

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Eficiência Energética

Semestre: 2013/1

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

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099388

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Paulo Roberto Wander

EMENTA

Gestão para a eficiência energética. Usos finais nos diferentes setores da economia. O impacto da eficiência energética na economia. Análise do ciclo de vida dos produtos. Programa brasileiro de conservação de energia elétrica. Auditoria energética e administração de energia em empresa: serviços industriais (uso econômico da eletricidade; motores elétricos; compressores de ar; refrigeração); processos de aquecimento industrial; edifícios industriais. Sistemas tarifários.

OBJETIVOS

Capacitar o aluno a avaliar criticamente processos e equipamentos de forma a melhorar a eficiência no consumo de energia e garantir maior viabilidade na utilização e aplicação de insumos energéticos, reduzindo o impacto ambiental das atividades.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Eficiência energética. Impacto econômico da eficiência energética. Programas de conservação de energia. Auditoria energética. Tarifas de energia. Eficiência de energia em processos industriais e comerciais: sistemas motrizes e sistemas térmicos. Eficiência de energia em edificações.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BROWN, H. L.; HAMEL, B.; HEDMAN, B. A. **Energy analysis of 108 industrial processes**. Georgia: Fairmont, 1996.

KREITH, F.; WEST, R. **Handbook of energy engineering**. Florida: CRC, 1997.

MARQUES, M. C. S.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. **Conservação de energia:** eficiência energética de equipamentos e instalações. Itajubá: FUPAI, 2006.

THUMANN, A.; METHA, P. **Handbook of energy engineering.** 5th ed. Georgia: Fairmont, 2001.

THUMANN, A.; YOUNGER, W. J.; **Handbook of energy audits.** 7th ed. Georgia: Fairmont, 2008.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

HERRING, H. Energy efficiency—a critical view. **Energy**, [s. l.], v. 31, p. 10–20, 2006.

LI, H. et al. Energy conservation and circular economy in China's process industries. **Energy**, [s. l.], v. 35, p. 4273–4281, 2010.

MADLENER, R.; ALCOTT, B. Energy rebound and economic growth: A review of the main issues and research needs. **Energy**, [s. l.], v. 34, p. 370–376, 2009.

REDDY, B.S.; RAY, B.K. Decomposition of energy consumption and energy intensity in Indian manufacturing industries. **Energy for Sustainable Development**, Bangalore, v. 14, p. 35–47, 2010.

AVALIAÇÃO

Trabalhos e/ou apresentação de seminários, artigos.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Mecânica dos fluidos

Semestre: 2013/1

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 Yaun Yeun 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 Kármán, 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;

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. e 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: Métodos Matemáticos para Engenharia

Semestre: 2013/1

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

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099378

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Rogério Ricardo Steffenon

EMENTA

Revisão de cálculo diferencial e integral. Equações diferenciais ordinárias e parciais. Solução de equações diferenciais ordinárias por séries de potência. Solução de equações diferenciais parciais por separação de variáveis. Problemas de valor inicial e de contorno. Transformadas de Fourier e de Laplace. Equação do calor. Equação de Laplace. Equação da onda. Cálculo vetorial. Teoremas de Gauss, de Green e de Stokes. Álgebra Linear. Espaços vetoriais e bases. Autovetores e autovalores. Solução de sistemas lineares. Problemas de Valor de Contorno envolvendo funções de Bessel.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Revisão de cálculo diferencial e integral.
Equações diferenciais ordinárias e parciais;
Solução de equações diferenciais parciais por separação de variáveis;
Problemas de valor inicial e de contorno.
Aplicações: equação do calor; equação de Laplace.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BOYCE, W. E.; DIPRIMA, R. C. **Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

OLIVEIRA, E. C. de. **Métodos Matemáticos para Engenharia**. Rio de Janeiro: SBM, 2005.

SIMMONS, G. F.; KRANTZ, S. G. **Equações diferenciais: teoria, técnica e prática**. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ANTON, H.; BIVENS, I.; DAVIS, S. **Cálculo**. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BRONSON, R.; COSTA, G. **Equações Diferenciais**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

KREYSZIG, E. **Advanced Engineering Mathematics**. 9th ed. New York: John Wiley & Sons, 2005.

STEWART, J. **Cálculo**. 6. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2009.

