Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Energia Solar Fotovoltaica

Semestre: 2013/2

Carga horária total: 45 Carga horária teórica: 39 Carga horária prática: 6

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 108653

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: João Batista Dias

EMENTA

Energia solar fotovoltaica: Problemas de energia e soluções fotovoltaicas, tecnologia e mercado fotovoltaico na atualidade em nível mundial e nacional, cenários futuros. Irradiação diária sobre superfícies. Instrumentos de solarimetria. Medição da irradiância solar. A célula e o módulo fotovoltaico: princípios básicos, características. Inversores: Características técnicas e modelos. Tipos de sistemas fotovoltaicos. Estocagem de energia. Aplicações. Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.

OBJETIVOS

1. Desenvolver a base teórica da energia solar fotovoltaica por meio de conceitos físicos fundamentais;
2. Promover a discussão, questionamento, investigação e interpretação da teoria por meio de demonstrações práticas.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

UNIDADE I: Introdução e Radiação Solar

- Problemas de energia e soluções fotovoltaicas, tecnologia e mercado fotovoltaico na atualidade a nível mundial e nacional, cenários futuros.
- Normatização da ANNEL.
- Irradiação diária sobre superfícies. Instrumentos de solarimetria. Medição da irradiação solar.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

UNIDADE II: Fundamentos da Energia Solar Fotovoltaica

Princípios básicos

- O efeito fotovoltaico
- Foto-geração de corrente
- Célula solar
- Curva IV da célula e do módulo
- Circuito equivalente
- Influência da temperatura
- Intensidade de iluminação
- Módulos: Aspectos sobre a construção do módulo
- Associação de células e módulos série e paralelo

Perdas

- Por efeito da temperatura e da radiação
- Perdas óticas e por efeito joule
- Perdas por sombreamento

Equipamentos

- Baterias
- Controladores e reguladores de carga
- Inversores DC-AC para sistemas isolados
- Inversores DC-AC para conexão à rede
- Sistemas de proteção
- Unidades de aquisição de dados

UNIDADE III: Tipos de Sistemas e Aplicações fotovoltaicas

- Tipos de sistemas fotovoltaicos: Isolado, híbrido isolado, conectado à rede, híbrido conectado à rede, Centrais híbridas isoladas.
- Aplicações fotovoltaicas: telecomunicações, eletrificação rural, bombeamento de água, conexão à rede elétrica.

UNIDADE IV: Tipos de Sistemas e Aplicações fotovoltaicas

- Sistema de aquisição de dados.
- Calibração da célula de referência.
- Análise da performance energética de sistemas fotovoltaicos.
- Dimensionamento de sistemas conectados à rede.
- Programas para dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. **Solar engineering of thermal processes**. 2nd ed. New York: John Wiley, 2006.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

HULSTRON, R. L. **Solar resources**. Massachusetts: The MIT, 1989.

IQBAL, H. **An introduction to solar radiation**. Toronto: Academic, 1983.

LORENZO, E. **Electricidad solar:** ingenieria de los sistemas fotovoltaicos. Sevilla: Progenza, 1994.

LUQUE, A.; HEGEDUS, S. (Ed.). **Handbook of photovoltaic science and engineering**. Chichester: John Wiley, 2003.

MARKVART, T.; CASTAFIER, L. **Practical Handbook of Photovoltaics**: Fundamentals and Applications. New York: Elsevier, 2003.

RABL, A. **Active solar colletors and their applications.** New York: Oxford University, 1985.

SMA SOLAR TECHNOLOGY. Disponível em: <http://www.sma-america.com/en_US.html>. Acesso em: 20 de out. de 2012.

SMA SOLAR TECHNOLOGY. Disponível em: <https://www.sma-france.com/fr/sma-solar-academy/apercu.html>. Acesso em: 20 de out. de 2012.

WENHAM, Stuart R. et al. **Applied Photovoltaics.** 2nd ed. USA: Copyrighted, 2007.

AVALIAÇÃO

A avaliação é composta por uma prova ou projeto e atividades complementares dos conteúdos fundamentais estudados e acumulados, conforme o cronograma. O desempenho do aluno também será avaliado em atividades complementares, tais como apresentação de exercícios, apresentação em *PowerPoint* de resultados simulados, etc.

