

Boletim informativo de engenharia

volume 38-3

• Informações para projetistas do sistema HVAC da atualidade

manteiga de amendoim e geleia

Chillers em série e centrais de água gelada VPF

Custos de energia drasticamente crescentes, escassez de água e preocupações emergentes sobre a pegada de carbono equivalem à necessidade da operação mais eficiente dos edifícios. Muitos proprietários estão procurando inovações em projetos de sistemas HVAC para ajudar a atender a essa necessidade. Este boletim informativo discute três conceitos de projeto e explora como sua combinação pode tornar o sistema mais eficiente e mais confiável.

Os três conceitos

Chillers em série; Uma edição anterior do *Boletim informativo de engenharia*, "Sistemas de controle que economizam energia" continha uma comparação entre chillers em paralelo e em série. Ele incluía uma avaliação afirmando:

Em vez de conectar os chillers em paralelo para que cada um produza a água mais fria do sistema, eles são conectados em série. O chiller a montante necessita de menor potência de entrada por tonelada de saída, melhorando assim a eficiência do sistema.

Sistemas de baixo fluxo. Há uma percepção crescente de que as perdas parasíticas do sistema podem ser reduzidas e a eficiência melhorada reduzindo a energia usada para *transportar* resfriamento e aquecimento por todo o edifício. Não é comum encontrar um sistema de resfriamento em que as vazões *ideais* de projeto sejam as condições de classificação da norma ARI de 2,4 gpm/ton. e 3,0 gpm/ton. para sistemas de água gelada e água de condensação, respectivamente. ^[1]

Fluxo primário variável (VPF).

Graças aos avanços nos controles inteligentes de chillers atuais, e impulsionados pela promessa de economia significativa de energia de bombeamento a um custo inicial mais baixo, os sistemas de água gelada VPF estão atualmente vivenciando um crescimento explosivo.^[2]

Quantificação dos benefícios

Chillers em série de baixo fluxo.

A Tabela 1 compara a vantagem em eficiência entre configurações em série e em paralelo para um sistema de dois chillers.

As opções de chiller representam eficiências de chillers selecionados para fluxo de água gelada de

1,5 gpm/ ton. com uma temperatura de fornecimento de 4 °C (40 °F). Vários pontos são evidenciados após o estudo dos dados:

- Tanto a capacidade quanto a eficiência do par de chillers aumentam na configuração do chillers em série.
- Mesmo a 1,5 gpm/ton., um sistema de chillers em série parece sofrer uma queda de pressão proibitivamente alta no chiller.

É este último ponto que merece um exame mais aprofundado. Será que, em um sistema VPF, o prejuízo aparente da queda de pressão não é proibitiva, mas realmente benéfica?

Tabela 1. Dados comparativos entre sistemas de dois chillers (fluxo da água de abastecimento de 1,5 gpm/ ton. a 4 °C [40 °F])

Modelo do chiller	Capacidade do sistema (tons)	Capacidade combinada do chiller (EER)	Fluxo de projeto do chiller (gpm)	Projeto PD (pés)	Fluxo mínimo (gpm)	Taxa de redução do fluxo (projeto/min.)
RTAC 200 Alta Eficiência 2 passagens em paralelo	380	9,8	284	5,1	241	1,2
RTAC 200 Alta Eficiência 3 passagens em paralelo	388	9,9	290	17,6	161	1,8
RTAC 200 Alta Eficiência 2 passagens em série	404	10,1	580	37,1	241	2,4
RTAC 185 Alta Eficiência 2 passagens em série	372	10,2	555	40,8	117	4,7

O ASHRAE Greenguide recomenda projetar com:
 ΔT da água gelada de 6,7 a 11,1 °C (12 a 20 °F) ΔT da água de condensação de 6,7 a 10,0 °C (12 a 18 °F)

Isso equivale a vazões de:
 1.2 – 2.0 gpm/ton. de água gelada e
 1.6 – 2.3 gpm/ton. de água de condensação

VPF: Considerações sobre fluxo.

