

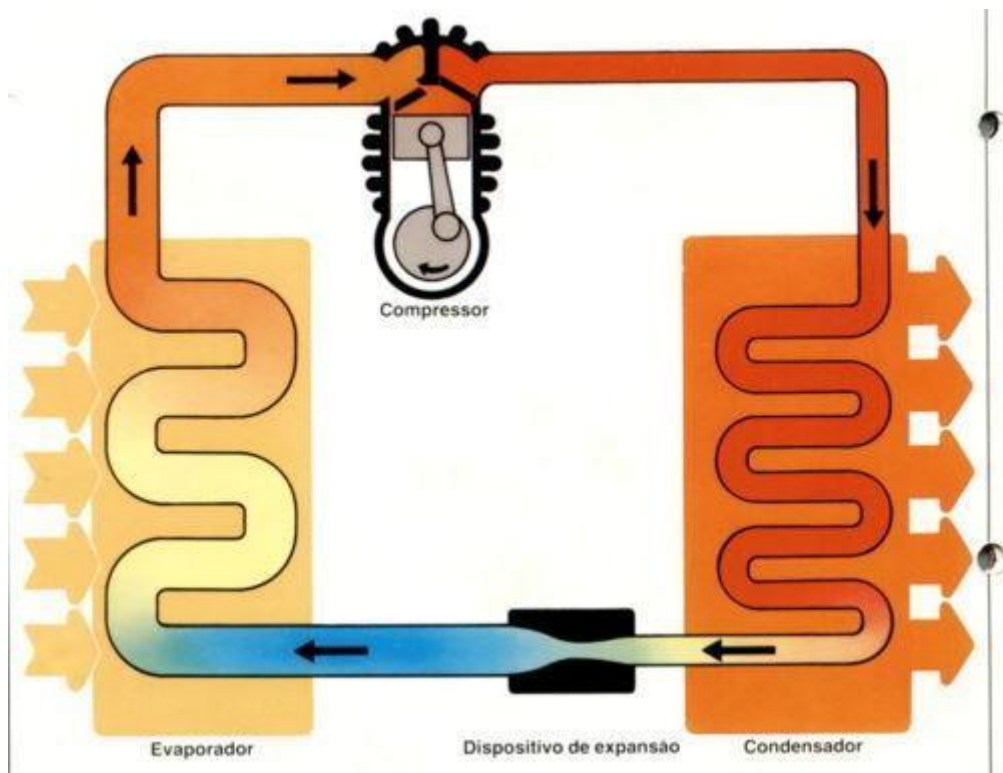
Refrigeração Comercial e Industrial

Dúvidas, perguntas e respostas

www.jbcursos.net

Ciclo de refrigeração padrão

O fluido refrigerante (FR) em 4 entra no evaporador (no estado de líquido mais vapor) e retira calor do meio interno passando para estado de vapor saturado seco (em 1), que é succionado pelo compressor onde é comprimido até a pressão de condensação (ponto 2). No condensador o FR libera calor para o ambiente exterior e passa para o estado de líquido. Após isto, entra no dispositivo de expansão que reduz a sua pressão até a pressão do evaporador, reiniciando assim o ciclo.



Sistema Fan-Coil / Chiller

Um sistema fan-coil **Chiller** utiliza-se de um fluido intermediário (água gelada misturada com etileno-glicol) para climatizar os ambientes. A água é gelada no chiller situado numa casa de máquinas. A água gelada é circulada por bombas de água gelada (BAG). No chiller, geralmente a condensação do fluido refrigerante é realizada através do uso de água que circula por uma torre de arrefecimento (ou usa condensação a ar para menores capacidades). Os fan-coils recebem a água gelada a aproximadamente 7°C e a devolve a cerca de 12°C para o chiller. A potência de resfriamento do fan-coil é dada por $Q = m \cdot c \cdot (T_e - T_s)$.

Porque é importante o recolhimento e a reciclagem dos CFCS?

Recolher o CFC é importante para proteger a camada de ozônio já que o cloro desta substância pode destruir as ligações das moléculas de ozônio na estratosfera. A reciclagem deste fluido recolhido é importante para evitar que o mesmo seja jogado fora após o recolhimento.

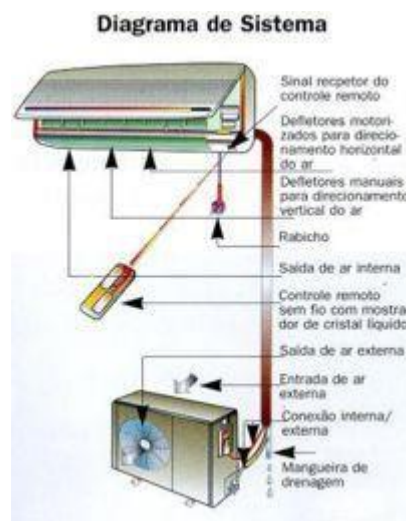


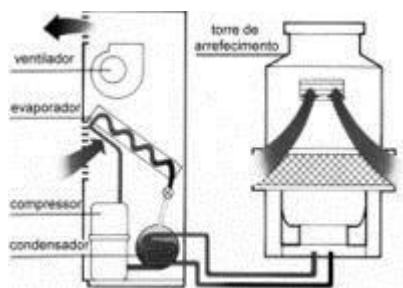
O que o termoacumulação de gelo?

R. É o processo de fabricar gelo e armazená-lo em grandes tanques durante o período da noite quando a energia elétrica é mais barata. A fabricação deste gelo se dá fazendo passar uma solução de água e etileno grau a cerca de -4°C através de tanques isolados com água pura. Essa água pura irá congelar a 0°C . Esse gelo é utilizado durante os horários de pico (18h às 21h), desligando-se os compressores e circulando a água gelada através dos mesmos.

Qual a diferença de um split de um self?

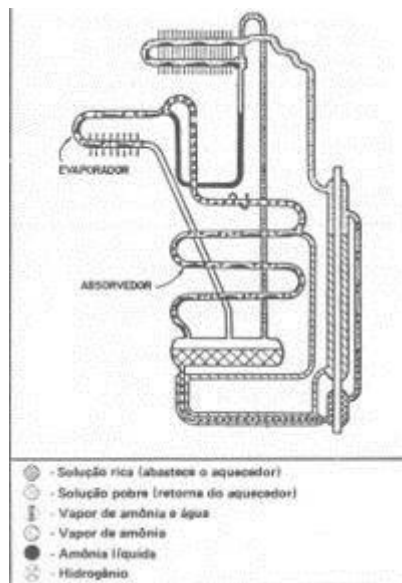
R. Além das questões construtivas, a principal diferença situa-se no fato de que no split o compressor fica situado na unidade condensadora externa. Já no aparelho do tipo self o compressor fica junto da unidade evaporadora. Os splits são desta forma mais silenciosos.





Sistema de absorção padrão

O sistema de absorção possui 4 componentes principais: absorvedor, gerador, condensador e evaporador. Como acessórios tem-se uma bomba e válvulas de expansão. O fluido refrigerante NH_3 entra no evaporador e retira calor do meio interno passando do estado de líquido para vapor. Este é absorvido pelo absorvedor através de uma solução líquida de $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Esta solução é bombeada para o gerador. Lá, uma adição de calor separa a NH_3 (que segue para o condensador na forma de vapor) da H_2O que retorna ao absorvedor. A NH_3 libera calor para o exterior no condensador e passa para o estado de líquido que ingressa no evaporador onde reinicia o processo.



O que é um split?

R. Um split é um sistema de climatização que tem como característica principal a separação do ciclo de refrigeração em uma unidade interna e em uma unidade externa (condensadora). A ligação entre estas unidades deve-se a uma tubulação que leva o F.R. vapor para o condensador e de outra que traz o F.R. líquido para o evaporador.



Qual a área efetiva da tomada de ar de renovação para o exercício anterior?

R. Suponha que a tomada de ar exterior (TAE) tenha uma $V = 2\text{m/s}$ na face. Sabe-se que $Q = V.A$. Logo a área é de $0,11\text{m}^2$:

Quais os cuidados devem ser observados numa casa de máquinas?

R. Deve-se prever dreno, ponto de força, tomada de ar externo, tomada de ar de retorno, revestimento das paredes em material lavável, espaço para manutenção e entrada para inspeção.

Quais as principais vantagens do sistema de refrigeração por contêiners comparadas com os sistemas tradicionais de refrigeração marítima?

R. As principais vantagens são: Flexibilidade de transporte uma vez que os contêiners permitem o armazenamento dentro do navio de um número maior de diferentes produtos; possibilidade de utilização de sistemas de expansão direta com fluidos ecológicos.



O que um sistema de expansão direta e indireta?

R. No sistema expansão direta o FR expande-se em contato com o ar do ambiente climatizado. Exemplo: ar condicionado janela, self, splits. No sistema expansão indireta utiliza-se de um fluido intermediário para climatizar o ar. Exemplo Fan-coil-chiller.

Como pode ser realizada uma avaliação de custo versus benefício na compra de um equipamento de refrigeração?

R. A avaliação deve-se dar em termos da análise do custo inicial e do custo operacional do equipamento. O custo operacional envolve o custo de energia elétrica e de manutenção. Um equipamento mais barato na compra pode ter um consumo de energia tão elevado que a economia ganha poderia ser compensada em dois anos, por exemplo, por outro mais econômico.

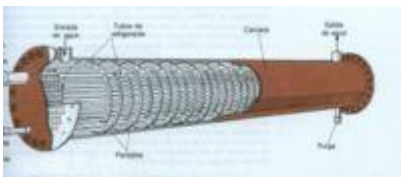
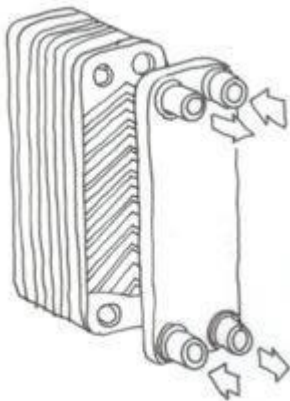
O que é recolhimento e reciclagem de CFC?

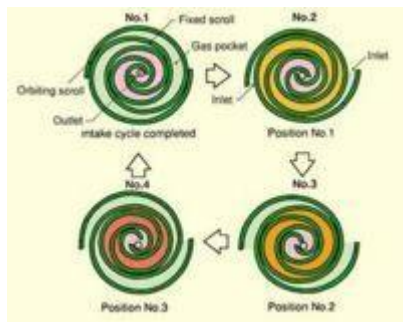
R. Recolhimento é o procedimento para retirada do Fluido refrigerante do sistema quando da troca do compressor. O FR recolhido pelo recolhedor deve ser armazenado em cilindros adequados para posterior reciclagem em centros apropriados.



Quais as alternativas para redução do consumo de energia dos condicionadores?

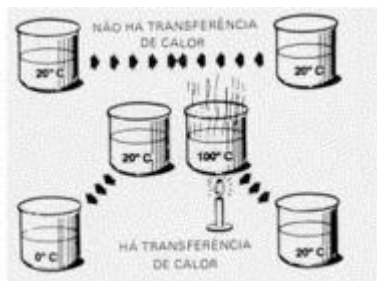
R. Otimização dos trocadores de calor; Uso de compressores mais eficientes (por exemplo: compressor scroll); Uso da automação e controles; Uso de sistemas mais eficientes; Mudança de hábitos de consumo; Utilização da termoacumulação e Manutenção preventiva.





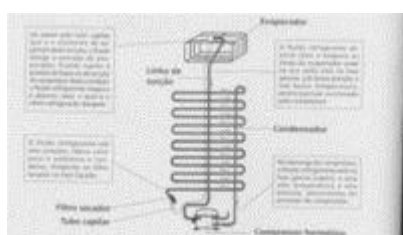
O que é calor?

