



Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Araranguá - ARA
Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde
Departamento de Energia e Sustentabilidade
Plano de Ensino

SEMESTRE 2020.2

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS - TEÓRICAS	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS - PRÁTICAS
EES7382	Refrigeração e Condicionamento de Ar	2	0
TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS	HORÁRIO TURMAS TEÓRICAS	HORÁRIO TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
36	08653 - 2.1430(2)	-	Ensino Remoto Emergencial

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(ES)

Rogério Gomes de Oliveira

III. PRÉ-REQUISITO(S)

EES7355 - Transferência de Calor e Massa II

EES7366 - Termodinâmica II

IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA

ENGENHARIA DE ENERGIA [Campus Araranguá]

V. JUSTIFICATIVA

O conteúdo lecionado nessa disciplina é importante para o aluno conhecer as alternativas de ciclos e sistemas para refrigeração e climatização, e então, possa escolher aquele que mais se adequa a uma determinada aplicação.

VI. EMENTA

Ciclos básicos e avançados por compressão mecânica e térmica. Cálculo de carga térmica em refrigeração e climatização. Psicrometria, resfriamento evaporativo e sistemas dessecantes. Refrigeração e climatização por energia solar e rejeito térmico. Bombas de calor.

VII. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Aprofundar o estudo dos ciclos de refrigeração e de condicionamento de ar iniciados na disciplina de Termodinâmica II.

Objetivos Específicos:

- . Apresentar ciclos básicos e avançados de refrigeração por compressão mecânica e térmica.
- . Demonstrar como calcular a eficiência, a potência térmica e de acionamento dos sistemas de refrigeração e climatização.
- . Apresentar sistemas de condicionamento de ar que modificam a umidade do ar.
- . Demonstrar como calcular a carga térmica de um ambiente.
- . Apresentar algumas das alternativas para refrigeração e climatização que utilizem calor como principal fonte de energia.

VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- . Ciclos básicos e avançados por compressão mecânica.
- . Ciclos básicos e avançados por compressão térmica (absorção e adsorção).
- . Psicrometria, resfriamento evaporativo e sistemas dessecantes.
- . Bombas de calor por compressão mecânica e por compressão térmica.
- . Refrigeração e climatização por energia solar e rejeito térmico.
- . Determinação de carga térmica em refrigeração e climatização.

IX. COMPETÊNCIAS/HABILIDADES

Espera-se que os estudantes que acertarem pelo menos, 70 % das respostas dos questionários que serão disponibilizados periodicamente, saibam:

- # identificar os diferentes ciclos básicos e avançados de refrigeração por compressão mecânica e térmica;
- # identificar algumas das alternativas para refrigeração e climatização que utilizem calor como principal fonte de energia;
- # calcular a eficiência, a potência térmica e de acionamento dos sistemas de refrigeração e climatização;
- # analisar os processos de condicionamento de ar que modificam a umidade do ar;
- # estimar a carga térmica de um ambiente.

X. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Serão aplicadas diferentes metodologias de ensino remoto em ambiente virtual de aprendizagem, que incluirão:

- 1) a disponibilização de material de estudo em ambiente Moodle e indicação de links com material de estudo;
- 2) o diálogo através de fóruns no ambiente Moodle para que os alunos possam expressar suas dúvidas e tanto o professor quanto os demais alunos possam interagir para elucidar essas dúvidas;
- 3) aulas síncronas para elucidar dúvidas ou apresentar novos conteúdos.

XI. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

A verificação do rendimento escolar compreenderá frequência e aproveitamento nos estudos, os quais deverão ser atingidos conjuntamente. Será obrigatória a frequência às atividades correspondentes a cada disciplina, ficando nela reprovado o aluno que não realizar, no mínimo a 75% das horas aula (ha) de atividades descritas no cronograma.

A nota mínima para aprovação na disciplina será 6,0 (seis). (Art. 69 e 72 da Res. nº 17/CUn/1997).

O aluno com frequência suficiente (FS) e média das notas de avaliações do semestre entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação no final do semestre (REC), exceto as atividades constantes no art.70, § 2º. A nota será calculada por meio da média aritmética entre a média das notas das avaliações parciais (MF) e a nota obtida na nova avaliação (REC). (Art. 70 e 71 da Res. nº 17/CUn/1997).

