

informações para projetistas do sistema HVAC da atualidade

Boletim informativo dos engenheiros

volume 45-1

Oportunidades de retrofit do sistema de água de condensação

Embora existam muitas publicações dedicadas ao tópico de realizar retrofit nos sistemas de água gelada, é dada muita atenção à parte da água gelada, geralmente ignorando oportunidades significativas de fazer retrofit no sistema de água de condensação. Através de exemplos, este *Boletim informativo dos engenheiros* foca em oportunidades de economia de energia específicas à bomba de condensação, ao uso da torre de resfriamento e ao controle e sequência de operação do sistema.

Contexto

A busca por economia de energia pode ser eterna, especialmente nos sistemas de HVAC existentes. Uma estratégia para tornar essa tarefa mais simples é segmentar a planta do chiller em subsistemas menores e considerar as oportunidades de cada um deles.

Por exemplo, considere as oportunidades de retrofit do sistema de água de condensação (chiller, bombas de água de condensação e ventiladores da torre de resfriamento). Vamos explorar as oportunidades explicando o sistema de exemplo descrito na Tabela 1 e começar com uma análise da torre de resfriamento.

Para simplificar, não são abordados retrofits do sistema de água gelada nem do chiller. Para mais informações sobre esses tópicos, consulte o artigo de novembro de 2009 do *ASHRAE Journal*, "Upgrading Chilled-Water Systems."

Figura 1. Esquema do sistema de água de condensação

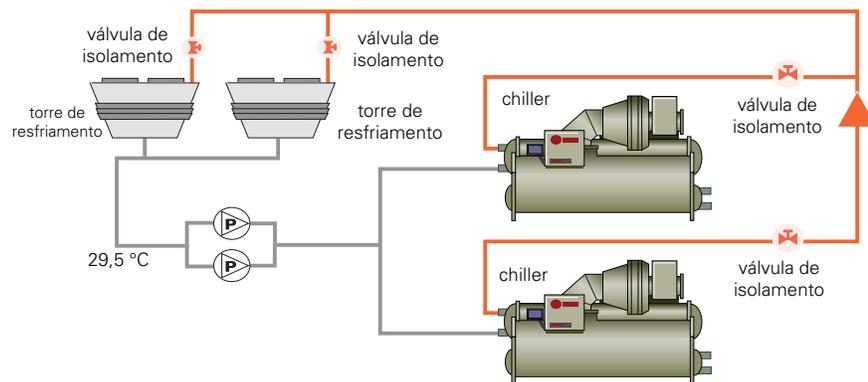


Tabela 1. Características da planta do chiller existente

Componente	Projeto existente
Chillers	
Número	2
Tipo	Centrífugo
Modulação	Unidade de velocidade variável (VFD)
Carga total kW/TR (condições-padrão de AHRI)	0,60
Capacidade do projeto (TR)	400
Vazão de água de condensação(m³/h)	273
Torre de resfriamento	
Número de células	2
Climas úmidos (°C)	34,6 EWT/29,5 LWT/25,5 WBT*
Climas secos (°C)	31,8 EWT/26,7 LWT/21,1 WBT
HP do motor do ventilador	30
Método de controle	Unidade de velocidade variável (VFD)
Setpoint (°C)	18
Bombas de água de condensação	
Número	2
Vazão (m³/h)	273
HP do motor da bomba	40
BHP da bomba	28,9
Configuração	Barrilete

*Temperatura da água de entrada (EWT)/temperatura da água de saída (LWT)/temperatura do bulbo úmido (WBT)

Oportunidades da torre de resfriamento

Adicionar um variador de frequência (VFD) aos ventiladores da torre de resfriamento de velocidade constante. Desde 1999, o ASHRAE Standard 90.1 exige o controle de modulação de velocidade nas torres de resfriamento. Naquela época, o requisito era cumprido pelo uso de motores de duas velocidades ou VFDs. Por causa da confiabilidade maior e do custo menor, hoje as novas instalações usam VFDs. Um ponto de partida lógico é adicionar um VFD ao motor do ventilador da torre de resfriamento.

Ao adicionar um VFD, em primeiro lugar, é muito importante garantir a compatibilidade dele com o motor (consulte a inserção abaixo). Ignorar essa etapa pode afetar negativamente a confiabilidade.

Em segundo lugar, não ocorrerão economias significativas se o controle do ventilador da torre for ignorado. Quando controlado adequadamente, a aplicação de um VFD a um ventilador da torre de resfriamento pode resultar em uma redução significativa de energia.^{[2][3][4][5]}

Crowther e Furlong^[3] analisaram o controle ideal do ventilador da torre de resfriamento para uma planta de água gelada de 400 t. A Tabela 2 exhibe as economias ideais de controle em comparação a um setpoint da torre de 18,3 °C. Em todos os casos, os chillers usaram mais energia, mas a energia do sistema foi reduzida.

Compatibilidade do variador de frequência e do motor.

