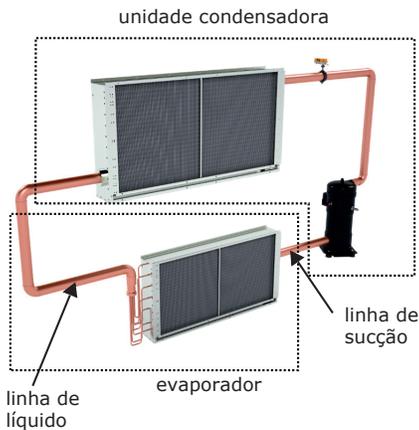


Compreensão da seleção de serpentinas do evaporador de expansão direta (DX)



Introdução

Neste *Boletim dos Engenheiros*, examinaremos a seleção de serpentinas do evaporador de expansão direta (DX), conforme aplicado em unidades condensadoras.

Uma unidade condensadora faz parte de um sistema de ar condicionado composto de compressores e condensadores. As unidades condensadoras geralmente incluem controles.

Combinar evaporadores com unidades condensadoras pode parecer complicado. No entanto, na esperança de desmistificar o processo, este boletim informativo apresentará uma abordagem simplificada ao processo de seleção. Afinal, os requisitos para seleção deveriam ser simples — atender às especificações do projeto e criar um sistema confiável. Por isso, os requisitos do projeto não podem ser tão restritivos a ponto de resultar na seleção de sistemas que podem não ser confiáveis.

Diretrizes

A seleção das serpentinas do evaporador DX deve ser baseada nos requisitos de produto do rolamento do compressor. A seleção inadequada das serpentinas pode fazer com que o sistema seja desligado devido a um controle de segurança ou, pior ainda, causar a falha do compressor. Portanto, as diretrizes do fabricante da unidade condensadora devem ser sempre seguidas ao selecionar os componentes.

Por exemplo, uma unidade condensadora de dois circuitos não deve usar uma serpentina de evaporador de circuito único, pois isso causaria problemas de óleo entre os dois circuitos do compressor.

A serpentina deve ser selecionada em uma temperatura de sucção saturada (SST) aplicável ao sistema no qual ela será aplicada.

- Volume constante (CV): SST de 6 °C ou mais,
- Volume de ar variável (VAV): SST de 7 °C ou mais,
- Sistemas dedicados de ar externo (DOAS): SST de 9 °C ou mais.

Essas temperaturas de sucção permitirão uma capacidade de modulação aceitável do sistema conforme as condições internas e externas mudam. Um projeto com SST mais baixa limitará a temperatura mínima do ar misturado, a modulação mínima do fluxo de ar e/ou a temperatura ambiente externa mínima de operação.

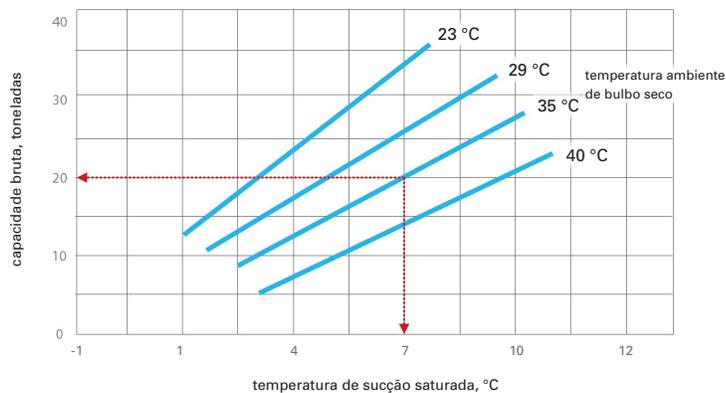
Por outro lado, a SST para funcionamento da serpentina não deve ser superior àquela que é prejudicial ao compressor. Em geral, um compressor pode operar com flutuações intermediárias de sucções mais altas, mas sucções mais altas não devem fazer parte do envelope operacional normal. Somente o fabricante da unidade condensadora pode determinar qual é esse limite máximo, que pode variar de compressor para compressor. Por enquanto, uma SST operacional inferior a 12,7 °C deve ser considerada segura para a maioria dos compressores scroll, mas, novamente, o fabricante da unidade condensadora deve ser sempre consultado para saber a SST máxima correta.

