

Ficha de Unidade Curricular (FUC)

Curso:	LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA					
Unidade Curricular	Equipamentos Térmicos				Obrigatória	
					Opcional	X
Área Científica:	Energia e Controlo de Sistemas					
Ano: 3º	Semestre: 2º	ECTS: 4,0		Total de Horas: 3,0		
Horas de Contacto:	T:	TP: 45,0	PL:	S:	OT:	TT: : 45,0
Professor Responsável		Grau/Título		Categoria		
Paulo Santamaria Gouveia		Mestre/Especialista IPL		Professor Adjunto		

T- Teórica ; TP – Teórico-prática ; PL – Prática Laboratorial ; S – Seminário ; OT – Orientação Tutorial ; TT – Total de horas de Contacto

Entrada em Vigor	Semestre: Inverno	Ano Lectivo: 2012/2013
------------------	--------------------------	-------------------------------

Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver

Abordagem dos aspectos teóricos e práticos essenciais na transmissão de calor em equipamentos térmicos, introduzindo os componentes, materiais, linguagem técnica e metodologias inerentes à concepção, ao projecto e à construção de órgãos de permuta de calor.

Desenvolvimento da capacidade crítica no estabelecimento dos fenómenos relevantes para a operação dum equipamento térmico complexo, e de análise de projecto para estabelecer o princípio de funcionamento a partir dos conhecimentos fundamentais adquiridos nas cadeiras de base aplicáveis.

Pretende-se conduzir o aluno no estabelecimento de modelos de funcionamento dos equipamentos analisados a partir dos conhecimentos fundamentais adquiridos nas disciplinas básicas específicas do Curso: Termodinâmicas, Mecânica dos Fluidos, Transmissão de Calor, etc.; e a sua interligação com as matérias mais tradicionais da Engenharia Mecânica: tecnologias e materiais, órgãos de máquinas e projecto mecânico; na concepção e projecto dos equipamentos.

O aluno será estimulado a procurar, seleccionar e tratar informação relevante ao acompanhamento da cadeira e fundamental para valorizar e corresponder às solicitações do trabalho teórico previsto.

Conteúdos programáticos
TEORIA BÁSICA DA PERMUTA DE CALOR

1. Coeficiente global de transferência de calor.
2. Perfis de temperatura ao longo dos permutadores de calor.
3. Método geral para o cálculo da área de permuta térmica.
4. Soluções especiais para a determinação do coeficiente da transferência de calor. estacionária e da capacidade de permuta térmica.
5. Fluxo máximo de transferência de calor e rendimento de permuta térmica.
6. Número de unidades de transferência NTU.
7. Representações alternativas do desempenho de permutadores de calor.

SELECÇÃO DE PERMUTADORES DE CALOR

1. Principais tipos de permutadores de calor.
2. Selecção primária.
3. Selecção entre tipos apropriados.

DIMENSIONAMENTO DE PERMUTADORES DE CALOR.

1. Tubos de dupla parede.
2. Tubulares.
3. Placas alhetadas.
4. Placas.
5. Arrefecidos a ar.

ESCOAMENTO BIFÁSICO.**TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM MEIOS EM EBULIÇÃO.****PERMUTADORES DE CALOR COM GERAÇÃO DE VAPOR.****GERADORES DE VAPOR.****EVAPORADORES.****PERMUTADORES DE CALOR COM CONDENSAÇÃO DE VAPOR.****TORRES DE ARREFECIMENTO.****FORNALHAS.****TRANSFERÊNCIA DE CALOR ASSOCIADA A CICLOS TERMODINÂMICOS.**

Obras básicas: **ECEMEI** – Centro Europeu para a Economia e Gestão de Energia da Indústria, Lda

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular

Os conteúdos programáticos coincidem com grande exatidão com os Objectivos definidos, a saber:

- i. Aprofundamento e aplicação prática dos conhecimentos das cadeiras básicas da especialidade (Transmissão de Calor, Mecânica de Fluidos e as Termodinâmicas, essencialmente).
- ii. Desenvolvimento aplicado da Teoria dos Equipamentos de permuta térmica em geral, com enfoque nos fenómenos físicos associados.
- iii. Tratamento mais sofisticado e aprofundado das matérias centrais do programa da cadeira, nomeadamente dos tipos fisicamente diversos de permuta de calor.
- iv. Introdução e desenvolvimento teórico das classes de Equipamentos mais importantes
- v. Desenvolvimento das capacidades de cálculo e introdução ao projecto de Equipamentos industriais, priorizando-se a compreensão fenomenológica dos processos envolvidos.
- vi. Integração de conhecimentos centrais da Eng^a Mec^a, promovendo-se a interligação de saberes, através da quantificação dos impactos transversais (p. ex. consequências mecânicas das solicitações térmicas)

