

PLANEJAMENTO DE DISCIPLINA

DISCIPLINA: SISTEMAS TÉRMICOS	CÓDIGO: GMEC 7204IT	CURSO: ENGENHARIA MECÂNICA
PERÍODO: 8º	CRÉDITOS: 3	TOTAL H/A NO SEMESTRE: 72

CARGA HORÁRIA	PRÉ-REQUISITOS	
TEÓRICA: 2	DISCIPLINA: TRANSFERÊNCIA DE CALOR	CÓDIGO: GMEC 7201IT
PRÁTICA: 2	DISCIPLINA: -	CÓDIGO: -
ESTÁGIO: 0	DISCIPLINA: -	CÓDIGO: -

OBJETIVOS GERAIS:

Transmitir ao aluno conhecimentos teóricos e práticos sobre condicionamento de ar. O condicionamento de ar controla as variáveis temperatura, umidade relativa, velocidade e pureza, e é realizado para o conforto e para um melhor desempenho ou durabilidade de equipamentos ou processos. Esta disciplina é muito importante para a formação do engenheiro mecânico, pois o condicionamento de ar está presente em diversos tipos de indústria, e geralmente tanto o projeto quanto a operação de sistemas de condicionamento de ar são responsabilidade de um grupo específico de especialistas em um empreendimento. Portanto, também é objetivo da disciplina transmitir ao aluno as ferramentas necessárias para o seu desenvolvimento profissional.

EMENTA:

Revisão de conceitos básicos de termodinâmica e transferência de calor. Instalações de ar condicionado, ventilação e exaustão. Mistura ar-vapor d'água. Carta psicrométrica. Umidificação e desumidificação. Vazão necessária de ar. Cálculo da absorção de umidade do ar de insuflamento. Capacidade dos equipamentos do sistema de expansão direta. Capacidade dos equipamentos do sistema de expansão indireta. Resfriamento pela evaporação. Noções sobre refrigeração. Fluidos refrigerantes. Definições e índices de desempenho. Sistemas de refrigeração. Considerações físicas da insolação. Dados para o projeto. Cálculo da carga térmica. Meios de condução do ar. Ventilação e exaustão. Torres de arrefecimento e condensadores evaporativos. Controles automáticos. Instalações típicas.

Conteúdo programático:

1. Revisão de conceitos básicos de termodinâmica e transferência de calor.
2. Introdução.
 - 2.1. Mistura ar-vapor d'água.
 - 2.1.1. Umidade absoluta e umidade relativa.
 - 2.1.2. Ponto de orvalho (dew point) do ar.
 - 2.2. Carta psicrométrica.
 - 2.3. Umidificação e desumidificação.
 - 2.3.1. Trocas de calor entre o ar e a água.
 - 2.3.2. Misturas de ar.
 - 2.3. Vazão necessária de ar.
 - 2.4. Cálculo da absorção de umidade do ar de insuflamento.
 - 2.5. Capacidade dos equipamentos do sistema de expansão direta.

- 2.6. Capacidade dos equipamentos do sistema de expansão indireta.
- 2.7. Resfriamento pela evaporação.
- 2.8. Noções sobre refrigeração.
- 2.9. Fluidos refrigerantes.
 - 2.9.1. Introdução.
 - 2.9.2. Considerações genéricas.
 - 2.9.3. Comparações de desempenho.
 - 2.9.4. Compatibilidade dos materiais.
- 2.10. Definições e índices de desempenho.
 - 2.10.1. Coeficiente de eficiência térmica.
 - 2.10.2. Tonelada de refrigeração.
 - 2.10.3. Quantidade de água de circulação necessária ao condensador.
 - 2.10.4. Coeficiente de eficiência do ciclo de refrigeração.
 - 2.10.5. Efeito refrigerante.
- 2.11. Sistemas de refrigeração.
 - 2.11.1. Sistemas de refrigeração por absorção.
 - 2.11.2. Sistemas de ejeção de vapor.
 - 2.11.3. Sistemas de compressão de ar.
 - 2.11.4. Sistemas de compressão de vapor.
 - 2.11.5. Sistemas inovadores de refrigeração por compressão de vapor.
 - 2.11.5.1. Sistemas de refrigeração em cascata.
 - 2.11.5.2. Sistemas de refrigeração por compressão em múltiplos estágios.
 - 2.11.5.3. Sistemas de refrigeração com múltiplos propósitos em um único compressor.
 - 2.11.6. Sistemas termoelétricos.
 - 2.11.7. Sistemas de refrigeração a gás.
- 2.12. Considerações físicas da insolação.
 - 2.12.1. Definições.
 - 2.12.2. Determinação da elevação do sol.
 - 2.12.3. Determinação do azimuth do sol.
 - 2.12.4. Intensidade da radiação direta sobre uma superfície.
 - 2.12.5. Radiação solar total recebida na superfície da terra.
 - 2.12.6. Transmissão da radiação solar através dos vidros.
- 3. Dados para o projeto.
 - 3.1. Condições de conforto.
 - 3.2. Requisitos exigidos para o conforto ambiental.
 - 3.3. Sistemas de ar condicionado.
 - 3.4. Tipos de condensação.
 - 3.5. Tipos de instalação.
 - 3.6. Estimativa do número de pessoas por recinto.
 - 3.7. Sugestões para a escolha do sistema de ar condicionado mais indicado.
- 4. Cálculo da carga térmica.
 - 4.1. Carga de condução.
 - 4.2. Carga devida à insolação.
 - 4.2.1. Transmissão de calor do sol através de superfícies transparentes.
 - 4.2.2. Transmissão de calor do sol através de superfícies opacas.
 - 4.3. Carga devida aos dutos.
 - 4.4. Carga devida às pessoas.
 - 4.5. Carga devida aos equipamentos.
 - 4.5.1. Carga devida aos motores.
 - 4.5.2. Carga devida à iluminação.