Há apenas UMA SST para uma capacidade e temperatura ambiente desejadas.

Unidade condensadora

Neste ponto, é importante discutir as curvas de desempenho da unidade condensadora (Figura 1). Normalmente, essas informações podem ser encontradas no catálogo da unidade condensadora ou solicitadas ao fabricante. As curvas da unidade condensadora representam três variáveis: temperatura ambiente, SST e capacidade. A partir de duas delas, é possível determinar a terceira. Observe que, quando a temperatura ambiente aumenta, a capacidade diminui. Da mesma forma, se a SST aumenta, o mesmo acontece com a capacidade. No entanto, a conclusão mais importante dos dados da curva é que, para uma capacidade e temperatura ambiente desejadas, há apenas uma SST que atenderá à capacidade desejada. Isso é de extrema importância, pois essa é a única SST na qual a serpentina do evaporador pode ser selecionada para obter a capacidade desejada. Conforme mostrado na Figura 1, se a capacidade desejada do sistema for de 20 toneladas e a temperatura ambiente do projeto for de 35 °C, a SST da unidade condensadora deverá ser de 7 °C.

Figura 1. Curva típica de desempenho da unidade condensadora



As curvas das serpentinas são fixas. Uma serpentina OPERARÁ em sua curva se as condições do ar permanecerem constantes à medida que a SST mudar. Assim como a unidade condensadora, elas também são traçadas como capacidade versus SST

Evaporador

Assim como a unidade condensadora, as serpentinas do evaporador também possuem curvas de desempenho (Figura 2). As curvas do evaporador são traçadas como capacidade (toneladas) em relação à SST e são baseadas em dois fatores fixos:

- Geometria da serpentina (aletas, fileiras, altura, comprimento etc.)
- Condições do ar que entra na serpentina (CFM, DBT, WBT)

Dado o número de permutações de seleções de serpentinas, os fabricantes de serpentinas geralmente fornecem ferramentas de software (como o Trane® Select Assist™ ou TOPSS™) para prever o desempenho da serpentina; ou podem sugerir uma geometria de serpentina que atenda às condições desejadas. Em ambos os casos, é melhor criar ou solicitar uma curva de serpentina. O uso e os benefícios de uma curva de serpentina e como criá-la serão discutidos mais adiante neste boletim informativo.

Figura 2. Curva típica de desempenho da serpentina do evaporador

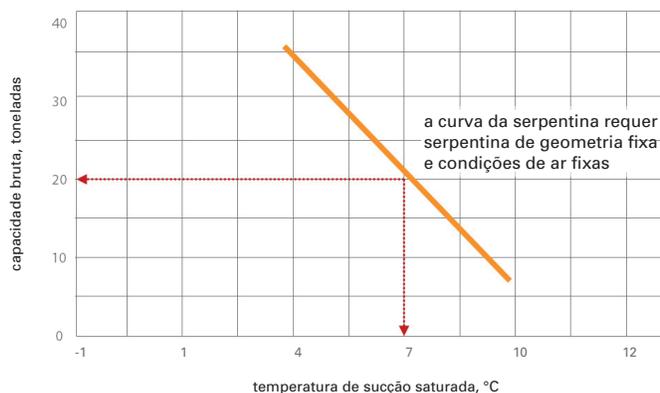


Figura 3. Gráfico cruzado de uma serpentina de evaporador e curvas de unidade de condensação