R. Calor é uma forma de energia transferindo-se de um corpo para outro. A quantidade de calor depende da quantidade e do tipo do corpo em questão. Neste fato se baseia a ciência da refrigeração. A unidade empregada para medir a quantidade de calor é a caloria, ou seja, a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um grama de água de um grau centígrado, à pressão atmosférica normal; ou seu múltiplo, a quilocaloria (símbolos cal e kcal, respectivamente). No Sistema Internacional de Unidades, emprega-se a unidade joules para avaliar-se as trocas de energia térmica. Nos países de língua inglesa, a unidade adotada é “British Thermal Unit”, mais conhecida pela sua abreviação Btu. A Btu é a quantidade de energia calorífica necessária para elevar a temperatura de uma libra de água de um grau Fahrenheit. Inversamente, se a temperatura de uma libra de água é reduzida de um grau Fahrenheit, uma BTU de energia calorífica foi retirada. Pelas definições acima, o valor exato de uma quilocaloria ou um BTU depende da temperatura inicial da água.



O que é refrigeração?

R. Existem muitas definições de refrigeração: (1) o desenvolvimento num determinado espaço de uma temperatura mais baixa que a existente em outro espaço, ou espaço adjacente, (2) o processo de resfriamento ou retirada de calor ou (3) o processo pelo qual se produz “frio”. Na realidade, refrigeração é tudo isso, mas, especialmente, ela é (4) o processo de retirar calor de um espaço ou corpo para reduzir sua temperatura e transferir esse calor para um outro espaço ou corpo



O que é temperatura de orvalho?

R. Como você relaciona a temperatura de orvalho com a pressão de saturação?: É a temperatura na qual o vapor d'água da atmosfera começa a condensar. Para obtê-la basta marcar as condições do ar numa carta psicrométrica e traçar uma linha horizontal para a esquerda até cruzar com a linha de saturação. Esta temperatura corresponde à temperatura de saturação da água à pressão parcial do vapor na mistura (ar seco e vapor de água).

Qual a importância do condicionamento de ar na vida moderna?

R. Em quase todas as áreas o condicionamento de ar esta presente seja para conforto térmico, alimentação, Telefonia (centrais Telefônicas) redes de computadores, Hospitais e Laboratórios. Para todos estes citados e muitos outros e essencial a presença de um condicionador de ar seja conforto, conservação ou funcionamento das maquinas.

O que é psicrometria?

R. psicrometria é o estudo das misturas de ar e de vapor de água. Em ar condicionado o ar não é seco, mas sim uma mistura de ar e de vapor d'água, resultando daí a importância da psicrometria. Em alguns processos a água é removida do ar, enquanto em outros é adicionada. A carta psicrométrica constitui uma das ferramentas mais úteis que existem para auxiliar o técnico em refrigeração e ar condicionado no estudo da climatização. A umidade relativa (ϕ) expressa em percentagem, é a relação entre a pressão parcial do vapor de água real pela pressão de saturação à mesma temperatura. Já a Umidade Absoluta: é a relação entre a massa de vapor de água e a massa de ar seco. É expressa em kg de vapor por kg de ar seco.

Qual o papel do dispositivo de expansão em um sistema de condicionamento de ar?

R. O dispositivo de expansão tem o papel de regular a passagem do fluxo de refrigerante no evaporador e conseqüentemente a quantidade de vapor a ser succionado pelo compressor. Além disso, o dispositivo de expansão garante a redução de pressão do fluido que sai do condensador e entra no evaporador e ainda, através de um bulbo sensor é mantido um superaquecimento constante à saída do evaporador. Isto é conseguido deixando-se passar mais ou menos (automaticamente) refrigerante para o evaporador. As válvulas de expansão podem ser com equalização externa (a pressão na parte superior do diafragma é a de saída do evaporador) e com equalização interna, isto é, a pressão na parte inferior do diafragma é a pressão de entrada do evaporador.

Um jato de ar a uma temperatura de 15°C passa dentro de um duto não isolado através de um ambiente com TBS de 32°C e TBU de 23°C. Haverá condensação em sua face externa?

R. Na carta psicrométrica, marcar o ponto referente à temperatura do ar externo e traçando uma linha horizontal da direita para a esquerda, verificar o ponto em que há cruzamento com a linha de saturação. Neste ponto, situa-se a temperatura de orvalho do ar externo, ou seja, se a temperatura do mesmo é resfriada abaixo deste valor, haverá condensação de parte da sua umidade dissolvida. Neste exemplo a temperatura de orvalho é de 19,2°C e a temperatura da face externa do duto é próxima de 15°C, o que faz com que a condensação da umidade seja inevitável. A solução deste problema geralmente é conseguida através de um adequado isolamento do duto.

Calcule qual a quantidade de vapor d'água dissolvido no ar numa sala de 10x10x3 m³ na seguinte condição: temperatura de 30 °C e umidade relativa de 80%

R. Sabe-se que a massa de ar na sala é obtida a partir do volume da sala multiplicado pela densidade média do ar (o que fornece 360 kg de ar seco). A umidade absoluta para esta condição é obtida numa carta psicrométrica, resultando em 0,0215 kg de vapor d'água por kg de ar seco. Desta forma, aplicando-se uma regra de três simples, obtém-se que a massa de vapor d'água dissolvida neste volume de ar é de 7,75g.

Funcionamento do tubo capilar.

R: Como é sabido, o diâmetro interno do tubo capilar é extremamente reduzido. Isso faz com que o fluido, ao atravessá-lo, sofra uma grande perda de carga devido ao atrito e à aceleração do fluido, resultando em evaporação de parte do refrigerante devido à expansão (redução de pressão).

Ponto de equilíbrio de um tubo capilar?

R: No ponto de equilíbrio, o compressor bombeia exatamente a mesma quantidade de refrigerante com que o tubo capilar alimenta o evaporador. Este equilíbrio poderá ser atingido através de várias combinações entre o diâmetro e o comprimento do capilar.

Por que o tubo capilar não é utilizado em instalações de grande porte?

R: Porque este dispositivo não é capaz de oferecer um controle eficiente quando o sistema é sujeito a grandes variações da carga térmica. O tubo capilar funciona bem apenas em sistemas sujeitos a pequenas variações de carga e de temperatura de evaporação, como é o caso dos sistemas de pequeno porte (refrigeradores, freezers, etc.).

Equalização de pressão em um tubo capilar?

R: Quando o sistema de refrigeração que usa tubo capilar é desligado, a pressão em todo o sistema tende a equalizar, pois o tubo capilar não bloqueia a passagem do fluido refrigerante entre o condensador (lado de alta pressão) e o evaporador (lado de baixa

pressão). Isso faz com que, ao ser religado o sistema, o compressor enfrente uma condição de pressão praticamente idêntica entre sucção e descarga. Isto exige do compressor um baixo torque de partida e, conseqüentemente, motores elétricos menos potentes, menores, mais leves e econômicos. Já a VET não permite a equalização do sistema, o que exige um alto torque de partida do compressor.

O que ocorre com as condições do fluido refrigerante dentro e na saída do evaporador quando o dispositivo de expansão está com uma abertura maior do que a necessária para a carga imposta no evaporador?

R: Dentro do evaporador há uma inundação de fluido refrigerante e na saída, o compressor bombeia vapor úmido comprometendo assim a instalação.

Superaquecimento em uma válvula de expansão termostática?

R: Desejamos para um bom funcionamento do nosso ciclo de refrigeração que o compressor trabalhe sempre com vapor seco na sua sucção. Muito vezes devido a variação de carga térmica, este fato não prejudica o compressor. Assim, para segurança devemos controlar o superaquecimento do refrigerante à saída do evaporador. Esta válvula é regulada por uma mola, para nos dar um certo ΔT de superaquecimento. Se este ΔT aumenta a válvula vai abrir um pouco para aumentar o fluxo de massa para o evaporador pois era sinal que estava pouco a quantidade de refrigerante.

Por que e como ocorre a diminuição do COP em um condensador resfriado a ar?

R: Para se resfriar o refrigerante a ar, o fluido deve estar acima da temperatura ambiente o que exigirá uma elevada pressão e conseqüentemente exigirá uma maior taxa de compressão por parte do compressor. Estamos gastando mais potência fazendo com que o COP diminua.

O que ocorre com a massa bombeada pelo compressor em virtude da perda de carga na válvula de admissão?

R: Em virtude da perda de carga na válvula de admissão a massa de vapor bombeada pelo compressor tende a diminuir. Isto ocorre porque a pressão de admissão dentro do cilindro é menor que a pressão na linha de sucção (devido a perda de carga na válvula de admissão) ocasionando um aumento do volume específico do vapor dentro do cilindro diminuindo a quantidade de massa que entra conseqüentemente.

O que ocorre durante as paradas prolongadas com o óleo lubrificante nos compressores?

R: O refrigerante mistura-se com o óleo lubrificante aumentando o volume da mistura (óleo / refig.) no cárter. Esta mistura é pobre em lubrificação. Quando os mancais começam a sofrer o atrito do virabrequim os mesmos aquecem (evaporando o refrigerante) podendo ser danificados. Recomenda-se para evitar este tipo de problema colocar uma válvula solenóide na linha de líquido e uma resistência no cárter. Desta

maneira o líquido não migrará e se migrar o calor da resistência o evapora antes de começarem a causar danos.

O que é espaço nocivo do compressor?

R: Durante a fase de expulsão do vapor comprimido uma certa porção de refrigerante não consegue ser expulsa seja porque o pistão atinge seu PMS, seja por não haver mais diferencial de pressão entre a câmara e a rede de saída. Esta quantidade que fica a alta pressão no compressor ocupa um volume chamado espaço nocivo e devemos gastar energia para que possamos expandi-lo e permitir pressão um pouco inferior ao da rede para permitir a sucção. Em geral esse valor situa-se em 5%.

Qual a diferença entre compressor hermético e aberto?

R: Um compressor hermético é usado nas pequenas instalações de ar condicionado e refrigeradores domésticos. Sua principal característica é que o motor encontra-se junto com o compressor numa carcaça onde não há espaço para manutenção. O óleo fica em contato com o refrigerante e circula por todo o sistema. Já no aberto o motor e o compressor ficam separados e ligados por um eixo. É lógico que a manutenção fica facilitada.

O que é um compressor de deslocamento positivo?

R: Um compressor de deslocamento positivo é aquele que o aumento de pressão se dá por redução do volume. Já nos centrífugos, o gás é acelerado ao passar pelas pás de um rotor e sua velocidade é convertida em pressão. São exemplos de compressores de deslocamento positivo: alternativos, rotativos, engrenagens e palhetas.

Métodos primitivos de refrigeração?

R. Antes do advento da refrigeração mecânica, a água era mantida fria, sendo guardada em jarros de barro semi-porosos, de modo que a água escapava por infiltração através das paredes e se evaporava. A evaporação dissipava calor e resfriava a água. Este sistema era usado pelos egípcios e pelos índios do sudoeste norte-americano. Muitas vezes, o gelo natural dos lagos e rios era cortado durante o inverno e guardado em cavernas ou poços revestidos de palha e, mais tarde, em prédios isolados com serragem, para ser retirado na medida das necessidades. Os romanos transportavam neve dos Alpes até Roma, em tropas de carga, para refrigerar as bebidas dos imperadores. Embora estes métodos de resfriamento empregassem fenômenos naturais, eles eram usados para manter a temperatura baixa em um espaço, podendo, portanto, ser chamados de refrigeração.

Como a presença de gelo numa geladeira resfria os produtos guardados nela?

R. O calor sempre é transferido de uma substância mais quente para outra mais fria, ou seja, dos produtos guardados na geladeira para o gelo. Absorvendo esta energia térmica,

o gelo se derrete, transformando-se em água. A água flui por gravidade, levando consigo o calor latente de fusão. Cada quilograma de gelo que se derrete absorve 80 quilocalorias (cada libra de gelo que se derrete absorve 144 Btu).

Como um refrigerante pode produzir o efeito de resfriamento.