- 4.5.3. Carga devida aos equipamentos de gás.
- 4.5.4. Carga devida às tubulações.
- 4.6. Carga devida à infiltração.
 - 4.6.1. Método da troca de ar.
 - 4.6.2. Método das frestas.
- 4.7. Carga devida à ventilação.
- 4.8. Carga térmica total.
- 4.9. Total de ar de insuflamento.
- 4.10. Cálculo da absorção da umidade dos recintos.
- 4.11. Cálculo do calor latente.
- 4.12. Cálculo do calor total usando a carta psicrométrica.
- 4.13. Determinação das condições do ar de insuflamento.
- 4.14. Estimativa de carga térmica de verão.
- 4.15. Métodos rápidos para avaliação da carga térmica de verão para pequenos recintos.
 - 4.15.1. Unidades compactas (self-contained).
 - 4.15.2. Unidades de ar condicionado individuais.
 - 4.15.3. Unidades individuais com condensador remoto externo e evaporador interno com controle remoto.
- 4.16. Exemplo de cálculo da carga térmica de uma instalação central de ar condicionado.
- 5. Meios de condução do ar.
 - 5.1. Dutos de chapas metálicas.
 - 5.1.1. Métodos de dimensionamento de dutos.
 - 5.1.1.1. Método da velocidade.
 - 5.1.1.2. Método da igual perda de carga.
 - 5.1.1.3. Método da recuperação estática.
 - 5.1.1.4. Bitolas recomendadas para as chapas galvanizadas.
 - 5.1.2. Perdas de pressão em um sistema de dutos.
 - 5.1.2.1. Perdas de pressão estática.
 - 5.1.2.2. Perdas de pressão dinâmica.
 - 5.1.2.3. Perdas de carga acidentais.
 - 5.1.2.4. Pressão de resistência de um sistema de dutos.
 - 5.1.3. Isolamento e junção dos dutos.
 - 5.2. Distribuição de ar nos recintos.
 - 5.2.1. Grelhas simples e com registros.
 - 5.2.1.1. Escolha da altura da grelha de insuflamento.
 - 5.2.1.2. Distância entre as grelhas de insuflamento.
 - 5.2.1.3. Seleção das grelhas de insuflamento.
 - 5.2.1.4. Determinação da vazão de uma grelha.
 - 5.2.2. Difusores de teto ou aerofuses.
 - 5.2.3. Difusores lineares tipo fresta.
 - 5.2.4. Difusores lineares através de luminárias do tipo integradas.
 - 5.2.5. Distribuição de ar em teatros e cinemas.
- 6. Ventilação e exaustão.
 - 6.1. Generalidades.
 - 6.1.1. Leis dos ventiladores.
 - 6.2. Ligações e tipos de ventiladores.
 - 6.3. Ventiladores centrífugos.
 - 6.3.1. Partes essenciais.
 - 6.3.2. Tipos.
 - 6.3.3. Arranjos.
 - 6.3.4. Tipos de descarga.