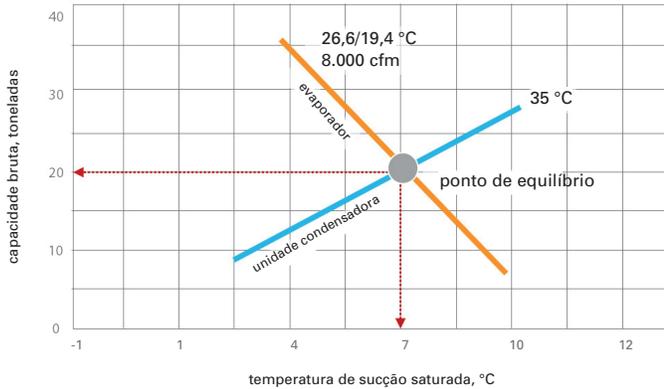


Figura 4. Perda de 1 °C SST na linha de sucção

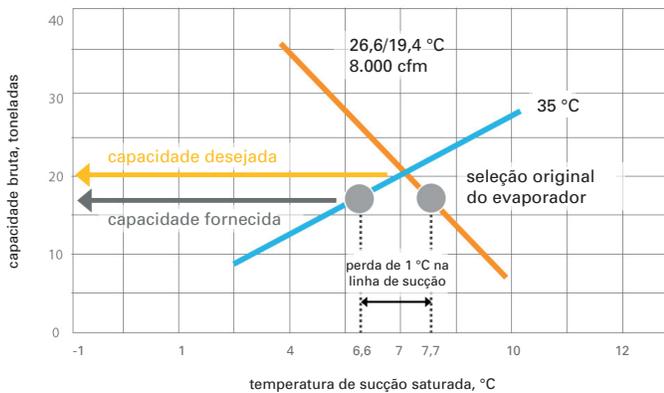


Figura 5. Pontos de operação do evaporador e da unidade condensadora

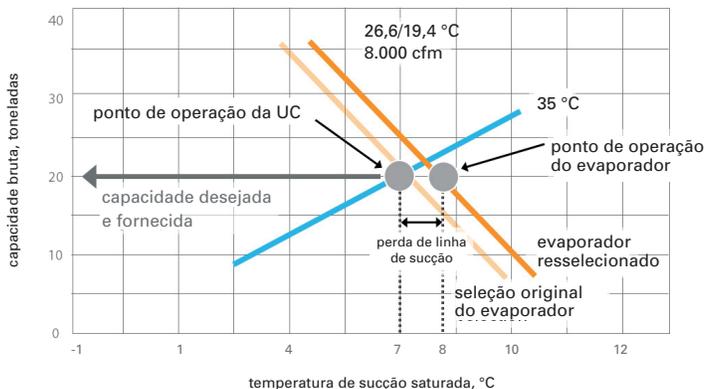


Gráfico cruzado ou desempenho do ponto de equilíbrio

O gráfico cruzado é simplesmente a sobreposição da curva de uma serpentina na curva de uma unidade condensadora. O objetivo de fazer um gráfico cruzado de um sistema é desenhar uma representação visual e entender como o sistema funcionará e reagirá às mudanças nas condições, que serão discutidas posteriormente. A interseção das curvas do evaporador e da unidade condensadora é o ponto de equilíbrio do sistema. Na Figura 3, a curva da serpentina da Figura 2 está sobreposta à curva da unidade condensadora da Figura 1. A uma SST de 7 °C e temperatura ambiente de 35 °C, o sistema fornecerá 20 toneladas de capacidade.

Será? Este é o momento de introduzir um pouco de complexidade no processo de seleção de serpentinhas de evaporador; especificamente, a perda de SST que ocorre devido à queda de pressão da linha de sucção. Para fazer com que o vapor do refrigerante flua do evaporador para a unidade condensadora, deve haver uma pressão mais baixa no compressor do que no evaporador. Esta ligeira queda de pressão deve ser considerada durante a seleção do evaporador para obter o desempenho adequado do sistema. Se esta diferença de pressão não for considerada ao selecionar uma serpentina do evaporador, o sistema operará com capacidade menor do que o pretendido. Na Figura 4, uma perda não contabilizada de 1 °C de SST na linha de sucção mostra uma perda aproximada de duas toneladas na capacidade fornecida.

A perda na linha de sucção DEVE ser levada em consideração para alcançar o verdadeiro desempenho do sistema.