Cálculo da Média Final

$$MF = \frac{7{,}0 * P1 + 3{,}0 * \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} ATPi}{10}$$

onde,

P1 é a prova ou projeto, com peso 7,5.

ATP são atividades de apresentação de trabalhos, com peso 3,0.

N é o número de atividades desenvolvidas no período letivo.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Energia Solar Térmica

Semestre: 2013/2

Carga horária total: 45 Carga horária teórica: 45 Carga horária prática: 0

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 108654

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Mario Henrique Macagnan

EMENTA

Conceitos de radiação solar e disponibilidade. Transferência de calor em sistemas de energia solar. Radiação em meios opacos e transparentes. Absorção da radiação em coletores. Teoria dos coletores planos. Teoria dos coletores concentradores. Sistemas de aquecimento de água. Dimensionamento de sistemas solares térmicos. Processos industriais de aquecimento solar. Sistemas de potência com energia solar.

OBJETIVOS

O objetivo dessa disciplina é obter a formação necessária relacionada com o aproveitamento térmico da energia solar. Os objetivos específicos podem ser enumerados como:

- Aplicar os conceitos de transferência de calor por radiação e da geometria solar na caracterização do recurso solar;
- Estudar os diversos sistemas de aproveitamento térmico da energia solar (tipos de instalações de baixa, média e alta temperatura);
- Quantificar a produção de energia térmica produzida por esses sistemas e avaliar as metodologias existentes para estimar a área necessária de coletores solares.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. **Solar engineering of thermal processes**. 3nd ed. New York: John Wiley, 2006.

HULSTRON, R. L. **Solar resources**. Massachusetts: The MIT, 1989.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

IQBAL, H. **An introduction to solar radiation**. Toronto: Academic Press, 1983.

KALOGIROU, S. A. Solar thermal collectors and applications. **Progress in Energy and Combustion Science,** Amsterdam, v. 30, p. 231–295, 2004.

KALOGIROU, S. A.; KALOGIROU, S. **Solar energy engineering**: processes and systems. Burlington: Academic Press, 2009.

RABL, A. **Active solar collectors and their applications.** New York: Oxford University, 1985.

SHUKLA, R.; et al. Recent advances in the solar water heating systems: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 19, p. 173–190, 2013.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feira por meio de trabalhos individuais e em grupo.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Gestão ambiental da energia

Semestre: 2013/2

Carga horária total: 45 Carga horária teórica: 45 Carga horária prática: 0

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 99387

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Carlos Moraes

EMENTA

Energia e economia ambiental: economia e o mercado global de energia; regulamentações ambientais; mercado "verde" de energia; externalidades ambientais; economia da conservação de energia; tecnologia em desenvolvimento; futuro das energias sustentáveis.

OBJETIVOS

A disciplina tem como objetivo desenvolver no aluno a utilização de ferramentas ambientais como avaliação de aspectos e impactos ambientais associados a energia convencional, substituição por energia alternativas na indústria e sociedade em geral, utilizar ferramentas ambientais para avaliar impactos ambientais das diferentes formas de energia, analise econômica, e social das novas formas de energia.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Ecologia Industrial
- Produção mais limpa
- Simbiose Industrial
- Análise de fluxo de materiais e energia
- Indicadores de sustentabilidade ambiental, econômico e social.
- Estudos de caso, e projetos de implementação destas ferramentas.
- Resultados referentes a valorização de materiais excedentes como coprodutos.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

ASHBY, Michael F. **Materials and the Environment:** Eco-informed Material Choice. 2nd ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 2012.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

FRANCHETTI, Matthew J. **A system approach - solid waste:** analysis & minimization. 1st. ed. EUA: McGraw Hill Companies, 2009. 545 p.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Comissão de Estudo Especial Temporária de Resíduos Sólidos. **Resíduos sólidos:** coletânea de normas. Rio de Janeiro, 2004.

BANAR, Mufide; COKAYGIL, Zerrin; OZKAN, Aysun. Life cycle assessment of solid waste management options for Eskisehir, Turkey. **Waste Management,** Amsterdam, v. 29, n. 1, p. 54-62, 2009.

EKVALL, Tomas et al. What life-cycle assessment does and does not do in assessments of waste management. **Waste Management**, Amsterdam, v. 27, n. 8, p. 989–996, 2007.

