

Diretriz ASHRAE® 36

Sequências de operação de alto desempenho

A Diretriz ASHRAE® 36, *High-Performance Sequences of Operation for HVAC Systems* (Sequências de operação de alto desempenho para sistemas HVAC), apresenta sequências de operação uniformes que são destinadas a maximizar a eficiência e o desempenho da energia, além de permitir detecção e diagnóstico de falhas em tempo real.

O *Boletim dos Engenheiros* analisa a finalidade e os benefícios desta diretriz e explica alguns de seus conceitos exclusivos, como Trim-and-Respond, detecção automática de falhas, supressão hierárquica de alarme e substituições de comissionamento.

Finalidade da diretriz 36

A finalidade declarada na Diretriz ASHRAE 36 é “fornecer sequências uniformes de operação para sistemas HVAC que são destinadas a maximizar a eficiência e o desempenho energético, oferecer estabilidade de controle e permitir detecção e diagnóstico de falhas em tempo real”.¹

O prefácio na diretriz publicada indica que ela fornece os benefícios a seguir:

- Tempo de engenharia reduzido, com os engenheiros adaptando essas sequências padrão em vez de desenvolver suas próprias
- Tempo de programação e comissionamento reduzido para empreiteiros
- Consumo de energia reduzido, garantindo que as sequências de controle estejam em conformidade com a Norma ASHRAE 90.1 (e o Título 24 da Califórnia), enquanto minimiza a dependência da implementação e comissionamento adequados
- Melhor qualidade do ar em ambientes fechados, garantindo que as sequências de controle estejam em conformidade com a Norma ASHRAE 62.1 (e o Título 24)
- Tempo de inatividade do sistema reduzido, detectando e diagnosticando falhas do sistema automaticamente e notificando operadores
- Comunicação melhorada entre especificadores, empreiteiros e operadores usando um conjunto comum de termos

A Diretriz 36 **não** é um padrão; e não há processo atualmente em vigor para certificar a conformidade com essa diretriz. De fato, a Seção 5.1.1 (consulte o excerto a seguir) enfatiza que as sequências precisam ser baseadas em desempenho, não prescritivas. Ou seja, o uso de lógica diferente que resulta no mesmo desempenho funcional é aceitável.

5.1.1 Essas sequências têm que ser baseadas em desempenho. Implementações que apresentam o mesmo resultado funcional usando uma lógica diferente detalhada subjacente serão aceitáveis.

A intenção dessas sequências é especificar o resultado funcional da lógica de programação. Embora todas as sequências sejam descritas usando lógica de programação específica como uma forma de documentar com clareza, são aceitáveis as implementações de funcionalidade resultantes usando lógica alternativa que resulta no mesmo desempenho funcional.

Escopo atual e futuro

A Diretriz 36 está sob manutenção contínua. Portanto, espere que as sequências sejam ajustadas, reforçadas e possivelmente substituídas com o tempo.

A versão inicial da diretriz, publicada em 2018, incluía sequências de controle para sistemas somente de tratamento de ar VAV de zona múltipla e zona única, que usam água gelada e serpentinas de água quente. Entretanto, o objetivo do comitê é adicionar sequências para outros tipos de sistemas HVAC no futuro. Por exemplo, em novembro de 2020, dois adendos propostos foram emitidos para análise e comentários públicos; eles incluíram sequências de operação para centrais tanto de água gelada quanto de água quente.^{2,3}

Além disso, também estão sendo desenvolvidos testes de desempenho funcionais. O objetivo desses testes automatizados é verificar se um controlador específico atende ao resultado funcional (fornece desempenho semelhante) das sequências na diretriz.

Sequências de operação

A essência da Diretriz 36 são as sequências de operação para vários tipos de equipamentos de HVAC, assim como para a coordenação do controle do sistema. Cada configuração inclui uma sequência escrita da operação, vários níveis de alarmes, substituições para comissionamento e um processo para gerar as “solicitações” de nível do sistema usadas por lógica redefinida Trim-and-Respond (discutida posteriormente neste BE). Além disso, uma lista de pontos com fios e um diagrama de controle de exemplo estão inclusos.

Como mencionado, em sua versão inicial, a diretriz aborda apenas sistemas de tratamento de ar de VAV de zona múltipla e zona única.

Unidades terminais de VAV.