Portanto, para fornecer a capacidade desejada, o projetista deve selecionar o evaporador com a mesma capacidade da unidade condensadora, mas com uma sucção igual à da unidade condensadora mais a perda da linha de sucção. Quando a serpentina é selecionada novamente com essa SST mais alta, que leva em conta a perda na linha de sucção, e a nova curva da serpentina é traçada em cruz, mostra-se que o evaporador opera com uma SST 1 °C acima da SST da unidade condensadora e na capacidade desejada (Figura 5). Estes são os pontos de operação do evaporador e da unidade condensadora.

O evaporador DEVE ser selecionado com uma SST superior à da unidade condensadora para compensar a perda na linha de sucção e manter a capacidade desejada. Historicamente, o setor de HVAC tem considerado uma perda de 1 °C como regra prática para perda de pressão na linha de sucção. Porém, recomenda-se que o projetista calcule um número mais preciso para o projeto final.

SST da serpentina do evaporador = SST da unidade condensadora + perda de SST da linha de sucção

Figura 6. Criação de uma curva de serpentina

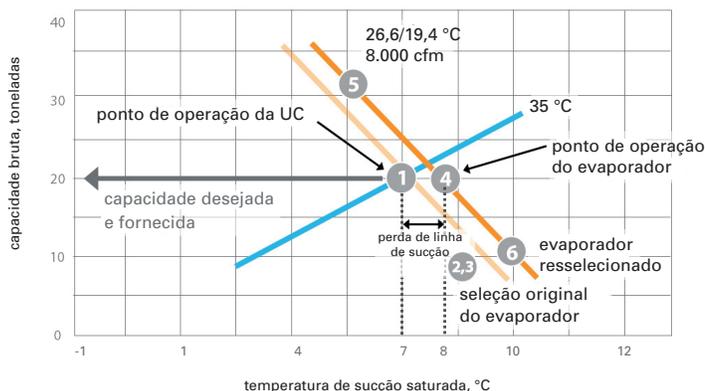
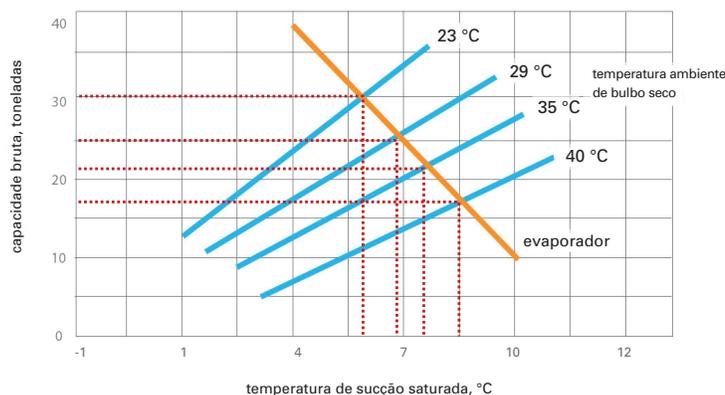


Figura 7. Reação do sistema devido a condições variáveis



Criação de uma curva de serpentina

Agora que entendemos os benefícios das curvas de serpentina, vamos explicar o processo de como criá-las. Uma representação visual de cada etapa pode ser vista na Figura 6.

1. Usando a curva da unidade condensadora, determine a SST necessária para a capacidade desejada na temperatura ambiente do projeto. Este é o ponto de equilíbrio. Este também será o ponto final de operação da unidade condensadora. Trace este ponto nas curvas da unidade condensadora.
2. Determine a perda de SST da linha de sucção.
3. Adicione a perda de SST da linha de sucção da Etapa 2 à SST determinada na Etapa 1.
4. Selecione uma serpentina no MBH da Etapa 1 e a SST da Etapa 3 usando CFM, DBT e WBT necessários. Trace este ponto nas curvas da unidade condensadora.
5. Mantendo a serpentina e as condições do ar fixas (o que significa que a geometria da serpentina e as condições do ar não diferem daquelas selecionadas na Etapa 4), execute novamente o desempenho da serpentina em uma SST arbitrária. Trace esses novos MBH e SST nas curvas da unidade condensadora.
6. Desenhe uma linha reta entre e além do ponto traçado nas etapas 5 e 4 que cria a curva da serpentina.

