementa: Estudos de sistemas de utilidades industriais: Projeto, Dimensionamento e Especificação de equipamentos.

- Água Industrial;
- Água quente;
- Água Gelada;
- Ar comprimido;
- Combustíveis líquidos
- Sistemas de Vapor e Condensado
- Ventilação Industrial.

Avaliação: Seminários individuais e projetos.

Bibliografia:

Janna, Willians S. – Projetos de Sistemas Fluidotérmicos -Tradução Noveritis do Brasil, Luiz Felipe Mendes de Moura - São Paulo -Cengage Learning, 2016.
Título Original: Design of Fluid Thermal Systems 4ª Edição norte-americana.

Macintyre, Archibald Joseph – Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais – 4ª Edição – Rio de Janeiro – LTC – 2010

Telles, Pedro Silva -Tabelas e gráficos para Projetos de tubulações – 7ª Edição – Rio de Janeiro – Editora Interciência -2011

PEM996 (Turma 2): Tópicos Especiais em Energia (Refrigeração por Absorção avançada)

Professor: José Carlos Charamba
Dutra Sexta-feira: 16h– 19h.

Refrigeração por Absorção

Ementa; Com solução de Brometo de Lítio-água, com Nitrato de Lítio-Amônia;Chiller de Simple efeito e duplo efeito;Modelagem e simulação com EES e Python e Matlab; Estudo avançado de Simulação DE refrigeração por absorção pelo método das Equações Características

Avaliação: seminários e desenvolvimento de softwares,Estudo de caso.

Bibliografia:

Absorption chillers and Heat Pumps - Keith E. Herald , Reinhard Radermarch, Sanford A Klein

FICHA DE NOVO COMPONENTE CURRICULAR DA PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* - UFPE

NOME DO PROGRAMA:	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
CENTRO:	Centro de Tecnologia e Geociências

DADOS COMPLEMENTARES PARA O PROGRAMA			
NOME DO DOCENTE RESPONSÁVEL	José Ângelo Peixoto da Costa		
OFERTA:	<input type="checkbox"/> 1º semestre <input checked="" type="checkbox"/> 2º semestre <input type="checkbox"/> 1º e 2º semestres		
COMPONENTE DO	<input checked="" type="checkbox"/> mestrado <input checked="" type="checkbox"/> doutorado		
OBRIGATÓRIA	<input type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não		
CARGA HORÁRIA:	TEÓRICAS:	35 hs	PRÁTICAS: 10hs
COMPONENTE PRÉ-REQUISITO	CÓDIGO:		NOME:

DADOS DO COMPONENTE			
NOME DO COMPONENTE:	Tópicos Especiais - Simulação Multifísica FSI (Fluid Structure Interaction)		
CARGA HORÁRIA:	45 hs	TIPO DE COMPONENTE:	<input checked="" type="checkbox"/> disciplina <input type="checkbox"/> atividade
		COMPONENTE FLEXÍVEL:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
EMENTA	<p>Introdução ao FSI; Elementos finitos, análise estática, análise dinâmica, fadiga; Métodos dos volumes finitos; Interação Fluido Estrutura; Aplicações.</p> <p>Objetivo: Capacitar o aluno na resolução de problemas de engenharia envolvendo a Dinâmica dos Fluidos Computacional acoplado a problemas estruturais.</p> <p>Justificativa: Muitos problemas de engenharia necessitam de uma abordagem acoplada de múltiplas física como é o caso do acoplamento de problemas estruturais com a Dinâmica dos Fluidos Computacional.</p> <p>Conteúdo programático:</p> <p>1 – Introdução e aplicação Simulação FSI (Fluid Structure Interaction): Histórico; Aplicações e Perspectivas futuras.</p> <p>2 – Introdução à Análise Estrutural FEA (Finite Element Analys) Histórico; Modelagem CAD; Geração da malha; Condições de contorno; Pós-Processamento.</p> <p>2.1 – Discretização de equações diferenciais</p> <p>2.2 - Método dos Elementos Finitos: ELEMENTOS 1D, 2D,3D</p> <p>2.3 - Planejamento da simulação: domínio computacional, malha, física do problema e pós processamento</p>		

2.4 - Solução de problemas de engenharia aplicados ao FEA:

- 2.4.1 Trelças e vigas
- 2.4.2 Chapas e elementos de casca (vasos de pressão)
- 2.4.3 Concentração de tensão e singularidade numérica
- 2.4.4 Análise de transferência de calor
- 2.4.5 Análise não linear (grandes deformações, plasticidade, materiais anisotrópicos)
- 2.4.6 Análise dinâmica
- 2.4.7 Análise de fadiga

2 – Introdução à Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD):Histórico;Modelagem CAD ; Geração da malha; Condições de contorno; Pós-Processamento.