A diretriz inclui sequências para as configurações a seguir de unidades terminais VAV:

- Unidade terminal de VAV (somente resfriamento, sem aquecimento)
- Unidade terminal de VAV com uma serpentina de aquecimento
- Unidade terminal de VAV alimentada por ventilador paralelo com um ventilador de velocidade constante
- Unidade terminal de VAV alimentada por ventilador paralelo com um ventilador de velocidade variável
- Unidade terminal de VAV alimentada por ventilador em série com um ventilador de velocidade constante
- Unidade terminal de VAV alimentada por ventilador em série com um ventilador de velocidade variável
- Unidade terminal de VAV de duto duplo usando controle de ação rápida
- Unidade terminal de VAV de duto duplo usando controle de mistura com sensores de fluxo de ar de entrada
- Unidade terminal de VAV de duto duplo usando controle de mistura com um sensor de fluxo de ar de descarga
- Unidade terminal de VAV de duto duplo usando controle mínimo de duto frio

Unidades de tratamento de ar.

A diretriz também inclui sequências para as configurações a seguir de unidades tratamento de ar:

- Unidade de tratamento de ar VAV de múltiplas zonas
- Unidade de tratamento de ar VAV de aquecimento para sistema VAV de duto duplo e ventilador duplo
- Unidade de tratamento de ar VAV de zona única

A lógica do controle para unidades de tratamento de ar é um pouco mais complicada devido à ampla gama de variações. Portanto, a diretriz inclui vários fragmentos de texto de sequência, permitindo que o engenheiro de especificação selecione o apropriado (e exclua o restante) para corresponder à configuração específica da AHU. Por exemplo, há vários fragmentos de texto de sequência relacionados ao controle de pressão predial, dependendo se a AHU inclui um circulador de ar, um ventilador de retorno ou nenhum deles.

Além disso, as sequências da AHU incluem lógica para redefinir dinamicamente os pontos de ajuste de temperatura do ar de alimentação e de pressão estática do duto de alimentação, usando um conceito chamado Trim-and-Respond.

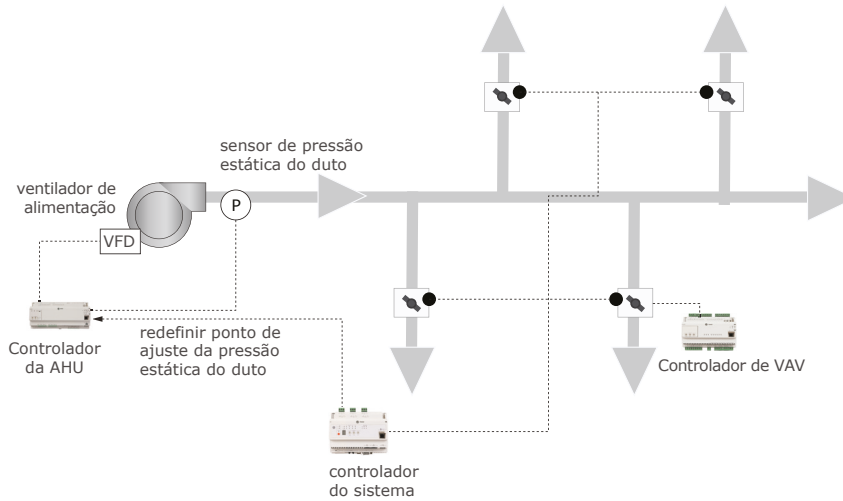
Trim-and-Respond

Trim-and-Respond é a lógica de controle usada para redefinir um ponto de ajuste (como pressão ou temperatura), ou outra variável, em resposta a solicitações de várias fontes de entrada. Na Diretriz 36, Trim-and-Respond é o método sugerido para redefinir os pontos de ajuste de temperatura do ar de alimentação e de pressão estática do duto em um sistema VAV de múltiplas zonas, bem como os pontos de ajuste de temperatura do ar de alimentação de água gelada e água quente em uma central geral.^{1,4}

Um ciclo de controle Trim-and-Respond de funcionamento adequado tenta equilibrar a eficiência energética com conforto. Se o conforto estiver sendo mantido, o ciclo de controle ajustará (“trim”) o ponto de ajuste a uma taxa fixa para reduzir o uso de energia, até que o feedback de um controlador do equipamento a jusante gere uma “solicitação” indicando que o conforto não está mais sendo mantido. Quando o número total de solicitações (R) se eleva acima do Limite de solicitações ignoradas (I), o ciclo de controle “responde” reajustando o ponto de ajuste até que o conforto seja atingido novamente. O ciclo se repete sem parar.

Para demonstrar este conceito, considere o sistema VAV de múltiplas zonas representado na Figura 1. Conforme a necessidade de resfriamento ou aquecimento em uma zona muda, o damper dentro da caixa VAV se adapta para variar o fluxo de ar fornecido para essa zona. Isso faz com que a pressão dentro do sistema de dutos de alimentação mude, para que o ventilador de alimentação na unidade de tratamento de ar central se adapte para manter a pressão estática nesse sistema de dutos a um determinado ponto de ajuste. Para minimizar o uso de energia do ventilador, esse ponto de ajuste de pressão estática do duto é redefinido dinamicamente com base na posição dos dampers do VAV.

Figura 1. Redefinir o ponto de ajuste da pressão estática do duto em um sistema VAV de múltiplas zonas



Primeiro, cada controlador da unidade VAV gera “solicitações” com base na posição de seu damper de modulação de fluxo de ar:

- Se o damper VAV estiver < 95 por cento aberto, o controlador enviará 0 solicitação
- Se o damper VAV estiver > 95 por cento aberto, ele enviará 1 solicitação até que a posição do damper esteja < 85 por cento aberta
- Se o damper VAV estiver > 95 por cento aberto por mais de 1 minuto e o fluxo de ar medido estiver < 70 por cento de seu ponto de ajuste do fluxo de ar atual, o controlador enviará 2 solicitações
- Se o damper VAV estiver > 95 por cento aberto por mais de 1 minuto e o fluxo de ar medido estiver < 50 por cento de seu ponto de ajuste, ele enviará 3 solicitações

Um Multiplicador de importância pode ser aplicado para garantir que solicitações de zonas mais importantes sejam ponderadas como mais e menos prováveis de serem ignoradas.

Então, o controlador do sistema somará essas “solicitações” e ajustará o ponto de ajuste da pressão estática do duto usando a lógica Trim-and-Respond. No seguinte exemplo, o valor de “trim” é 0,04 pol. H₂O (SP_{trim}), o valor de “resposta” é 0,06 pol. H₂O (SP_{res}), e o ponto de ajuste é impedido de aumentar mais que 2,0 pol. H₂O (SP_{max}) ou menos que 0,70 pol. H₂O (SP_{min}).

No exemplo representado na Figura 2, o sistema VAV inicia às 8h, e o ventilador de alimentação é controlado inicialmente para manter o ponto de ajuste da pressão estática do duto (SP₀) de 1,0 pol. H₂O. Após um Atraso de horário de partida de 10 minutos (T_d), às 8h10, a sequência de otimização (redefinição) da pressão estática do duto começará, e o controlador do sistema somará as solicitações (R) dos controladores VAV a cada 2 minutos (Frequência de operação, T):

- Às 8h12, há um total de uma solicitação (R = 1) dos controladores de VAV. Como R não é maior que o Limite de solicitações ignoradas (I = 2), o ponto de ajuste da pressão estática do duto é reduzido em 0,04 pol. H₂O (SP_{trim}), e o novo ponto de ajuste de 0,96 pol. H₂O é comunicado à unidade de tratamento de ar para controle da capacidade do ventilador de alimentação central.
- Às 8h14, há um total de 2 solicitações (R = 2). Como R ≤ I, o ponto de ajuste é novamente reduzido em 0,04 pol. H₂O para 0,92 pol. H₂O.
- Às 8h16, há um total de 3 solicitações (R = 3). Como R > I, o ponto de ajuste agora é aumentado em 0,06 pol. H₂O [(R - I) x SP_{res} = (3 - 2) x 0,06], e o novo ponto de ajuste é 0,98 pol. H₂O.
- Às 8h18, há 4 solicitações (R = 4). Como R > I, o ponto de ajuste é aumentado em 0,12 pol. H₂O [(4 - 2) x 0,06] para 1,10 pol. H₂O.

- Às 8h20, há um total de 6 solicitações (R = 6). Como R > I, o algoritmo quer aumentar o ponto de ajuste em 0,24 pol. H₂O [(6 - 2) x 0,06], mas em vez disso, o valor de redefinição é limitado de modo que o ponto de ajuste só seja aumentado em 0,15 pol. H₂O (SP_{res-max}) para 1,25 pol. H₂O.
- Às 8h22, há um total de 3 solicitações (R = 3). Como R > I, o ponto de ajuste é aumentado em 0,06 pol. H₂O [(3 - 2) x 0,06] para 1,31 pol. H₂O.
- Às 8h24, há 0 solicitações (R = 0). Como R ≤ I, o ponto de ajuste é reduzido em 0,04 pol. H₂O (SP_{trim}) para 1,27 pol. H₂O.

Neste aplicativo, a lógica de controle Trim-and-Respond procura diminuir gradualmente o ponto de ajuste da pressão estática do duto — reduzindo assim a energia do ventilador — enquanto responde mais rapidamente a qualquer aumento na demanda das caixas VAV, garantindo assim o conforto do ocupante.

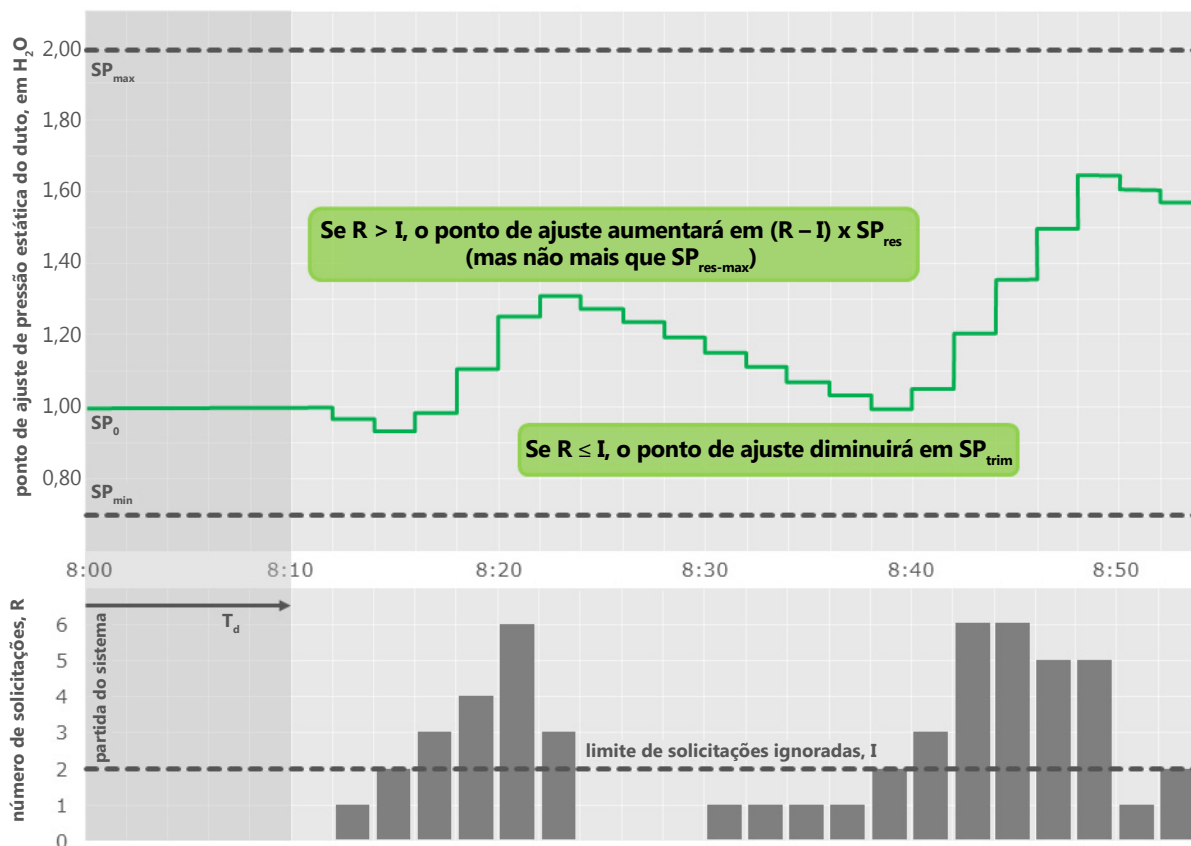
Observação: “Trim” (ajustar) nem sempre significa que o valor de um ponto de ajuste seja diminuído; em vez disso, ajusta o ponto de ajuste para um valor mais eficiente em termos de energia. Por exemplo, quando usado para redefinição do ponto de ajuste de temperatura do ar de alimentação (SAT) de resfriamento em um sistema VAV de múltiplas zonas, o corte envolve aumentar o ponto de ajuste de SAT (mais quente) para reduzir o uso energético de resfriamento, enquanto a resposta envolve baixar o ponto de ajuste de SAT (mais frio).

A Diretriz 36 também sugere um método para manter em execução um total de solicitações geradas por cada zona ao longo do tempo, depois notificar o operador do prédio se uma zona estiver afetando excessivamente a lógica redefinida. No exemplo acima, uma zona “inesperada” pode causar o aumento — e a permanência — do ponto de ajuste da pressão estática no limite máximo (SP_{max}), impedindo assim qualquer economia de energia do ventilador.

Em geral, o Trim-and-Respond apresenta as vantagens a seguir:

- Tende a ser mais estável e mais fácil de ajustar do que um ciclo de controle proporcional-integral-derivativo (PID)
- Oferece a capacidade de ajustar lentamente e responder rapidamente
- Permite a ponderação da importância de zonas individuais
- Identifica facilmente zonas “inesperadas”

Figura 2. Exemplo de Trim-and-Respond para redefinição da pressão estática do duto



Detecção automática de falhas

A detecção e o diagnóstico automáticos de falhas (AFDD) são um método para detectar problemas operacionais em um sistema HVAC. A versão inicial da Diretriz 36 inclui regras para detecção de falhas somente em unidades de tratamento de ar VAV. Espera-se que esta lógica resida no controlador do equipamento e gere alarmes quando possíveis problemas surgirem.

A Tabela 1 descreve uma das condições de falha sugeridas pela diretriz. Se a pressão estática do duto de alimentação (DSP) atual for menor que o ponto de ajuste de pressão estática do duto — menos um limite de erro para considerar para imprecisão sensorial — e a velocidade do ventilador de alimentação atual for 99 por cento ou superior, isso sugerirá um possível problema (falha) no sistema. Neste caso, mesmo com o ventilador de alimentação operando em velocidade total, ele não será capaz de atingir o ponto de ajuste desejado da pressão estática do duto.

Isso poderia indicar um problema com o inversor de frequência (VFD) do ventilador, um problema mecânico com o próprio ventilador ou que o ventilador foi reduzido. Como alternativa, poderia indicar que o ponto de ajuste da temperatura do ar de alimentação (SAT) atual da unidade de tratamento de ar está muito quente para a demanda atual de resfriamento das zonas que atende.

Tabela 1. Condição de falha de exemplo para uma unidade de tratamento de ar VAV de múltiplas zonas

Equações	Pressão estática do duto < ponto de ajuste de pressão estática do duto — Limite de erro de DSP E Velocidade de VFD do ventilador > 99 por cento — Limite de erro de velocidade do VFD
Descrição	Pressão estática do duto muito baixa com ventilador na velocidade total
Possível diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> • Problema com VFD • Problema mecânico com ventilador • Ventilador subdimensionado • Ponto de ajuste de SAT muito alto (muita demanda de zona)

Supressão hierárquica de alarme

Além da definição de alarmes para vários componentes do sistema HVAC, a Diretriz 36 também inclui uma solução única para suprimir alguns alarmes com base no feedback de outros equipamentos. O objetivo da supressão hierárquica de alarme é minimizar alarmes incômodos de um componente a jusante (“carga”) que resultam da falha de um componente a montante (“fonte”), reduzindo assim distrações para o operador do prédio e facilitando, com otimismo, o diagnóstico da causa raiz do problema. Ele está baseado no princípio de que, se uma falha ocorrer em um componente “fonte” e um componente “carga”, a falha da “carga” provavelmente será causada pela falha da “fonte”; então, o alarme para a falha da “carga” será suprimido enquanto o alarme para a falha da “fonte” será apresentado ao operador.

No exemplo na Figura 3, se o ventilador de alimentação em uma unidade de tratamento de ar VAV (“fonte”) centralizada falhar, as unidades terminais de VAV (“cargas”) atendidas por essa unidade de tratamento de ar começarão a gerar alarmes para fluxo de ar baixo, perda de controle de temperatura do espaço, alta concentração de CO₂ e assim por diante. Os alarmes dos controladores de VAV (“fluxo de ar baixo” ou “espaço muito quente”) serão suprimidos para que a atenção do operador possa ser concentrada no alarme do controlador da AHU (“perda de fluxo de ar”).

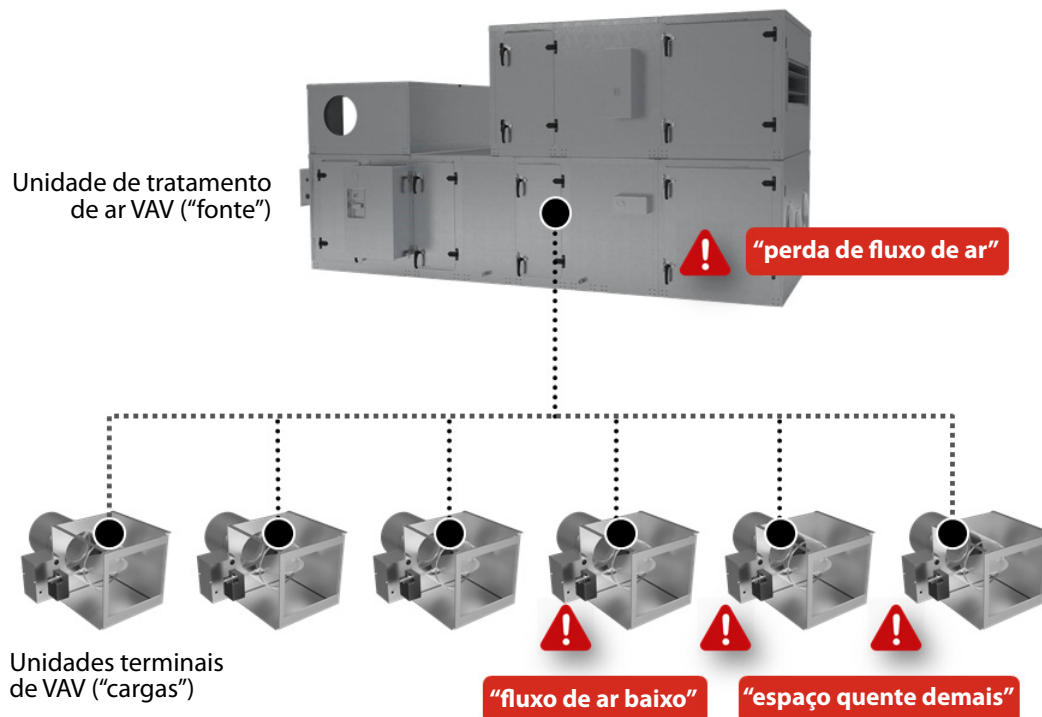
Substituições de comissionamento

Para auxiliar no processo de comissionamento ou resolução de problemas, a Diretriz 36 também declara que os pontos devem poder ser substituídos por meio do sistema de automação predial (BAS). Para cada configuração de equipamento, a diretriz lista as “comutações de software” que substituirão a operação do equipamento.

Como exemplo, para uma unidade terminal de VAV com uma serpentina de aquecimento, sugere-se as substituições a seguir:

- Forçar ponto de ajuste de fluxo de ar da zona para zero
- Forçar ponto de ajuste de fluxo de ar da zona para o fluxo de ar de resfriamento máximo
- Forçar ponto de ajuste de fluxo de ar da zona para fluxo de ar mínimo
- Forçar ponto de ajuste de fluxo de ar da zona para o fluxo de ar de aquecimento máximo
- Forçar amortecedor de VAV totalmente fechado ou totalmente aberto
- Forçar válvula de aquecimento fechada (desligada)

Figura 3. Exemplo de supressão hierárquica de alarme



Resumo

Conforme mencionado, a Diretriz 36 está sob manutenção contínua, portanto, mudanças e adições serão feitas periodicamente por adendos. Inscreva-se na "List Server" do Comitê do Projeto da Diretriz (GPC) 36 (www.ashrae.org/listserves) para receber notificação por e-mail quando forem publicados adendos.

Além disso, o comitê adicionará sequências para outros tipos de sistemas HVAC no futuro. Centrais de água gelada e centrais de água quente provavelmente serão as próximas a serem adicionadas.

Por John Murphy, Trane. Para assinar ou ver edições anteriores do Boletim de Engenheiros, acesse trane.com. Envie seus comentários para ENL@trane.com.

Referências

- [1] ASHRAE Guideline 36-2018, *High- Performance Sequences of Operation for HVAC Systems*. Atlanta: ASHRAE. 2018.
- [2] ASHRAE. Adendo proposto X (centrais de água resfriada) para a Diretriz 36-2018, Primeiro esboço de análise pública. Novembro de 2020.
- [3] ASHRAE. Adendo proposto Y (centrais de água quente) para a Diretriz 36-2018, Primeiro esboço de análise pública. Novembro de 2020.
- [4] ASHRAE. Adendo B para a Diretriz 36-2018. Atlanta: ASHRAE. Agosto de 2019.

Controles Trane e Diretriz ASHRAE® 36

Os controles da Trane são desenvolvidos para apresentar sequências e desempenho conforme a Diretriz ASHRAE 36. Nosso aplicativo Trim-and-Respond pré-projetado inclui as regras definidas pela Diretriz 36, enquanto permite a flexibilidade para modificar ou expandir a fim de atender à necessidade de qualquer prédio ou sistema.

Encontre mais informações sobre os controles da Trane em www.trane.com/controls.