Lindhorst^[1] começa seu artigo sobre compatibilidade do inversor de frequência e do motor descrevendo métodos para garantir a compatibilidade:

“Você comprou VFDs para melhorar as operações e os processos enquanto economiza energia. Mesmo assim, você está vendo os custos subirem e as falhas do motor duplicarem. O que está acontecendo? É quase certo que você tem uma incompatibilidade entre seus inversores de frequência e seus motores. No entanto, isso não precisa continuar assim.

“Nossos motores duravam anos quando tínhamos motores de transmissão funcionando com alimentação de linha. Nós colocamos um inversor de velocidade variável e agora temos falhas.” Apesar das coincidências, o inversor não é o culpado. Inversores não causam falhas nos motores. A incompatibilidade entre o inversor e o motor, sim. Resumindo, não há motivo para você temer a adoção da tecnologia moderna de inversores”.

Foram observadas economias de 2,5% a 7,8% ao otimizar o setpoint da torre de resfriamento em cada carga de rejeição de calor e temperatura do bulbo úmido ao ar externo.

Esses resultados revelam que a combinação da adição de um VFD aos ventiladores da torre de resfriamento e o controle ideal do setpoint da torre podem resultar em economias significativas de energia.

Use as células adicionais da torre de resfriamento à mesma vazão de água de condensação. Pode parecer estranho sugerir que *mais* células na torre de resfriamento possam levar a *menos* uso de energia, mas essa é uma forma excelente de conseguir economias significativas.

Muitas plantas de água gelada (incluindo o nosso exemplo da Tabela 1) funcionam de maneira simples: quando um chiller é ligado, uma bomba de água de condensação e uma célula adicional da torre de resfriamento são ligadas. O uso de células adicionais na torre de resfriamento permite que uma área maior da superfície de transferência de calor seja usada, o que permite que menos energia do ventilador produza a mesma temperatura da água de saída da torre.

Ao executar essa técnica em um sistema existente, é importante considerar os requisitos do ASHRAE Standard 90.1 de 2013 para redução de vazão da torre em novas instalações (consulte a barra lateral). A redução da vazão da torre reduz vazão de água por célula da torre de resfriamento, com a suposição de que o enchimento da torre de resfriamento permaneça úmido. Existe uma vazão mínima por célula da torre de resfriamento (disponibilizada pelo provedor da torre) que deve ser mantida. Por isso, em uma aplicação existente, pode ser necessário o retrofit da torre de resfriamento para garantir o desempenho adequado da torre e uma boa transferência de calor.

Para ilustrar como as torres de resfriamento adicionais funcionando na mesma vazão podem afetar as economias de energia, vamos considerar um exemplo usando as condições projetadas na Tabela 1. Durante o uso “normal”, quando um chiller é usado, é usada uma bomba de água de

ASHRAE 90.1-2013 Vazão da torre Requisitos de redução do vazão^[6].

6.5.5.4 Redução do vazão da torre.

As torres de resfriamento de circuito aberto usadas em sistemas de chiller resfriados a água que são configuradas com bombas de água de condensação de velocidade variável ou de múltiplas velocidades devem ser projetadas de forma que todas as células da torre de resfriamento do circuito aberto possam funcionar em paralelo com o maior de:

- vazão que é produzido pela menor bomba na sua vazão mínima esperada ou
- 50% da vazão projetada para a célula.

Cumprimento dos requisitos de redução de vazão da torre.

Marley^[7] fornece informações práticas sobre a implementação da vazão reduzido na célula da torre em torres de resfriamento de fluxo cruzado e contrafluxo. Em torres de fluxo cruzado, a adição de bocais (Figura 2) para afunilar a água para as áreas externas da torre de resfriamento “...permite a capacidade de:

- Manter um contato uniforme entre ar e água para a eficiência máxima
- Fornecer desempenho consistente fora do projeto
- Minimizar acúmulos
- Minimizar o risco de congelamento no clima frio”.

Outro método de fluxo cruzado descrito usa barragens para distribuir a água pelo abastecimento da torre, mas o artigo destaca que a distribuição desigual do fluxo de água pode resultar em fluxo de ar desigual em várias partes do abastecimento da torre. Ele também diz que “Ao operar uma torre de resfriamento no modo de resfriamento livre, a água nas extremidades da célula pode estar em maior risco de congelar”.

Por último, o artigo discute dois tipos de difusores de entrada de ar que funcionam de forma diferente durante períodos, o que poderia resultar em formação de gelo.

Figura 2. Tampa do bocal Marley VariFlow™

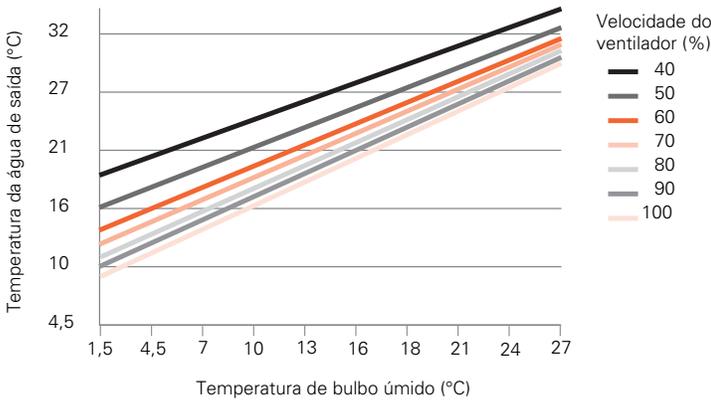


Cortesia da SPX Cooling Technologies, Inc. ©2016

Tabela 2. Aplicação dos controles do ventilador da torre de resfriamento para minimizar a energia “chiller mais torre”

Cidade	VFD do ventilador da torre (Setpoint da torre de 149 °C)			Otimização da torre do chiller			Economias vs. 149 °C Setpoint
	Torre (kWh/ano)	Chiller (kWh/ano)	Total (kWh/ano)	Torre (kWh/ano)	Chiller (kWh/ano)	Total (kWh/ano)	
Chicago	18.754	129.679	148.433	5.892	134.968	140.960	5,0%
Las Vegas	25.021	226.514	251.535	11.384	233.909	245.293	2,5%
Miami	74.972	440.145	515.117	14.815	460.094	474.909	7,8%

Figura 3. Desempenho da torre com uma célula em funcionamento



condensação. A comparação é feita entre o funcionamento de uma ou duas células da torre de resfriamento na mesma vazão total (273 m³/h). Isso dobra a superfície ativa de troca de calor da torre.

As Figuras 3 e 4 representam as temperaturas de saída da torre em diferentes velocidades do ventilador da torre e uma carga do chiller de 60%. Observe que, com duas células funcionando na mesma velocidade de ventilador, a temperatura da água de saída da torre é consideravelmente menor.

Usando esses dados, a Figura 5 compara a temperatura da água de saída da torre de resfriamento com uma célula operando a uma velocidade de ventilador de 100% (30 hp) ou duas células a 60% (total de 14 hp). Quase o mesmo desempenho é fornecido com uma energia menor do ventilador da torre de 16 hp. Como a temperatura de saída da torre é a mesma nos dois casos, a energia do chiller não é afetada. Portanto, o desempenho do sistema melhora se puderem ser usadas duas células da torre.

Embora se espere um controle praticamente ideal do ventilador da torre, muitos sistemas são usados para manter uma temperatura

Figura 5. Comparação entre uma e duas células funcionando na torre de resfriamento com diferentes velocidades do ventilador.

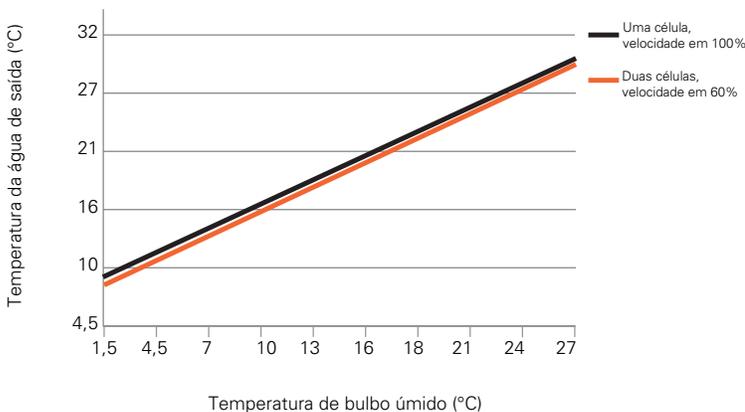
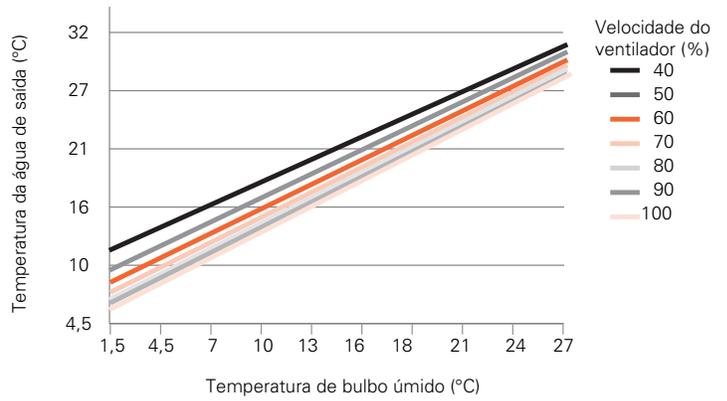


Figura 4. Desempenho da torre com duas células em funcionamento



específica da água de saída da torre. A Figura 6 compara a energia do ventilador com base no número de células da torre em funcionamento com uma carga de 60% do chiller, setpoint da torre de 16 °C e temperaturas variadas do bulbo úmido.