2.1 – Simulação 2D Elbow

2.2 – Simulação Equipamento de Mistura

2.3 – Simulação de Feixe de tubos de trocador

2.4 – Análise CHT (Conjugate Heat Transfer)

2.5 – Simulação Perfil aerodinâmico NACA 0012

2.6 – Escoamento turbulento (modelos de turbulência)

3 – Simulação FSI (Fluid Structure Interaction)

3.1. Introdução às abordagens – Análise de uma via (1-way) e análise de duas vias (2-way)

3.2. Co-simulação – Geometria e Malhas

3.3. Co-simulação – Configuração FEA, CFD e System Coupling

3.4. Co-simulação – Análise de convergência de resultados

4 – Aplicações FSI

4.1. Análise de Tensões Térmicas de tubulações (1-way);

4.2. Análise FSI de Perfil NACA 0012 (1-way);

4.3. Análise FSI de Flap hiperelástico (2-way);

4.4. Análise FSI de Coletor de Exaustão Automotivo (2-way).

Método de avaliação: Trabalho de simulação de conceitos fundamentais; Apresentação de trabalho final no formato de artigo científico ou patente. A nota será a média aritméticas das avaliações.

REFERÊNCIAS:

Básicas:

KIM, N., H; SANKAR, B. V. **Introdução à Análise e ao Projeto em Elementos Finitos**. 1ª ed. LTC, 2011.

AVELINO, A. **Elementos Finitos a Base da Tecnologia CAE**, 5ª ed. Érica, 2007.

Maliska, C. R. **Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

Fortuna, A. O. **Técnicas computacionais para dinâmica dos fluidos**. São Paulo: EDUSP, 2000.

Versteeg, H. K.; Malalasekera, W. **An introduction to computational fluid dynamics, the finite volume method**. 2. ed. Harlow, England: Pearson, 2007.

Complementares:

Patankar, S. V. **Numerical heat transfer and fluid flow**. New York: Hemisphere, 1980.

Anderson, J.D. Jr. **Computational Fluid Dynamics - The Basics with Applications**, 1995, McGraw-Hill.

Ferziger, J.H. e PERIC, M. **Computational Methods for Fluid Dynamics**, 2002, Springer-Verlag.

Fish, j., Belytschko, T. Um primeiro Curso em Elementos Finitos, 1ª ed. LTC, 2009.

Soriano, H. L. **Elementos finitos – Formulação e Aplicação na Estática e Dinâmica das Estruturas**. 1ª ed. Ciência Moderna, 2009.

Logan. D. L. **A First Course in the Finite Element Method**. Cengage Learning; 6ª ed, 2016.

Vaz, L. E. **Método dos elementos finitos em análise de estruturas**. 1ª ed. Campus, 2011.

Cook, R. D. **Finite Element Modeling for Stress Analysis**, John Wiley & Sons, 1995.

Ementa disciplinas ESTUDOS ESPECIAIS:

PEM906 (Turma 6): Estudos Especiais para o Mestrado (SIMULAÇÃO EM CFD APLICADO A FORNOS A GÁS)

Professor: Álvaro Antonio Ochoa Villa/José Ângelo Peixoto da Costa

Aluno: Dayvson Lourenço Peixoto Bem

Objetivo: Capacitar ao aluno na resolução de problemas de transferência de calor e massa aplicados a fornos a gás utilizando a Dinâmica dos Fluidos Computacional.

Ementa:

1. Introdução/ Histórico/ Aplicações/ Principais Solvers;
2. Aspectos Teóricos e modelagem computacional para CFD;
3. Importação de geometria CAD e preparação para CFD;
4. Técnicas de Geração de Malha;
5. Implementação de propriedades e equações para simular a transferência de calor em fornos utilizando o método do CFD (Fluent e/ou CFX);
6. Aplicação em fornos a gás;

Metodologia:

A disciplina será ministrada através de estudos dirigidos envolvendo aspectos teóricos e numéricos para maior sedimentação e aproximação da realidade. As reuniões entre o aluno e os professores serão quinzenais e ocorrerão em sala de aula onde serão discutidos os tópicos previamente fornecidos à aluna para um estudo prévio as discussões com os professores.