R. Suponha um vaso de amônia (ponto de ebulição à pressão atmosférica igual a -33°C) dentro de uma caixa isolada e com um tubo de sucção provido de válvula, descarregando na atmosfera. À temperatura de 30°C , a pressão no interior do vaso será de $10,86 \text{ kg/cm}^2$ relativos (ou $154,5 \text{ psig}$) e nada acontecerá. Abrindo a válvula de sucção, haverá escapamento de vapor de amônia, reduzindo a pressão. À medida que a pressão se reduz, o ponto de ebulição também se reduz, e o líquido continuará fervendo enquanto houver calor suficiente no líquido ou conteúdo da caixa isolada. Se a válvula de sucção for deixada aberta até que a pressão fique igual à atmosférica, a temperatura da amônia será reduzida até -33°C . Então, o interior da caixa estará próximo a esta temperatura, quando a evaporação da amônia cessará. Qualquer calor adicionado fará com que a amônia torne a ferver e o calor seja retirado.

Como se compara o sistema por absorção com o sistema de compressão?

R. Num sistema de absorção, o aumento de pressão é produzido pelo calor fornecido por circulação de vapor ou outro gás ou fluido adequado através de uma serpentina ou tubo. O conjunto gerador-absorvedor faz o trabalho do compressor, no sentido de que o absorvente substitui o curso de sucção e o gerador substitui o curso do compressor. O aspersor do evaporador corresponde à válvula de expansão. O evaporador e o condensador são os mesmos, tanto no sistema por absorção como no sistema por compressão. O ciclo de refrigeração por absorção utiliza dois fenômenos: (1) uma solução de absorção (absorvente mais refrigerante) pode absorver vapores do refrigerante; (2) o refrigerante ferve (resfria-se) quando submetido a uma pressão menor.

Quais são as faixas de temperaturas usadas na conservação e armazenamento de alimentos perecíveis?

R. Os alimentos que se destinam ao consumidor depois de alguns dias ou poucas semanas são geralmente armazenados a temperaturas alguns graus acima do seu ponto de congelamento (-2 a $+4^{\circ}\text{C}$). Se o armazenamento se destina a período mais longos, eles são geralmente congelados por um dos vários métodos existentes.

O que é congelamento rápido (“quick freezing”)?

R. Na nomenclatura comercial, congelamento rápido é qualquer um entre vários processos, nos quais o produto é congelado tão rapidamente que não chega a ser relevante a sua alteração pelo congelamento. A zona de máxima formação de cristais, que corresponde à solidificação, deve ser atravessada em torno de 30 minutos ou menos. Esta velocidade assegura cristais de pequeno tamanho e a mínima perturbação na estrutura dos tecidos”.

Quais os métodos usados para manter a umidade alta em câmaras frigoríficas para armazenamento de alimentos?

R. A verdadeira causa da baixa umidade em câmaras frigoríficas é a grande diferença de temperatura entre o ambiente e a superfície das serpentinas. A umidade do ar se deposita na superfície das serpentinas que está mais fria que o ar ambiente. Quanto mais baixa a temperatura da superfície, mais baixo é o ponto de orvalho do ar que está em contato com a serpentina. Pode-se acrescentar umidade ao ar por meio de jatos de vapor, vaporizadores, umidificadores etc., mas se a manutenção de baixas temperaturas ambientes requer serpentinas com superfícies muito frias, a umidade introduzida se depositará sob forma de congelamento (“frost”) nas serpentinas. Para se conseguir umidade alta, é preciso que a superfície das serpentinas tenha uma área suficiente para que a transferência de calor do ar ambiente para o refrigerante requeira um mínimo de diferença de temperatura.

Como se retiram os odores de recintos condicionados?

R. O carvão ativado, o mesmo agente de filtração do ar empregado em máscaras contra gases, retira os odores dos recintos industriais e comerciais normais. Quando usado para filtração de ar recirculado, a recuperação de ar pelo carbono ativado suprime a necessidade da adição de ar externo. É mais econômico recircular ou reutilizar o ar que já está a temperatura e umidade apropriadas do que aquecer ou refrigerar ar novo vindo do exterior. O carbono ativado é encontrado em cartuchos ou em painéis. Os dois tipos são instalados em dutos, caixas ou câmaras. As unidades de recuperação de ar devem ser sempre protegidas por filtros de ar secos para evitar entupimento do carbono ativo. O carbono é colocado nos dutos de retorno de recintos condicionados ou nas tomadas de descarga de cozinhas, fogões etc., para evitar que sejam introduzidos odores nos ambientes vizinhos. A remoção de odores, poeiras, fumaça, pólen, e outros contaminantes constituem a purificação do ar. Geralmente, ela é conseguida colocando-se filtros, de carvão ativado, lavadores etc. na corrente de ar.

O que é umidificação por aspersão?

R. A umidificação por aspersão é o processo de acrescentar umidade ao ar, passando-o através de jatos de água (lavadores). O calor sensível do ar se transforma em calor latente, que é utilizado para evaporar parte da água. Embora a temperatura do bulbo seco do ar diminua, não há alteração do calor total do ar (só mudam as proporções de calor latente e calor sensível).

Como funciona o ar condicionado automotivo?

R. O princípio de funcionamento é semelhante aos aparelhos comuns de condicionamento, com exceção do compressor que é acionado pelo motor do veículo. O condensador é a convecção forçada, onde é usado um ventilador separado ou o próprio ventilador do radiador, sendo, neste caso, o condensador instalado na frente do radiador. O movimento do ar no interior do veículo é executado por um ventilador centrífugo acoplado ao motor elétrico. Como o compressor funciona dentro das características de funcionamento do motor do automóvel, uma válvula reguladora de sucção é instalada

no tubo de retorno. Os componentes de um sistema de condicionamento automotivo são: compressor, condensador, evaporador, motor ventilador, válvula de expansão termostática, depósito de líquido, filtro, chave magnética e termostato.

Nos casos de diferença de 4 metros entre as unidades evaporadoras e condensadoras de um split, estando a unidade evaporadora em nível inferior a que deve-se fazer?

R. Deve ser instalado na linha de sucção um sifão para cada 3 metros de desnível. Na instalação em que estiverem a unidade evaporadora e a unidade condensadora no mesmo nível ou a unidade evaporadora estiver em nível superior, deve ser instalado logo após a saída da unidade evaporadora na linha de sucção, um sifão seguido de um “U” invertido, cujo nível superior do mesmo deve estar no mesmo plano do ponto mais alto do evaporador.

Qual a diferença entre evaporador do tipo expansão direta e indireta?

No evaporador de expansão direta, é o próprio fluido refrigerante do sistema de refrigeração que realiza o processo de resfriamento final, ou seja, a retirada de calor do meio que se quer resfriar. Assim, por exemplo, em um condicionador de ar de janela, o ar do ambiente climatizado, que é o meio que se quer resfriar, entra em contato com a serpentina do evaporador, por dentro da qual evapora o fluido refrigerante do sistema de refrigeração. No evaporador de expansão indireta, existe um fluido intermediário entre o refrigerante do sistema de refrigeração, e o meio que se quer resfriar. Ou seja, o refrigerante do sistema de refrigeração irá resfriar um fluido intermediário, e este fluido é que irá retirar calor do meio a ser resfriado. Então, por exemplo, em um sistema de condicionamento de ar de grande porte do tipo chiller/fan-coil, o gás refrigerante do sistema de refrigeração (chiller) realiza o resfriamento de água, produzindo água gelada. Esta água gelada é que irá resfriar o ar dos ambientes climatizados, no fan-coil.

Principais motivos pelos quais os compressores falham.

└ O óleo lubrificante do compressor, em alguns tipos de compressores, é bombeado juntamente com o refrigerante. Se não houver um retorno deste óleo para o compressor, a falta de óleo fará com que o compressor se desgaste rapidamente, podendo ocorrer o seu travamento. └ O óleo lubrificante pode reagir quimicamente com o fluido refrigerante. Isso ocorre quando o refrigerante e o óleo são quimicamente compatíveis, como por exemplo, o refrigerante R-134a e o óleo mineral. O óleo pode ficar "fino", isto é, tem sua viscosidade reduzida, o que também pode levar à falha acima citada. └ A reação química do óleo com o fluido refrigerante também resulta na formação de ácidos, que por sua vez atacam quimicamente (reagem com) diversos materiais do compressor, como o esmalte que recobre a fiação do motor elétrico, as borrachas, plásticos e metais utilizados no corpo do compressor, etc. Obviamente, este ataque químico desgasta e destrói as peças, podendo levar a falhas. └ A umidade (água) também pode reagir com os refrigerantes e com os óleos, formando ácidos, com as consequências acima descritas. Daí a importância de uma correta e eficaz desidratação do sistema (obtida através do processo de evacuação). └ A entrada de refrigerante no estado líquido no compressor também pode provocar falhas. Se o líquido é succionado pela bomba do compressor, pode atingir as válvulas de sucção, ocasionando uma erosão (chamada

golpe de líquido) que acaba por levar à quebra da válvula, tornando o compressor ineficaz ou mesmo travando-o. } Quando o compressor é submetido a altos diferenciais de pressão (diferença entre a pressão de sucção e a pressão de descarga do compressor), ele necessita dispendir muito mais energia para o bombeamento do refrigerante. Quando isso ocorre, o motor elétrico que move o compressor começa a consumir muito mais energia elétrica, o que é traduzido pelo aumento da corrente no compressor. Para isso existe o relé de proteção contra sobrecarga: se a corrente no compressor aumenta muito, esse relé automaticamente desliga o compressor. No entanto, no caso de falha do relé, ou no caso de utilização de um relé inadequado (superdimensionado), o relé pode não desligar o compressor, o que pode levar a uma queima do motor elétrico (a fiação do motor superaquece, o esmalte protetor em torno do fio é destruído, e o fiação pode entrar em curto circuito). } Quando a temperatura de descarga do compressor está muito elevada, o compressor como um todo se superaquece, o que aumenta a possibilidade de reações químicas entre umidade, refrigerante e óleos lubrificantes, além de também poderem provocar uma degradação dos materiais do motor elétrico, podendo levar à queima. } Quando o compressor está desligado, pode haver migração de refrigerante no estado líquido, da linha de sucção para a carcaça ou cárter do compressor. Esse refrigerante líquido mistura-se com o óleo. Isto pode fazer com que o óleo perca parte de sua capacidade de lubrificação, ficando "fino", o que, quando o compressor for religado, acabará por provocar maior desgaste no compressor.

Como fazer vácuo com um compressor auxiliar?

R.: Em primeiro lugar nunca use o compressor novo como bomba de vácuo. Sempre que possível, deve-se usar uma bomba de alto vácuo. Nesse caso são necessários dois ciclos de vácuo até 1000micra de mercúrio (29,88”Hg). Entre as duas evacuações faça a equalização à pressão atmosférica por alguns minutos, usando R12. Em seguida, aplique novo vácuo até 500 micra de mercúrio (29,90”Hg). Se a sua bomba de vácuo só consegue produzir 7500 micra de mercúrio (29,62”Hg), ela poderá ser usada desde que a seqüência de evacuação e equalização com R12 seja repetida várias vezes para garantir que toda a umidade e os gases não condensáveis sejam eliminados pelo sistema. É importante lembrar que o lançamento de R12 na atmosfera afeta a camada de ozônio. Até que se conclua as pesquisas para coletar e neutralizar o R12, envie o desperdício. O compressor auxiliar é uma alternativa para limpeza. Se não houver perfuração ou vazamento da umidade selada, a contaminação do sistema é menor: somente nestes casos a bomba de vácuo pode ser substituída. Pode-se fazer a limpeza do sistema com um compressor auxiliar; que seja usado somente para este serviço. Nunca use o compressor a ser instalado no sistema como bomba de vácuo. Como usar o compressor auxiliar: ligue-o no passador de processo do compressor novo instalado no sistema; injete R12 até atingir a pressão positiva; purgue, por aproximadamente 15 minutos, e repita a operação acima mais duas vezes; faça uma última purgação por mais 15 minutos e aplique a carga de gás R12 definitiva. O tempo de purgação deve ser medido na mínima pressão conseguida.