A partir desse gráfico, duas observações são claras:

- Para bulbos úmidos abaixo de 12 °C, o uso de duas células permite que ambos os ventiladores funcionem com velocidade parcial e, portanto, reduz a energia do ventilador da torre.
- Para temperaturas do bulbo úmido que são muito altas para a torre manter o setpoint de 16 °C, usar dois ventiladores da torre dobra a energia. Isso pode levar a um aumento no consumo de energia do sistema. A Tabela 3 fornece exemplos.

Para evitar esse consumo excessivo de energia, é preciso tomar muito cuidado com o controle dos ventiladores da torre. A equação a seguir garante que a energia do ventilador não aumente quando são usadas células adicionais. Isso é feito definindo uma velocidade máxima do ventilador. A tabela 3 fornece exemplos.

$$N \times hp/fan = (N + A) \times hp/fan \times (MaxSpd)^3$$

$$\text{Reorganizado: } MaxSpd = [N / (N + A)]^{1/3}$$

em que:

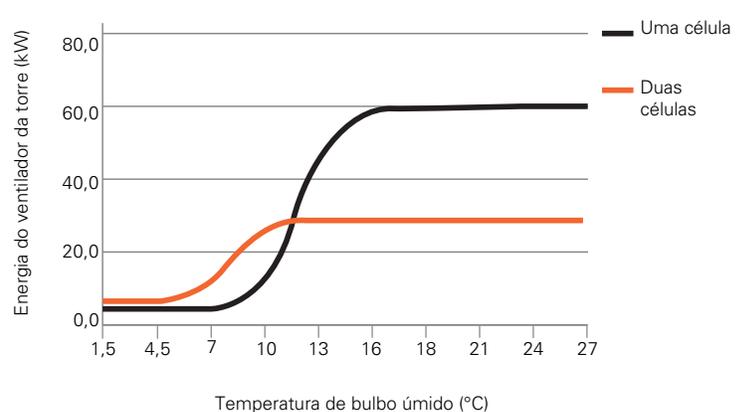
- N = número de células da torre em funcionamento normal
- A = número de células adicionais da torre em funcionamento

MaxSpd = velocidade máxima na qual as células da torre devem operar para que a energia do ventilador não exceda a operação "normal"

Tabela 3. Velocidade máxima do ventilador da torre ao operar células adicionais da torre

Número de células da torre em funcionamento normal (N)	Número de células adicionais da torre em funcionamento (A)	Velocidade máxima do ventilador
1	1	79%
1	2	69%
1	3	63%
2	1	87%

Figura 6. Energia do ventilador da torre para uma e duas células em funcionamento para manter um setpoint de 15,5 °C.



Redefinição das torres de resfriamento para mudanças de carga.

É bastante comum acreditarem que as torres de resfriamento sejam desenvolvidas para rejeitar uma quantidade específica de calor. Em condições específicas, isso é verdade. Quando essas condições mudam — seja por um aumento ou diminuição na carga — as temperaturas da água de entrada e saída da torre devem mudar.^[6] Existem diversas estratégias que podem aproveitar essas condições de mudança.

Aumento na carga de resfriamento projetada.

Não é incomum que as cargas do edifício aumentem, seja por causa de mais ocupantes na mesma área, um aumento na carga interna ou uma mudança no propósito do edifício. A Tabela 4 compara o desempenho da torre de resfriamento selecionada anteriormente nas condições originais projetadas e para cargas aumentadas em 50% e 100%.

Conforme demonstrado nos dados da tabela, a carga maior de rejeição de calor pode ser atendida pela(s) mesma(s) bomba(s) de condensação, tubos e torre de resfriamento se a temperatura da água na entrada da torre (temperatura da água na saída do condensador do chiller) puder ser aumentada.

A aplicação desse princípio reduz muito o primeiro custo de um retrofit e, em alguns casos, restabelece um serviço ao orçamento, permitindo que o projeto avance.

Tabela 4. Desempenho da torre quando a carga projetada é aumentada

	Projeto existente	50% carga	100% carga
Capacidade definida (t)	400	600	800
Bulbo úmido do ambiente (°C)	25,5	25,5	25,5
Vazão (m³/h)	273	273	273
Temperatura da água de entrada (°C)	34,6	38,3	42
Temperatura da água de saída (°C)	29,5	30,5	31,6
Amplitude (°C)	5,1	7,8	10,4

Os chillers de compressor de deslocamento positivo (screw ou scroll) geralmente têm a capacidade de funcionar com temperaturas maiores da água de saída e ainda cumprir com a capacidade exigida. Entretanto, os chillers centrífugos existentes podem não ter essa capacidade. Em vez disso, eles devem ser selecionados novamente para determinar se podem funcionar nas temperaturas elevadas da água de saída e entrada.

Embora essas condições elevadas permitam que a torre forneça maior rejeição de calor com a mesma energia de entrada, elas exigem que o chiller trabalhe mais. Mais trabalho significa mais energia usada do que em um chiller selecionado nas condições originais, pelo menos em carga total.

Diminuição na carga de resfriamento projetada.