Visualização de como a unidade condensadora e a serpentina funcionam

A próxima etapa depois de gerar a curva da serpentina e traçá-la em relação às curvas da unidade condensadora é determinar como visualizar a reação do sistema a diferentes situações.

Mudanças na temperatura ambiente.

A Figura 1, que mostra a capacidade da unidade condensadora comparada com a SST em relação à temperatura ambiente, foi reproduzida na Figura 7. A curva da serpentina mostrada anteriormente na Figura 6 é traçada nas curvas da unidade condensadora. A combinação dessas curvas ilustra que, se o fluxo de ar e as condições do ar de entrada (DBT e WBT) permanecerem os mesmos, conforme a temperatura ambiente cair, a SST também cairá e a capacidade do sistema aumentará.

O efeito do tamanho da serpentina nas condições operacionais. O bom senso dita que serpentinas maiores do evaporador seriam capazes de produzir mais capacidade; e de fato é esse o caso. As serpentinas maiores do evaporador podem lidar com mais refrigerante do que as serpentinas menores, dadas as mesmas condições do lado do ar. Por causa disso, a serpentina maior será capaz de produzir uma SST mais alta e uma capacidade de unidade condensadora maior. A Figura 8 ilustra como o ponto de equilíbrio de duas serpentinas diferentes muda de SST de 7 °C (ponto 1) para 5 °C (ponto 2) à medida que o tamanho da serpentina diminui de 2 m² para 1,5 m².

Figura 8. Efeito do tamanho da serpentina em condições de operação

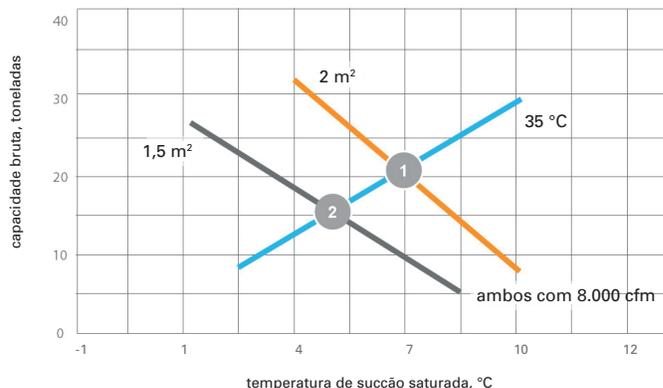
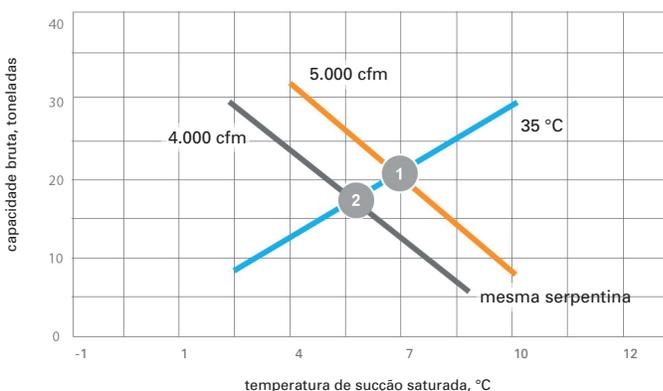


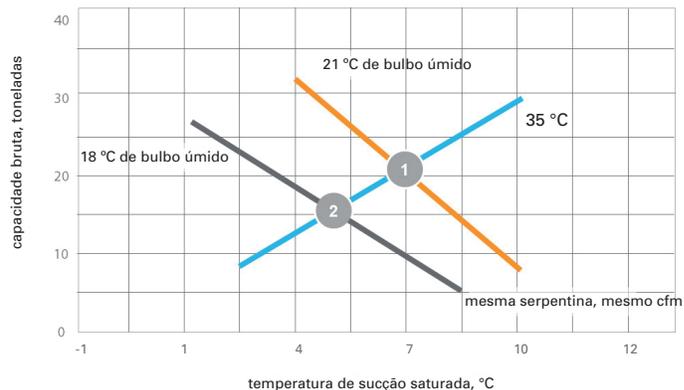
Figura 9. Efeito da redução do fluxo de ar no sistema

Efeitos das mudanças no fluxo de ar. Praticamente todos os sistemas sofrerão alterações no fluxo de ar para carregamento do filtro de ar ou outros motivos. Estas mudanças podem ser sutis ou dramáticas como em um sistema VAV (volume de ar variável). Com o fluxo de ar reduzido, a transferência de calor do sistema também diminui, resultando em uma SST mais baixa (Figura 9).