Qual a pressão certa para refrigerante R-12 e R-134 a no ar-condicionado de automóveis e refrigeradores?

R.: Não recomendamos que a carga de gás nos sistemas herméticos de refrigeração seja dada baseando-se na pressão interna. A carga de gás deve ser dada sempre através de dosadores ou estação de carga de gás. Um dosador de gás possui uma escala em gramas onde pode-se injetar a quantidade exata de gás necessária para cada sistema. Cada modelo de refrigerador trabalha com uma quantidade específica de gás. Portanto, ao aplicar uma carga em um determinado refrigerador deve-se observar a quantidade em gramas de gás que vem especificada na plaqueta de identificação do produto. Com relação à pressão em ar condicionado de automóveis, a carga de fluido refrigerante correta se dá pela quantidade de fluido refrigerante em gramas ou kg. Somente pela pressão não podemos garantir que o aparelho está em plena capacidade, pois existe uma variação de pressão e rendimento para cada carro.

É preciso o superaquecimento em uma câmara frigorífica? Como fazer o superaquecimento com um compressor e mais de um evaporador em uma só câmara? O que acontece se o superaquecimento estiver alto ou baixo demais. Qual a temperatura ideal?

R.: Sim, o superaquecimento é algo até certo ponto desejado, pois, além de evitar sucção úmida no compressor, também garante que todo refrigerante injetado no evaporador foi evaporado produzindo o efeito desejado. Ao serem utilizados múltiplos evaporadores em uma única câmara frigorífica as válvulas de expansão deverão manter o superaquecimento regulado. Em caso de linhas frigoríficas com configuração que necessitem da manutenção de baixos valores de superaquecimento, ou com volumes internos que não consigam, por exemplo, evitar a injeção de grandes volumes de líquido nos compressores em situações de degelo por gás quente, ou partidas sob baixas temperaturas, deve ocorrer o uso de válvula de controle de superaquecimento de admissão no compressor. Nessas aplicações é desejado um nível de superaquecimento do fluido refrigerante da ordem de 6°C, que permite a sucção seca e adequado resfriamento dos motores dos compressores do tipo hermético e semi-hermético. Deve-se também, ser considerado que em aplicações de baixa temperatura a manutenção de valores elevados de superaquecimento irá causar elevados de superaquecimento irá causar elevadas temperaturas de descarga que poderão causar danos às placas de válvulas dos compressores, carbonização do óleo, e em alguns casos até a decomposição do refrigerante por ter atingido sua temperatura crítica.

Tecnicamente o que ocorre se o R-12 for misturado em um circuito com R-12? Como conseguir uma tabela de pressão x temperatura dos fluidos alternativos?

R.: Neste caso, se o R-12 for misturado em um circuito com R-22, existe a possibilidade da formação de uma mistura azeotrópica (25% de R-12 e 75% de R-22) que apresentará pressão superiores ao sistema original com R-22. Não é recomendável fazer misturas de fluidos refrigerante em um sistema. Esta recomendação parte dos fabricantes de fluido refrigerante por motivos de segurança (pode ocorrer em alguns casos a formação de uma mistura de refrigerante que pode ser inflamável) e pelo fabricante de compressores, que garantem o rendimento do equipamento somente se for utilizado o refrigerante originalmente especificado. Existem misturas de refrigerantes normalmente comercializadas (R-502, R-404 A, etc), porém estas são produzidas diretamente pelos

fabricantes de refrigerantes segundo especificações controladas, para uso em compressores testado e aprovados para esta aplicação. Para receber a tabela de pressão e temperatura dos refrigerantes alternativos contatar a Elf Atochem Brasil.

É possível substituir um sistema de refrigeração que use compressores centrífugos em unidade chillers por torre de H₂O gelada? Qual tipo de torre substituiria duas máquinas que juntas equivalem a 288 TR, a uma vazão de 300 litros de H₂O por minuto a uma temperatura de 7°C?

Não é possível a substituição do sistema de refrigeração por torre de resfriamento, pois cada qual possui princípios distintos. O sistema de refrigeração é formado por um conjunto de equipamentos – compressor, condensador e evaporador, basicamente -, sendo utilizados para reduzir a temperatura de uma substância de modo a ficar inferior a do meio ambiente. Nesse conjunto circula o fluido refrigerante, em geral amônia ou halogenado, o qual passa de líquido para gás ao absorver calor. É no evaporador que ocorre a troca de calor entre refrigerante (estado líquido) e água. Para sistemas de água gelada essa temperatura é aproximadamente 7°C, podendo chegar até o valores negativos. A torre de resfriamento de água é um equipamento único utilizado para resfriar água por contato direto com o ar. A temperatura mais baixa que, teoricamente, consegue-se resfriar a água numa torre, é a temperatura de bulbo úmido. A temperatura de bulbo úmido varia de localidade, dependendo de umidade relativa e da temperatura de bulbo seco (meio ambiente). No Brasil a temperatura de bulbo úmido, considerada para projeto de torre de resfriamento, varia entre 23°C a 29°C, aproximadamente. Portanto não há como resfriar a água a baixas temperaturas utilizando uma torre de resfriamento.

Qual a função do relé voltimétrico com capacitor eletrolítico, em um aparelho de ar condicionado? Como funciona, como detectar a necessidade de sua instalação, e como efetuar a sua ligação em aparelhos de ar condicionado?

A função do relé voltimétrico é retirar o capacitor de partida (eletrolítico) do circuito. Ao alimentar a bobina do relé voltimétrico é gerado um campo eletromagnético que atua o contato normalmente fechado, fazendo o mesmo abrir, retirando o capacitor de partida, que se encontra instalado em série com contato do relé voltimétrico. Compressores atuais dispensam capacitores de partidas. A necessidade da utilização do relé voltimétrico ocorre somente em aparelho de ar condicionado mais antigos. Com o passar do tempo o compressor encontra dificuldade para entrar em funcionamento e, para facilitar a partida, compensando desgastes mecânicos, utiliza-se o relé voltimétrico que deve ser inserido no circuito conforme o esquema.

Quais compressores, moto-ventiladores e capacitores devo usar em condicionadores de ar de 7.000 a 35.000Btu, e em que caso devo usar o relé de partida?

Os condicionadores de ar utilizam capacitores de partida que variam sua capacidade conforme a capacidade da unidade. Estes capacitores podem ser de dois tipos : simples e duplo. O capacitor de fase simples é unitário, onde deve ser instalado um para cada ventilador e um para o compressor. O duplo pode ser ligado para o motor do ventilador e o compressor sendo única peça. Quanto ao relé de partida, este não é usado em condicionadores do tipo janela. Sua utilização é mais freqüente quando é necessário acionar contadoras de acionamento para compressores maiores, muito utilizados em unidades centrais. Quando o equipamento possui dificuldade elétrica de partida é utilizado um termistor em paralelo aos capacitores para que a partida seja facilitada. Os compressores utilizados em toda a linha de condicionadores chamada Mundial eram do tipo pistão ou chamado de alternativo, mas com avanço tecnológico, compressores do tipo rotativo foram introduzidos no mercado proporcionando menor consumo de energia.

Como posso saber se o compressor de um refrigerador está comprimindo? Sendo que, quando o refrigerador não está gelando, o causador do problema nem sempre é o compressor, podendo também ser entupimento, umidade, óleo no evaporador, etc. Existe algum aparelho para saber se o problema está mesmo na compressão ou em outro lugar, sem tirar o compressor do sistema, testá-lo fora e perder o gás? Muitas vezes é preciso trazer o equipamento do cliente para a oficina para fazer o teste e dar o orçamento. Poderia evitar isso?

Nem sempre o compressor é o responsável quando o refrigerante não está gelando. Pode mesmo ser por entupimento, umidade, óleo no evaporador ou falta de gás provocada por vazamentos. A análise das causas da falta de refrigerante deve ser feita cuidadosamente para que se tenha uma perfeita identificação. Portanto, utilizando um critério lógico de análise os custos e o tempo de reparo serão menores. Para se testar a falta de compressão de um compressor, devem-se instalar manômetro nos lados de baixa e alta pressão (sucção e descarga) do sistema. Se não houver compressão, a pressão de sucção será alta a descarga baixa. A temperatura da linha de descarga será menor que a normalmente encontrada e a temperatura do compressor estará elevada. Recomendamos não testar o compressor fora do sistema. Levar o produto até a oficina, analisar o problema, passar o orçamento e executar a reoperação demonstra preocupação com a segurança e a qualidade dos serviços

Como é feita carga de gás na geladeira biplex da Consul que funciona a gás de cozinha? Como são carregados os sistemas novos na fábrica? Quando o sistema apresentava defeito dentro da garantia, é substituído. Por que o sistema vai para a sucata, quando uma geladeira fura? Não se poderiam recuperar esses sistemas que ainda são muito usados no campo, onde não existe eletricidade?

R.: Após concluído o processo de fabricação, o sistema é submetido a vários teste para assegurar sua estanqueidade. Em seguida, ele é acoplado à estação de carga, na qual é

inicialmente submetido a um processo de vácuo, para posterior adição exata da solução refrigerante. Em seguida o sistema sofre nova bateria de testes de estanqueidade e rendimento, para garantir definitivamente sua qualidade. Em função dos cuidados necessário durante a etapa de manutenção e reprocessamento desse tipo de sistema, os reparos devem ser feito na própria fábrica, para assegurar sua eficiência. No entanto, após análise rigorosa de custo x benefício, a política de substituição do sistema foi adotada pela Consul. Isso se justifica pelas dimensões continentais do nosso país que faz com que o custo do transporte acrescido ao custo do reparo e reprocessamento seja, em muitas casos, maior ou igual ao custo do sistema novo. Não se pode recuperar o sistema em campo. Para garantir sua qualidade, eficiência e segurança, há necessidade de equipamento sofisticados que controlem a adição exata da mistura e o volume da solução refrigerante no sistema.

Como é o funcionamento de um relé de partida de compressor hermético?

O relé PTC é formado basicamente por uma pastilha de material cerâmico que atua como ponte entre os contatos do relé. Este material possui a propriedade de aumentar sua resistência quando aquecido pela corrente que passa através do mesmo. Durante a partida, com a corrente fluindo à bobina de partida, a resistência atinge rapidamente um valor muito alto, reduzindo a corrente na bobina de partida até retirá-la de operação. Seu uso é recomendado para freezers e refrigeradores domésticos, devido ao tempo necessário para resfriamento entre os ciclos de operação.

Qual melhor forma de detectar vazamentos pelas válvulas de um compressor hermético? Como descobrir a resistência ôhmica real de um bobinado de um compressor hermético? Vamos supor que o bobinado auxiliar esteja com uma resistência acima de 8% a 10%, a capacidade frigorígena será menor?

A melhor forma de se detectar vazamento não só para os conectores de um compressor hermético, mas também para todo o sistema de refrigeração onde se encontram soldas, é feita através de um aparelho chamado detector de vazamentos (“sniffers”). Este aparelho está disponível no mercado e detecta a presença dos refrigerantes no ambiente, detectando eventuais vazamentos de refrigerante através das soldas. A medição da resistência ôhmica em campo das bobinas auxiliar (partida) e principalmente (marcha) deve ser feita com o compressor desligado, sem os componentes elétricos e numa temperatura ambiente estabilizada por 12 horas a 25°C (a resistência nas bobinas varia com a temperatura ambiente: quanto maior a leitura de resistência obtida). Nestas condições, com um ohmímetro mede-se a resistência das bobinas diretamente no terminal hermético do compressor; para a bobina auxiliar (partida) a medição é feita entre os terminais C – S (Comum – Partida) do terminal hermético e para a bobina principal entre os terminais C – R (Comum – Marcha) com terminal hermético. A especificação das resistência das bobinas do compressor Sicom a 25°C tem tolerância de mais ou menos 7%. A resistência da bobina auxiliar está ligada à partida do compressor, e não à sua capacidade frigorífica. Um compressor com a resistência da bobina auxiliar maior que o especificado (por exemplo, 8 a 10%) pode ocasionar uma diminuição no torque de arranque do compressor, prejudicando sua partida. Se a resistência da bobina de marcha estiver fora do especificado, pode ocorrer

diminuição da rotação do compressor e conseqüente perda de capacidade frigorífica que pode ser atingida pelo mesmo.