STRANG, G. **Álgebra linear e suas aplicações**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

THOMAS, G. **Cálculo**. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

AVALIAÇÃO

A avaliação será composta por dois trabalhos, com pesos de 30% e 70%, respectivamente.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Técnicas Experimentais

Semestre: 2013/1

Carga horária total: 45 Carga horária teórica: 30 Carga horária prática: 15

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099385

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: João Batista Dias

EMENTA

Estatística e processamento de dados experimentais. Características de distribuições probabilísticas. Processos de medições e erros. Estimativas de parâmetros. Propagação de erros. Ajuste de curvas. Fundamentos da aquisição de dados. Dispositivos analógicos e digitais. Técnicas de amostragem. Teorema de Nyquist. Tipos de sensores. Medição de grandezas fundamentais como: temperatura, pressão, velocidade, vazão, fluxo de calor e umidade relativa, envolvendo o sensor (sensibilidade, calibração), condicionamento dos sinais, aquisição e tratamento.

OBJETIVOS

1. Desenvolver o conhecimento teórico e habilidades na área experimental através do manuseio de instrumentos de medição bem como fazer a análise estatística de suas respectivas respostas;
2. Construir e analisar instrumentos de medições a partir dos conhecimentos adquiridos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

SEMANA	DATA	ASSUNTO
1 ^a	16/05/13	Apresentação da atividade acadêmica do trimestre. (Relatórios técnicos, apresentação, Avaliação). Características de distribuições probabilísticas. Processos de medições e erros. Estimativas de parâmetros. Propagação de erros
1 ^a	17/05/13	Estatística e processamento de dados experimentais. Tipos de sensores de temperatura: PT100, PT1000, Ni100, Termopares J, K, Ad 592, LM 35.

2 ^a	23/05/13	Condicionamento dos sinais, aquisição e tratamento. Dispositivos analógicos e digitais.
2 ^a	24/05/13	Fundamentos da aquisição de dados. Ajuste de curvas: Uso de programas para ajustes de curvas (CurveExpert, Grapher, Excel. Calibração de sensores.
3 ^a	30/05/13	Feriado
3 ^a	31/05/13	Técnicas de amostragem. Medição de grandezas fundamentais como: temperatura.
4 ^a	06/06/13	Aval 1: Medição da temperatura do ar, medição da temperatura de uma superfície quente e medição da temperatura de líquidos (Apresentação oral com todos os passos da ficha de avaliação de projetos e experimentos)
4 ^a	07/06/13	Medição de grandezas fundamentais como: umidade relativa
5 ^a	14/06/13	Medição de grandezas fundamentais como: pressão e velocidade
6 ^a	21/06/13	Aval 2: Medição da umidade relativa do ar (Apresentação oral com todos os passos da ficha de avaliação de projetos e experimentos)
7 ^a	28/06/13	Medição de velocidade do vento
8 ^a	05/07/13	Medição de grandezas fundamentais como: vazão, fluxo de calor.
9 ^a	12/07/13	Aval 3: Medidores de Vazão (Apresentação oral com todos os passos da ficha de avaliação de projetos e experimentos anexada)

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

AGILENT TECHNOLOGIES. **User's Guide**: Data Acquisition/Switch Unit. 3rd ed. USA, 1999.

BENDAT, J. S.; PERSOL, A. G. **Random Data**: analysis and measurement procedures. New York: John Wiley & Sons, 2000.

DOEBELIN, E. O. **Measurement Systems**: application and design. New York: McGraw-Hill, 1990.

KEITH C. **Fundamental of Test Measurement Instrumentation**. Pittsburgh: ISA, 2006.

HELENE, O. A. M.; VANIN, V. R. **Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1991.

HOLLMANN, J. P. **Experimental Methods for Engineers**. McGraw Hill, 1996.

ISMAIL, K. A. **Técnicas de Medidas e Instrumentação em Engenharia Mecânica**. São Paulo: UNICAMP, 1986.

RAMOS, L. A. M. **Física Experimental**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1984.

WHEELER, A. J.; GANJI, A. R. **Introduction to Engineering Experimentation**. USA: Prentice Hall, 1995.

AValiação

A avaliação é composta de três verificações *Aval1*, *Aval2*, *Aval3* e do desempenho em aula. As atividades práticas de laboratório serão avaliadas por meio do desempenho em aula.