Os sistemas VPF economizam energia considerável do sistema, principalmente porque o fluxo varia proporcionalmente à carga do sistema. Se algo prejudicar essa relação, isso afetará negativamente a economia de energia esperada. Quais são algumas dessas influências prejudiciais?

Duas vêm à mente. Uma delas é a temida síndrome do "delta T baixo". Uma das vantagens comumente elogiadas do VPF é que os chillers podem ser "bombeados em excesso" em sistemas VPF para evitar a operação prematura de chillers adicionais apenas para atender o fluxo do sistema. Isso compensa o delta T baixo do ponto de vista do sequenciamento de chiller. No entanto, as bombas do sistema ainda consomem energia adicional movimentando mais água pelo sistema. O VPF não pode compensar a penalidade de energia de bombeamento de baixo delta T.

Uma segunda influência prejudicial da relação carga/fluxo do sistema pode ser o fluxo mínimo necessário do chiller selecionado.

Em um sistema VPF, as bombas devem fornecer fluxo suficiente para atender o *maior* fluxo do sistema *ou* os requisitos de fluxo mínimo do chiller.

A Figura 1 mostra o fluxo ideal da bomba para um sistema VPF de dois chillers — ignorando o fluxo mínimo do chiller. O fluxo da bomba é proporcional à carga do sistema em todas as condições.

A Figura 2 mostra o fluxo *real* da bomba do mesmo sistema (incluindo o fluxo mínimo do chiller) com base em chillers com uma taxa de redução de fluxo (TD) de 2,5:1.

A Figura 3 mostra o fluxo real da bomba do mesmo sistema (incluindo o fluxo mínimo do chiller), mas desta vez com base em chillers com uma taxa de redução de fluxo (TD) de 1,4:1.

Com isso em mente, se observarmos as seleções de chillers da Tabela 1, outra conclusão fica evidente.

- A TD de fluxo extremamente baixa para chillers em paralelo com evaporadores de 2 passagens na primeira linha não funcionaria bem em um sistema VPF.

Figura 1. Relação de fluxo ideal do VPF

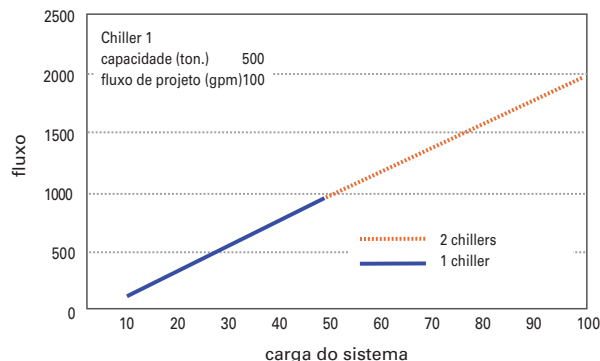


Figura 2. Relação de fluxo real do VPF: Taxa de TD de 2,5

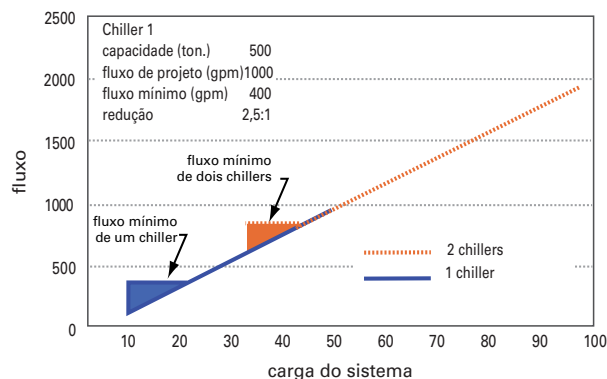
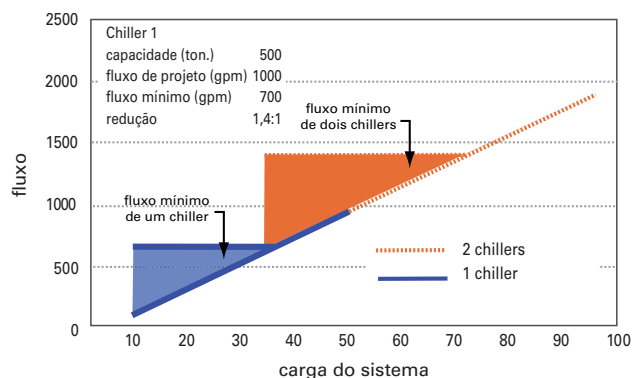


Figura 3. Relação de fluxo real do VPF: Taxa de TD de 1,4



No entanto, esta pode ser uma seleção perfeita em um sistema de fluxo constante para potência de bomba de projeto reduzida.