Quando ligamos em série com a lâmpada de teste um capacitor de partida de geladeira doméstico, a lâmpada acende com luminosidade normal (antes de testar o capacitor, verifica-se sempre a tensão na tomada). Por que a lâmpada não acende com pouca luminosidade, indicando que o capacitor está bom?

Em circuito em série, a tensão alternada se divide de forma proporcional às reatâncias e resistências. No caso acima, tendo a lâmpada uma resistência bem maior, quase 94% da tensão aplicada ao sistema estará sobre a lâmpada.

Freezers e geladeiras com problema de umidade interna. Todo o sistema funciona, mas o aparelho não gela, o evaporador parece entupido, o condensador fica frio, aparece um vácuo e o motor desarma na proteção de sobrecarga depois de horas de funcionamento. Como solucionar o problema?

Todo sistema hermético que estiver funcionando com umidade interna não apresenta rendimento satisfatório. Nestes casos, a umidade interna dos tubos precisa ser retirada antes de se aplicar a carga de gás. Para isso, proceder conforme a seqüência abaixo: /a/ inicialmente, deve-se abrir o sistema hermético, retirando o filtro secador e o fluido refrigerante; /b/ limpar todo o sistema com um jato de nitrogênio, ou mesmo ar comprimido (o R-11 não pode mais ser usado, pois é um CFC, e sua liberação na atmosfera é proibida); /c/ substituir o filtro secador por um novo e original; /d/ fazer vácuo no sistema; /e/ recolocar o fluido refrigerante no sistema hermético. Em hipótese alguma deve-se utilizar o álcool metílico, pois o mesmo contém muita umidade que se aloja nas paredes internas do tubo de cobre. Se mesmo assim o baixo rendimento persistir poderá haver algum vazamento nas soldas ou nos tubos de cobre entupimento do evaporador. Neste caso, o evaporador deverá ser substituído e deve-se repetir todo o procedimento acima citado.

Trabalho na área de ar condicionado industrial e agora quero ingressar na área de AC automotivo, pois tenho interesse em abrir uma oficina própria. Quais são as ferramentas necessárias para começar o negócio?

Em primeiro lugar, você deverá definir o estilo ou porte da empresa que gostaria de abrir, pois atualmente o mercado exige, além de know-how, uma tecnologia de ponta adequada ao desenvolvimento e à complexidade dos aparelhos de ar condicionado atuais. Também é bom lembrar que o perfil do consumidor mudou de alguns anos para cá. Ele vem se tornando consciente de seus direitos e mais exigente quando o assunto é qualidade, preço e confiança. O mercado vem crescendo, já que aumenta o número de carros que dispõem de aparelhos de ar condicionado. O cliente

interessado e os prestadores de serviços crescem a cada dia, na mesma velocidade. Com relação às ferramentas, elas são proporcionais, em número e sofisticação, dependendo do porte da loja que pretende montar. Se optar em realizar pequenos reparos e aplicação de carga de refrigerante, terá de dispor de um kit mínimo de ferramentas composto por um conjunto de manifold para R-12 e R134a; cilindro graduado; bomba de vácuo; jogo de extratores Harrison; extrato Denso; jogo de chave catraca em milímetro; detector de vazamento; chave de válvulas; multímetro; jogo de ferramenta; spring lock. Se optar em prestar um serviço de manutenção mais especializada, que atenda até veículos importados, precisará de equipamentos mais sofisticados. Com base em nossos registros de inauguração da última loja o investimento foi de aproximadamente R\$45.000, excluindo gastos com publicidade e marketing.

Informações sobre Btu/h, Kcal/h, TR e watts. Com exemplos, desenhos e comparações entre suas aplicações (centrais de ar, câmaras frigoríficas e ar condicionado).

Com relação às unidades citadas:- Btu (British Thermal Unit) é definida como a quantidade de calor necessário para elevar a temperatura de 1lb (libra) de água de 63°F para 64°F. A unidade de potência Btu/h é uma unidade muito usada em equipamentos de ar condicionado de janela; - Kcal (quilocaloria) é um múltiplo de caloria (cal), ou seja: 1Kcal = 103 cal e 1 cal é o calor necessário para elevar a temperatura de um grama de água de 14,5°C para 15, 5°C. A unidade de potência Kcal/h é muito usada em cálculo de refrigeração;- TR (tonelada de refrigeração) – Unidade Inglesa – Definição: 1 TR é a quantidade de calor necessária para derreter uma tonelada inglesa de gelo em um período de 24 horas. TR é uma unidade muito usada em equipamento de grande capacidade frigorífica, tais como: chillers e selfs. Nesse caso usa-se o TR porque seus valores são em números, menores do que em outras unidades. - W (watts) – unidade de potência do sistema internacional de Unidades (S.I.), é obtida da divisão J/s (joule por segundo). Por ser unidade do S.I. é a unidade encontrada em catálogos de fabricantes de equipamentos, por isso os cálculos para dimensionamento e selecionamento são desenvolvidos em watts (W). Equivalência entre as unidades mencionadas: 12.000 Btu/h = 1,0 TR = 3.024 Kcal/h = 3.516,28 W. Para a realização das transformações de unidades, o esquema é o seguinte (ver quadro).

Sobre os manômetros de baixa e alta pressão, que servem para medir a pressão interna de líquidos e gases em recipiente fechados, como circuitos de refrigeração e ar condicionado. Como converter a pressão do manômetro em temperaturas e, assim, saber a temperatura do fluido refrigerante?

Para o R-12, R-22 e R-502 a escala de temperatura está em graus Fahrenheit (°F). Para converter para graus Celsius (°C) use a fórmula: $C = 5(F - 32) / 9$ Onde F é o valor (temperatura em °F) lido pela linha do ponteiro para uma determinada pressão. Já no manômetro para R-134a, a escala de temperatura está em graus Celsius. Portanto, para uma determinada pressão, será dada a temperatura correspondente em °C. Com esta leitura rápida da temperatura podemos calcular o superaquecimento ou sub-resfriamento.

Os motores desenvolvidos para trabalhar com os fluidos CFC, HCFC etc., agüentam ou funcionam com o fluido Suva?

Os fluidos refrigerante Suva, da DuPont, foram desenvolvidos para substituir os CFCs nas mais diversas aplicações. A performance e as condições de operação desses novos fluidos são semelhantes aos CFCs. Contudo para cada aplicação específica, a escolha correta do fluido refrigerante alternativo é um fator muito importante para o sucesso do retrofit.

Há possibilidade de construir uma bomba recolhadora de fabricação caseira? Pois as que existem no mercado são caríssimas.

A adaptação dos aparelhos portáteis de ar condicionado para utilização como unidades de recolhimento de fluido refrigerante, bem como a montagem de um sistema sem os pré-requisitos técnicos indispensáveis (cujo domínio por parte dos fabricantes autorizados é indiscutível) é absolutamente não recomendável sob ótica da segurança do operador. Os aparelhos de recolhimento disponíveis no mercado possuem um sistema de controle absoluto do processo de recolhimento do fluido, que é armazenado em um cilindro receptor, sob alta pressão. Reproduzir em oficinas de manutenção um equipamento de recolhimento que satisfaça os requisitos técnicos de segurança, proteção ambiental e qualidade de serviços é inviável economicamente. O mecânico atualmente deve analisar as opções disponíveis no mercado, que variam em termos de preço e potência, para utilização em diferentes tipos de sistema.

O que é superaquecimento?

Superaquecimento é a diferença de temperatura entre a entrada e a saída do evaporador, ou seja, diferença entre temperatura de evaporação (T_{ev}) e a temperatura de sucção (T_{sb}) medida no ponto onde se encontra fixado o bulbo termostático da válvula de expansão. Obs.: Os sistemas com maiores linhas de sucção como industriais, câmaras, supermercados é conveniente obter a temperatura de sucção o mais próximo possível da válvula de serviço do compressor.

O superaquecimento só existe em sistemas que tenham válvulas de expansão ou superaquecimento é simplesmente o excesso de calor no compressor?

Superaquecimento existe em todos os sistemas que possuem dispositivos de expansão. Para saber como está o superaquecimento devemos fazer a leitura da temperatura de evaporação e temperatura de sucção.

Duas câmaras frigoríficas estão sendo montadas, para congelamento e resfriamento. A câmara de congelamento é destinada à polpa de frutas e a de resfriamento para carne. A dúvida O material de isolamento é folha de alumínio ondulada e chapa lisa com poliuretano injetado entre elas, formando uma camada de 8 cm de espessura na parte mais grossa e 4 cm na mais fina. A área que já está revestida com medidas internas de 6,10 m de comprimento x 3,05 m de largura x 2,60 m de altura a câmara de congelamento. O compressor utilizando é um Bitzer – Frigor semi-hermético modelo 4M10. Os evaporadores são de mais ou menos 5 TR. Esse isolamento será suficiente para congelamento?

Vamos dividir a câmara frigorífica em duas partes, isto é, a caixa composta pelas paredes, teto e piso e o equipamento composto pelas unidades condensadora e evaporadora, quadro elétrico, quadro de comando, tubulação e acessórios. Quanto à caixa, podemos dizer que uma espessura de 4 cm é a menor possível para câmara de congelados, porém é necessário que se trabalhe com uma densidade de 36 a 40 kg/m³ na injeção do poliuretano. Isto se obtém através da contenção da expansão da espuma. Caso você não disponha destas condições, procure trabalhar com espessuras maiores. Com relação aos equipamentos, somente após a definição de densidade e/ou espessura do isolamento é que poderemos fazer o cálculo de carga térmica, que resultará na definição do tamanho do equipamento e só então poderemos afirmar que o compressor e os evaporadores citados irão ou não atender.

Preciso estimar o quantitativo da rede de dutos, ou melhor, os itens para montagem: isopor, cola, parafuso, pinos, rebites, cantos, suporte, fita de vedação, etc. Sabemos que se pode fazer o cálculo desses itens em função do metro quadrado e/ou metro linear de duto, nesse caso como proceder?

Abixo segue algumas fórmulas para auxiliar no cálculo estimativo da quantidade de cada item utilizado em uma instalação de rede de duto de chapa de metal. Cálculo estimativo: Quantidade de perfil: m² de chapa de duto x 2,2 = Metros de perfil
Quantidade de Cantos: metro linear de duto x 8 / distância entre flanges = preço de canto
Fita de vedação quantidade de perfil / 2 = metros de fita de vedação
Rebite POP: quantidade de perfil / 150 mm = peças de rebite POP
Parafuso com porca: quantidade de cantos / 2 = conjuntos de parafuso e porca
Isolamento de poliestireno expandido (isopor): É igual a quantidade de m² de chapa de duto.
Cola: Varia de acordo com o tipo de cola; 1 lata de 15 litros pode colar aproximadamente 30 m² de isopor.
A distância de flange é uma opção do instalador. Pode ser: a cada 1,0 m, 1,20 m, ou outros comprimentos de trecho de duto.

Quanto a limpeza de sistemas em caso de queima de compressores, existem métodos de filtragem para esta limpeza, porém existem dúvidas quanto à sua aplicação bem como dos detalhes deste método como qual gás utilizar, onde instalar o filtro, etc.