De forma semelhante, quando a carga do projeto diminui (ex.: devido a retrofits de iluminação ou mudanças no espaço do edifício), a carga de rejeição de calor diminui. Por sua vez, a temperatura de aproximação e a faixa da torre de resfriamento diminuem.

A torre pode ser usada com sua vazão projetada original ou reduzida para otimizar o uso da energia do sistema de água de condensação. Nos dois casos, a temperatura de entrada da água da torre (saída do condensador) é reduzida de forma significativa, mesmo em condições projetadas de ar externo (Tabela 5).

Tabela 5. Desempenho da torre quando a carga projetada é aumentada

	Projeto existente	70% carga	70% carga 70% vazão
Capacidade definida (t)	400	280	280
Bulbo úmido do ambiente (°C)	25,5	25,5	25,5
Vazão (m³/h)	273	273	190
Temperatura da água de entrada (°C)	34,6	31,9	32,9
Temperatura da água de saída (°C)	29,5	28,3	27,7
Amplitude (°C)	5,1	3,6	5,2

A energia usada pelo chiller em uma determinada carga depende da pressão do refrigerante do condensador dele, que depende da temperatura da água na saída de condensação. Na vazão de água do condensador do projeto, a temperatura de aproximação da torre de resfriamento e a redução da amplitude são combinadas para reduzir a temperatura da água na saída do condensador do chiller em até 1,5 °C, reduzindo a energia do chiller. A redução de energia do chiller depende do tipo, da seleção e do mecanismo de controle de capacidade específicos dele.

Oportunidades da bomba de água de condensação

Vamos agora para as oportunidades de reduzir a energia da bomba de condensação.

A energia que uma bomba usa é proporcional à vazão multiplicada pela queda de pressão:

$$kW \propto gpm \times \Delta p$$

Como isso é verdade, podemos reduzir o trabalho exigido pela bomba reduzindo a vazão ou a queda de pressão. Isso pode ser feito de diversas formas, incluindo:

- Redução da vazão projetada
- Redução da queda de pressão com que a bomba estiver funcionando
- Variação dinâmica da velocidade da bomba

Use o VFD da bomba para reduzir a vazão do condensador de projeto.

Reduzir a vazão do condensador reduz a temperatura de aproximação da torre, mas aumenta a amplitude, conforme exibido nas duas colunas mais à direita da Tabela 5.

O resultado é uma temperatura da água de entrada na torre menor do que a original, mas maior do que na vazão total. Com base na equação acima, a energia da bomba à vazão de 70% é reduzida em mais de 50%, então a combinação ideal da bomba, chiller e energia do ventilador da torre com carga parcial poderia ser menor do que com a vazão projetada.

Use o VFD da bomba para equilibrar a vazão do condensador. Há uma possível economia de energia ao implementar uma vazão reduzida e uma queda de pressão reduzida. Geralmente, para definir a vazão do condensador do projeto de uma bomba com velocidade constante, é imposta uma queda de pressão. Isso geralmente é chamado de *estrangulamento*. A bomba de velocidade constante segue sua curva e a vazão é reduzida para a vazão desejado. Uma válvula de balanceamento ou uma Válvula Triple Duty® (TDV) pode ser instalada para isso. Como o próprio nome diz, a TDV cumpre três funções: age para equilibrar a vazão do sistema, age como uma válvula de retenção (para evitar que a água flua de volta pela bomba) e age como uma válvula de isolamento ou fechamento.

Como alternativa, um VFD instalado em uma bomba de água de condensação pode ser usado para equilibrar a vazão do sistema. Isso é feito abrindo a válvula de balanceamento, ou a parte de balanceamento do TDV, e usando o VFD para definir a vazão projetada. Isso reduz o uso de energia mais do que estrangulamento, uma vez que a queda de pressão associada à válvula de balanceamento não ocorre mais.

A energia é reduzida como resultado da pressão reduzida.

Energia da bomba de água de condensação.

A bomba de água de condensação deve superar a queda de pressão por meio da tubulação do condensador, das válvulas e acessórios, do condensador do chiller e também da altura estática da base da torre de resfriamento até o topo. A energia da bomba pode ser calculada:

$$Hp = \text{gpm} \times (\text{condensador } \Delta P + \text{tubo } \Delta P + \text{altura estática}) / (3.960 \times \text{eficiência da bomba})$$

Quando a vazão do condensador é reduzida, a queda de pressão baseada em fricção diminui, mas a altura estática permanece a mesma. Por esse motivo, a energia da bomba de água de condensação não segue diretamente as leis de afinidade, que declaram que a energia da bomba varia com o cubo da vazão. O quão próximas as economias de energia da bomba estão das leis de afinidade depende da proporção de altura estática em relação à queda de pressão total projetada.

Use o VFD da bomba para variar dinamicamente o fluxo de água do condensador. É comum perguntarem se um VFD deve ser usado para variar dinamicamente a velocidade da bomba de água de condensação e a vazão. Isso pode gerar economias de energia, porém aumenta a complexidade do controle.