BibliografiaBásica:

1. MALISKA, C. R. Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
2. FORTUNA, A. O. Técnicas computacionais para dinâmica dos fluidos. São Paulo: EDUSP, 2000.
3. VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. An introduction to computational fluid dynamics, the finite volume method. 2. ed. Harlow, England: Pearson, 2007.
4. PATANKAR, S. V. Numerical heat transfer and fluid flow. New York: Hemisphere, 1980.
5. KREYSZIG, E. Advanced engineering mathematics. 8 ed. New York: Wiley, 1999.
6. ANDERSON, J.D. Jr. Computational Fluid Dynamics - The Basics with Applications, 1995, McGraw-Hill.
7. FERZIGER, J.H. e PERIC, M. Computational Methods for Fluid Dynamics, 2002, Springer-Verlag.
8. <http://www.cfd-online.com>

Forma de Avaliação:

- Relatórios mensais;
- Elaboração de um artigo (congressos ou revistas de acordo com a avaliação de resultados);
- Relatório final da disciplina.

PEM935 (Turma 1): Estudos Especiais para o Doutorado (Análise Via Elementos Finitos da Integridade Estrutural e Vida Útil de Dutos Contendo Defeito de Amassamento Submetido a Fadiga por Ciclos de Pressão Interna)

Professor: Paulo Roberto Maciel Lyra

Aluna: Maize Cibele de Lima Melo

Objetivo: Introduzir o aluno aos conceitos básicos e fundamentais da análise da integridade estrutural e vida útil de dutos com defeitos de amassamento submetidos a ciclos de pressão interna. Em paralelo, a disciplina dará ênfase na aplicação de métodos de elementos finitos (FEM) e será centrada na correção e aprimoramento do artigo "Parametric Analysis Using FEM of Curved Pipelines Containing Dent Defects Subjected to Internal Pressure" para submissão a um periódico científico.

Programa:

1. Análise de Fadiga: Conceitos básicos de fadiga em dutos submetidos a ciclos de pressão interna;
2. Correções do Artigo: Implementação das sugestões dos revisores:
 - a. Melhorar a justificativa e a fundamentação do estudo.
 - b. Revisar e aprimorar as figuras e tabelas.
 - c. Aprofundar a interpretação dos resultados e as conclusões.
 - d. Destacar os pontos fortes e discutir as limitações do estudo.
 - e. Revisar a linguagem conforme necessário.

Mecanismo de Avaliação: Correção e submissão do artigo revisado para um periódico especializado.

Bibliografia Básica:

- ALLOUTI, M. et al. Study of the influence of dent depth on the critical pressure of pipeline. Engineering Failure Analysis. France, p. 40-51. jan. 2012.
- AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ASME B31.8. Gas Transmission and Distribution Piping Systems. ASME Code for Pressure Piping. 2018.
- BOLTON, Brock; SEMIGA, Vlado; TIKU, Sanjay; DINOVIETZER, Aaron; ZHOU, Joe. Full Scale Cyclic Fatigue Testing of Dented Pipelines and Development of a Validated Dented Pipe Finite Element Model. IPC2010-31579. In Proceedings of the 8th International Pipeline Conference, Calgary, AB, Canada. 2010.
- HUANG, Yunfei; ZHANG, Peng. Strain response analysis of API 5L X80 pipelines with a constrained dent subjected to internal pressure. Pressure Vessels and Piping, China, p. 1-13, 15 jun. 2021.
- PAIVA, Vitor Eboli Lopes. Modern experimental techniques with an emphasis on infrared thermography to the assessment of fatigue components with dents. 2020. 224f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,

2020.

SHUAI, Yi; SHUAI, Jian; ZHANG, Xiao. Experimental and numerical investigation of the strain response of a dented API 5L X52 pipeline subjected to continuously increasing internal pressure. Natural Gas Science and Engineering, China, p. 81-92, 31 maio 2018.

SILVA, Bruno Felipe. Fadiga em Dutos com Mossas Solicitados por Ciclos de Pressão Interna. 2012. 98f. Dissertação (mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2012.