LEITE, Paulo Roberto**. Logística Reversa**. Meio Ambiente e Competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2009. 240 p.

MORAES, C. A. M. et al. Influência da segregação e caracterização no gerenciamento e valorização de resíduos sólidos industriais. In: Congresso Anual da ABM, 63, 2008, São Paulo. **Anais...** Santos: Congresso Anual da ABM, 2008, v. 1, p. 1801-1809.

RCRA ORIENTATION MANUAL. **Environmental protection agency**. Disponível em: <http://www.epa.gov/epaoswer/general/orientat>. Acesso em: 05 mar. 2007.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produto:** uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006. 576 p.

WAGNER, Bernd; ENZLER, Stefan**. Material flow management:** Improving cost efficiency and environmental performance. Heidelberg: Physica-Verlag, 2005. 206 p.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

AVALIAÇÃO

- 1- análise crítica de trabalhos científicos e dissertações/teses
- 2 - trabalho final na forma de artigo, com foco no seu tema de mestrado, utilizando pelo menos uma ferramenta ambiental.
- Avaliação escrita, englobando todo o conteúdo da disciplina.

Data	Dia/Turno	
07/08/2013	43	Introdução, conceitos,
21/08	43	Produção mais limpa, simbiose industrial
04/09	43	ACV, MFA
11/09	43	Eficiência e efetividade
25/09	43	Assessoramento
02/10	43	Resenha sobre as ferramentas lidas do livro cradle to cradle.
09/10	43	Assessoramento
16/10	43	Assessoramento
06/11	43	Assessoramento
20/11	43	Apresentação trabalhos
27/11	43	Apresentação trabalhos

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Introdução à Simulação Numérica

Semestre: 2013/2

Carga horária total: 45 Carga horária teórica: 45 Carga horária prática: 0

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 99386

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Flávia Schwarz F. Zinani

EMENTA

Lógica de programação. Equação geral de conservação de uma variável genérica escalar. Problemas elípticos, parabólicos e hiperbólicos. Conceitos de consistência, estabilidade, convergência e difusão numérica. Métodos de discretização das equações diferenciais em diferenças finitas. Aplicação das condições de contorno. Solução de sistemas de equações algébricas. Sistemas uni e bidimensionais, em regimes permanente e transiente. Solução de problemas convectivos-difusivos em campos de velocidade conhecidos.

OBJETIVOS

Introduzir conceitos básicos relacionados à Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD). Capacitar o aluno para o desenvolvimento de códigos de CFD. Capacitar o aluno para o uso adequado de códigos de CFD. Capacitar o aluno para a avaliação crítica de resultados gerados em CFD.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Lógica de programação. Programação estruturada. Sequência, seleção e repetição (laços).

Representação dos números no computador. Erros de truncamento e arredondamento.

Equação geral de conservação de uma variável genérica escalar. Problemas elípticos, parabólicos e hiperbólicos.

Métodos de discretização das equações diferenciais em diferenças finitas. Esquemas de diferenças adiantadas, atrasadas e centrais. Esquemas de discretização no tempo implícitos e explícitos. Condição de estabilidade e convergência.

Sistemas uni e bidimensionais, em regimes permanente e transiente.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

Conceitos de consistência, estabilidade, convergência. Advecção e difusão, funções de interpolação. Difusão numérica.

Códigos livres e comerciais de Dinâmica dos Fluidos Computacional. Pós-processamento, métodos de solução e condições de contorno. Classificação de escoamentos. Transferência de calor.

Validação e verificação em Dinâmica dos Fluidos Computacional. Determinação da incerteza de resultados numéricos.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

CELIK, I.B. et al. Procedure for estimation and reporting of uncertainty due to discretization in CFD applications. **Journal of Fluids Engineering**, New York, v. 130, p. 078001-4, julho 2008.

CHAPRA, S. C.; CANALE, R. **Numerical Methods for Engineers**. 6th. ed. Columbus: McGraw-Hill, 2009.

PATANKAR, S. V. **Numerical Heat Transfer and Fluid Flow.** New York: McGraw Hill, 1980.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ATKINSON, K. E. **An Introduction to Numerical Analysis**. 2nd. ed. New York: John Wiley & Sons, 1989.