É claro: uma baixa taxa de redução afeta significativamente a operação da bomba do VPF. Mas a falta de redução adequada do fluxo do evaporador do chiller é uma preocupação real? Depende do tipo de chiller, mas a resposta geral é sim e só vai piorar devido à necessidade de sistemas mais eficientes.

Os fabricantes estão sendo levados a produzir chillers cada vez mais eficientes para atender aos requisitos do código ou do cliente. Uma maneira comum de melhorar a eficiência do chiller é aumentar a área de superfície do trocador de calor – adicionar mais tubos ao evaporador e/ou condensador. Mais tubos resultam em uma área de fluxo maior e uma velocidade de fluido de projeto mais baixa. Um fluxo mínimo mais alto é necessário para manter velocidade do fluido suficiente para evitar condições de fluxo laminar. A operação laminar pode causar controle instável da temperatura da água gelada que pode ser perigoso para o chiller.

Além disso, os engenheiros estão seguindo as “melhores práticas” da indústria e projetando sistemas mais eficientes por meio do uso de vazões de projeto de sistema e chiller mais baixas. Sistemas de 2,0, 1,7 ou mesmo 1,5 gpm/ton. estão se tornando a norma e não a exceção. Embora a redução do fluxo de projeto seja boa para a eficiência do sistema, reduz a taxa de TD disponível para um determinado chiller.

Os chillers centrífugos aplicados normalmente têm muitas opções de trocadores de calor para que uma taxa de TD adequada possa ser selecionada. No entanto, está se tornando comum ver seleções de chillers com taxas de TD muito baixas. Isso pode dificultar a aplicação em sistemas de chillers em paralelo/VPF.

Impacto

Impacto da baixa redução na dimensão do Bypass e Controle.

Além do impacto da energia de bombeamento, devido à exigida alta vazão no bypass, como mostrado na Figura 3 (devido a uma taxa de TD baixa), força a seleção de uma linha de bypass do VPF e válvula de controle relativamente grandes.

A faixa de controle necessária para fluxo e pressão torna o controle estável mais desafiador. Quando um segundo chiller for adicionado, a válvula de derivação deve abrir rapidamente em uma pressão diferencial do sistema relativamente baixa para permitir fluxo suficiente para manter o chiller em operação acima do fluxo mínimo respectivo. A mesma válvula também deve controlar o fluxo de forma estável em pressões mais altas do sistema quando apenas uma pequena quantidade de bypass for necessária para manter vários chillers operando acima de seus requisitos mínimos de fluxo.

Requisitos do chiller VPF. Como um projetista pode garantir que os chillers aplicados em um VPF tenham TD de fluxo suficiente para funcionar bem em um projeto VPF? Diversos passos podem ser dados.

- Avaliar o requisito de vazão de bypass com diferentes chillers em operação, em todo o espectro de carga do sistema.
- Incluir o requisito de uma taxa de TD mínima como parte da especificação do chiller.

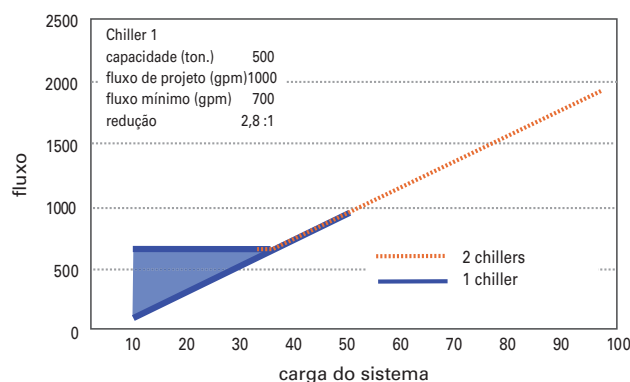
- Incluir requisito para apresentar os fluxos nominais mínimo e máximo do chiller como um item no pacote da oferta.
- Não especificar chillers com fator de segurança de capacidade excessivo.
- Considerar a aplicação de chillers na configuração em série.
- Lembrar que as limitações da taxa de variação do fluxo de chiller em série são definidas pelas limitações do chiller, assim como nos sistemas VPF em paralelo.