Ao aluno que não comparecer às avaliações ou não apresentar trabalhos no prazo estabelecido será atribuída nota 0 (zero). (Art. 70, § 4º da Res. nº 17/CUn/1997)

Avaliações

A nota final será obtida a partir da média simples de 2 avaliações assíncronas as quais os alunos terão 72 h para realizar.

#Registro de frequência

A frequência será aferida semanalmente através da visualização integral e por tempo mínimo de 50 minutos das atividades assíncronas indicadas no cronograma. No caso de atividade síncrona, o aluno obtém frequência ao participar da atividade ou ao ouvir integralmente o podcast dessa atividade, na semana em que for divulgado.

Pedido de Nova Avaliação - Art. 74 da Res. nº 17/CUn/97

O aluno, que por motivo de força maior e plenamente justificado, deixar de realizar avaliações previstas no plano de ensino, deverá fazer o pedido à Chefia do Departamento de Energia e Sustentabilidade (EES), dentro do prazo de 3 (três) dias úteis, apresentando documentação comprobatória. O pedido de Nova Avaliação deve ser formalizado na Secretaria Integrada de Departamentos (SID).

XII. CRONOGRAMA

SEMANA	DATAS	ASSUNTO
1	01/02/2021 a 07/02/2021	Atividade síncrona para apresentação da disciplina (1 ha síncrona) 1.1 Introdução à refrigeração e condicionamento de ar (1 ha assíncrona)
2	08/02/2021 a 14/02/2021	2.1 Refrigeração e condicionamento de ar por compressão mecânica de vapor: ciclos (1 1/2 ha assíncrona) Resolução de exercícios sobre ciclos de refrigeração por compressão mecânica (1 ha assíncrona)

3	15/02/2021 a 21/02/2021	2.2 Principais componentes dos sistemas de refrigeração e ar condicionado (1 1/2 ha assíncrona) Vídeo apresentando os componentes de uma geladeira (1/2 ha assíncrona) Vídeo apresentando os componentes de um sistema de refrigeração comercial (1/2 ha assíncrona) Vídeo apresentando as características do superaquecimento e do subresfriamento (1/2 ha assíncrona)
4	22/02/2021 a 28/02/2021	2.3 Exemplo da relação entre os equipamentos e o funcionamento do sistema de refrigeração operando com ciclos por compressão mecânica (1 1/2 ha assíncrona) Resolução de exercícios sobre a relação entre os equipamentos e o funcionamento do sistema de refrigeração operando com ciclos por compressão mecânica (1 ha assíncrona)
5	01/03/2021 a 07/03/2021	2.4 Alterações na umidade do ar (1 1/2 ha assíncrona) Exemplo de utilização de carta psicrométrica e cálculo das condições do ar para climatização (1/2 ha assíncrona) Resolução de exercícios sobre a alteração da umidade do ar através de sistema de refrigeração operando com ciclos por compressão mecânica (1 ha assíncrona)
6	08/03/2021 a 14/03/2021	1a Avaliação (2 ha assíncrona)
7	15/03/2021 a 21/03/2021	3.1 Introdução aos sistemas de refrigeração e climatização por sorção (1 1/2 ha assíncrona) Atividade síncrona sobre sistemas de refrigeração e climatização por sorção e sobre a 1a avaliação (1 ha síncrona)
8	22/03/2021 a 28/03/2021	3.2 Sistemas por absorção com LiBr e H ₂ O (1 1/2 ha assíncrona) Vídeo com explicação sobre o funcionamento de sistemas de refrigeração/climatização por absorção (1/2 ha assíncrona) Resolução de exercícios sobre sistemas de refrigeração por absorção com LiBr e H ₂ O (1 ha assíncrona)
9	29/03/2021 a 04/04/2021	3.3 Sistemas por absorção com H ₂ O e NH ₃ (1 1/2 ha assíncrona) Resolução de exercícios sobre sistemas de refrigeração por absorção com H ₂ O e NH ₃ (1 ha assíncrona)
10	05/04/2021 a 11/04/2021	3.4 Sistemas por adsorção física (1 1/2 ha assíncrona) Vídeo com explicação sobre sistema de refrigeração por adsorção e apresentação de um protótipo de laboratório (1/2 ha assíncrona) Resolução de exercícios sobre sistemas de refrigeração por adsorção física (1 ha assíncrona)
11	12/04/2021 a 18/04/2021	Apresentação em vídeo com exemplo de uso de sistema de refrigeração por adsorção para aproveitar rejeito térmico de células a combustível (1/2 ha assíncrona) 3.5 Sistemas por adsorção química (1 1/2 ha assíncrona) Resolução de exercícios sobre sistemas de refrigeração por adsorção química (1 ha assíncrona)
12	19/04/2021 a 25/04/2021	4.1 Introdução ao estudo das cargas térmicas e cálculos de carga térmica interna (1 1/2 ha assíncrona) Resolução de exercícios sobre cálculo de carga térmica interna (1 ha)
13	26/04/2021 a 02/05/2021	4.2 Cálculos de carga térmica externa e carga térmica de aquecimento (1 1/2 ha assíncrona) Resolução de exercícios sobre cálculo de carga térmica externa (1 ha)
14	03/05/2021 a 09/05/2021	4.3 Estimativa da capacidade de refrigeração do sistema a partir da carga térmica de uma edificação (1 1/2 ha assíncrona) Atividade síncrona sobre carga térmica em edificações (1 ha síncrona)
15	10/05/2021 a 16/05/2021	2a Avaliação (2 ha assíncrona)