AYYUB, B. M.; McCUEN, R. H. **Numerical Methods for Engineers**. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

CHAPRA, S. C.; CANALE, R. **Métodos Numéricos para Engenharia**. 5. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

INCROPERA, F.; WITT, D. **Fundamentos da Transferência de Calor e Massa.** 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

MALISKA, C. R. **Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. **Introduction to Computational Fluid Dynamics**. Harlow, England: Longman Scientific & Technical, 1995.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feira por meio de trabalhos individuais, em grupo e uma prova no final do curso.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Mecânica dos fluidos

Semestre: 2013/2

Carga horária total: 45 Carga horária teórica: 45 Carga horária prática: 0

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099380

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Conrad Yuan Yuen Lee

EMENTA

Cinemática de escoamentos. Análise dimensional e Similaridade. Fundamentos para a transferência de quantidade de movimento. Balanços diferenciais em transferência de quantidade de movimento. Escoamento laminar: soluções exatas e aproximadas. Camada limite. Técnicas de médias integrais de quantidade de movimento. Escoamento turbulento; conceitos de turbulência, camada limite turbulenta, teorias de Prandtl, Von Kärmán, Taylor, Reichard. Fundamentos para a transferência de energia. Escoamento laminar e turbulento com troca de calor em tubos.

OBJETIVOS

Revisar, reforçar e expandir o conhecimento prévio em mecânica dos fluidos adquirido na graduação. Aprofundamento da teoria de camada limite. Considerações de turbulência e ferramentas de análise estatística. O conteúdo possui flexibilidade suficiente para ser ajustado conforme as necessidades dos alunos de acordo com seus projetos de pesquisa.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Derivação das equações de Navier-Stokes em formato diferencial a partir de ferramentas de cálculo;

Derivação das equações de Navier-Stokes em formato integral a partir de princípios de conservação de propriedades;

Aplicação das equações N-S para a solução de problemas exemplo;

Análise dimensional e redução das equações N-S para a camada limite;

Camada limite laminar: solução de Blasius para superfícies planas;

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

Transição: teoria de estabilidade da camada limite e transição de escoamentos internos e externos;

Camada limite turbulenta: derivação de equações pelo princípio de decomposição de Reynolds, viscosidade e difusividade de eddy;

Correlações para análise da camada limite turbulenta em superfícies planas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

FOX, R. W.; PRITCHARD, P. J.; MCDONALD, A. T. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

HINZE, J. O. **Turbulence**. 2nd ed. New York: McGraw Hill, 1975.

LANDHL, M. T.; MOLLO-CHRISTENSEN, E. **Turbulence and Random Processes in Fluid Mechanics**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University, 1992.

TRITTON, D. J**. Physical Fluid Dynamics**. 2nd ed. Clarendon: Oxford University, 1988.

WHITE, F. M. **Viscous Fluid Flow**. 2nd ed. New York: McGraw Hill, 1991.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BEJAN, A. **Convection Heat Transfer**. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2004.

CHAPMAN, A. J. **Heat Transfer**. 4th ed. New York: Macmillan, 1984.

HUNT, J. C. R.; WRAY, A.; MOIN, P. **Eddies, stream and convergence zones in turbulent flows.** Center for Turbulence Research Report, CTR-S88, 1988.

JEONG, J. et al. Coherent structures near the wall in a turbulent channel flow. **Journal of Fluid Mechanics**, Cambridge, v. 332, p. 185-214, 1995.

PANTON, R. L. (Ed.). **Self-Sustaining Mechanisms of Wall Turbulence**. Billerica: Computational Mechanics, 1992.

PANTON, R. L. **Incompressible Flow**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.

AVALIAÇÃO

A avaliação dos alunos nesta atividade será feita de maneira gradual, buscando analisar se os mesmos estão desenvolvendo as competências propostas. Os instrumentos de avaliação serão os seguintes:

- Resolução de problemas;
- Trabalhos individuais e em grupo.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Otimização de sistemas de energia

Semestre: 2013/2

Carga horária total: 45 Carga horária teórica: 45 Carga horária prática: 0

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 99391

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Maria Luiza Sperb Indrusiak

EMENTA

Problema de projeto ótimo. Variáveis de projeto, função desempenho, objetivo, restrição. Classificação: Problemas lineares, não lineares. Com restrições, sem restrições. Programação matemática. Conceitos básicos de algoritmos. Algoritmos para minimização sem restrições. Incorporação de restrições. Condições de otimalidade com restrições de igualdade e desigualdade. Penalização. Formulação de problemas de ótimo em sistemas térmicos. Análise de sensibilidade.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Otimização: conceitos básicos;

Fundamentos Matemáticos;

Otimização com e sem restrições;

Otimização multiobjetivo;

Métodos Clássicos;

Otimização heurística.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. **Métodos Numéricos Para Engenharia**. 5. ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 2008

JALURIA, Y. **Design and optimization of thermal systems**. 2nd ed. Piscataway, New Jersey: CRC, 2007.