Fluxo do VPF para chiller em série. A Figura 4 representa o fluxo da bomba para os mesmos chillers mostrados na Figura 3, mas em uma configuração em série. Na configuração em série, os chillers terão uma taxa de TD efetiva de 2,8:1 quando ambos os chillers estiverem operando. Observe-se que a curva operacional parece bem diferente.

Algum fluxo de bypass ainda será necessário durante períodos de carga muito baixa quando um único chiller estiver operando. No entanto, todo o fluxo de bypass será eliminado quando dois estiverem operando.

Energia do sistema para VPF com chillers em série. Em sistemas com fluxo constante através dos evaporadores dos chillers, os projetistas geralmente especificam quedas de pressão máximas aceitáveis. A queda de pressão do fluxo de projeto através de um par de chillers em série provavelmente será muito maior do que o que é considerado aceitável em um sistema paralelo.

Figura 4. Relação de fluxo do VPF de chiller em série: Taxa de TD de 1,4



A Tabela 2 compara o consumo de energia do sistema em diferentes pontos de carga para chillers de 3 passagens em paralelo em comparação a chillers de 2 passagens configurados em série.

Observação: Esses chillers específicos de 2 passagens não devem ser usados em paralelo em um sistema VPF com um fluxo de projeto de 1,5 gpm/ton. devido à TD de fluxo ruim e ao requisito elevado para o fluxo de bypass resultante.

Esta comparação demonstra que a configuração do chiller em série tem um COP de sistema melhor em todos os pontos de carga. Ela usa menos energia, mesmo com uma queda de pressão do sistema 6 mca (20 pés) maior na carga de projeto!

Este é um resultado direto da maior eficiência combinada do chiller, bem como da diminuição do fluxo de desvio em condições de carga parcial.

Controle de centrais de água gelada em série/VPF

Alguns proprietários e engenheiros evitam centrais com chillers em série porque não têm certeza dos requisitos de controle do sistema. Na verdade, o único requisito adicional de controle da central com chillers em série é a redefinição do ponto de ajuste de saída de água gelada do chiller a montante para equalizar a carga do chiller. As três regras para o ponto de ajuste do chiller são bastante diretas.

1. Se um chiller estiver operando, ele utilizará o ponto de ajuste do sistema.
2. Se ambos os chillers estiverem operando:
 - (a) o chiller a jusante, utilizará o ponto de ajuste do sistema.
 - (b) o chiller a montante utilizará um ponto de ajuste que resulta em cada chiller atendendo metade da carga instantânea.

A equação do ponto de ajuste do chiller a montante está baseada na temperatura de retorno da água gelada e na temperatura desejada de fornecimento de água gelada e calculada de forma simples:

$$CHSP_{mon} = CHRT + \left(\frac{CHRT - CHSP_{sis}}{2} \right)$$

O ponto de ajuste é recalculado periodicamente e enviado ao chiller. O chiller controla sua própria carga.

- CHSP_{mon} Ponto de ajuste da água gelada a montante
- CHRT Temperatura de retorno real do sistema de água gelada
- CHSP_{sis} Ponto de ajuste de fornecimento do sistema de água gelada
3. Se houver uma falha de um chiller ou controlador, o(s) chiller(es) operacional(is) assumirá(ão) como padrão o ponto de ajuste do sistema.