16	17/05/2021 a 23/05/2021	Exame de recuperação (assíncrono)
Obs: O calendário está sujeito a pequenos ajustes de acordo com as necessidades das atividades		
XIII. FERIADOS PREVISTOS PARA O SEMESTRE		
15/02/2021	Ponto facultativo Carnaval	
16/02/2021	Carnaval	
02/04/2021	Sexta-feira Santa	
03/04/2021	Aniversário de Araranguá	
21/04/2021	Tiradentes	
01/05/2021	Dia do Trabalho	
04/05/2021	Dia da Padroeira de Araranguá	
03/06/2021	Corpus Christi	
XIV. BIBLIOGRAFIA BÁSICA		
<p>1.MOREIRA, J.R.S. Aplicações da Termodinâmica - notas de aula de PME3240 -Termodinâmica I(PARTE II). São Paulo:USP, 2017. Disponível em http://www.usp.br/sisea/wp-content/uploads/2017/06/APOSTILA-TERMO-PARTE-2.pdf, último acesso em 04/08/2020.</p> <p>2.Strobel, C. Máquinas Térmicas I - Ciclos térmicos a vapor. Curitiba:UFPR, 2012. Disponível em http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec_NOTURNO/TM364/Material%20de%20Aula/Aula%2001%20-%20Ciclos%20T%20E9rmicos%20a%20Vapor%20-%20M%20E1quinas%20T%20E9rmicas%20I.pdf, último acesso em 04/08/2020.</p> <p>3.Módulo VII -Mistura de Gases Ideais. Relações p-v-T. Entalpia, Energia Interna, Entropia e Calores Específicos. Sistemas com Misturas. Disponível em https://adm.online.unip.br/img_ead_dp/33399.PDF, último acesso em 04/08/2020.</p> <p>4.Martinelli Jr, L.C. Refrigeração e Ar-Condicionado. Parte IV - Psicrometria. Disponível em http://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/7/72/RAC_IV.pdf, último acesso em 04/08/2020.</p> <p>5.BORGNACKE, Claus; SONNTAG, Richard Edwin. Apêndice A - Fundamentos da termodinâmica. 7. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.Disponível em https://www.blucher.com.br/termo, último acesso em 04/08/2020.</p> <p>6.BORGNACKE, Claus; SONNTAG, Richard Edwin. Apêndice B - Fundamentos da termodinâmica. 7. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.Disponível em https://www.blucher.com.br/termo, último acesso em 04/08/2020.</p> <p>7.BORGNACKE, Claus; SONNTAG, Richard Edwin. Apêndice E - Fundamentos da termodinâmica. 7. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.Disponível em https://www.blucher.com.br/termo, último acesso em 04/08/2020.</p> <p>8.OLIVEIRA, R.G. Solar Powered Sorption Refrigeration and Air Conditioning. In: LARSEN, M. E. (Org.) Refrigeration: Theory, Technology and Applications. Hauppauge: Nova Publisher, 2011. 577 p. Disponível em http://www.novapublishers.org/catalog/product_info.php?products_id=22023, último acesso em 04/08/2020.</p> <p>9.OLIVEIRA, R.G. Chemisorption heat pumps for water heating and steam production. In: BARBIN, D. F.; SILVEIRA Jr, V. (Org.). Novel concepts for energy-efficient water heating systems: theoretical analysis and experimental investigation. 1st ed., Hauppauge: Nova Science Publishers, 2013. Disponível em http://www.novapublishers.org/catalog/product_info.php?products_id=41466, último acesso em 04/08/2020.</p> <p>10.ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16655-3-Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado - Split e compacto. Parte 3: Método de cálculo da carga térmica residencial. Rio de Janeiro, p. 22. 2018. Disponível em http://www.bu.ufsc.br/basesAutenticacao.htm#abnt.</p> <p>ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-1 -Instalações de condicionamento de ar -Sistemas Centrais e Unitários. Parte 1: Projetos das instalações. Rio de Janeiro, p. 60. 2008. Disponível em http://www.bu.ufsc.br/basesAutenticacao.htm#abnt.</p>		
XV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR		