STOECKER, W. F. **Design of Thermal Systems.** 3rd ed. New York: McGraw Hill, 1989.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ARORA, J. S. **Introduction to Optimum Design**. 2nd ed. New York: Academic, 1989.

MARTINEZ, M.; SANTOS, S. **Métodos Computacionais de Otimização**. Campinas: IMEECC-UNICAMP, 1995.

RAVINDRAN, A.; RAGSDELL, K. M.; REKLAITIS, G. V. **Engineering Optimization:** methods and applications. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2006.

YANG, X. S. **Engineering Optimization**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

AVALIAÇÃO

Trabalhos individuais e em grupo;

Seminários;

Avaliação escrita individual.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Projeto e Simulação de Sistemas Térmicos

Semestre: 2013/2

Carga horária total: 45 Carga horária teórica: 45 Carga horária prática: 0

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 108651

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Mario Henrique Macagnan e Jacqueline Biancon Copetti

EMENTA

Sistemas térmicos. Projeto e simulação de trocadores de calor. Refrigeração e ar condicionado. Sistemas de geração de potência. Recuperação de resíduos térmicos e Acumulação térmica. Modelagem e simulação com uso de aplicativos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Projeto e simulação em engenharia. Sistemas térmicos: conceituação, classificação e modelagem de equipamentos e sistemas.
2. Trocadores de calor: tipos; princípios teóricos, métodos de análise e projeto térmico-hidráulico.
3. Refrigeração e ar condicionado: sistemas de compressão mecânica a vapor: compressores, dispositivos de expansão, refrigerantes; ciclo de absorção.
4. Sistemas de geração de potência: ciclos Rankine e Brighton. Bombas e turbinas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

LAW, A. M. **Simulation Modeling and Analysis**. 4th. ed. Boston: McGraw-Hill, 2007.

ASHRAE Handbook, Refrigeration. Atlanta: Ashrae, 2010.

BEJAN, A. **Advanced engineering thermodynamics.** 3rd. ed. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 2006.

GARCIA, C. **Modelagem e Simulação de Processos Industriais e Sistemas Eletromecânicos**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2009.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

HEROLD, K. E.; RADERMACHER, R.; KLEIN, S. A. **Absorption chillers and heat pumps**. Boca Raton: CRC Press, 1996.

JALURIA, Y. **Design and Optimization of Thermal Systems**. CRC Press - Taylor & Francis Group 2nd. ed., 2008.

JANNA, W. S. **Design of Fluid Thermal Systems.** 3rd. ed. Stamford: Cengage Learning, 2011.

KUPPAN, T. **Heat Exchanger Design Handbook.** New York: Marcell Dekker, 2000.

NEE, M. J. **Heat exchanger engineering techniques:** process, air conditioning and electronic systems: a treatise on heat exchanger installations that did not meet performance. New York: ASME Press, 2003.

10. STOECKER, W. F. **Design of Thermal Systems**. 3rd. ed. New York: McGraw Hill, 1989.

AVALIAÇÃO

Trabalhos individuais e em grupos.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Simulação de Edificações

Semestre: 2013/2

Carga horária total: 45 Carga horária teórica: 45 Carga horária prática: 0

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 108655

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Paulo Roberto Wander

EMENTA

Noções de conforto térmico. Legislação referente a edificações. Programas para simulação de edificações. Propriedades físicas dos materiais e fluidos e modelos de desempenho de equipamentos diversos. Eficiência energética em edificações (envoltória, iluminação e sistemas de ar condicionado).