A ativação e desativação dos chillers seguidores para atender à carga do edifício pode usar lógica idêntica à de um sistema VPF em paralelo. O desvio na temperatura de fornecimento de água gelada do sistema é uma maneira simples e robusta de decidir quando adicionar um chiller. A carga do chiller, medida pelo chiller RLA ou kW, é uma indicação confiável e repetível do ponto para retirar um chiller de operação.

Quando NÃO utilizar chillers em série.

Embora uma configuração de chiller em série economize energia e faça sentido em muitos casos, há situações em que ela não deve ser aplicada.

1. Sistemas com vazões de projeto maiores que 1,5 gpm/ton. provavelmente não são bons candidatos devido à queda de pressão do chiller. É melhor começar com um projeto de sistema de baixo fluxo de alta eficiência para otimizar a energia de bombeamento.
2. A interação de controle entre chillers com compressores de carregamento escalonado (diversos scrolls) pode resultar em ciclagem indesejável do compressor. Os chillers de carga escalonada padrões não devem ser aplicados em série.
3. Os sistemas de fluxo constante normalmente não são bons candidatos para chillers em série.

Tabela 2. Comparação do consumo de energia do sistema

Carga	Chiller RTAC 200 de 3 passagens em paralelo						Chiller RTAC 200 de 2 passagens em série						Aumento do COP %
	Toneladas	PD de bombeamento	Bomba kW	Chiller kW	Total kW	COP do sistema	Toneladas	PD de bombeamento	Bomba kW	Chiller kW	Total kW	COP do sistema	
100	388	70	10	472	482	2,83	404	90	14	482	496	2,87	1,3
90	349	60	8	396	404	3,04	364	76	10	400	411	3,11	2,6
80	310	51	6	326	332	3,29	323	63	8	323	331	3,44	4,4
70	272	43	4	260	264	3,62	283	52	6	265	271	3,67	1,6
60	233	36	3	208	211	3,88	242	43	4	207	211	4,04	4,0
50	194	31	3	160	163	4,19	202	35	3	164	167	4,26	1,9
40	155	27	2	123	124	4,39	162	29	2	121	123	4,62	5,3
30	116	24	1	99	100	4,09	121	25	1	98	99	4,31	5,3
20	78	21	1	85	86	3,18	81	22	1	84	85	3,36	5,7
10	39	20	1	71	72	1,90	40	20	1	70	71	2,01	5,7

Consulte o *Boletim informativo de engenharia* sobre sistemas VPF para obter mais detalhes sobre o sequenciamento de chillers.^[2]

Mais de dois chillers? É difícil lidar com número ímpar de chillers em uma configuração em série. Exceto para algumas aplicações de processo de fluxo muito baixo, a queda de pressão do sistema para três chillers em série torna-se insustentável. A solução é redimensionar os chillers para que um número par possa ser utilizado.

Se um sistema necessitar de quatro, seis ou mais chillers, uma configuração possível do sistema é a de “pares de chillers” em série posicionados em paralelo, conforme mostrado na Figura 5.

Uma abordagem alternativa e mais versátil é a de “centrais em série”, mostrada na Figura 6, deve ser considerada.

Uma configuração de “centrais em série” oferece vários benefícios:

- Um chiller fora de serviço não afeta a operação de outros chillers.
- A operação de chillers a montante e a jusante pode ser combinada para melhor flexibilidade e confiabilidade.

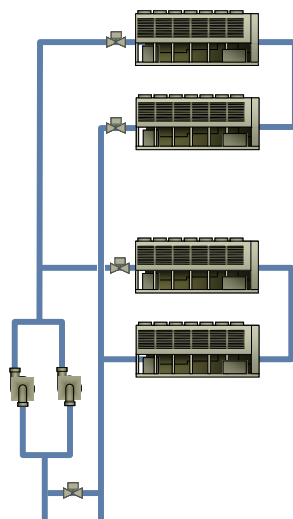
Tubulação de derivação do chiller.

As discussões sobre chillers em série geralmente abordam a inclusão de tubulação de derivação adicional em torno de cada chiller. Um exemplo dessa tubulação é mostrado na Figura 7.

Existem duas razões potenciais para incluir a tubulação de derivação do chiller.