Apesar de há bastante tempo os fabricantes de fluidos refrigerantes pesquisarem soluções para substituir os condenados CFCs, a aplicação do R11 como substância para limpeza interna de sistemas sempre gerou muitas dúvidas entre os usuários em busca de um produto com a mesma eficiência. Até poucos anos atrás não havia uma resposta convincente para esta questão. O HCFC-141B possui condições bastante semelhantes ao R11 para utilização na limpeza de sistemas. No entanto, ainda é um produto que agride a camada de ozônio, embora em uma proporção bem menor que os CFCs, como o R11. Outra opção é uma linha de agentes de limpeza à base de HFC, que não causa danos à camada de ozônio.

Quais capacitores são utilizados para a partida de motores (motor com alto torque de partida HST)? Quais os capacitores permanentes são utilizados nos aparelhos de ar condicionado? Como funciona eletricamente? Durante o funcionamento a bobina de partida fica energizada?

Sobre os capacitores de partida: O capacitor eletrolítico para partida de motores elétricos monofásicos tem a função de “defasar”(afastar) as tensões nos enrolamentos de marcha e de partida, para gerar um campo magnético rotativo que permitirá o arranque do motor mesmo sob carga. Como o arranque acontece em tempos muito curtos (1 a 2 segundos) o enrolamento de partida é composto de poucas espiras e é atravessado por uma corrente bastante alta. Sobre capacitores permanentes: O capacitor permanente tem a mesma função, aquela de defasar as tensões dos dois enrolamentos, para gerar um “sistema bifásico” permanente e relativo campo magnético rotativo. Com o capacitor permanente há um baixo torque de arranque e um maior aproveitamento do núcleo (maior potência). Com o capacitor eletrolítico há um forte torque de arranque.

Procedimentos de troca dos filtros absolutos , tanto o do aparelho como o que vai na saída da grelha de insuflamento de uma sala que deve permanecer estéril.

A troca do filtro absoluto é realizar normalmente quando a perda de carga do elemento filtrante chega no valor recomendado pelo fabricante. Mas muitas vezes o elemento é trocado em verificações periódicas (cada empresa tem uma frequência que pode ser de 6 em 6 meses até um ano), nas quais podem ser verificadas as condições de

estanqueidade:- do meio filtrante; - do acoplamentos do elemento filtrante e estrutura; - da estrutura de recebimento do filtro absoluto. Estas verificações periódicas são importantes, pois o filtro absoluto tem uma eficiência de 99,97% para partículas de 0,3 micron, e o nosso olho só consegue enxergar partículas maiores que 25,0 micra, então os testes de penetração DOP, PAO e contagem de partículas são os métodos que garantem que o sistema filtro mais estrutura estão de acordo com o especificado.

Para dimensionar equipamentos de ar condicionado em lojas que não possuem portas nem cortinas de ar. Como proceder para os cálculos?

Para lojas sem portas ou cortinas de ar, devemos adotar o critério de considerar a vazão de ar externo (geralmente elevada no caso de lojas), como vazão através da porta, do interior para o exterior, com velocidade de 0,15 a 0,25 m/s. Devemos ainda ter cuidados da distribuição do ar, de maneira a criar insuflamento na região da porta, a parti do condicionador central e se possível com fresta contínua sobre a mesma e na vazão acima. Quanto à carga por convecção estimamos em 50% a vazão do ar insuflado que retorna para o interior, misturada com 50% do ar nas condições externas, sempre pressupondo baixas ou quase nulas as velocidades do ar no lado externo. Caso contrário, será necessário criar no mínimo uma ante-câmara.

Água gelada no processo de pasteurização de leite. Exemplo: Os equipamentos instalados são um chiller de 7,5 TR e um trocador de calor de placar. Visto que desejamos resfriar o leite até uma temperatura de 3°C, estamos buscando um fluido para substituir a água gelada do chiller. 1- Visto ser uma instalação de uso alimentício, pode-se usar o propileno glicol ou etileno glicol com segurança? Há risco de vazamento no trocador de calor a placas e o fluido contaminar o leite? 2-É recomendável usar uma solução de álcool com água? Em que proporção e que tipo de álcool pode-se utilizar? Esta solução é corrosiva?

Não é recomendado o uso de etileno glicol em instalações de uso alimentício, devido ao seu grau de toxicidade por ingestão. Os fluidos com base em propileno glicol podem ser utilizados, desde que o propileno glicol tenha grau USP, ou seja tenha grau alimentício e/ou farmacêutico. No entanto o propileno glicol nunca deve ser utilizado sozinho, pois todos os glicóis sofrem oxidação na presença de oxigênio, principalmente em altas temperatura, e conseqüentemente haverá formação de ácidos orgânicos – que fará com que a pH da solução glicólica passe a ter uma condição corrosiva no sistema, afetando todo o sistema de várias maneiras, podendo ocasionar até a perda do mesmo. Em função disto faz-se necessário a necessidade de um pacote de inibidores de corrosão

que também possua grau alimentício e/ou farmacêutico, que possam funcionar como um tampão e que de preferência efetuem também uma passivação de todo sistema. 2- O álcool, apesar de ser utilizado em alguns sistemas, possui como desvantagem uma alta evaporação, o que conseqüentemente leva a uma alta reposição, e é inflamável. Além disso o álcool para ser utilizado neste tipo de aplicação necessita também conter um pacote de inibidores de corrosão, e que o mesmo tenha características alimentícias.

Existem matérias a respeito da substituição dos refrigerantes CFC, todas abordando teoricamente a questão, e muito poucas com detalhes práticos, que são de extremo interesse para os técnicos em refrigeração. Como exemplo, cito o refrigerador doméstico equipado originalmente com componentes para trabalho com R12. Situação A: Necessito carregar refrigerante por motivo de vazamento. O R12 será substituído por R134a, e como será o procedimento passo a passo, mantendo seus componentes originais (compressor, evaporador, condensador)? Situação B: Necessito trocar o compressor e aplicar um modelo para R134a com refrigerante R134 a. Qual o procedimento passo a passo, mantendo os demais componentes originais (evaporador, condensador)? 1- Sabemos da necessidade de preservar o meio ambiente do mundo que vivemos, porém, nem sempre isto é possível pois os equipamentos para recolher e reciclar os CFCs são caros e estão além das possibilidades de milhares de refrigeristas espalhado pelo país, sendo que muito deles não têm o menor conhecimento dos fatos. As campanhas neste sentido são muito tímidas e concentradas nas grandes cidades e, se a situação fosse mesmo tão grave como nos querem parecer ser, deveria então ter financiamento a longo prazo sem juros e isenções de impostos para estes equipamentos ao alcance de todos que trabalham nesta área. 2- A Portaria 3.523 do Ministério da Saúde é mais uma lei para não ser cumprida pelas exigências e falhas que a mesma possui. Pequenas empresas de manutenção do interior do país estão excluídas do processo pela exigência de engenheiro responsável e pagamento de ART de cada serviço prestado, sendo que, na maioria dos casos, os clientes (hospitais, bancos, escolas, comércio) possuem mais de 5TR instaladas com equipamentos de janelas ou split (conforme exige a lei, estão enquadrados) e seria um absurdo ter engenheiro responsável pela manutenção desses aparelhos=== R.: 1- Para situação A: tratando-se de um sistema de refrigeração doméstica, não sendo possível recarregar o sistema com o refrigerante original R12, recomenda-se usar uma mistura de refrigerante (um blend), aprovado pelo fabricante do compressor. Dentro muito fatos que justificam o não uso de R134a na referida situação, destacam-se: a- O projeto do compressor R12 não é adequado para trabalhar com R134a, dependendo do caso poderá ter problema de falta de torque de partida e funcionamento; a- O óleo utilizado no compressor R12, não é miscível com R134a, proporcionando pressões elevadas, dificuldades de retorno de óleo para o compressor e riscos de entupimento da tubulação com óleo; b- Os processos de fabricação dos componentes dos sistemas R12 não eram livres de substância incompatíveis com R134a, como produto alcalinos, clorados; c- Projeto da unidade selada R12 nem sempre é adequada para operar com R134a. Para situação “B”: sistemas domésticos normalmente trabalham com tubo capilar com diâmetro reduzido, nos quais os riscos de entupimento por resíduos de substâncias incompatíveis com óleo poliol éster/R134a são grandes. Por isso, não recomenda utilizar compressor R134a/óleo éster em sistemas que já trabalharam com R12. Porque, mesmo fazendo limpeza na unidade selada, não garantimos retirada total das substâncias como parafina, graxas, ceras, resíduos de cloro e produtos alcalinos, normalmente existente nos antigos sistemas R12. Assim como na Situação A, recomenda-se uso de um blend. 3- Em equipamentos como geladeira e freezer, a quantidade de refrigerante realmente é muito pequena, porém, o

serviço é complexo. O compressor, filtro secador e dispositivo de expansão certamente deverão ser substituídos. Dependendo do caso, se o custo for muito alto é mais interessante a troca do aparelho do que o retrofit. O filtro secador e o compressor podem até ser adquiridos no mercado especializado respeitando-se a capacidade do compressor antigo/novo. O dimensionamento do dispositivo de expansão, nova quantidade de refrigerante necessário, alto vácuo, desidratação e limpeza do sistema, são itens críticos para se atingir êxito no retrofit. A medida de performance em termos de capacidade e novo consumo de energia são também difíceis de medir em um pequeno estabelecimento. O risco de se fazer o serviço sem uma orientação técnica do fabricante é grande e pode levar o pequeno refrigerista a prejuízos e descontentamento do cliente.

4- Quanto ao seu questionamento em relação às exigências da portaria 3.523, é importante dizer que, em princípio, toda lei é feita para ser cumprida. É natural que exigências mais específicas gerem custos de manutenção mais alto – pelos quais o cliente terá de pagar, a menos que não esteja interessado em respeitar a lei e não se preocupe com o risco da multa. Mas vale a pena lembrar também que a Portaria 3.523 estabelece responsabilidade para a empresa responsável pela manutenção do sistema. As Secretarias de Vigilância Sanitária têm a responsabilidade legal de fiscalizar a condição dos sistemas de ar condicionado com mais de 5TR, e possuem orientações específicas em relação aos procedimentos adotados para manutenção e limpeza. É sabido, no entanto, que esses órgãos possuem pouco pessoal para a quantidade de atribuições que têm, e muitos ainda não estão treinados para essa tarefa. Algumas unidades da Vigilância Sanitária consultadas informaram que estão fazendo fiscalização mediante denúncias. Portanto, é bom estar sempre atento, insistindo junto ao usuário final para que mantenha seu sistema de ar condicionado sempre em ordem.

Em uma conversa com um cliente reclama que toda vez que entra em seu carro começa a espirrar. Sabemos que na maioria dos carros nacionais, notadamente populares, não existe nenhuma preocupação com este quesito. Diante do problema, Como diminuir as consequências da baixa qualidade do ar no interior do veículo, como produtos a serem aplicados na bandeja ou diretamente no evaporador?

Iniciando pelas causas que provocam uma má qualidade do ar, como odores, por exemplo. O evaporador condensa a umidade do ar do habitáculo do veículo, que por sua vez é drenado para fora através de um dreno instalado na bandeja inferior da caixa de ar, mas no caso de entupimento deste dreno por folha de árvores que penetram dentro da caixa pela entrada de ar externo (renovação de ar), pode-se provocar um acúmulo de água. Pois bem, o que ocorre então quando se utiliza o condicionador de ar em um dia quente e depois se deixa de utilizá-lo por um longo período? A água que estava depositada na bandeja “apodrecer” virando uma espécie de lodo, criando fungos e bactérias que provocam mau cheiro ao se ligar o condicionamento de ar, em alguns casos provocam espirros em algumas pessoas mais sensíveis. O que se pode fazer nestes casos? O usuário deve optar pela manutenção preventiva no sistema condicionamento de ar automotivo, por exemplo, aproveitar a época do inverno para efetuar a limpeza da caixa de ar, aplicação de produtos como bactericidas, anti fungos, a troca do filtro anti-

pólen, neste último, o fabricante indica que a troca deve ser feita a cada 15.000km ou 01 ano (o que vencer primeiro). Alguns prestadores de serviços têm adaptado estes filtro em veículos que não possuem este item, o que resulta na melhoria da qualidade do ar interno.