- 6.3.5. Tipos de rotores.
- 6.3.6. Velocidades recomendadas para o ar.
- 6.3.7. Especificações de ventiladores.
- 6.3.8. Especificações das correias em “v” de transmissão.
- 6.3.9. Especificações para motores de acionamento.
- 6.3.10. Como escolher um ventilador.
- 6.4. Trocas de ar nos recintos.
- 6.5. Velocidades recomendadas para o ar.
- 6.6. Ventilação geral.
 - 6.6.1. Volume de ar a insuflar.
 - 6.6.2. Tipos de ventilação.
 - 6.6.3. Projeto de uma instalação de ventilação geral.
 - 6.6.4. Ventilação em residências.
- 6.7. Exaustão.
 - 6.7.1. Captor.
 - 6.7.2. Dutos de ar.
 - 6.7.3. Ventilador.
 - 6.7.4. Chaminés.
 - 6.7.5. Exemplo de dimensionamento.
 - 6.7.5.1. Dimensionamento do captor (coifa).
 - 6.7.5.2. Dimensionamento dos dutos.
 - 6.7.5.3. Chaminé.
 - 6.7.5.4. Ventilador.
- 7. Torres de arrefecimento e condensadores evaporativos.
 - 7.1. Introdução.
 - 7.2. Torres de arrefecimento.
 - 7.2.1. Tabelas climatológicas.
 - 7.2.2. Escolha de uma torre de arrefecimento.
 - 7.2.3. Perdas de água.
 - 7.2.4. Esquemas de instalações de resfriadores compactos.
 - 7.2.5. Quantidade de água de circulação.
 - 7.2.6. Escolha da bomba da água de circulação.
 - 7.2.7. Potência da bomba da água de circulação.
 - 7.3. Condensadores evaporativos.
 - 7.3.1. Introdução.
 - 7.3.2. Partes constituintes.
 - 7.3.3. Funcionamento.
 - 7.3.4. Dados práticos gerais para os condensadores evaporativos.
- 8. Controles automáticos.
 - 8.1. Generalidades.
 - 8.2. Sistemas de controle automáticos.
 - 8.3. Controles elétricos.
 - 8.3.1. Generalidades.
 - 8.3.2. Funcionamento do circuito de controle elétrico de um condicionador compacto.
 - 8.3.2. Funcionamento do circuito de controle elétrico de um sistema de água gelada.
 - 8.3.3. Controles do compressor.
 - 8.3.4. Tipos de controle no recinto.
 - 8.3.5. Diagramas de controle.
 - 8.3.6. Válvula de três vias.
 - 8.4. Sistemas pneumáticos.

- 8.5. Sistemas autônomos.
- 8.5.1. Funcionamento de uma válvula de expansão termostática (vet).
- 8.5.2. Escolha de uma válvula de expansão termostática.
- 9. Instalações típicas.
- 9.1. Esquema hidráulico de um sistema de expansão direta.
- 9.2. Esquema hidráulico de um sistema de expansão indireta de água gelada.
- 9.3. Projeto de uma instalação de expansão direta e condensação a ar.
- 9.3.1. Estudo preliminar.
- 9.3.2. Elaboração do anteprojeto.
- 9.3.3. Projeto definitivo.
- 9.3.4. Memorial descritivo e especificações do ar condicionado central do restaurante.
- 9.4. Seleção e detalhes de montagem de uma unidade resfriadora de líquido.
- 9.5. Seleção de uma unidade de resfriamento evaporativo.
- 9.5.1. Introdução.
- 9.5.2. Ar de suprimento e de exaustão.
- 9.5.2. Projeto dos dutos.
- 9.6. Seleção e cálculo do sistema de dutos.

Metodologia:

- Aulas teóricas apoiadas pela literatura apresentada na bibliografia e Aulas práticas (laboratório de termociências) com a utilização do sistema de treinamento modelo t7082 da amatrol®. O sistema t7082 trata-se de uma bancada para o aprendizado de ar condicionado, refrigeração e bomba de calor. O sistema t7082 possibilita ao aluno o desenvolvimento de habilidades relacionadas à operação, instalação, análise e ajuste das três possibilidades de aprendizado mencionadas. Os componentes são instalados em uma estação de trabalho móvel, e compreendem instrumentação para medição das variáveis (pressão, temperatura e vazão do refrigerante; corrente de alimentação do compressor), dispositivos para variação das condições operacionais (válvulas, dampers) e um moderno sistema de controle de temperatura. Trechos transparentes de tubulação permitem a visualização do estado físico do refrigerante em diversos pontos do sistema.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO:

- Provas escritas e práticas de laboratório.

BIBLIOGRAFIA**REFERÊNCIAS BÁSICAS:**

1. CREDER, Hélio. Instalações de Ar Condicionado. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
2. STOECKER, Wilbert F.; JABARDO, José M. Saiz. Refrigeração Industrial. 2. ed.. São Paulo: Blücher, 2002.
3. SILVA, José de C. Refrigeração Comercial: Climatização Industrial. 1. ed., [sine loco]: Hemus, 2006.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

1. DOSSAT, Roy J. Princípios de Refrigeração. 1. ed. [sine loco]: Hemus, 2004.
2. COSTA, Ennio Cruz da. Refrigeração. 3. ed. São Paulo: Blücher, 1982.
3. SILVA, Remi Benedito. Manual de Refrigeração e Ar Condicionado. 5. ed. São Paulo: EPUSP, 1978.
4. STOECKER, Wilbert F.; JONES, Jerold W. Refrigeração e Ar Condicionado. Tradução José M. Saiz Jabardo. 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1985.
5. ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. Termodinâmica. Tradução (7ª Edição Americana de 2011) Paulo Maurício Costa Gomes. Revisão técnica Antonio Pertence Júnior. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

PROFESSOR RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA:

Thiago de Oliveira Macedo

COORDENADOR DO CURSO:

Alexandre Magno de Souza Sant'Anna

REVISADO EM: ____/____/____