A primeira é eliminar a queda de pressão de um chiller não operacional de um par de chillers em série. No entanto, como mostrado anteriormente na Tabela 2, a penalidade de energia de bombeamento em tais condições de carga parcial é mínima. Embora o desvio de um chiller inoperante proporcione economia adicional de bomba, a tubulação adicional e a complexidade de controle podem não justificar a economia.

Figura 5. Pares de chillers em série



Em segundo lugar, a inclusão da tubulação de derivação do chiller com válvulas de isolamento manuais para permitir a manutenção pode ser desejável pelos seguintes motivos:

- O sistema de resfriamento em questão atende a uma carga crítica que não pode tolerar um desligamento programado de curto prazo de ambos os chillers em um par em série.
- Um chiller deve estar sempre disponível para condicionamento de conforto.

A manutenção de chiller externo ao sistema de refrigeração pode ser realizada com água gelada fluindo através do trocador de calor do evaporador. No entanto, o sistema de refrigeração nunca deve ser exposto à atmosfera ambiente com fluxo ativo de água gelada. Umidade pode entrar no sistema de refrigeração exposto do chiller causando corrosão rápida ou contaminação de óleos higroscópicos usados com muitos refrigerantes atuais. Além disso, a evacuação adequada de um sistema de refrigeração é praticamente impossível com fluxo ativo de água gelada.

Figura 6. Centrais em série

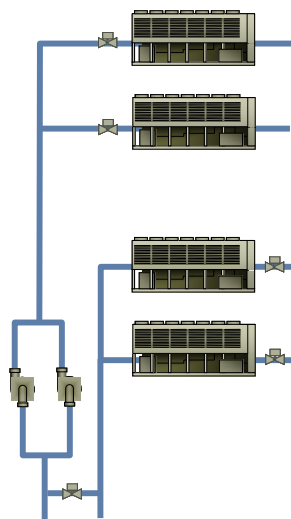
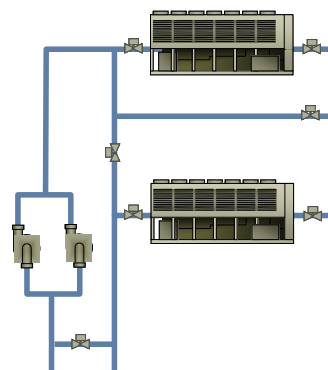


Figura 7. Par de chillers em série com desvio de serviço



Outras opções de eficiência do sistema admitidas pela configuração em série

Existem várias opções para economizar energia no sistema que podem funcionar muito bem em conjunto com um sistema série/VPF.

Configuração em série e free-cooling. O uso de água fria do condensador, disponível durante períodos de baixas temperaturas de bulbo úmido, para produzir água gelada por meio de trocadores de calor de placa e estrutura ou migração de refrigerante dentro de um chiller são métodos para reduzir significativamente o consumo de energia do sistema.

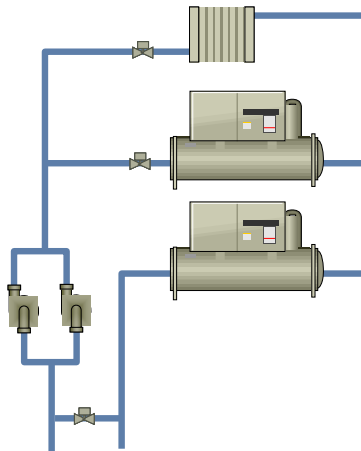
Uma excelente estratégia para aplicar um chiller de free-cooling com migração de refrigerante em um sistema em série é posicioná-lo a montante. Consulte a referência ^[3] para obter mais informações.

Um chiller de free-cooling pode fornecer de 30 a 40% de sua tonelagem projetada, dependendo das condições de operação.

Quando o chiller de migração de refrigerante não puder atender a carga total do edifício, o chiller a jusante poderá ser ativado para aumentar a capacidade de resfriamento do sistema. Este free-cooling e mecânico coincidente aumenta consideravelmente as horas de operação de free-cooling e a economia de energia. Como o free-cooling é fornecido por uma opção em um chiller, não há necessidade de espaço adicional na sala de equipamentos e aumento mínimo na manutenção.