Como funcionam os splits com uma condensadora, com três ou mais evaporadores, no que diz respeito ao controle de temperatura.

Para cada evaporador existe um sensor de temperatura? Como tenho apenas um compressor, quando um dos sensores atinge a temperatura desejada, ele desliga a solenóide instalada em cada evaporador, na respectiva linha de líquido? Existe válvula de retenção nas linhas de líquido com propósito de impedir que a temperatura. A interfira na temperatura B? R.: Dentro da linha Hitachi, temos duas família de produto que trabalham com multímetro evaporadores.- Multizone: pode trabalhar com até 4 unidades internas para cada unidade externa. - Set-free: pode trabalhar com até 12 unidades internas para cada unidade externa. Utilizaremos esta família para tentar explicar. Observe atentamente o esquema da tabela 1. Para controle do equipamento, temos sensores monitorando os seguintes pontos 1) Unidade Interna: temperatura de entrada e saída do ar, linha de gás e linha de líquido (em todas as unidades). 2) Unidade Externa: temperatura do ar externo, descarga do gás e tubo evaporador. Pressão de sucção e descarga. Monitorando estes pontos é que o microprocessador de controle toma as decisões de abrir/fechar as válvulas de expansão eletrônicas, mudança de velocidade do ventilador ou variação de rotação do compressor. As válvulas de expansão eletrônicas das unidades internas podem fechadas, proporcionalmente à necessidade de refrigeração no ambiente, até 50% da capacidade. Abaixo disto a válvula é totalmente fechada e a unidade interna fica somente ventilando. O compressor é do tipo scroll e portanto para controlar a sua capacidade temos duas situações: 1) nos equipamentos de 5 hp, temos somente um compressor e neste caso variamos a sua capacidade através de uma variação na frequência de alimentação elétrica. Com isto sua rotação muda e conseqüentemente a vazão de refrigerante e a capacidade. Na unidade externa existe um acumulador de líquido que armazena o refrigerante que não está circulando. A válvula solenóide que faz o by-pass de fluido refrigerante está na unidade externa. 2) Nos equipamentos de 8 e 10 HP, temos dois compressores, sendo que um trabalha ON/OFF e outro trabalha proporcionalmente, como descrito acima.

O refrigerante R-22 é um dos fluidos refrigerantes mais utilizados hoje. Entretanto, muitas empresas já trabalham para substituí-lo. Como fazer?

Com relação à substituição do R22, devemos esclarecer: (1) o R22 não é um refrigerante CFC, trata-se de um refrigerante HCFC, sendo seu prazo de eliminação previsto para 2040, para os países do artigo 5 (caso do Brasil) segundo o Protocolo de Montreal; portanto a substituição do R22 não é uma prioridade para este momento; entretanto, diversos países estão acelerando esta substituição; (2) para a substituição do R22 já existe uma ampla gama de alternativas de acordo com aplicação, como: /a/ R407C – substituto do R22 em ar condicionado de conforto, de 1,8 até centenas de kW de capacidade de refrigeração, assim como bombas de calor; /b/ R407A – substituto do

R22 em refrigeração – aplicações de baixa e média temperatura de evaporação (ex. câmara frigorífica);

Quais as etapas para substituição do refrigerante R-22 em equipamentos de refrigeração ?

Um procedimento genérico, que atende às principais etapas, seria o seguinte: (a) limpeza do sistema com refrigerante R141B; (b) após a limpeza, expulsar o R141B com nitrogênio; (c) substituição do óleo mineral usado no R22 pelo óleo poliol éster (POE) indicado para o R407C; (d) substituição do filtro secador DN pelo DU para R407C; (e) fazer o máximo de vácuo no sistema atingindo no mínimo 500 micra; (f) recarregar o sistema com novo fluido R407C pela linha de líquido e com R407C, no estado líquido; (g) analisar o funcionamento do equipamento, regulando o superaquecimento da expansora de modo que fique entre 6 e 8°C.

Este procedimento atenderia o processo de retrofit do R22 ao R407C. Nossa recomendação é consultar diretamente o fabricante do equipamento, ou o fabricante do compressor, para obter procedimentos específicos de retrofit de R22 para R407 ou R404A.

Qual a função de uma torre de arrefecimento e para que serve seu enchimento?

As torres de arrefecimento têm como função arrefecer a água utilizada na condensação dos fluidos refrigerantes. O enchimento detém a queda direta da água, aumentando a superfície de troca e o tempo de contato.

Quais são os parâmetros a serem considerados ao selecionar uma torre de arrefecimento?

Para uma adequada escolha de uma torre de arrefecimento é preciso conhecer o limite de resfriamento da água. Se a água é resfriada em contato com o ar o ponto limite de equilíbrio a ser atingido é a temperatura do bulbo úmido do ar ambiente, ou seja: a água não poderá ser resfriada a uma temperatura inferior à TBU do ar. Além disso é preciso considerar a carga térmica do ambiente a ser climatizado e a temperatura de entrada da água quente. É importante registrar que a capacidade da torre é aproximadamente 25% superior à carga térmica ambiente, uma vez que o calor gerado no processo de compressão deverá ser retirado no processo de condensação pela água.

Qual a função de uma válvula de expansão termostática em um sistema de refrigeração?

A válvula de expansão termostática é usada para regular o fluxo do refrigerante a fim de garantir que ele evapore totalmente na serpentina, para garantir a redução da pressão do sistema e ainda para manter um superaquecimento constante do vapor que deixa a serpentina. Elas podem ser do tipo equalização externa e equalização interna. As válvulas de expansão termostáticas com equalização externa de pressão são utilizadas

quando, ao fluir através do evaporador, o fluido sofrer uma queda de pressão elevada devido ao atrito. Dessa forma, sua temperatura de saturação é sempre mais baixa na saída do que na entrada. Como exemplo, considere a válvula com equalização externa de pressão, ilustrada na Figura 3, montada em um sistema com perda de carga no evaporador de 62kPa.

O que é grau de superaquecimento do fluido refrigerante. Por que ele é utilizado?

O superaquecimento do fluido refrigerante à saída do evaporador, definido entre a diferença da temperatura de sucção (T_s) e a temperatura de evaporação saturada (T_{ev}) pode ser medida através de um manifold, termômetro de bulbo ou eletrônico (com sensor de temperatura), isolante e tabela de conversão pressão-temperatura para o fluido refrigerante. Para tanto devemos colocar o bulbo em contato com a linha de sucção. A superfície deve estar limpa e a medição deve ser feita na parte superior do tubo, para evitar leituras falsas. Isole o bulbo ou sensor com o isolante de modo a isolá-lo da temperatura ambiente. Instale o manifold nas linhas de descarga (manômetro de alta) e sucção (manômetro de baixa). Depois que as condições de funcionamento se estabilizarem leia a pressão no manômetro da linha de sucção. Da tabela de R-22 obtenha a temperatura de evaporação saturada (T_{ve}). No termômetro leia a temperatura de sucção (T_s). Faça várias leituras da temperatura. Subtraia a temperatura de evaporação saturada (T_{ev}) da temperatura de sucção, a diferença é o superaquecimento. Se o superaquecimento estiver entre 4°C e 6°C, a regulação da válvula de expansão está dentro do padrão. Se estiver abaixo, muito refrigerante está sendo injetado no evaporador e é necessário fechar a válvula (girar parafuso de regulação para a direita no sentido horário). Se o superaquecimento estiver alto, pouco refrigerante está sendo injetado no evaporador e é necessário abrir a válvula (girar parafuso de regulação para a esquerda no sentido anti-horário).

Como funciona um sistema fan-coil chiller com termoacumulação e por que ele é utilizado?

Nestes sistemas o ambiente a ser climatizado troca calor com um equipamento composto por uma serpentina e um ventilador (fan-coil). Pela serpentina tem-se água fria em circulação, proveniente do chiller. A troca térmica envolvida no fan-coil é apenas na forma sensível. Geralmente a água entra no fan-coil a uma temperatura de 7°C e sai a uma temperatura de 12°C. O calor retirado do ambiente climatizado é levado através da água em circulação é trocado com o fluido refrigerante no evaporador do chiller. Este fluido refrigerante é condensado através do uso de um fluxo de água que circula através de uma torre de arrefecimento. O fluxo de água necessário para este processo pode ser calculado através do conhecimento das propriedades do fluido refrigerante ou através da equação da troca de calor sensível aplicada para a água. Uma composição típica deste sistema com termoacumuladores de gelo é muito utilizada para economizar energia nos horários de pico de consumo de energia elétrica. O sistema de refrigeração (chiller) é utilizado para fabricar gelo durante a madrugada a um custo de energia mais baixo. A água gelada proveniente do fan-coil é desviada para atravessar os tanques de gelo, fazendo com estes exerçam o papel do chiller no final da tarde e início da noite, quando o custo da energia elétrica é mais elevado.

Por que os sistemas de termoacumulação são utilizados em instalações de climatização de grande porte?

Com o aumento de custo de energia elétrica e devido ao fato das fontes de geração hidroelétrica, nosso principal recurso energético, estarem se esgotando ou cada vez mais distantes dos centros de consumo, começou-se a implantar no país uma tarifa diferenciada nos horários de maior consumo de energia. Essa medida visa um melhor aproveitamento da capacidade das usinas que praticamente tem operado no limite de geração nos horários de pico e ociosa nos demais períodos. Atualmente as concessionárias de energia elétrica praticam uma tarifa mais elevada em apenas três horas por dia, mas a exemplo de outros países, esse período tenderá a ser ampliado. Em um edifício, o sistema de ar condicionado é um dos maiores responsáveis pelo consumo de energia elétrica e um projeto adequado pode reduzir em muito a conta de eletricidade no final do mês. A termo-acumulação não leva a um menor consumo de energia. A redução do custo de energia elétrica é conseguida com a redução na potência da subestação e devido a uma transferência no horário de produção do frio, do horário de pico, onde a tarifa é mais elevada, produzindo e armazenando frio a noite quando a energia é mais barata. Outro fato que favorece o uso da termo-acumulação é o fato da mesma proporcionar uma redução na potência instalada. A carga térmica necessária na maioria das instalações de ar condicionado é variável, devido ao fato de serem também variáveis a carga de insolação e a própria ocupação dos ambientes. Em um sistema de ar condicionado convencional, a capacidade tem que ser baseada no horário de maior carga térmica, o que conseqüentemente faz com que os equipamentos fiquem superdimensionados e ociosos na maior parte do tempo. Na termo-acumulação pode-se dimensionar os equipamentos com uma capacidade inferior a capacidade do horário de pico, sendo a diferença completada pela queima da energia térmica acumulada em outro horário. Com isso, consegue-se instalações com potências menores e, conseqüentemente, menores subestações e menores demandas contratadas de energia elétrica.

Como funciona o sistema de termoacumulação que usa tanques de água gelada?

É o meio mais simples e eficiente de armazenamento térmico. Durante o período no qual a carga térmica é reduzida ou no qual a instalação não está sendo utilizada, os chillers são ligados para armazenar água gelada em reservatórios isolados termicamente. Os reservatórios podem ser construídos tanto em chapa de aço como em concreto, sendo constituídos com várias câmaras interligadas segundo a técnica denominada “labirinto” ou mesmo em tanques unicelulares do tipo estratificado que reduzem as perdas por mistura e transmissão, aumentando a eficiência dos mesmos.

Quais as limitações de um sistema de termoacumulação que usa tanques de água gelada?