OBJETIVOS

Capacitar o aluno a simular o comportamento de edificações de modo a permitir uma análise integrada de aspectos de conforto, uso de equipamentos e características da envoltória visando redução do consumo de energia. Mostrar a influência da dinâmica dos processos ao longo do tempo, permitindo uma interpretação completa dos parâmetros de análise.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Conforto térmico. Transferência de calor em superfícies planas (condução, convecção e radiação), equações, propriedades de materiais. Carga térmica de edificações, métodos e programas de simulação. Sistemas de condicionamento de ar. Modelos de desempenho de equipamentos diversos. Solução de problemas e estudos de caso.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Ashrae Handbook: Fundamentals**. Atlanta: SI Edition, 2009.

CLARKE, J. A. **Energy Simulation in Building Design**. 2nd. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

CRAWLEY, D. B. et al. EnergyPlus: Energy Simulation Program. **ASHRAE Journal online**, Atlanta, v. 42, n. 4, p. 49-56, 2000.

MALKAWI, Ali; AUGENBROE, Godfried (Ed). **Advanced Building Simulation**. New York: Spon Press, 2004.

UNDERWOOD, Chris; YIK, Francis. **Modelling Methods for Energy in Buildings.** Oxford: Blackweel Pub., 2004.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CARLO, J.; LAMBERTS, R. Development of envelope efficiency labels for commercial buildings: Effect of different variables on electricity consumption. **Energy and Buildings,** Lausanne, v. 40, p. 2002–2008, 2008.

CRAWLEY, D.B. et al.. EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program. **Energy and Buildings,** Lausanne, v. 33, p. 319-331, 2001.

IHM, P.; KRARTI, M.; HENZE, G. P. Development of a thermal energy storage model for EnergyPlus. **Energy and Buildings**, Lausanne, v. 36, p. 807–814, 2004.

LOMBARD, L. P. et al. A review of HVAC systems requirements in building energy regulations. **Energy and Buildings,** Lausanne, v. 43 p. 255–268, 2011.

ZHOU, Y. P. et al. Simulation and experimental validation of the variable-refrigerant-volume (VRV) air-conditioning system in EnergyPlus. **Energy and Buildings**, Lausanne, v. 40,, p. 1041–1047, 2008.

AVALIAÇÃO

Trabalhos e/ou apresentação de seminários, artigos e provas.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Sistemas de Geração de Energia Térmica

Semestre: 2013/2

Carga horária total: 45 Carga horária teórica: 45 Carga horária prática: 0

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 99383

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Maria Luiza Sperb Indrusiak

EMENTA

Análise termodinâmica dos processos de combustão: química da combustão, calor de formação, entalpia de combustão, combustíveis primários, combustíveis secundários, sistemas de combustão, rendimento, emissões de poluentes do processo. Fornos e caldeiras: tipos, modelagem matemática, condições de operação, recuperação de resíduos térmicos de fornos e caldeiras e aspectos ambientais. Problemas nos processos de combustão.

OBJETIVOS

Conservação da massa, conservação da energia, equilíbrio químico (segunda lei), cinética química, tipos de chama, entalpia de formacão, temperatura adiabática de chama.

Combustão com excesso de ar, combustíveis de formulação complexa, PCI/PCS, limites de inflamabilidade, emissões de CO_2 e outros poluentes.

Técnicas de limpeza de gases de combustão, sequestro de CO_2.

Fornos e caldeiras: tipos, condições de operação, recuperação de resíduos térmicos de fornos e caldeiras, aplicações.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

CARVALHO JÚNIOR, J. A.; McQUAY, M. Q. **Princípios de Combustão Aplicada**. Florianópolis: UFSC, 2007.

COELHO, P.; COSTA, M. **Combustão**. Amadora: Orion, 2007.

GLASSMAN, I.; YETTER, R. **Combustion**. New York: Academic Press, 2008.

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (51) 3590 8476 Fax: (51) 3590 8486 http://www.unisinos.br

KANURY, A. M. **Introduction to Combustion Phenomena for fire, incineration, pollution and energy applications**. New York: Taylor & Francis, 1996.

TURNS, S. T. **An Introduction to Combustion**: concepts and applications. New York: McGraw-Hill, 2000.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BABCOK & WILCOX COMPANY. **Steam, its generation and use**. 36th ed. USA: Merchant Books, 2007.

WILLIAMS, A. et al. **Combustion and Gasification of Coal**. New York: Taylor & Francis, 2000.

AVALIAÇÃO

Prova Teórica

Trabalho Individual

Trabalho em Grupo