Outra opção de free-cooling é a aplicação de um trocador de calor de free-cooling dedicado em paralelo com o chiller a montante, conforme mostrado na Figura 8. Embora esta opção exija espaço adicional na sala de equipamentos e manutenção, pode ser projetada para maior capacidade de resfriamento livre do que um chiller de migração de refrigerante pode fornecer. Também pode ser a única opção de free-cooling do lado da água em sistemas com tipos de chillers que não oferecem uma

Figura 8—Trocador de calor de free-cooling localizado a montante.



opção de free-cooling. Devido à sua posição a montante, o trocador de calor também fornece resfriamento mecânico coincidente e free-cooling, aumentando a economia de energia de free-cooling.

Configuração em série e recuperação de calor. Um chiller com um condensador de recuperação de calor dedicado (às vezes chamado de condensador de *tubo duplo*) ou um chiller de recuperação de calor adicional, de tamanho adequado, funciona muito bem em uma central em série/VPF na posição a montante (consulte a Figura 9).

O posicionamento a montante se beneficia da temperatura mais quente da água de retorno do sistema para uma operação mais eficiente do chiller de recuperação de calor.

Existe sinergia crescente entre a aplicação de sistemas de recuperação de calor de chillers e sistemas de aquecimento de alta eficiência.

As caldeiras de condensação necessitam temperaturas mais baixas da água do sistema de aquecimento para atingir o seu potencial de eficiência. Em consequência, as temperaturas de projeto do sistema de aquecimento de 82 °C (180 °F) estão sendo substituídas por 40 °C (105 °F) a 54 °C (130 °F). Muitos tipos de chillers podem fornecer recuperação de calor eficiente em conjunto com temperaturas de aquecimento mais baixas.

Assim como na aplicação de free-cooling, é simples otimizar a operação do sistema controlando o chiller de recuperação de calor a montante para obter operação ideal e permitir que o chiller a jusante transporte qualquer carga de resfriamento restante.^[4]

A chave para responder à questão de aplicar um chiller com um condensador de recuperação de calor ou um chiller de recuperação de calor completamente separado é uma análise de energia horária do edifício com um programa como o Trane TRACE™. Tal análise de energia revelará se a magnitude e a ocorrência da carga de aquecimento e resfriamento são favoráveis à aplicação de um chiller de condensador de tubo duplo. Cargas relativamente semelhantes funcionam bem com chillers de recuperação de calor de tubo duplo. No entanto, se a magnitude e a ocorrência da carga de aquecimento resultarem em carga de aquecimento disponível para o chiller que é uma pequena fração de sua capacidade de resfriamento, a aplicação de um chiller de recuperação de calor dedicado de tamanho adequado pode ser uma opção melhor.

Figura 9. Chiller de recuperação de calor com condensadores de tubo duplo



Contrafluxo em série.

O avanço natural no sentido de aumentar a eficiência dos sistemas série/VPF refrigerados a água é configurar os condensadores em série, bem como os evaporadores. Este é um conceito conhecido como "contrafluxo em série".

Para uma análise detalhada do desempenho de uma planta de chiller de contrafluxo em série, consulte o artigo do *ASHRAE Journal* de junho de 2002: "Series-Series Counterflow for Central Chilled-Water Plants" de Groenke e Schwedler.

Mais por vir...

Manteiga de amendoim e Geleia,
Bacon e ovos,
Mesa e cadeiras.
Chillers em série e VPF...

Há muitas coisas que se complementam naturalmente. Muitos projetistas e empreiteiras estão descobrindo a verdade sobre chillers em série e fluxo primário variável quando o objetivo é um sistema de água gelada de alta eficiência.

Os benefícios de eficiência e controlabilidade, juntamente com a melhor adequação do desempenho natural de resfriamento livre ou recuperação de calor, têm como consequência o crescimento e aplicação desses conceitos de sistema.