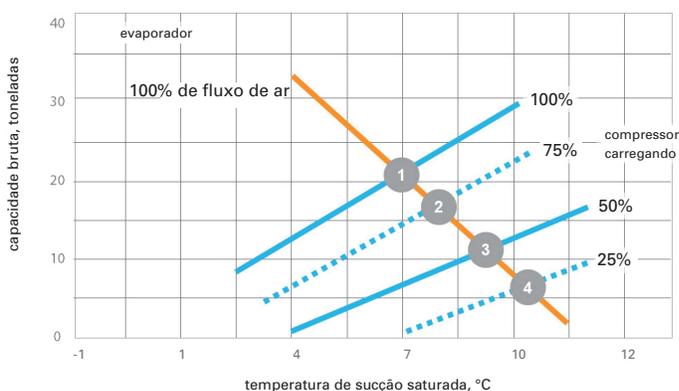
Efeito das mudanças na temperatura do ar misturado. De maneira semelhante e racional à cfm versus desempenho, se a temperatura do ar misturado que entra na serpentina do evaporador for reduzida, o mesmo ocorrerá com a transferência de calor, o que, por sua vez, diminuirá a SST e a capacidade do sistema, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10. Efeito das mudanças na temperatura do ar misturado



Efeito do descarregamento de um circuito do compressor. Muitos sistemas incluem circuitos projetados para descarregar a capacidade do sistema a fim de corresponder à mudança de carga. Essa redução na capacidade é obtida desligando sequencialmente os compressores em um conjunto coletor, descarregando um compressor em descarga ou reduzindo a rpm do compressor. O uso desses métodos de descarga aumenta a SST do sistema e reduz a capacidade. A Figura 11 mostra esse efeito desde 100% da capacidade nas condições de projeto (ponto 1) até 25% da capacidade (ponto 4).

Figura 11. Sistema conforme o compressor descarrega



Seleção de apenas uma serpentina ou unidade condensadora de reposição

Em alguns casos, pode ser necessário substituir apenas a serpentina do evaporador DX ou a unidade condensadora. Se for esse o caso, pode ser aceitável substituir por outras peças iguais se não houver problemas de confiabilidade ou conforto. No entanto, poderão surgir problemas se as descrições dos produtos estiverem incorretas ou incompletas. É aqui que entra em jogo a importância de um gráfico cruzado. Em situações de retrofit, o autor recomenda que seja desenvolvido um gráfico cruzado para demonstrar os parâmetros operacionais com a maior precisão possível.

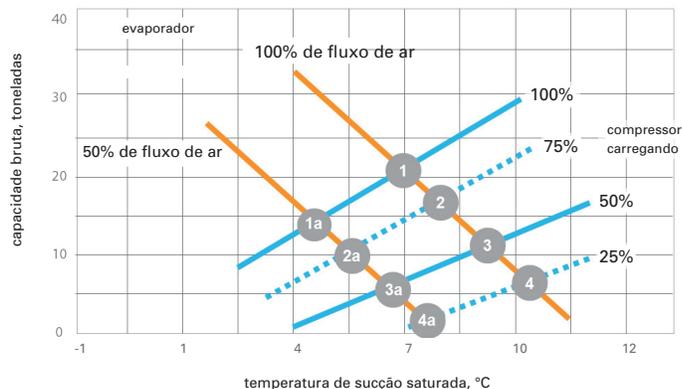
1. Comece solicitando a ficha de seleção original e o catálogo da unidade condensadora
2. Trace o desempenho da serpentina na curva da unidade condensadora. Pode ser necessário o uso de um programa de desempenho da serpentina para obter os dois pontos necessários para traçar a curva.