As avaliações *Aval1*, *Aval2* e *Aval3* se referem a apresentação de trabalhos de construção e análise de medidores experimentais. No dia da avaliação, o aluno ou o grupo de alunos deverá apresentar um aparato experimental (objeto de seu estudo), realizar uma apresentação oral (*PowerPoint*) e entregar um relatório técnico escrito conforme modelo fornecido pelo professor.

A nota final será atribuída com base na média ponderada das avaliações *Aval1*, *Aval 2* e *Aval 3* e do desempenho em aula *Da*:

$$MF = \frac{3 * Aval_1 + 3 * Aval_2 + 3 * Aval_3 + Da}{10}$$

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Termodinâmica Aplicada

Semestre: 2013/1

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

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099377

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Rejane de Cesaro Oliveski

EMENTA

Propriedades de substância puras e gases ideais. Lei da conservação da massa, Primeira e segunda lei da termodinâmica para volumes de controle. Entropia. Geração de potência. Refrigeração e bomba de calor. Conceito e balanços de exergia aplicados a processos de transferência de calor e massa.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Propriedades de substâncias puras;
Gases Reais;
Lei da Conservação da Massa;
Primeira Lei da Termodinâmica;
Segunda Lei da Termodinâmica;
Variação de entropia em líquidos, sólidos e gases;
Geração de entropia;
Rendimento isoentrópico;
Ciclos de Refrigeração, geração de potência e de co-geração;
Conceitos e balanços de entropia aplicados a processos de transferência de calor e massa;

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BEJAN, A. **Advanced Engineering Thermodynamics**. New York: John Wiley & Sons, 1988.
CALLEN, H. B. **Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1985.
ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M.A. **Termodinâmica**. 5. ed. Brasil: McGraw-Hill, 2007.
HAYWOOD, R. W. **Analysis of Engineering Cycles**: power, refrigeration and gas liquefaction plant. Oxford: Pergamon, 1991.
PASSOS, J. C. Os experimentos de Joule e a primeira lei da Termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 3, 3603_1-3602_8, 2009.

AValiação

- Provas individuais;

- Exercícios.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Tópicos Especiais

Semestre: 2013/1

Carga horária total: 30 Carga horária teórica: 30 Carga horária prática: 0

Créditos: 02

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 108650

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Paulo Roberto Wander

EMENTA

A disciplina Tópicos Especiais contempla atividades eventuais que possam ser ministradas visando à complementação da formação acadêmica dos alunos, principalmente para aproveitar as visitas de pesquisadores e/ou docentes de outras Instituições/Universidades para oferecimento de cursos de curta duração, realização de simpósios e seminários.

A participação em seminários pode significar a presença em palestras, defesas e outras atividades similares, entendidas como atividades de pós-graduação e que, a critério do Colegiado do Curso, possam ser computadas como créditos.

Para fins de contabilização dos créditos que podem substituir o cursar a disciplina, os alunos deverão participar em, pelo menos, quinze atividades ao longo do curso, validadas pelo Colegiado do Programa e cujas presenças deverão ser devidamente registradas.

Dentre as atividades previstas, deverão ser oferecidas pelo menos duas oficinas de 3 horas cada, versando sobre temas "Referências e Citações em Textos Acadêmicos" e "Prática, Estrutura e Formatação de Textos Acadêmicos", compartilhadas com outros cursos ou ministradas pelo próprio corpo docente ou por professor convidado e cuja presença/participação deverá ser obrigatória para os alunos matriculados na disciplina.

OBJETIVOS

Desenvolver conteúdos complementares para a formação dos discentes apresentando temas atuais em conformidade com a área de concentração e a linha de pesquisa, além de orientar a formatação do seminário de qualificação.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Aspectos relevantes do regimento interno e das normas para o seminário de qualificação. Diretrizes para a revisão bibliográfica. Pesquisa em base de dados. Atendimento personalizado para elaboração do seminário de qualificação. Palestras sobre temas de interesse na área de Energia.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

RIBEIRO, J. L. D. **Diretrizes para elaboração do referencial teórico e organização de textos científicos**. Porto Alegre: PPGE/UFRGS, 2007.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS. Biblioteca da UNISINOS. **Guia para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Leopoldo, 2012.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica – PPGEM. **Orientações para apresentação do seminário de qualificação PPGEM**. São Leopoldo, 2011.