O Trabalho previsto na avaliação visa precisamente a concretização dos objectivos da cadeira no âmbito do seu desenvolvimento aplicado num caso concreto numa aplicação industrial.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Na metodologia seguida na cadeira, prioriza-se a explicação fenomenológica das questões, aliviando-se o recurso a modelos matemáticos mais complexos em detrimento da abordagem física aprofundada sem, contudo, se comprometer o tratamento e cálculo eficaz (e completo) dos Equipamentos e aplicações práticas estudadas, incluindo o desenvolvimento das conclusões relevantes inerentes.

Avaliação.

Um Exame de avaliação escrito (EXM) e um trabalho teórico (pedagogicamente) fundamental (TRB).

- TRB- Trabalho Teórico: por exemplo o cálculo termodinâmico dum Equipamento estudado, pretende potenciar o desenvolvimento de competências no âmbito da cadeira;
- EXM- Exame Final: São aceitáveis classificações superiores (ou iguais) a 8,0 valores, destina-se a garantir que o nível mínimo aceitável de conhecimentos foi atingido;
- **Nota Final:** Média ponderada das classificações parciais = $0,5 \times \text{TRB} + 0,5 \times \text{EXM}$.

APROVAÇÃO- Serão aprovados na cadeira os alunos com Nota Final igual ou superior a 9,5 valores

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular

As metodologias de ensino e avaliação usadas são as mais adequadas, tendo em conta os condicionalismos dos recursos da Escola e os objectivos perseguidos:

- As aulas são teórico-práticas, sendo lecionadas em sala de aula, recorrendo-se esporadicamente a demonstrações laboratoriais possíveis.
- O conteúdo das aulas é essencialmente teórico (devido à extensão do programa) prevendo-se aulas mais práticas (problemas, cálculo, projecto) para consolidar os conhecimentos.
- Após a introdução dos conceitos fundamentais e sua aplicação prática aos Equipamentos a calcular, são realizados problemas que promovem a estruturação do raciocínio de aplicação dos conhecimentos científicos ao desenvolvimento de aplicações tecnológicas.
- O Trabalho de projeto permite aos alunos trabalhar em equipa no desenvolvimento do cálculo dum Equipamento complexo: análise do problema, levantamento da informação conhecida, pesquisa de dados e parâmetros necessários, estruturação da sequência do cálculo, caracterização dos algoritmos de decisão, avaliação dos resultados, desenvolvimento das conclusões finais, sugestões para melhoria futura, etc.
- O exame consiste numa avaliação individual dos conhecimentos fundamentais cuja aquisição se considera obrigatória para obter sucesso na cadeira.

Bibliografia Principal

Bibliografia:

- **Apontamentos compilados e Textos seleccionados pelo Responsável da cadeira.**
- Process Heat Transfer – D.Q. Kern – McGraw – Hill KogaKusha Ltd.
- Process Heat Transfer - Geoffrey Frederick Hewitt, G. L. Shires, T. R. Bott
- Compact Heat Exchangers – W. Kays & A.L. London- McGraw-Hill Book Company.
- Parallel Counterflow Shell- Tube Exchangers – C.C.Wright- Stanford University Report.
- Heat Exchangers Design – A.P. Fraas & M.N. Ozisik – John Wiley & Sons Inc.
- Evaporative Cooling of Circulating Water – L.D. Berman – Pergamon Press Ltd.

Adicional:

- Plate Heat Characteristics in Refrigerant Systems - Mats Strömblad
- Transmission et échangeurs de chaleur - G. Rigot ; Les Editions Parisiennes
- Power Plant System Design – Kaw W. Li & A. Paul Priddy – John Wiley & Sons , inc.
- Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa (tradução brasileira) – Frank P. Incropera & David P. DeWitt – LTC: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
- Handbook of Heat Transfer – W.M. Rohsenow & J.P. Hartnett (editors) – McGraw- Hill Book Co.
- Analysis of Heat and Mass Transfer - E.R.G. Eckert & R. M. Drake Jr. – McGraw-Hill Kogakusha Ld.
- Thermal Radiation Heat Transfer – Robert Siegel & John R. Howell – McGraw – Hill Kogakusha Ld.
- Engineering Heat Transfer – J.R. Simonson – The MacMillan Press Ltd.
- Engineering Heat Transfer – James R. Welty – John Wiley & Sons, Inc.
- Geradores de Calor - Filipe José Mendes Juanico ; ECEMEI