

Resfriando o Supercomputador da Virginia Tech: Uma Solução Inovadora para um Sistema Inovador

Introdução

Quando a Virginia Tech iniciou seus planos de construir um supercomputador agrupando centenas de computadores desktop, tinha objetivos ambíguos para o desempenho do novo sistema – incluindo ser um dos cinco supercomputadores mais rápidos do mundo – e um cronograma muito restrito.

Com o auxílio da Emerson Network Power e outros parceiros, a universidade pôde alcançar seus objetivos dentro do prazo estipulado.

O plano final para o supercomputador envolvia um agrupamento de computadores desktop Power Mac G5 de 64 bits. A arquitetura única do Power Mac G5 apresenta processadores duais para alcançar velocidades de processamento de até 2 gigahertz. O plano era agrupar 1100 destes processadores duais, máquinas de 64 bits usando tecnologia Infiniband da Mellanox para as comunicações primárias e chaves Cisco para comunicações secundárias. O agrupamento também utilizaria um programa de software chamado “Déjà vu”, desenvolvido por Srinidhi Varadarajan, um professor assistente em ciências da computação e Diretor da Instalação de Computação da Virginia Tech Terascale. Esse software fornece uma solução para o problema da tolerância transparente à falha, possibilitando aos supercomputadores de grande escala mascarar o hardware, o sistema operacional e falhas do software.

Se bem sucedido, esse agrupamento poderoso expandiria significativamente as capacidades da universidade e possibilitaria simular o comportamento de sistemas naturais ou de engenharia humana, em vez de depender da observação ou modelagem física. A necessidade dessas capacidades incluem atividades como modelagem eletrônica sem escala, química quântica, aerodinâmica, acústica computacional e modelagem molecular.

O projeto também tinha o potencial de mudar a maneira como os supercomputadores são montados, criando um novo modelo para o desenvolvimento do supercomputador que levaria o seu poder ao alcance de várias organizações que não poderiam anteriormente o adquirir.

Mas um desafio ainda deveria ser resolvido: manter o agrupamento resfriado.



O Desafio do Resfriamento

“A Emerson Network Power realmente nos ajudou a enxergar o desafio da remoção do calor neste projeto . . . conseguiu nos dar um entendimento detalhado do desafio que enfrentávamos assim como uma solução bem desenvolvida.”

*Kevin Shinpaugh
diretor de pesquisa e
computação da
Virginia Tech.*

A solução do resfriamento para a tal sala de alta densidade exigia um nível de inovação ao longo das linhas do próprio supercomputador da universidade. Uma solução de resfriamento inadequada resultaria em processadores e chaves operando em perigosas altas temperaturas, reduzindo o desempenho e vida útil.

A Emerson Network Power estava preparada para enfrentar tal desafio. A Emerson Network Power, líder mundial em assegurar a continuidade da operação crítica, vinha observando a tendência em densidades crescentes nos racks há anos e havia desenvolvido uma solução abrangente para os problemas com resfriamento criados por sistemas de alta densidade: o sistema Liebert XD™.

Para a Virginia Tech, a Emerson Network Power não forneceu apenas a solução para o problema do resfriamento. A empresa desempenhou um papel essencial auxiliando a universidade a entender a magnitude do desafio, avaliando as alternativas e configurando a sala para o resfriamento otimizado.

“A Emerson Network Power realmente nos ajudou a enxergar o desafio da remoção do calor neste projeto” diz Kevin Shinpaugh, diretor de pesquisa e computação da Virginia Tech. “Obviamente quando se é pioneiro em uma nova abordagem, como nós, você está trilhando um caminho desconhecido. Mas a Emerson Network Power conseguiu nos dar um entendimento detalhado do desafio que enfrentávamos assim como uma solução bem desenvolvida.”