AVALIAÇÃO

Comprovação da participação em, pelo menos, 15 seminários, palestras, defesas ou eventos similares, desde que sejam de interesse para o trabalho que será desenvolvido.
Participação em oficinas sobre produção de textos acadêmicos, referências bibliográficas e pesquisa em base de dados.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: Transferência de Calor

Semestre: 2013/1

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

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099379

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Jacqueline Biancon Copetti

EMENTA

Condução de calor: Equações básicas, soluções e aplicações em regime permanente e transiente. Convecção: equações básicas da camada limite, analogia da transferência de calor e quantidade de movimento. Escoamentos laminares e turbulentos internos e externos. Transmissão de calor combinada: condução-convecção-radiação.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Introdução: processos de condução, convecção e radiação; conservação de energia; transmissão de calor combinada.

Condução de calor: equação da difusão de calor, condições de contorno, propriedades.

Condução unidimensional em regime permanente, distribuição de temperatura nos sólidos, resistências térmicas, condução com geração de calor.

Convecção: Camada limite de velocidade e térmica, coeficientes convectivos locais e médios, escoamentos laminar e turbulento, equações da camada limite, parâmetros adimensionais, convecção forçada externa e interna, convecção natural.

Ebulição e condensação: mecanismos e correlações para ebulição em vaso e convectiva e condensação.

Radiação.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

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

- CAREY, V. P. **Liquid-vapor phase-change phenomena**: an introduction to the thermophysics of vaporization and condensation processes in heat transfer equipment. 2nd ed. New York: Taylor & Francis, 2008.
- ÇENGEL, Y. A. **Transferência de calor e massa**: uma abordagem prática. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2011.
- COLLIER, J. G. **Convective Boiling and Condensation**. Londres: McGraw-Hill, 1994.
- INCROPERA, F.; WITT, D. **Fundamentos da Transferência de Calor e Massa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- KANDLIKAR, S. G.; SHOJI, M.; DHIR, V. **Handbook of Phase Change**: boiling and condensation. Philadelphia: Taylor & Francis, 1999.
- OZISIK, M. N. **Heat Conduction**. New York: John Wiley & Sons, 1980.
- ROHSENOW, W. M.; HARTNETT, J.; CHO, Y. **Handbook of Heat Transfer**. New York: McGraw Hill, 1998.
- SCHLICHTING, H.; GERSTEN, K. **Boundary Layer Theory**. 8th ed. Berlin: Springer, 2000.
- SLATTERY, J. C. **Advanced Transport Phenomena**. USA: Cambridge University Press, 1999.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- CAVALLINI A., DEL COL D., ROSSETTO L. Heat transfer and pressure drop of natural refrigerants in minichannels (low charge equipment). Review Article. **International Journal of Refrigeration**, Surrey, v. 36:2, p. 287-300, 2013.
- COPETTI J .B. et al C. Experiments with micro-fin tube in single phase. **International Journal of Refrigeration**, Surrey, v. 27, p. 876-883, 2004.
- JEONG J. H., et al. The effects of the evaluation method on the average heat transfer coefficient for a mini-channel tube bundle. Original Research Article. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, Oxford, v .54 p.5481-5490, 2011.
- JI W. T. et al. Prediction of fully developed turbulent heat transfer of internal helically ribbed tubes – An extension of Gnielinski equation. Original Research Article. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, Oxford, v. 55, p. 1375-1384, 2012.
- JIANG P-X, XU R-N. Heat transfer and pressure drop characteristics of mini-fin structures. Original Research Article. **International Journal of Heat and Fluid Flow**, Guildford, v. 28, p. 1167-1177, 2007.

SHAI I., SANTO M. Heat transfer with contact resistance. Original Research Article.

International Journal of Heat and Mass Transfer, Oxford, v. 25p.465-470, 1982.

YU W. et al. Comparative review of turbulent heat transfer of nanofluids. Review Article.

International Journal of Heat and Mass Transfer, Oxford, v. 55, p. 5380-5396, 2012.

AVALIAÇÃO

Trabalhos individuais e em grupos, prova individual ao final do trimestre.