The screenshot displays the 'Create Ruleset - Ruleset Logic' interface. It shows two rules being configured:

- Rule 2:** A 'Point to Point Percentage' rule. It has three conditions:
 - Condition 1: Discharge Air Flow < 70% of Air Flow Setpoint Active for 0 Minutes.
 - Condition 2: Air Flow Setpoint Active > 0.0 cfm for 0 Minutes.
 - Condition 3: Air Valve Position Command > 95.00 % for 1 Minutes.The rule is set to generate 2 requests.
- Rule 3:** A 'Point to Value Deadband' rule. It has two conditions:
 - Condition 1: Air Valve Position Command > 95.00 %.
 - Condition 2: Air Valve Position Command < 85.00 %.The rule is set to generate 1 request.

Below the rule configuration, there is a 'Rule Summary' section with three text boxes:

- Box 1: If Discharge Air Flow < 50% of Air Flow Setpoint Active for 0 Minutes and if Air Flow Setpoint Active > 0.0 cfm for 0 Minutes and if Air Valve Position Command > 95.0 % for 1 Minutes, generate 3 Requests.
- Box 2: Else If Discharge Air Flow < 70% of Air Flow Setpoint Active for 0 Minutes and if Air Flow Setpoint Active > 0.0 cfm for 0 Minutes and if Air Valve Position Command > 95.0 % for 1 Minutes, generate 2 Requests.
- Box 3: Else While Air Valve Position Command > 95.0 %, generate 1 Requests until the Air Valve Position Command < 85.0 %.

Cronograma do programa Boletim dos Engenheiros de 2021 *Ao vivo!*

MARÇO – agora disponível sob demanda

Sistemas de água gelada mais avançados. Quando projetados conforme as diretrizes atuais do setor, os sistemas de água gelada oferecem aos proprietários e operadores de edifícios flexibilidade para atender aos objetivos iniciais de custo e eficiência, simplificar a manutenção e a operação e exceder os requisitos mínimos do código de energia. Os princípios de projeto que dimensionam corretamente o equipamento e minimizam o consumo de energia do sistema são inerentemente mais simples de controlar e levam a uma alta eficiência e custos reduzidos de serviços públicos.

MAIO

Norma ASHRAE 62.1-2019. A versão 2019 da Norma ASHRAE 62.1, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*, foi publicada no final de 2019. Este ENL apresentará uma visão geral da norma, discutirá várias mudanças importantes implementadas na versão de 2019, explicará os três procedimentos permitidos para determinar fluxos de ar de ventilação (procedimento de taxa de ventilação, procedimento IAQ e procedimento de ventilação natural) e percorrerá as etapas de cálculo usando um edifício como exemplo.

SETEMBRO

Dispositivos de limpeza do ar para qualidade ambiental interna (IEQ).

A qualidade ambiental interna de um edifício é fundamental para manter espaços mais seguros, mais saudáveis e mais confortáveis para seus ocupantes conforme avançamos para um futuro pós-pandêmico. Este ENL abordará o que é qualidade ambiental interna, como criar sistemas resilientes e discutirá testes de dispositivos de limpeza do ar para construir espaços saudáveis e eficientes.

NOVEMBRO

Norma ASHRAE 15. A Norma ASHRAE 15, *Safety Standard for Refrigeration Systems*, concentra-se em projeto, construção, instalação e operação seguros de sistemas de refrigeração. E a norma agora inclui requisitos para sistemas com refrigerantes Classe A2L (menos inflamável). Este ENL apresentará uma visão geral da versão de 2019 da Norma 15 e explicará como seus requisitos se aplicam a vários tipos de sistemas de refrigeração, incluindo unidades compactadas, sistemas VRF e chillers a água.

Entre em contato com o escritório local da Trane para obter mais informações ou acesse www.Trane.com/ENL.



!!NOVO!!

Catálogo do sistema de agricultura em ambientes fechados

A agricultura interna é uma abordagem baseada em tecnologia para cultivo de plantas em ambientes fechados. Isso permite que os cultivadores especifiquem e controlem o ambiente ideal para atingir a colheita ideal.

Para obter mais informações ou fazer download do catálogo, acesse www.trane.com/indoorag.