Trabalhando com especificações preliminares do projeto, os especialistas em resfriamento da Liebert analisaram o consumo de energia dos equipamentos e cargas de calor projetadas. Então, empregando um programa de computador especializado que modela o fluxo de ar abaixo do chão e através do piso, os especialistas determinaram a disposição ideal dos racks na sala e começaram a modelar a eficácia das diferentes configurações do sistema de resfriamento.

Cada configuração foi baseada na abordagem “ala quente/ala fria” para colocação dos pisos. Nessa abordagem, alas frias possuem o piso perfurado que permite ao ar resfriado passar através do chão. As alas quentes não possuem tais pisos. Os racks dos equipamentos são posicionados frente a frente assim o ar resfriado levado à ala fria é puxado pela frente do rack e dispersado na parte traseira até a ala quente.

Quando as diferentes abordagens foram revistas, os especialistas analisaram profundamente duas configurações:

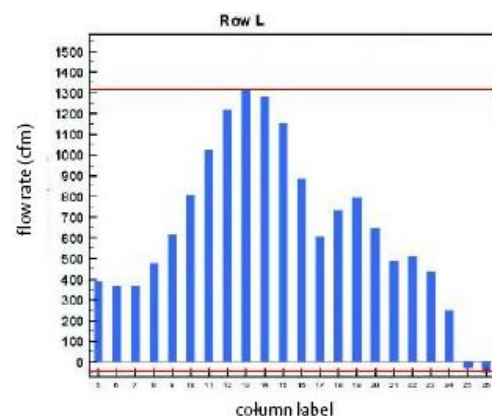
1. Exclusivamente dependente de unidades tradicionais de condicionamento de ar de precisão, especificamente o Liebert Deluxe System/3.
2. Criando uma solução híbrida que combinava unidades tradicionais de condicionamento de ar na sala de computadores, com um resfriamento suplementar fornecido pelo sistema Liebert XD.

A Solução Tradicional: Unidades de Condicionamento de Ar de Precisão

Com base nos dados disponíveis na época, os especialistas da Liebert projetaram uma carga sensível de calor de 1,972,714 Btu/hr para a instalação de 3.000 pés quadrados.

Presumindo tal carga de calor, a sala exigiria um total de nove condicionadores de ar de precisão de 30 Toneladas Deluxe System/3 – sete unidades primárias e duas de apoio. As sete unidades Deluxe gerariam uma capacidade sensível total de 2,069,200 Btu/hr e 106,400 CFM. Com base nesses requisitos CFM, a instalação precisaria de 236 pisos perfurados, totalizando 944 pés quadrados (baseado no fluxo de ar normal por piso de 450 CFM). Esses pisos acupariam quase um terço do espaço físico total.

Fluxos de ar foram então analisados utilizando o programa de modelagem TileFlow, presumindo um piso elevado de 18 polegadas. Com tal configuração, o volume de ar bombeado abaixo do solo criava fluxos de ar extremamente irregulares – de -70 CFM a 1520 CFM, dependendo da localização na fileira e a localização da fileira. Uma análise do fluxo de ar por uma única fileira mostrou uma variação de fluxo de ar negativo em uma ponta de 400 CFM na outra ponta.



Análise do fluxo de ar por uma fileira de racks usando condicionadores de ar de precisão com piso elevado de 18 polegadas.

Além disso, as pressões e velocidades no subsolo demonstraram um tumulto significativo abaixo do chão, reduzindo a eficiência do sistema de resfriamento e criando as potenciais zonas quentes que poderiam danificar os computadores e reduzir a disponibilidade.

Os engenheiros então avaliaram o efeito da elevação do chão de 18 polegadas para 40 polegadas para ajustar o fluxo de ar na sala. Essa mudança melhorou a situação, mas mesmo assim não resultou no resfriamento ideal. Foi também determinado que um piso elevado de 40 polegadas era impraticável devido às limitações físicas do prédio.

A Solução Híbrida

Unidades de Condicionamento de Ar de Precisão como a Liebert Deluxe System/3 têm garantido resfriamento eficaz em milhares de data centers ao redor do mundo; contudo, sistemas de alta densidade extrema, como o supercomputador da Virginia Tech, estão elevando esses sistemas além de sua capacidade prática.