Como a vazão do condensador é reduzida, a energia da bomba diminui.

Essa vazão menor aumenta a temperatura da água na saída do condensador do chiller, o que aumenta a pressão do refrigerante do condensador. Para produzir essa pressão do refrigerante, o compressor deve trabalhar mais, fazendo com que o uso de energia do chiller aumente.

No entanto, à medida que a temperatura da água de entrada na torre de resfriamento aumenta, a torre se torna um trocador de calor mais eficaz. O resultado é um uso menor de energia do ventilador da torre de resfriamento.

Como você pode ver, existem compensações de energia. Vamos examinar uma planta da água do chiller de velocidade totalmente variável. Conforme mencionado anteriormente, o controle ideal do sistema é desafiador. Para controlar tal sistema de forma ideal, a energia do chiller, a energia da bomba e a energia do ventilador da torre de resfriamento devem *todas* ser consideradas em *todas* as variações de carga do sistema e temperaturas do bulbo úmido ao ar externo.

Devemos mencionar algumas desvantagens de aplicar as tecnologias disponíveis de velocidade totalmente variável. Por exemplo, os operadores da planta podem não entender o método de otimização e os controles dependem muito dos algoritmos proprietários. Além disso, existe um custo alto da adição de VFDs em todos os componentes, sem mencionar que a modelagem de plantas de água gelada de velocidade totalmente variável é difícil. Esses problemas existem, mas eles não devem impedir que os proprietários de edifícios explorem ainda mais a vazão dinâmica de água de condensação.

A equipe de projeto precisará determinar se uma planta de velocidade totalmente variável é adequada.

Muitos artigos apresentam soluções e demonstram que o uso de energia de muitas plantas pode ser reduzido ao reduzir dinamicamente a vazão de água de condensação por meio de controles sofisticados no nível do sistema.^{19, 10, 11, 12 13]}

Um *Boletim informativo dos engenheiros*^{14]} anterior mostrou que quando um sistema existente foi desenvolvido usando vazão de água de condensação de 3 gpm/TR, as economias foram possíveis usando um controle dinâmico de velocidade da bomba de água do condensador.

Como muitas plantas existentes foram desenvolvidas usando a antiga "regra geral" de 3 gpm/TR, as economias de energia podem ser alcançadas ao variar a vazão da água de condensação.

No entanto, com vazões de projeto mais baixas e mais ideais (1,8 gpm/TR até 2,3 gpm/TR), as economias possíveis a partir da vazão variável são mínimas.

Figura 7. Comparação de edifícios universitários em quatro cidades.

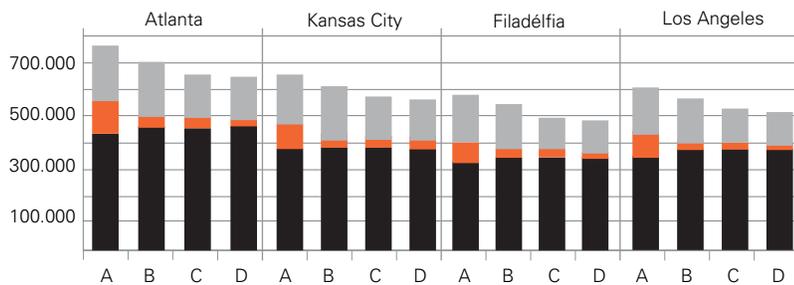


Figura 8. Comparação de edifícios corporativos em quatro cidades.

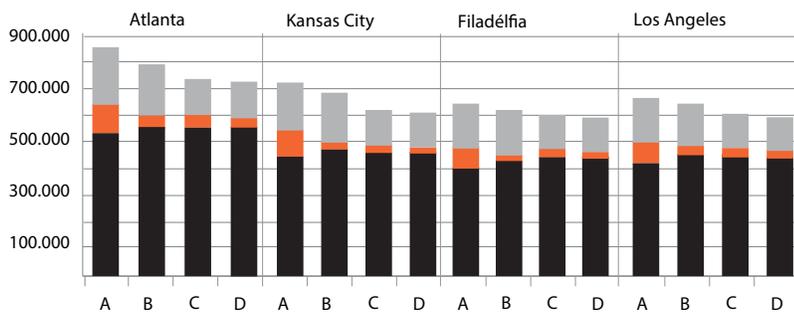


Tabela 6. Alternativas comparadas

Alternativa	Descrição
A Base	consulte a Tabela 1
B Otimização da torre do chiller	Controle da torre praticamente ideal
C Otimização da torre do chiller mais bomba balanceada (usando um VFD)	Alt 2 + VFD para balancear a vazão da bomba de água de condensação
D Otimização da torre do chiller mais bomba balanceada (usando um VFD) mais operação de uma célula adicional da torre de resfriamento	Alt 3 + retrofit da torre de resfriamento para permitir o uso de duas células da torre quando um chiller estiver em funcionamento.