- 1.Kroos, K.A.; Potter, M.C. Termodinâmica para engenheiros. São Paulo:Cengage Learning, 2015. Disponível em <http://portal.bu.ufsc.br/bases-de-dados-em-teste-3/> e <https://cengagebrasil.vstbridge.com/>
- 2.Wirz, D. Refrigeração comercial para técnicos em ar condicionado. São Paulo:Cengage Learning, 2011. Disponível em <http://portal.bu.ufsc.br/bases-de-dados-em-teste-3/> e <https://cengagebrasil.vstbridge.com/> .
- 3.ÇENGEL, Y.A.; BOLES, M.A. Termodinâmica. 7. ed. Porto Alegre:AMGH, 2013. 1018 p.
- 4.HEROLD, K. E.; RADERMACHER, R.; KLEIN, S. A. Absorption chillers and heat pumps. 2nd ed., Boca Raton: CRC Press, 2016.
- 5.American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning. ASHRAE Handbook— Refrigeration (SI). ASHRAE. 2014.
- 6.American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning. ASHRAE Handbook— HVAC Applications (SI). ASHRAE. 2015.
- 7.American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning. ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment (SI). ASHRAE. 2016.
- 8.American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning. ASHRAE Handbook— Fundamentals (SI). ASHRAE. 2017.
- 9.McQUISTON, F.C.; PARKER, J.D.; SPITLER, J.D. Heating, Ventilation, and Air Conditioning: Analysis and Design. 6. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2005. 623p.
- 10.TARDIOLI, P. W. Termodinâmica para Engenharia: Um curso Introdotório. São Carlos, UAB-UFSCar, 2013. Disponível em http://livresaber.sead.ufscar.br:8080/jspui/bitstream/123456789/2703/1/EA_Tardioli_Termodinamica.pdf, último acesso em 04/08/2020.
- 11.Schürhaus, P. Termodinâmica. União da Vitória, Centro Universitário de União da Vitória, 2007. Disponível em <http://engmadeira.yolasite.com/resources/Termodin%C3%A2mica.pdf>, último acesso em 04/08/2020.
- 12.MURR, F.E.X. Estudos da refrigeração solar e simulação de um sistema de absorção resfriado a ar, com aquecimento solar direta da solução amônia-agua. 1981. 133f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Campinas, SP. Disponível em http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/255920/1/Murr_FernandaElizabethXidieh_M.pdf, último acesso em 04/08/2020.
- 13.FIGUEIREDO, J.R. Projeto e modelamento teorico de um sistema de refrigeração por absorção movido a energia solar. 1980. 150 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Campinas, Campinas, SP. Disponível em http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/265463/1/Figueiredo_JoseRicardo_M.pdf, último acesso em 04/08/2020.
- 14.OLIVEIRA, R.G. Avaliação de um sistema de refrigeração por adsorção para produção de gelo, operando diferentes tipos de ciclo com baixas temperaturas de geração. 2004. 153p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/334244/1/Oliveira_RogérioGomesDe_D.pdf, último acesso em 04/08/2020.
- MAGAZONI, F. C. Análise Dinâmica de um Chiller de Absorção de Brometo de Lítio-Água em um Processo de Resfriamento de Dorna de Fermentação Alcoólica. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, SC. Disponível em <http://www.tede.ufsc.br/teses/PEMC1317-D.pdf>, último acesso em 04/08/2020.

Professor(a):

Aprovado pelo Colegiado do Curso em 04/02/2021 Presidente do Colegiado: