



WHITE PAPER DA VERTIV

Adoção de Sistemas de Refrigeração Variável para Otimizar a Infraestrutura do Data Center

Introdução

A adoção de infraestrutura hiperconvergente e a implementação de intensas cargas de trabalho de computação, como aplicações de Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e Big Data têm contribuído para o crescimento do mercado global de data centers. A natureza dessas cargas nas modificações dos data centers modernos é agora classificada como "dinâmica".

Devido a esses ambientes em constante mudança, os principais fornecedores de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC), ou climatização, começaram a oferecer sistemas certificados Energy Star com capacidade de refrigeração redundante integrada para ganhar força no mercado. Métricas operacionais como a eficácia na utilização de energia (PUE), eficácia na utilização de água (WUE) e eficácia na utilização de carbono (CUE) estão se tornando cada vez mais importantes quando se projeta instalações de data centers de missão crítica.

Com infraestruturas variando de pequenas a gigantescas, faz-se necessário um roadmap completo de eficiência energética para cada projeto. Para que as melhores métricas operacionais sejam mantidas em um roadmap de eficiência energética sendo proposto, o design ótimo da solução de refrigeração e a seleção dos componentes devem estar no topo da lista de considerações.

Esse white paper oferece orientação para o gerenciamento térmico em relação aos diferentes perfis de carga nos data centers modernos. Ele também descreve diversas técnicas usando tecnologias de refrigeração variável que possibilitam a conquista das principais métricas operacionais.

Tiers de Data Centers

Os tiers de data centers são uma metodologia padrão para classificar os data centers em termos do possível desempenho da sua infraestrutura (uptime). Os tiers de data centers variam de 1 a 4, onde os com classificação mais alta têm maior tempo de atividade (uptime) provável do que os com classificação mais baixa.

Antes de nos aprofundarmos nos enfoques possíveis para a refrigeração variável, a tabela abaixo ilustra a importância dos fatores confiabilidade e disponibilidade. Qualquer upgrade de tecnologia com melhorias na eficiência energética deve estar em conformidade com os requisitos do tier correspondente.

Tier	Tempo de Atividade (Uptime) do Sistema (%)	Limite de Inatividade (Downtime) / Horas por ano	Aplicação
1	99,671	28,8	Construção, filiais, serviços profissionais
2	99,741	22,7	Mídia local, educação, CRM
3	99,982	1,58	Comércio eletrônico, serviços médicos, hospitais
4	99,995	0,44	Serviços financeiros, bancos, concessionárias de serviços públicos

Cargas Dinâmicas no Data Center

Há aproximadamente duas décadas, a variação de potência de um servidor era de 20% porque, mesmo em uma situação ideal, um servidor típico usaria aproximadamente 50% de sua potência total. Agora, devido à “utilização eficaz da consolidação de servidores e técnicas de visualização”, o consumo de potência reduziu drasticamente.

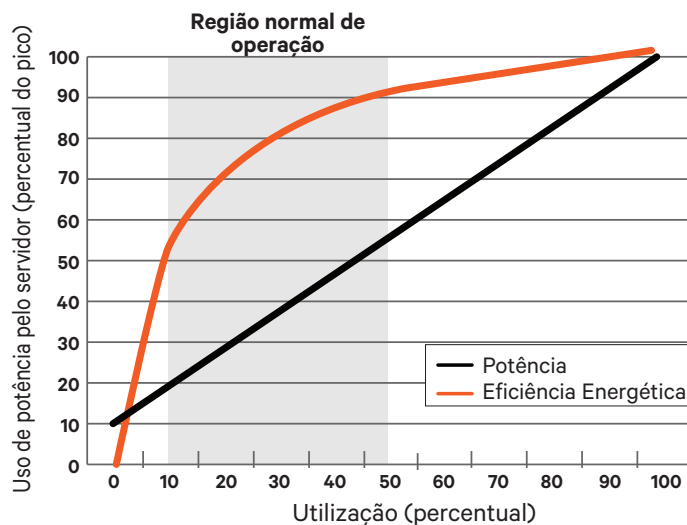
Nos equipamentos de processamento modernos, novas técnicas foram implementadas para alcançar padrões de baixo consumo de potência, tais como mudar a frequência dos relógios, mover cargas virtuais e ajustar a magnitude das tensões aplicadas aos processadores para corresponder melhor a carga de trabalho em estado não inativo. Dependendo da plataforma do servidor, a variação de potência pode ser na faixa de 45-106% - um aumento significativo em apenas 20 anos.

Quando o consumo de potência varia devido à carga, a saída de calor também varia. Assim, flutuações repentinas no consumo de potência podem causar aumentos vulneráveis no nível de calor, criando pontos quentes (hot spots).

Pontos quentes podem também ocorrer em um ambiente virtualizado, onde os servidores estão mais frequentemente instalados e agrupados em jeitos que criam áreas localizadas de alta densidade. Ao agrupar alta densidade, os servidores virtualizados podem ocasionar problemas de refrigeração se a distribuição de ar e a temperatura não forem considerados adequadamente no projeto.

Os perfis de carga da maioria dos data centers modernos não apresentam mais cargas fixas, portanto, a refrigeração variável é necessária para dar suporte aos picos repentinos de calor e às melhorias correspondentes que impactam a eficácia parcial do uso de energia (pPUE) no data center.

Veremos agora como a tecnologia no nível dos componentes possibilita que a infraestrutura de gerenciamento térmico lide com os cenários de carga dinâmica nos data centers modernos.



Fonte: Hölzle, 2017. Nota: Em um servidor de energia mais proporcional (linha vermelha), a eficiência energética é mais do que 80% do valor de pico para níveis de utilização de 30% ou mais, com a eficiência permanecendo acima de 50% para os níveis de utilização tão baixos quanto 10%.

Cargas Dinâmicas Gerenciadas por uma Solução de Refrigeração Variável

Conforme o consumo de potência do servidor aumenta ou diminui na proporção da carga computacional, o fluxo de ar necessário no servidor é afetado. Além disso, para melhorar a taxa de utilização do servidor, está sendo bastante implementada a virtualização, o que pode resultar em demandas variáveis de potência. Sistemas de ar condicionado de precisão podem proporcionar capacidade de refrigeração variável e fluxo de ar variável para que correspondam adequadamente às mudanças nas necessidades operacionais das atuais salas de tecnologia.

Há quatro seções principais no condicionamento de ar de precisão. Cada uma tem uma proporção de componentes de refrigeração variável. Começaremos com o coração do sistema de refrigeração, o compressor e, então, finalizaremos com a seção da evaporadora. Opções como a localização do controlador da variação de carga são descritas em seções posteriores.

Compressor

O compressor atua como o “coração” de um sistema de refrigeração mecânica à base de refrigerante. Suas funções incluem levar o refrigerante frio vaporizado que carrega a energia calorífica das serpentinas da evaporadora, alterando-o de baixa pressão e temperatura para alta pressão e temperatura, e empurrá-lo pelo circuito de refrigeração para fins de rejeição de calor.

As unidades de ar condicionado com compressores convencionais de capacidade fixa são normalmente designadas para picos de carga e geralmente têm mais capacidade do que as necessidades diárias de uso. As necessidades de refrigeração para a infraestrutura de TI são bastante amplas uma vez que a densidade no data center varia com o tempo.

Há diferentes tipos de tecnologias de modulação disponíveis com um compressor. As três opções de tecnologia abaixo podem ajudar a atender às necessidades de capacidade e de eficiência energética:

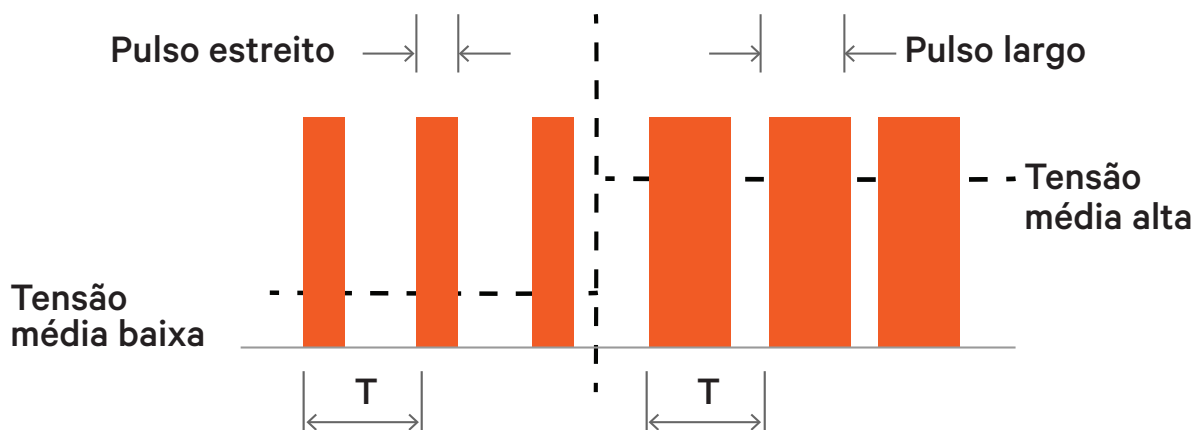
1. Múltiplos compressores
2. Compressor de modulação contínua
3. Compressor de velocidade variável

Múltiplos Compressores: Múltiplos – dois ou mais – compressores podem operar individualmente ou juntos, proporcionando diversos estágios discretos de capacidade conforme necessário enquanto mantêm um alto Índice de Eficiência Energética (EER). Em um cenário padrão, esses compressores são fixos e a carga pode ser distribuída entre dois ou três compressores em uma proporção desigual (capacidade do compressor), conectados em uma configuração em série.

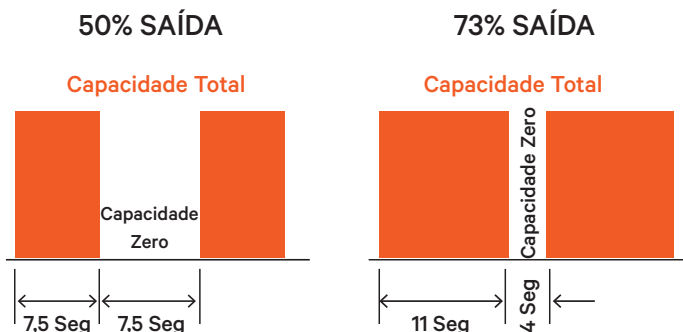
Essa arquitetura de compressores é benéfica tanto para aplicações de cargas pico quanto de cargas parciais, proporcionando uma combinação versátil de compressores e oferecendo uma eficiência maior do que um compressor único fixo, especialmente para condições de cargas parciais. Mas esse arranjo pode, algumas vezes, criar problemas de confiabilidade no data center. Ao estarem conectados em série, todos os compressores podem ser simultaneamente afetados quando o motor queimar, bloqueando todo um circuito. Na ausência de arranque suave de uma configuração em série, uma carga de arranque puxa mais potência, o que leva a um EER mais baixo no longo prazo.

Modulação Contínua: Uma técnica de modulação do compressor ajusta a capacidade em etapas ou de forma contínua quando as cargas do compressor variam em condições ambientais dinâmicas. A modulação variável contínua é encontrada em compressores scroll com tecnologia digital. Ela é conhecida como “modulação por largura de pulso”.

Formato de Onda da Modulação por Largura de Pulso



Estados Com Carga e Sem Carga



Fonte: Compreendendo Modulação de Compressor em Aplicação de Ar Condicionado

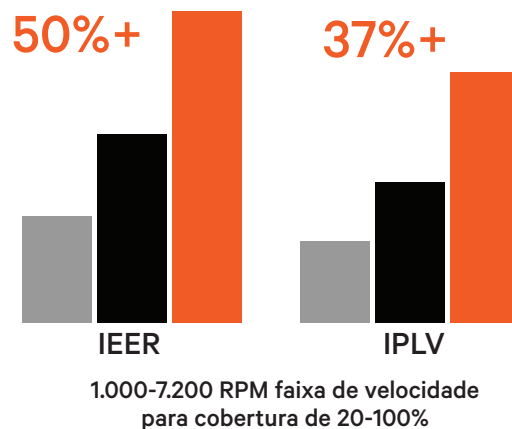
Por exemplo, no tempo de um ciclo de 15 segundos, se o tempo de estado com carga for de 7,5 segundos e o tempo de estado sem carga for de 7,5 segundos, a modulação do compressor é de 50% (7,5 segundos x 100% + 7,5 x 0%). Para o mesmo tempo de ciclo, se o tempo de estado com carga for de 11 segundos e o tempo de estado sem carga for de 4 segundos, a modulação do compressor é de 73%. **A capacidade é o somatório do tempo médio do estado com carga e do estado sem carga.**

Esse tipo de tecnologia atende aos requisitos dos data centers, enquanto a temperatura e a umidade precisas têm um papel muito importante no tratamento das condições de carga dinâmica. Há uma fuga de energia negligenciada devida à operação contínua do rotor, mas ao contrário do caso de múltiplos compressores, essa tecnologia evita a perda de corrente de inrush. Como um sistema de compressor digital é totalmente mecânico, é provável que existam problemas mínimos com a precisão da saída quando processando capacidades de carga dinâmica abaixo de 30%.

Velocidade Variável: Compressores de velocidade variável oferecem a maior eficiência com cargas parciais em relação a qualquer outra tecnologia de modulação. Compressores de velocidade variável oferecem economias de energia revolucionárias através do ajuste contínuo de sua saída para se igualar às cargas. Os benefícios da tecnologia de velocidade variável incluem:

- Máxima eficiência de refrigeração ou Índice de Eficiência Energética Sazonal (SEER)
- Modulação (rangeabilidade) de 7:1 para melhor eficiência com carga leve e desumidificação.

Comparação com Carga Parcial



Fonte: Compreendendo Modulação de Compressor em Aplicação de Ar Condicionado

A variância da velocidade do motor do compressor determina a velocidade da vazão do refrigerante. Portanto, ao variar a frequência do motor, a capacidade pode ser modulada. A capacidade de saída aumenta e diminui com a velocidade do motor. Embora essas condições possam garantir o controle preciso da temperatura e da umidade, são necessários hardware e componentes eletrônicos de gerenciamento de óleo para garantir que haja óleo suficiente no compressor durante o estado de motor lento. Isso garante que quantidades excessivas de óleo não serão levadas para fora do compressor durante o estado de motor veloz.

O único desafio importante com esse mecanismo é a gestão da circulação do óleo, que pode possivelmente ser uma barreira durante condições de carga baixa. Como as rotações por minuto (RPMs) do motor do compressor são reduzidas durante condições de carga parcial, o óleo voltando para o compressor enfrenta problemas devidos a velocidades menores de bombeamento.

Com um controlador avançado e um algoritmo inteligente integrado, a Vertiv supera o problema acima incorporando um “compressor de velocidade variável” tanto nos sistemas de refrigeração perimetrais quanto nos localizados na fila, para entregar uma capacidade ótima com melhores métricas operacionais (EER ou pPUE).

Ventilador de Velocidade Variável (Soprador e Condensadora)

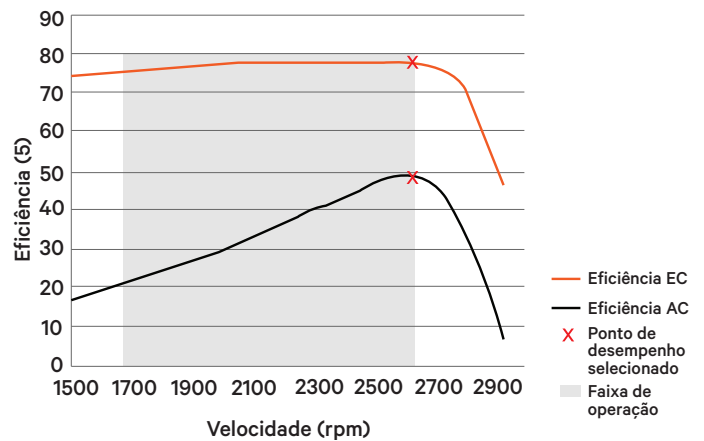
Diversos gestores de data centers reduzem o uso de energia e controlam os custos investindo na tecnologia de ventiladores de velocidade variável. Tais melhorias podem economizar até 76% do consumo de energia pelo ventilador.

Atualmente, com inúmeras opções disponíveis no mercado, os inversores de velocidade variável (VSDs) – também conhecidos como inversores de frequência variável (VFDs) – e ventiladores eletronicamente comutados (EC) são duas das tecnologias de melhorias de ventiladores mais eficazes disponíveis.

Ventiladores EC realizam o controle de velocidade variando a tensão CC fornecida ao ventilador. Testagem independente do consumo de energia dos ventiladores EC versus dos VFDs mostrou que os ventiladores EC localizados dentro da unidade de refrigeração podem entregar uma economia média de 18% na conta de energia elétrica. Economias ainda maiores podem ser feitas colocando-se os ventiladores EC sob o piso.

Ventiladores EC oferecem controle aprimorado e são a solução mais eficaz para reduzir o consumo de energia do sistema de refrigeração. Eles o fazem ao proporcionar a mesma saída com menos entrada – uma redução de somente 10% no fluxo de ar economiza até 33% no consumo de energia. Além da economia de energia, o ventilador EC é a ferramenta perfeita para dar suporte a cargas dinâmicas no sistema de ar condicionado de precisão. Atualmente, o ventilador EC é uma peça padrão do lado da evaporadora, mas em um sistema refrigerado à ar, o ventilador da condensadora também adota a tecnologia de ventiladores EC para dar suporte às cargas variáveis no data center, bem como abordar os diferentes padrões de carga devidos às temperaturas operacionais externas.

Comparação da Eficiência de AC Versus EC



Válvula de Expansão Eletrônica (EEV)

A EEV controla a quantidade de refrigerante liberado na evaporadora mantendo, assim, o nível de superaquecimento. Em outras palavras, ela controla a diferença entre a temperatura atual do refrigerante e sua temperatura de saturação para o valor da pressão atual.

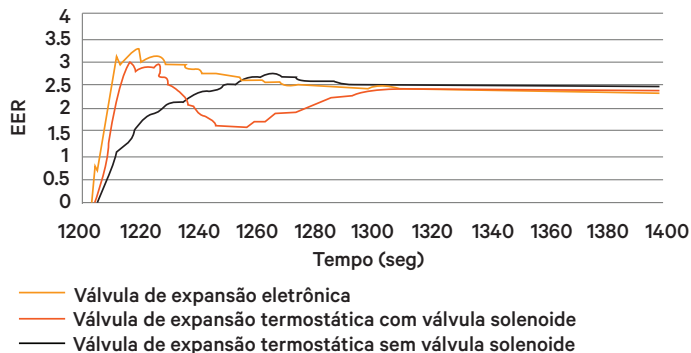
Embora a Vertiv use a tecnologia de compressores de velocidade variável, a vazão variável de refrigerante é obviamente fenomenal para igualar a variação da carga interna no circuito de refrigerante. Nesse cenário, a EEV deixa de ser apenas uma ferramenta de eficiência energética, economizando até 15% de energia se comparado às válvulas de expansão termostática (TXV). Ela também ajuda a proporcionar a capacidade ótima. Os benefícios da EEV podem ser resumidos conforme abaixo:

- Controle preciso
- Resposta rápida e precisa às mudanças na carga
- Maior variação da carga parcial do que a TXV
- Habilidade de manter o controle da capacidade máxima mesmo com cargas parciais
- Injeta quantidade exata de refrigerante

Superaquecimento baixo, maior pressão evaporadora e melhor EER são alcançados pelo constante sensoriamento do valor real de superaquecimento na evaporadora através de um transdutor de pressão (um sensor de temperatura muito sensível) e

transmitindo esta informação para o controlador em tempo próximo do real. Consequentemente, uma EEV pode reduzir drasticamente as perdas de energia devidas aos ciclos de LIGAR/DESLIGAR de uma unidade de refrigeração

Eficiência Energética no Startup



Nota: Valores medidos durante testes com a EEV são sempre maiores do que os valores de EER medidos usando-se a TVX, com ou sem uma válvula solenoide. Essa eficiência energética alta é garantida pela capacidade da EEV de otimizar o controle da vazão de refrigerante na evaporadora, limitando, portanto, a entrega de líquido para o compressor.

Válvula de Controle Independente de Pressão (PICV)

A PICV é outro componente envolvido nos sistemas de gerenciamento térmico por água gelada em data centers. Ela é descrita como sendo duas válvulas em uma: uma válvula de controle padrão de duas vias e uma válvula de balanceamento. A PICV atinge resultados ótimos pois apenas as quantidades necessárias de água quente e água gelada (em galões por minuto) são entregues às serpentinas de aquecimento e de refrigeração.

Mesmo após um sistema ser balanceado manualmente, ele é apenas balanceado na posição de vazão total. Uma vez que qualquer válvula no sistema mude de posição, ela altera a pressão e faz com que o sistema fique desbalanceado, reduzindo a eficiência.

Uma válvula de regulação de vazão automática destina-se a garantir que cada serpentina tenha a vazão correta sempre e sob quaisquer condições de carga.

As PICVs integram as funções de balanceamento dinâmico e de controle em um único produto. Elas respondem a mudanças de pressão para manter a vazão desejada.

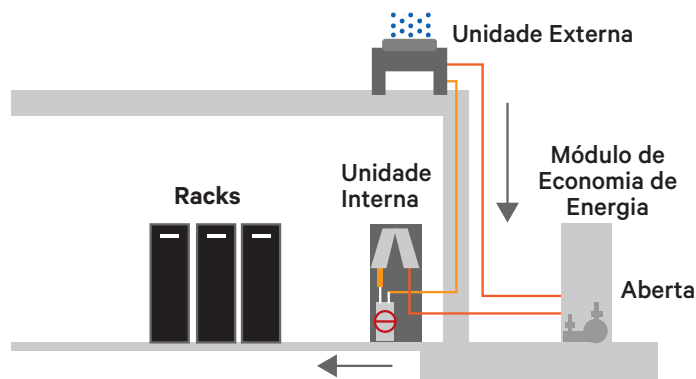
A parte reguladora de pressão diferencial da válvula incorpora um diafragma de borracha que se move pela pressão diferencial e uma mola. Ela é exposta à pressão de entrada por um lado, e à pressão de saída pelo outro lado. Conforme o diafragma se move, ele opera uma válvula que mantém a queda de pressão constante na válvula esfera, independentemente das mudanças na pressão do sistema. A seção da válvula esfera em seguida modula para manter o ponto de ajuste da sala, de forma que a vazão varie conforme a demanda de carga do data center e não com as mudanças na pressão do sistema.

Sistema de Bombeamento Variável

Na era moderna, as métricas operacionais do data center, como PUE, EER, etc., são muito importantes para manter padrões de classe mundial no consumo de energia do data center. A economização e o freecooling são mecanismos pelos quais soluções de auto otimização e alta eficiência podem ser oferecidas.

No modo de freecooling ou ECO, para circular refrigerante no sistema é implementado um sistema de bombeamento, ao invés de um compressor. O design mais novo adota um sistema de bombeamento variável (com um motor de bombeamento por inversor) para lidar com as cargas dinâmicas na infraestrutura de TI. O refrigerante é circulado através de bombas variáveis durante o inverno ou com temperaturas ambiente mais baixas.

Operação de Freecooling com Temperatura Ambiente Fria

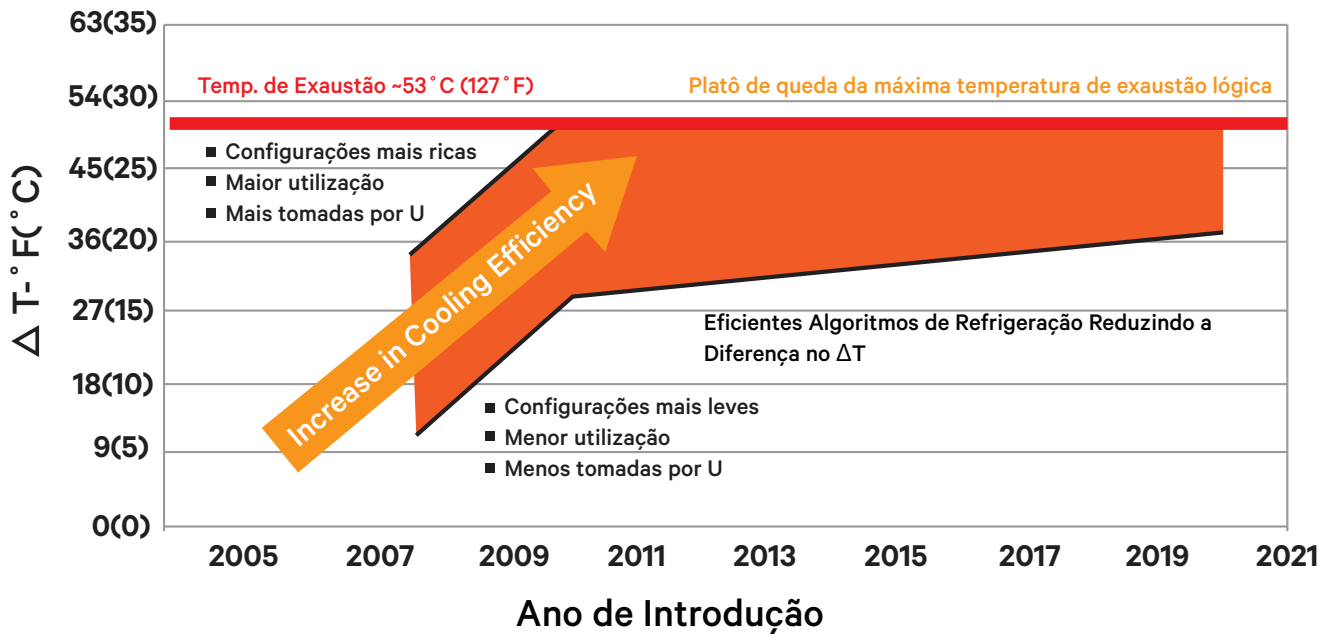


Controle da Temperatura do Ar de Fornecimento

Nos data centers modernos, fatores como maior densidade de carga e perfis com carga heterogênea são comuns. Devido a esses fatores, o delta T maior surge no cenário. É por isso que a lógica da temperatura do ar de fornecimento é adotada nos mecanismos de controle da temperatura e, portanto, controladores inteligentes têm um papel muito importante nos sistemas de gerenciamento térmico.

A capacidade de refrigeração é um produto do fluxo de ar e o delta T. Nas cargas variáveis de equipamentos de TI são criados um fluxo de ar dinâmico e uma variação de delta T entre os servidores. Nessas condições, uma configuração de temperatura constante do ar de retorno não é ideal. Um controlador inteligente ajuda com as mudanças dinâmicas na capacidade de refrigeração, bem como mantém a pressão constante para uma refrigeração uniforme e economia de energia.

Tendências do ΔT dos Equipamentos de TI à 25°C (77°F)



Fonte: Apresentação da ASHRAE, IT Equipment Power & Cooling Trends and Deployment Best Practices Seattle Summer Conference, 2014

Recomendações da Vertiv

Desde o início, a Vertiv investe tempo e recursos na atualização da tecnologia e sempre propõe soluções tecnológicas com base nas necessidades do mercado. A Vertiv oferece soluções para todos os tipos de aplicações críticas e configurações, incluindo refrigeração perimetral, refrigeração de filas, unidades de tratamento de ar customizadas (AHU), refrigeração de pequenos gabinetes, refrigeração de laboratórios e mais, dependendo do padrão de carga e da infraestrutura da carga.

Considerando os perfis variáveis da carga em cada segmento, a Vertiv incorpora componentes variáveis em suas soluções, como descrito resumidamente abaixo:

- 3,5-15 kW: compressor com inversor, ventilador EC e EEV são opções padrão
- 15 kW, sistema de expansão direta (DX) para refrigeração de laboratórios: todos os componentes modernos relacionados são padrão
- 12-120 kW, sistema DX: todos os componentes variáveis estão disponíveis, poucos são padrão e os demais podem ser entregues mediante solicitação
- Sistema de água gelada: ventilador EC é padrão e PICV é opcional
- Sistema AHU: Ventilador EC é padrão
- Unidade de modo ECO: sistema de bombeamento variável e ventiladores variáveis estão disponíveis

Além disso, a Vertiv oferece, direta ou indiretamente, refrigerante ecológico, aquecedor por etapas, umidificador variável e outras soluções para ajudar nas situações de carga dinâmica em aplicações críticas.

Conclusão

Gestores de instalações têm cada vez mais enfrentado padrões de carga não fixos, então, o critério para adotar a melhor estratégia de refrigeração é primeiramente ter um subsistema que seja flexível o suficiente para atender à demanda variável ao mesmo tempo em que garante a melhor eficiência energética total. Recursos adicionais de computação e a demanda cada vez maior por dados apenas aumentaram as condições de variabilidade das cargas, resultando em flutuações repentinas no consumo de potência, as quais, conseqüentemente, aumentam a produção de calor.

Além disso, fatores como o agrupamento de servidores, a virtualização de servidores e as áreas de alta densidade de calor criam problemas para a refrigeração. Para superar esses desafios e estar em conformidade com o padrão das métricas de PUE, WUE e CUE, a solução de gerenciamento térmico deve ser equipada com componentes inteligentes que não apenas monitorem o comportamento do data center, mas também respondam a essas mudanças dinâmicas.

Atualmente, o mercado é suprido com diversas opções para atender aos objetivos da refrigeração. Mas para qualificar o caso de teste de criticidade, é fundamental que a solução inclua características como uma resposta rápida a mudanças dinâmicas, percepção detalhada das condições reais e flexibilidade suficiente para responder em tempo real aos cenários de tratamento da carga variável.



Vertiv.com | Sede da Vertiv, 1050 Dearborn Drive, Columbus, OH, 43085, EUA

© 2021 Vertiv Group Corp. Todos os direitos reservados. Vertiv™ e o logo Vertiv são marcas ou marcas registradas da Vertiv Group Corp. Todos os demais nomes e logos que fazem referência são nomes comerciais, marcas, ou marcas registradas de seus respectivos donos. Embora tenham sido tomadas as devidas precauções para assegurar que esta literatura esteja completa e correta, Vertiv Group Corp não assume nenhuma responsabilidade por qualquer tipo de dano que possa ocorrer seja por informação utilizada ou omitida. As especificações podem ser alteradas sem aviso prévio.