Os sistemas que usam chillers em série em conjunto com fluxo primário variável têm as seguintes vantagens:

- Excelente adequação a sistemas de “fluxo reduzido” como recomenda o *ASHRAE Greenguide*.
- Capacidade significativa de acomodar vazões reduzidas em condições de carga parcial.
- Maximização da economia com bombeamento devido ao requisito mínimo de fluxo de bypass.

- Alta eficiência devido ao chiller a montante operando a uma temperatura elevada.
- Controle e carga simples de qualquer chiller.
- Capacidade de aplicar outras opções de economia de energia, como “free-cooling” ou recuperação de calor.

Por Lee Cline, engenheiro de aplicação, e Jeanne Harshaw, Trane. Você pode encontrar esta questão e questões anteriores do Boletim Informativo de Engenharia em www.trane.com/engineersnewsletter. Para fazer comentários, envie-nos um e-mail para: comfort@trane.com

Referências.

Notas de rodapé:

- [1] M. Schwedler, 1997. “How Low-Flow Systems Can Help You Give Your Customers What They Want” (Como os sistemas de baixo fluxo podem ajudar você a fornecer aos seus clientes o que eles querem). Boletim informativo de engenharia, volume 26-2.
- [2] M. Schwedler, 2002. “Variable-Primary-Flow Systems Revisited” (Sistemas de fluxo primário variável revisitados). Boletim informativo de engenharia, volume 31-4.
- [3] S. Hanson, 2008. “Free’ Cooling Using Water Economizers.” Boletim informativo de engenharia, volume 37-3.
- [4] M. Schwedler, 2007. “Waterside Heat Recovery” (Recuperação de calor do lado da água), Boletim informativo de engenharia, volume 36-1.

Boletim informativo de engenharia AO VIVO!

Sistemas de tratamento de ar, energia e IAQ

4 de novembro

Marque no seu calendário!

Cronograma de 2010

Ventiladores em sistemas de tratamento de ar

Março

Sistemas geotérmicos centrais

Maio

ASHRAE 90.1-2010

Outubro

Entre em contato com o escritório local da Trane para obter detalhes sobre o evento

recursos educacionais www.Trane.com/bookstore



manuals de aplicação são guias de referência abrangentes que podem aumentar seu conhecimento prático dos sistemas HVAC comerciais. Os tópicos variam de combinações de componentes e conceitos de design inovadores a estratégias de controle do sistema, problemas do setor e fundamentos. Acesse www.trane.com/bookstore.

Chiller System Design and Control (Projeto e controle de sistema de resfriamento) examina componentes, configurações, opções e estratégias de controle do sistema de água gelada. O objetivo é fornecer aos designer do sistema opções que eles possam usar para atender os desejos dos proprietários das construções. (SYS-APM001-EN, maio de 2009)

Chilled-Water VAV Systems (Sistemas VAV de água gelada) aborda sistemas de água gelada, de volume-de-ar-variável (VAV). Esses sistemas são usados para proporcionar conforto em uma ampla variedade de tipos de edifícios e climas. Para incentivar o projeto adequado e a aplicação de um sistema VAV de água gelada, este guia discute as vantagens e desvantagens do sistema, revisa os vários componentes que constituem o sistema, propõe soluções para desafios comuns de projeto, explora diversas variações do sistema e discute o controle de nível do sistema. (SYS-APM008-EN, agosto de 2009)

Air conditioning clinics (Clínicas de ar condicionado) são uma série de apresentações educacionais que educam os leitores sobre os fundamentos, equipamentos e sistemas de HVAC. A série recentemente revisada agora inclui manuais do estudante coloridos, que podem ser adquiridos individualmente.

Boletins informativos de engenharia são publicados como um serviço gratuito para profissionais da construção e estão arquivados em www.trane.com/engineersnewsletter. Cada edição aborda um tópico adequado relacionado a projeto, aplicação e/ou operação de sistemas comerciais, HVAC aplicados.

Boletim informativo de engenharia ao vivo é uma série de gravações de 90 minutos que apresentam informações técnicas e educacionais em aspectos específicos de projeto e controle do HVAC. Acesse www.trane.com/ENL para obter detalhes específicos do programa ou para conferir a programação de 2010.