Se não houver a ficha de seleção original, uma curva da serpentina precisará ser criada através da entrada da geometria da serpentina, cfm e condições de ar misto em um programa de desempenho da serpentina. O catálogo da unidade condensadora antiga deve ser obtido junto ao fabricante da unidade condensadora. Uma pesquisa em relatórios de equilíbrio e registros de serviço antigos pode fornecer informações sobre cfm e condições de ar misto.

Questões a considerar...

- Houve problemas de confiabilidade ou conforto?
- É possível obter a ficha de seleção original da serpentina?
- Há uma análise de carga?
- Um sistema de registro é mantido por uma empresa de manutenção?

Figura 12. Funcionamento do sistema conforme a carga muda e o compressor descarrega



Combinação da operação da unidade condensadora e do evaporador DX.

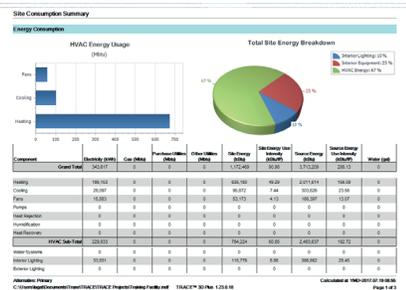
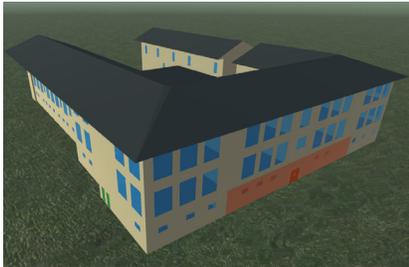
As mudanças nos parâmetros discutidos ao longo deste boletim provavelmente ocorrerão simultaneamente e seus efeitos dinâmicos no sistema DX serão cumulativos. É praticamente impossível identificar as condições operacionais exatas que ocorrerão; no entanto, é essencial tentar compreender quais condições operacionais plausíveis podem ocorrer. A Figura 12 mostra os resultados simultâneos da redução do fluxo de ar e da descarga do compressor. Entenda quais condições operacionais plausíveis podem ocorrer. Observe que, à medida que o compressor descarrega, a SST aumenta e a capacidade e o CFM diminuem, tanto a SST quanto a capacidade são reduzidos. Pode-se fazer uma previsão de engenharia de um ponto operacional plausível.

Conclusão

A seleção adequada das serpentinas do evaporador DX é essencial para evitar o desligamento do sistema ou falha do compressor. É importante compreender a interação entre a unidade condensadora e o evaporador e compreender como pequenas alterações no projeto podem afetar a operação do sistema. O gráfico cruzado é a ferramenta vital que os projetistas de HVAC devem pensar em utilizar para criar uma representação visual da operação do sistema conforme a temperatura ou o fluxo de ar mudam na serpentina do evaporador, ou a carga do compressor ou o ambiente mudam na unidade condensadora.

Por Paul Solberg, Trane. Para assinar ou ver edições anteriores do *Boletim dos Engenheiros*, acesse trane.com/EN. Envie seus comentários para ENL@trane.com.

Versão 2 agora disponível para **TRACE® 3D Plus!**



O TRACE 3D Plus foi completamente reprojetoado com ferramentas e recursos atualizados de desenho de construção, ao mesmo tempo que melhora significativamente o desempenho/escalonamento do aplicativo. Essa atualização permitirá que você crie modelos de construção robustos do mundo real com muito mais rapidez e menos erros ou complicações do que as versões anteriores.