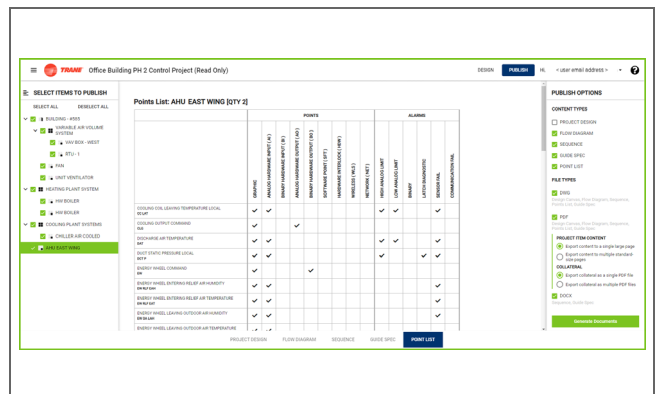
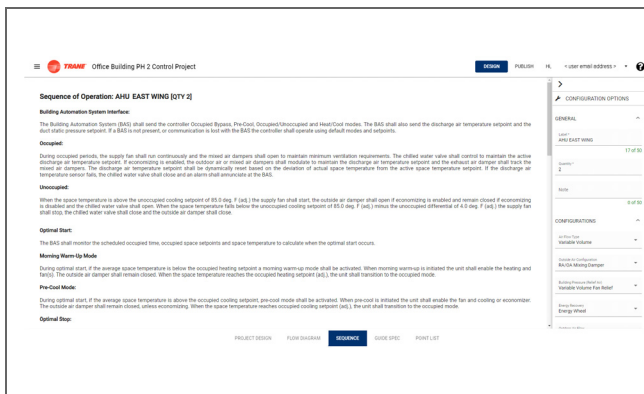
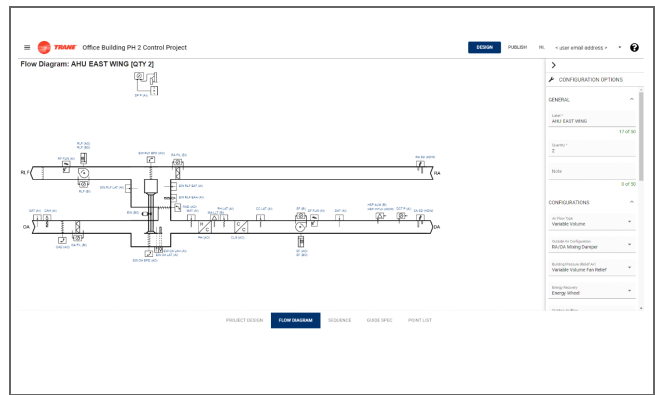
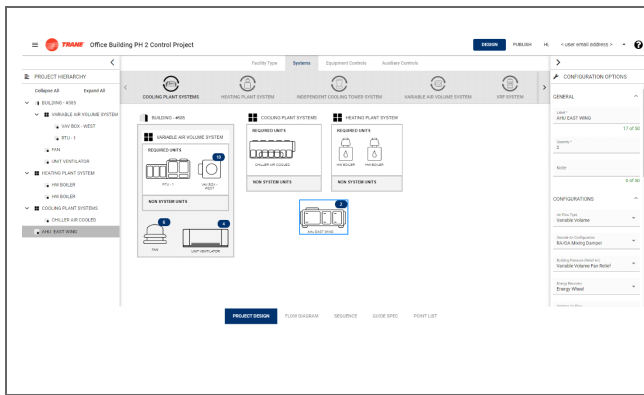
Trane® Design Assist™

O Trane® Design Assist™ é o aplicativo mais novo baseado na web da Trane que fornece designs e documentação do Sistema de automação predial pronto para projetos.

Essa ferramenta proporciona aos usuários o poder de criar leiautes de projetos dimensionáveis, independentemente de marca, enquanto usam estratégias e padrões comprovados da indústria, como o Diretriz ASHRAE 36, para criar conteúdo coordenado (diagramas de fluxo, seqüências de operações, especificações de guias e listas de pontos). Os usuários também podem optar por compartilhar projetos na ferramenta para colaborar com as partes interessadas, colegas e consultores confiáveis. Uma vez concluídos, os documentos dos projetos podem ser facilmente exportados (seja em formato DWG, PDF ou DOCx) para uso em planos e especificações.

Registre-se em uma conta grátis do Trane® Design Assist™ em www.tranedesignassist.com.

Para saber mais, acesse o [curso de treinamento do Trane® Design Assist™](#).



Trane — por Trane Technologies (NYSE: TT), uma empresa de climatização global e inovadora — cria ambientes internos confortáveis que economizam energia por meio de um amplo portfólio de sistemas, controles, serviços, peças e suprimentos para aquecimento, ventilação e condicionamento de ar. Para obter mais informações, consulte trane.com ou tranetechnologies.com.

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.

Todas as marcas registradas mencionadas neste documento são marcas registradas de seus respectivos proprietários.