Em resposta, a Liebert desenvolveu um sistema de resfriamento alternado que utiliza menos condicionadores de ar de precisão no nível da sala, reduzindo as pressões sob o solo e complementando tais unidades com sistemas de resfriamento baseados no rack.



O Liebert XDV

“A Emerson Network Power foi uma das poucas empresas que haviam desenvolvido uma solução de resfriamento viável para configurações de computadores de alta densidade”.

*Patricia Arvin
Sócia Vice-presidente
em sistemas de
informática e
computação da
Virginia Tech*

Os especialistas da Liebert analisaram o fluxo de ar de duas unidades Deluxe de 20 toneladas e confirmaram que as duas unidades alcançaram um fluxo de ar mais uniforme; a variação dentro da sala foi reduzida de mais de 400 CFM para menos de 100 CFM. Com o estabelecimento do fluxo de ar uniforme dos sistemas Deluxe, os especialistas da Liebert determinaram o número e configuração ideal de sistemas de resfriamento complementar, utilizando sua nova família XD.

“A Emerson Network Power foi uma das poucas empresas que haviam desenvolvido uma solução de resfriamento viável para computadores de alta densidade,” diz Patricia Arvin, Sócia Vice-presidente em sistemas de informática e computação da Virginia Tech.

“Quando percebemos a quantidade de calor que enfrentaríamos, ficou claro que as abordagens tradicionais de resfriamento não seriam suficientes por si só”, acrescenta Shinpaugh. “Felizmente, a Emerson Network Power possui uma solução”.

A família Liebert XD é a primeira solução abrangente para o desafio do resfriamento que tem surgido com os atuais computadores e equipamentos de comunicação de alta densidade. A família XD constitui uma solução flexível, escalonável e sem água para o resfriamento complementar que fornece resfriamento sensível para densidades de calor acima de 500 Watts por pé quadrado.

A família XD utiliza um líquido de refrigeração ambientalmente correto para alcançar resfriamento de alta eficácia e sem água em uma sala com equipamentos que emitem calor. O líquido de refrigeração é bombeado como um líquido, converte-se em gás nos permutadores de calor, e então é devolvido à estação de bombeamento, onde é recondensado para líquido. O sistema de resfriamento alcança alta eficiência quando colocado próximo à fonte de calor, utilizando a capacidade de absorção de calor de um fluido em mudança de estado.

A família XD inclui fan coils verticais para rack XDV e fan coils elevados de teto XDO. Baseando-se na altura disponível do teto, a Liebert recomendou o XDV para ambas configurações híbridas apresentadas à Virginia Tech.

Especificamente, uma unidade XDV foi recomendada para racks alternados. Como os 1100 Power Macs deviam ser colocados em 96 racks, 48 unidades XDV foram especificadas. Essa configuração fornece ampla capacidade de resfriamento para preencher os requisitos iniciais, com a capacidade de expansão para até 48 unidades XDV adicionais caso as densidades de calor se elevem como resultado de mudanças, ou expansão, do supercomputador.

O XDV é um fan coil compacto (23.5” W x 30” L x 14” H) de 2.2 toneladas, montado no topo do rack e fornece até 1000 CFM de resfriamento por rack.

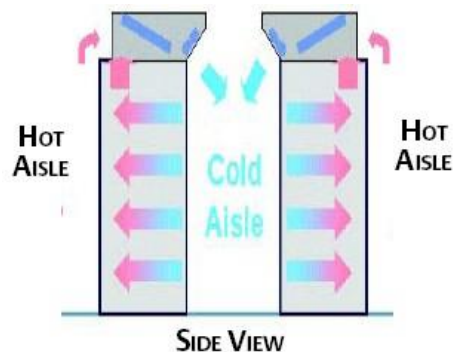
“A Emerson Network Power tem sido uma parceira extraordinária neste empreendimento. Trabalhamos conosco para encontrar uma solução para cada problema que encontramos e o fizemos em tempo recorde. É raro encontrar uma empresa desse porte que possa agir tão rapidamente... É como uma Ferrari personalizada e construída com a eficiência de um Toyota. Estamos muito impressionados.”

*Patricia Arvin
Sócia Vice-presidente em sistemas de informática e computação da Virginia Tech*

O sistema Liebert XD pode utilizar seus próprios resfriadores ou pode se conectar ao sistema de água refrigerada do prédio. Ambas as opções foram analisadas para a Virginia Tech. Com base no prazo restrito, a Liebert e Virginia Tech decidiram utilizar resfriadores resfriados a ar recíprocos, que fornecem água resfriada ao módulo Permutador de Calor/Bombeamento Liebert XDP. O módulo então fornece a circulação do líquido de refrigeração e controle às unidades XDV.

Criando a Solução de Resfriamento Ideal

Baseado na análise conduzida pelos engenheiros da Liebert, ficou claro que a combinação de dois condicionadores de ar de sala Deluxe System/3 de 20 toneladas e 48 sistemas de resfriamento complementares Liebert XDV, garantiriam a solução de resfriamento ideal para o local do supercomputador da Virginia Tech.



O sistema Liebert XDV retira o calor do rack e da ala quente e dispersa o ar frio na ala fria.



Os sistemas de resfriamento Liebert XDV para racks contendo o Power Mac G5s antes da instalação na Virginia Tech.

Mas o papel da Liebert como parceira foi além da determinação da melhor solução de resfriamento. Para garantir o desempenho apropriado do sistema de resfriamento, a Liebert personalizou os racks para os Power Macs. Além disso, forneceu o sistema de UPS trifásico para fornecer energia de apoio e condicionamento ao agrupamento do supercomputador.

Em menos de três meses após o recebimento das especificações preliminares para a sala, a Liebert havia analisado múltiplas configurações do sistema de resfriamento, desenvolveu o layout da sala e a solução de resfriamento ideais, personalizou os racks de acordo com os requisitos dos equipamentos e forneceu todos os equipamentos de energia e resfriamento para o novo supercomputador.

De acordo com o New York Times, o computador “foi montado em um flash virtual”.

E os resultados têm sido impressionantes. Durante testes preliminares o supercomputador da Virginia Tech pôde computar 7.41 trilhões de operações por segundo, tornando-o o quarto supercomputador mais rápido do mundo.

“A Emerson Network Power tem sido uma parceira extraordinária neste empreendimento”, diz Arvin. “Trabalharam conosco para encontrar uma solução para cada problema que encontramos e o fizeram em tempo recorde. É raro encontrar uma empresa desse porte que possa agir tão rapidamente e responder com agilidade às necessidades do cliente. É como uma Ferrari personalizada e construída com a eficiência de um Toyota. Estamos muito impressionados”.

Liebert Tecnologia Ltda
Av. Emb. Macedo Soares, 10735
Vila Anastácio – 05095-035
São Paulo – SP – Brasil
Tel: (11) 3618-6600
Fax: (11) 3618-6611
liebert@emersonnetworkpower.com

Emerson Network Power.
Líder global em assegurar a continuidade da operação crítica.

EmersonNetworkPower.Com.Br
Liebert.com.br

- Sistemas de Energia AC
- Energia Embedded
- Planta Externa
- Conectividade
- Proteção de Energia de Entrada
- Condicionamento de Precisão
- Sistemas de Energia DC
- Soluções de Gabinetes Integrados
- Monitoramento de Sites e Serviços

© 2003 Liebert Corporation. Todos os direitos reservados pelo mundo. As especificações sujeitas a mudança ou marcas registradas são propriedade de seus respectivos donos.

© Liebert e o logo da Liebert são marcas registradas da Liebert Corporation. O logo Emerson é uma marca registrada e marca de serviço da Emerson Electric Co. Todas as outras marcas são propriedade de seus respectivos proprietários.