Alguns outros recursos que você encontrará na atualização incluem:

- Capacidade de modelar salas que se estendem por vários andares
- Capacidade de modelar sistemas CoolSense
- Capacidade de modelar sistemas de cobertura complexos
- Novas ferramentas de ajuste para facilitar a identificação do que você está ajustando
- Novo arranjo de janelas
- e recursos de claraboia
- Capacidade de importar gbXML (o documento "Como fazer e limitações" será incluído)
- Novas variáveis e recursos de visualização de dados
- Capacidade de simular modelos na nuvem

Baixe a última versão de teste do TRACE 3D Plus para experimentar melhorias no desempenho do sistema, controle e cálculo e muitas atualizações e correções adicionais. Agora disponível no Centro de Download de Software e Projetos de HVAC da Trane. Acesse Trane.com/TRACE3DPlus.

Treinamento on-line do TRACE® 3D Plus agora disponível!

Ambos os dias de treinamento on-line do TRACE 3D Plus já estão disponíveis! Aproveite os treinamentos on-line sobre projeto de carga e energia e economia! Este treinamento individualizado oferece módulos on-line, exercícios práticos e uma parte de avaliação para ganhar horas de desenvolvimento profissional após a conclusão bem-sucedida. Entre em contato com CSDAdmin@trane.com ou ligue para (608) 787-3936 para obter detalhes.

Entre em contato com o representante local da Trane para ver o Boletim dos Engenheiros 2020 AO VIVO.

Marque no seu calendário!

Impacto do ponto de orvalho do DOAS na umidade do espaço (março)

Sistemas dedicados de ar externo (DOAS) são usados em uma variedade de tipos de edifícios para fornecer ventilação; e quando o ar externo for desumidificado, um DOAS poderá ajudar a prevenir altos níveis de umidade no espaço. Mas muitos sistemas projetados e instalados hoje não estão fazendo a desumidificação correta. Este Boletim dos Engenheiros vai demonstrar como os níveis de umidade do espaço são afetados pelas condições de descarga de ar do DOAS, tanto com carga total quanto com carga parcial.

Agricultura interna: considerações de projeto do sistema HVAC (maio).

O cultivo de plantas dentro de casa está crescendo em popularidade, mas condicionar espaços para plantas em vez de seres humanos traz novos desafios. Este Boletim dos Engenheiros vai discutir sobre plantas, os desafios de desumidificação que elas trazem e como o resfriamento de precisão para agricultura interna é diferente comparado com o resfriamento de conforto.

Eletrificação (outubro). Muitos municípios dos Estados Unidos estão tomando medidas para reduzir suas emissões de carbono. Uma das táticas que eles estão usando e que afeta o setor de HVAC é a redução, ou remoção, do gás natural para aquecimento. Este Boletim dos Engenheiros vai abordar a motivação para eletrificar áreas atualmente afetadas por esta tendência e sistemas possíveis para alcançar as necessidades de eletrificação.

Desmistificação dos sistemas VRF (novembro). Este programa se baseia na transmissão de 2014 "Applying Variable Refrigerant Flow (Aplicação de volume de refrigerante variável)" com discussões detalhadas sobre várias considerações. Os tópicos incluirão: quando usar a recuperação de calor em vez de configurações de bomba de calor, como aplicar VRF com sistemas canalizados tradicionais, considerações sobre o sistema e o dimensionamento para climas quentes e frios, fornecimento de ventilação e muito mais.

Entre em contato com o escritório local da Trane para obter informações detalhadas e para saber as datas.



Trane,
Uma empresa da Ingersoll Rand

Para obter mais informações, entre em contato com o escritório local da Trane ou envie um e-mail paracomfort@trane.com

Trane, o logotipo do Círculo, TRACE, Trane Select Assist e TOPSS são marcas comerciais da Trane nos Estados Unidos e em outros países. ASHRAE é uma marca registrada da American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers, Inc. Trane é uma marca da Ingersoll Rand, líder mundial na criação de ambientes confortáveis, sustentáveis e eficientes. A família de marcas da Ingersoll Rand inclui Club Car®, Ingersoll Rand®, Thermo King® e Trane®.

Este boletim tem fins meramente informativos e não constitui consultoria jurídica. A Trane acredita que os fatos e as sugestões apresentados aqui são precisos. No entanto, as decisões finais de projeto e aplicação são de sua responsabilidade. A Trane se isenta de qualquer responsabilidade por ações tomadas com relação ao material apresentado.