Análise

Usando nosso exemplo de base anterior na Tabela 1, os modelos foram desenvolvidos para um edifício universitário de 800 TR (Figura 7) e um edifício corporativo de 800 TR (Figura 8) em Atlanta, Filadélfia, Kansas City e Los Angeles. Como os edifícios já existiam, o único local para o qual um economizador do lado ar foi considerado foi Los Angeles. As alternativas são exibidas na Tabela 6.

Deve-se notar que, como a ferramenta de análise usada não conseguiu modelar com precisão o efeito das vazões dinâmicas do condensador no desempenho do chiller e da torre de resfriamento, as economias estimadas para o controle dinâmico vazão não foram incluídas neste boletim informativo.

Sequência de conservação. A sequência na qual a conservação é empregada pode afetar as economias de energia. Por exemplo, se o uso de células adicionais na torre de resfriamento tivesse sido a primeira Medida de conservação de energia (ECM) empregada, as economias percentuais teriam sido mais altas. Embora os dados não estejam exibidos aqui, se ela tivesse sido a primeira ECM empregada, teria economizado cerca de 5%, um pouco menos do que a otimização da torre do chiller.

Os resultados da modelagem mostram que há um potencial significativo para economias de energia quando o retrofit é considerado. Em ambos os tipos de edifício e em todas as localizações, pode ser observado o seguinte sobre a soma do uso de energia anual do chiller, ventilador da torre de resfriamento e bomba de água do condensador:

- A otimização da torre do chiller economizou de 6% a 7%.
- O uso de um VFD para balancear a vazão do condensador economizou de 6% a 7%.
- A ativação de uma célula adicional na torre economizou de 1% a 1,5% de energia adicional. Conforme discutido anteriormente, quando são usadas células adicionais na torre, a velocidade do ventilador é limitada.

Resumo

As torres de resfriamento, as bombas de água de condensação e os controles do sistema proporcionam oportunidades de retrofit com muitos benefícios.

- Ao adicionar uma velocidade variável aos ventiladores da torre de resfriamento e controlar a temperatura praticamente de forma ideal, podemos economizar energia significativa do sistema.
- Também podem ser geradas economias significativas do sistema por meio do uso de VFDs para balancear a vazão de água de condensação. Contudo que a velocidade do ventilador da torre seja controlada, também serão possíveis economias adicionais, permitindo a operação de mais células na torre de resfriamento.
- Por último, embora as ferramentas de análise disponíveis atualmente dificultem a criação de uma estimativa precisa das economias, as equipes de projeto podem considerar o controle de planta de “velocidade totalmente variável” para melhorar o uso de energia.

Por Mick Schwedler com Jeanne Harshaw, Trane. Você pode encontrar essa e outras edições do Boletim informativo dos engenheiros em www.trane.com/engineersnewsletter. Para fazer comentários, envie-nos um e-mail para ENL@trane.com.

Referências

- [1] Lindhorst, Paul K. "Motor and Drive Compatibility: A Must." EC&M. 1º de junho, 1998. ecmweb.com
- [2] Braun, J.E., and G.T. Diderrich. 1990. "Near- Optimal Control of Cooling Towers for Chilled Water Systems." ASHRAE Transactions. (Volume 96, parte 2, artigo número SL90-13-3): 806-813.
- [3] Crowther, H., and J. Furlong. 2004. "Optimizing Chillers and Towers." ASHRAE Journal. 46(7): 34- 40.
- [4] Hydeman, M., K. Gillespie, and R. Kammerud. 1997. National Cool-Sense Forum. Pacific Gas & Electric (PG&E).
- [5] Schwedler, M. 1998. "Take It to the Limit...or Just Halfway?" ASHRAE Journal. 40(7): 32-39.
- [6] ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2010, "Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings." ASHRAE, 2010.
- [7] SPX Cooling Technologies. 2013. "Variable Flow Over Cooling Tower." Índice de informações da torre de resfriamento de Marley. Disponível em spxcooling.com
- [8] Schwedler, M, and Brenda Bradley, "Uncover the Hidden Assets in Your Condenser Water System." HPAC Engineering, novembro de 2001
- [9] Baker, M., D. Roe, and M. Schwedler. 2006. "Prescription for Chiller Plants." ASHRAE Journal 48(6): H4-H10.
- [10] Cascia, M. 2000. "Implementation of a Near-Optimal Global Set Point Control Method in a DDC Controller." ASHRAE Winter Meeting Transactions: 249-263.
- [11] Erpelding, B. "Ultra-Efficient All-Variable Speed Chiller Plants." HPAC Engineering, março de 2006.
- [12] Hartman, T. "Direct Network Connection of Variable-Speed Drives." HPAC Engineering (março de 2003): 22-32. Disponível em hpac.com
- [13] Taylor, S. 2011. "Optimizing Design & Control of Chilled Water Plants; Part 5: Optimized Control Sequences." ASHRAE Journal. 54(6):56-74.
- [14] Schwedler, M., "Condenser Water System Savings; Optimizing flow rates and control." Boletim informativo dos engenheiros da Trane, 41-3, 2012.

www.Trane.com/bookstore

Recursos Didáticos de HVAC



Crédito de educação continuada on-demand para LEED® e AIA.

Programas on-demand de 60 a 90 minutos estão disponíveis sem nenhum custo. Veja a lista completa de cursos em www.trane.com/continuingeducation.

Boletins informativos dos engenheiros. Artigos trimestrais que abordam tópicos adequados relacionados ao projeto, aplicação e operação de sistemas comerciais de HVAC. Inscreva-se em trane.com/EN.

Consultas sobre ar-condicionado. Uma série de apresentações didáticas que ensinam sobre fundamentos, equipamento e sistemas do HVAC. A série inclui manuais coloridos do estudante, que podem ser adquiridos individualmente. Aprovado pelo American Institute of Architects para unidades de aprendizado 1.5 (Saúde, Segurança e Bem-estar). Entre em contato com seu escritório local da Trane para se inscrever para o treinamento em sua área.

Boletim informativo dos engenheiros ao vivo. Uma série de programas de 60 a 90 minutos que oferece informações técnicas e educacionais em aspectos específicos de projeto e controle do HVAC. Os tópicos variam de estratégias do sistema de água e ar até os padrões e códigos do setor do ASHRAE. Entre em contato com seu escritório local da Trane para obter a programação dos próximos eventos ou peça DVDs dos programas antigos visitando www.trane.com/ENL.

Manuais de aplicação. Guias de referência abrangentes que podem aumentar seu conhecimento prático dos sistemas de HVAC comerciais. Os tópicos variam de combinações de componentes e conceitos de projeto inovadores a estratégias de controle do sistema, problemas do setor e fundamentos. Veja uma lista completa dos manuais disponíveis para pedidos em www.trane.com/bookstore.

Encontre seu escritório local da Trane
**Marque no seu calendário
de 2016...**

Fornecimento de desempenho a partir de economizadores do lado ar discute os requisitos do código de energia atual relacionados a economizadores, como eles podem ser usados para economizar energia, problemas comuns e como o projeto e a tecnologia moderna podem ser usados para garantir que as economias de energia esperadas sejam alcançadas.

Novos regulamentos de eficiência de ventiladores e tecnologia de ventiladores discute as métricas comuns de eficiência de ventiladores e explica os requisitos de novos regulamentos e padrões de energia da indústria. Também aborda os avanços na tecnologia de ventiladores, incluindo impulsores motorizados, ventiladores plenum de acionamento direto e matrizes de ventiladores.

Modelagem “faça-você-mesmo” de desempenho da planta do chiller: simples e fácil examina diversas ferramentas de análise rápida disponíveis que ajudam os projetistas de sistemas a determinar quais opções de projeto da planta de água gelada beneficiam o proprietário do edifício e resultam em uma operação eficiente do sistema.

Acústica em aplicações ao ar livre avalia os passos necessários da análise para evitar reclamações dos ruídos causados pelo equipamento de HVAC ao ar livre. Os tópicos incluem seleção de equipamentos e atenuação sonora, localização do equipamento, leis locais sobre som, paredes de barreira, superfícies reflexivas, cálculos de conversão de energia sonora em pressão sonora.

Entre em contato com o escritório local da Trane para obter informações detalhadas sobre o evento.

Para mais detalhes, visite Trane.com/ENL



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

Vencedores do prêmio ASHRAE da Trane
Parabéns!

Prêmio Andrew T. Boggs. Service

Reconhece um vencedor do Prêmio Exceptional Service Award pelo serviço generoso, dedicado e distinto de **Bill Harrison, Gerente de distrito (2015)**

Exceptional Service Award.

Dennis Stanke, Engenheiro de aplicações da equipe (2014)
Don Brandt, Gerente de contas (2015)
Mick Schwedler, Gerente de engenharia de aplicações (2015)

Distinguished Service Award.

Dennis Stanke, Engenheiro de aplicações da equipe (aposentado) (2014)

(Sim, ele venceu o ESA e o DSA no mesmo ano).

Mike Filler, Gerente de produtos (2015)
Susanna Hanson, Engenheira sênior de aplicações (2015)
Brian Reynolds, Engenheiro de equipe (2015)

Prêmio de Excelência individual de Jovens engenheiros na ASHRAE (YEA).

Eric Sturm, Engenheiro de aplicações (2015)

Associado ASHRAE.

John Murphy, Engenheiro de aplicações (2016)
Mick Schwedler, Gerente de engenharia de aplicações (2016)

Membro honorário.

Terry Manon, Vice-presidente de equipe (aposentado) (2016)

A Trane acredita que os fatos e sugestões apresentados aqui são precisos. No entanto, as decisões finais de projeto e aplicação são de sua responsabilidade. A Trane isenta-se de qualquer responsabilidade por ações tomadas com relação ao material apresentado.