O tanque de água gelada tem duas limitações principais: o volume - é superior a solução de acumulação com gelo e em determinadas obras não há espaço disponível ou o espaço tem elevado valor comercial; A pressão - para pressões elevadas o tanque se torna inviável economicamente, o que limita a aplicação para prédios mais baixos.

Como funciona o sistema de termoacumulação que usa tanques de gelo?

Os tanques de gelo, diferentemente dos tanques de água gelada, necessitam de dois ciclos distintos: Ciclo de carga ou produção de gelo, no qual é formado gelo no interior dos tanques; Ciclo de descarga ou queima, no qual é consumido o gelo previamente acumulado. Existem diferentes tipos de tanques com diferentes concepções de acumulação de gelo. Os principais fornecedores destes tanques são: Alpina, Semco-Bac e Criogel. Nos sistemas de termo-acumulação em gelo é necessário a introdução na água do circuito de água gelada de uma substância, geralmente etilenoglicol ou propilenoglicol, cuja função principal é abaixar o ponto de congelamento da água permitindo a formação de gelo nos tanques. Esta mistura irá circular através do chiller e dos fan coils. No ciclo de consumo ou queima, a solução de água e etilenoglicol é resfriada ao passar pelos tanques, saindo do tanque a uma temperatura em torno de 2° C, sendo misturada com a solução proveniente do chiller, a uma temperatura mais elevada e enviada novamente aos climatizadores a uma temperatura em torno de 5 a 7° C.

Como funciona o sistema de termoacumulação que ice-balls?

Este sistema proporciona uma redução da capacidade projetada dos resfriadores e seus periféricos, economia no custo da energia empregada em sistemas de ar condicionado de grande porte, aumento da confiabilidade do sistema pelo uso de duas fontes de frio, e substancial ganho de espaço em áreas nobres quando comparado com outros sistemas de acumulação de energia térmica. As “Ice Balls” são pseudo-esferas em polímero plástico, que são armazenadas em reservatórios (tanques) de qualquer formato ou dimensão, adequando-se às necessidades e disponibilidades da obra.

Fisicamente qual a relação entre a pressão de saturação do ar e a umidade relativa.

Sabemos que quanto maior a temperatura do ar, mais umidade pode ser dissolvida nele. Em uma dada temperatura, no limite da capacidade do ar absorver esta umidade temos o ar saturado com umidade relativa 100% e pressão de saturação (psat). O ar é uma composição de ar seco e umidade e cada um destes componentes tem uma pressão. A pressão da umidade chama-se pressão parcial de vapor. Quanto mais umidade dissolvida no ar, maior esta pressão de vapor - até o limite de psat (que é a máxima pressão parcial do vapor possível para aquela dada temperatura). Como a definição da umidade relativa é a relação entre pressão parcial de vapor (pv) e a pressão de saturação (valor fixo e definido para cada temperatura) temos que quanto maior a pressão parcial de vapor, maior a umidade relativa do ar.

Um jato de ar a uma temperatura de 18°C passa dentro de um duto não isolado através de um ambiente a TBS de 32°C e umidade relativa de 60%. Nestas condições haverá condensação sobre o duto ?

Para resolver este tipo de questão, basta utilizar a carta psicrométrica. Marcar o ponto referente à temperatura e umidade relativa do ar externo e traçando uma linha horizontal da direita para a esquerda, verificar o ponto em que há cruzamento com a linha de

saturação. A temperatura encontrada neste caso é de cerca de 23°C. Neste ponto, situa-se a temperatura de orvalho do ar externo, ou seja, se a temperatura do ar é resfriada abaixo deste valor, haverá condensação. Neste exemplo a temperatura de orvalho é de 23°C e a temperatura da face externa do duto é praticamente de 18°C (não há isolamento e a condutividade da chapa é elevada), o que faz com que a condensação da umidade seja inevitável. A solução deste problema geralmente é conseguida através do isolamento do duto. Conclusão: Haverá condensação sobre a face externa do duto porque a Temperatura da chapa é menor que a Temperatura de orvalho do ar externo.

Como podemos calcular com exatidão a densidade do ar?

A densidade do ar pode ser calculada através da hipótese de que este é um Gás perfeito, o que totalmente admissível para as condições normais de temperatura e pressão. Desta forma, isolando-se a densidade na equação dos gases perfeitos tem-se: $d = p / (R_a \cdot T)$ onde, p é a pressão atmosférica, R_a a constante do ar ($R_a = 287,035 \text{ J/kg K}$) e T é a temperatura do ar (em Kelvin).

Por que conhecer a temperatura de orvalho é importante nos sistemas de climatização?

A temperatura na qual o vapor de água da atmosfera começa a condensar é conhecida como temperatura de orvalho do ar. Esta propriedade é muito importante, pois a partir dela pode-se calcular as espessuras de isolamento adequadas para dutos, câmaras frigoríficas e refrigeradores domésticos. Ou seja, se o isolamento é ruim, haverá uma temperatura superficial externa baixa da parede da câmara ou de um duto e desta forma, haverá condensação do vapor d'água presente no ar sobre esta parede.

O que é pressão de saturação do ar e qual sua relação com a umidade relativa?

A pressão de saturação ocorre quando tem-se o máximo possível de vapor d'água dissolvido no ar a uma dada temperatura. Neste caso, diz-se que o ar está saturado e adota-se esta condição para o cálculo da umidade relativa do mesmo. Tomando-se o ar a uma dada temperatura, T_a , e certa pressão de vapor, p_v , e adicionando-se o máximo de vapor d'água fisicamente possível, obtém-se o ar saturado na temperatura T_a e com pressão de saturação p_{sat} na temperatura (T_a). A umidade relativa representa a relação entre a pressão parcial de vapor d'água presente no ar (p_v) e a pressão de saturação do mesmo a uma mesma temperatura (p_{sat}). $UR = 100 \cdot (p_v / p_{sat})$

Por que a temperatura do bulbo úmido é sempre inferior ou igual à temperatura de bulbo seco?

Porque a quantidade de água que pode evaporar da mecha molhada do termômetro de bulbo úmido para o ar depende da quantidade de vapor d'água dissolvido no ar que passa pelo bulbo úmido. Se o mesmo já estiver saturado com umidade, não evaporará nenhuma quantidade de água da mecha para o ar e não haverá resfriamento no termômetro de bulbo úmido. Neste caso, TBS seria igual à TBU.

Quais são as temperaturas de bulbo seco e umidades relativas que proporcionam o conforto térmico a um universo maior de pessoas?

O pesquisador Ole Fanger estudou os parâmetros que garantem o conforto térmico dos seres humanos na década de 70 e descobriu que uma dada condição do ambiente não é capaz de agradar a todos os usuários, uma vez que a sensação de conforto térmico é subjetiva e percebida de forma diferente pelos indivíduos. Fanger, no entanto, descobriu que há faixas de temperatura e de umidade relativas que agradam um percentual maior de usuários. Há além destas duas grandezas diversos fatores que influenciam esta sensação tais como velocidade do ar, tipo de vestimentas, metabolismo, temperatura das paredes do ambiente. A norma brasileira recomenda para escritórios e residências temperaturas de 23 a 25 graus para temperaturas internas no verão. A umidade relativa recomendada é de 40 a 60%. Estes parâmetros dependem também da aplicação. Por isso é importante a consulta às normas técnicas.

Lei de Dalton das pressões parciais e sua aplicação.

Segundo a Lei de Dalton, se diversos gases ocupam o mesmo volume a uma dada temperatura, a pressão total provocada por estes é a soma das pressões parciais de seus constituintes, cada um considerado no mesmo volume e temperatura. Desta forma, a Lei de Dalton estabelece que: a) a pressão exercida por cada um dos gases da mistura é independente da presença de outros gases. b) a pressão total da mistura de gases é a soma das pressões parciais dos componentes. Para o caso do ar atmosférico, a pressão total (p_{total}) é igual à soma da pressão parcial do ar seco (p_{ar}) com a pressão parcial do vapor d'água (p_{vapor}) dissolvido no ar.

Uma fachada de um prédio de 12 andares tem janelas orientadas para o leste com vidros comuns. Cada janela mede 10,00m x 2,00m. Calcule a carga térmica incidente no período da manhã e da tarde. Compare estes valores se as janelas forem orientadas para o norte ou para o sul. A seguir, compare o que acontece se substituirmos este vidro por vidro duplo, se instalamos película reflexiva e se colocamos cortinas internas.

Solução: a área de vidros é 12 andares x 20 m² que dá 240 metros quadrados. Pela manhã – face leste o cálculo é 240×520 (fator sem cortinas) = 124.800 kcal/h. Pela tarde as janelas estão à sombra – logo a carga térmica é 240×40 = 10.080 kcal/h. Para a face norte basta multiplicar ao 240×223 = 53520 kcal/h. Para a face sul também é sombra = 10.080kcal/h. Ao se utilizar um vidro duplo há um Coeficiente CS = 0,90 que deve ser considerado no cálculo, ou seja há uma redução de 10% da carga. Normalmente as películas reduzem 30% da carga térmica incidente (depende da película e informações do fabricante / laboratórios). Para o caso de cortinas basta multiplicar a área pelo coeficiente de cortina interna – fator 2.

Considere duas salas uma ao lado da outra. A primeira tem uma carga térmica 3 vezes superior que a segunda. Considerando que a vazão de ar de insuflamento do equipamento de climatização é proporcional à carga térmica necessária estime a vazão de ar para cada sala. Considere uma vazão aproximada de 680 m³/h por TR e que a carga térmica total seja de 8TR

Solução: seja “x” a carga térmica da sala 2. Logo a sala um tem carga térmica 3.x. O problema diz que a soma das duas cargas térmicas é de 8 TR. Logo, 4x=8T. Isso significa que x=2TR. Cada TR corresponde a 680m³/h. Logo a sala 1 recebe 4080m³/h e a sala 2 recebe 1360m³/h.

A partir de uma carta psicrométrica, estime qual é a carga térmica latente e sensível decorrente de uma vazão de ar de renovação de 900m³/h a 32°C e 60% de umidade relativa que deve ser resfriado até a temperatura de 25°C e 50% de umidade relativa. Compare com a planilha

Solução: Pela planilha basta multiplicar 900 x 2 = 1800 kcal/h de calor sensível e 900 x 6,2 = 5580 kcal/h de calor latente.

Já pela carta psicrométrica podemos obter a entalpia do ar externo como sendo 79kJ/kg, a do ar interno como sendo 51kJ/kg e a entalpia de um ponto intermediário “o” que forma um triângulo retângulo como sendo 58kJ/kg.

O fluxo de massa de ar externo é calculado por $900 \times 1,29 / 3600 = 0,282\text{kg/s}$.

A carga térmica sensível retirada é $0,282 \times (58-51) = 1,974\text{kW} = 1683 \text{ kcal/h}$

Já a carga térmica latente retirada é $0,282 \times (79-58) = 5,922 \text{ kW} = 5051 \text{ kcal/h}$.

Observe que o cálculo pela carta psicrométrica é mais preciso.

Qual a função dos isolantes térmicos utilizados em refrigeração?

Os isolantes são maus condutores de calor e têm como função reduzir as trocas de calor entre os ambientes refrigerados e o meio externo. Em câmaras frias são muito utilizados o PUR (poliuretano expandido) e o EPS (poliestireno).

Quais são os passos para a instalação de um split?

Em primeiro lugar é preciso se definir a posição das unidades evaporadora e condensadora. Isto deve ser realizado considerando facilidade de acesso, boa distribuição de ar, estrutura física da edificação e posição do dreno. Uma vez instaladas as unidades interna e externa, é preciso montar a linha de fluido de interligação. A desidratação da linha para evitar a presença de umidade é fundamental. Dependendo da distância entre as unidades é preciso realizar a carga de fluido refrigerante. Para definir se a carga de fluido está apropriada, basta medir o grau de superaquecimento

