



SDS vs. RAID de hardware vs. RAID de software O que é o futuro?

Neste documento, analisamos os recursos em rápida evolução do armazenamento NVMe e sua coexistência com tecnologias SATA/SAS que, juntas, oferecem uma grande variedade de avançadas possibilidades de provisionamento.

Determinando o ritmo da mudança: Insights de armazenamento para o aqui e agora, e o futuro

Por mais de uma década, a frase "definido por software" tem precedido a virtualização de uma gama de serviços de TI tradicionalmente gerenciados como instâncias de hardware separadas.

Isso começou com a rede definida por software (SDN) e logo a computação definida por software (SDC), o armazenamento definido por software (SDS) e até mesmo todo o data center em si (SDDC) foram virtualizados para funcionar como elementos dentro de uma infraestrutura hiperconvergente (HCI).

O facilitador de toda essa conectividade é o PCIe – o Peripheral Component Interconnect Express – o barramento de alta velocidade que evoluiu da integração de CPU, GPU, armazenamento e rede para suportar a virtualização de E/S. O PCIe também hospeda a interface Non-Volatile Memory Express (NVMe), projetada para uma conectividade

ideal com uma nova geração de SSDs em vários formatos diferentes.

Em comparação com SAS e SATA, os SSDs NVMe são um salto considerável em termos de largura de banda, latência e consumo de energia. Desde sua padronização em 2011, a interface de armazenamento NVMe progrediu para corresponder aos ganhos de rendimento que essencialmente dobram com cada nova geração PCIe, subindo de 5GT/s com PCIe 2.0 para 16GT/s com PCIe 4.0. Embora o PCIe 5.0 tenha chegado, oferecendo 32GT/s, ele ainda está longe de se tornar o padrão.

O roteiro atual já estabeleceu a especificação PCIe 6.0 fornecendo velocidades de 64GT/s com a especificação PCIe 7.0 prevista para lançamento em 2025 e uma meta de 128GT/s, mantendo a compatibilidade com as gerações anteriores. Por associação, o armazenamento NVMe aproveitará todos esses benefícios.

Fazendo as conexões

Hoje em dia, o hardware que suporta PCIe 3.0 e PCIe 4.0 está em abundância e a transição para SSDs NVMe, na superfície, parece bastante simples. Por exemplo, placas de expansão (AICs) podem ser utilizadas para encaixar diretamente em slots PCIe. Os drives NVMe com a interface de 'conector triplo U.3 são prontamente acomodados em matrizes de servidor ao lado do armazenamento SATA e SAS. Com baias de drives situados na parte frontal, permitindo facilidade de manutenção, as implantações U.2 são um caminho prático para muitas operações de data center em comparação com as desvantagens de acessibilidade dos AICs.

Como alternativa, a interface M.2 oferece conectividade para drives NVMe em seu total desempenho PCIe x4, desde que o apropriado chaveamento de conector tipo M seja aplicado na placa-mãe ou AIC. O chaveamento tipo B fornecerá somente velocidades PCIe x2 ou SATA. E embora você possa ver SSDs com chaveamento B+M, eles são quase certamente dispositivos SATA 3 que oferecem compatibilidade entre ambos os tipos de soquete.

Então, embora esses formatos físicos permitam que o armazenamento NVMe seja instalado em um sistema, é o que está por baixo que realmente importa e traz consigo

um repensar completo da melhor forma de gerenciar o armazenamento dentro de um ecossistema NVMe.

Por exemplo, a conexão de um único SSD NVMe M.2 ou U.2 irá, para um rendimento ideal, usar quatro pistas PCIe (PCIe x4) por dispositivo, e um problema entre os sistemas mais antigos foi que uma CPU com, digamos, 24 pistas PCIe poderia em breve ser pouco uma vez que uma GPU ocupando pistas PCIe x16 estava aplicada. Com um hardware mais recente, com vários núcleos que permitem até 128 pistas PCIe e comutação PCIe que expande a contagem de pistas, isso não chega a ser um problema. Mesmo assim, o provisionamento de pista PCIe deve ser considerado em qualquer planejamento de atualização de infraestrutura para garantir que as alocações ofereçam resultados ideais.

O armazenamento NVMe requer uma abordagem diferente em relação à implantação. Embora existam opções conhecidas para configurar drives, como RAID de software e RAID de hardware, sua utilização evoluiu para aproveitar os ganhos que o armazenamento NVMe oferece sobre SSDs SATA e SAS.

RAID de software

Um benefício puro e simples do armazenamento NVMe é que todos os principais sistemas operacionais possuem drivers NVMe para apoiá-los. Adicione um SSD NVMe e, independentemente do host ser Windows, Linux, macOS ou Solaris, além de outros, o dispositivo estará acessível. Os ambientes virtualizados da VMware têm suporte para driver NVMe, permitindo uma ampla gama de opções adequadas para aplicativos de armazenamento definidos por software.

Esta pronta disponibilidade de dispositivos de armazenamento NVMe complementa os aplicativos RAID de software que são apresentados como padrão em todos os sistemas operacionais convencionais. Sem complicações e efetivamente gratuitas, as funções RAID de software estão disponíveis para todos, de uma forma ou de outra – desde usuários finais de consumo, entusiastas de jogos e criadores de conteúdo, até implantações empresariais completas – fornecendo um gateway conveniente para um conjunto fundamental de recursos robustos de gerenciamento de armazenamento.

Os aplicativos RAID de software básicos só podem oferecer RAID 0 (stripe) e RAID 1 (mirror) para desempenho e segurança de dados, respectivamente. **Na verdade, o RAID de hardware oferece muito mais níveis de RAID do que as alternativas de software.** Mesmo assim, aplicativos como o mdraid, o aplicativo RAID de software padrão no Linux, também fornecem RAID 4, 5, 6 e 10 – combinações que oferecem um equilíbrio entre desempenho e segurança de dados.

Como os SSDs ainda não correspondem à capacidade de discos rígidos individuais, os requisitos gerais de armazenamento para um determinado número de unidades também são uma grande consideração ao configurar uma matriz RAID. Além disso, o uso de software para gerenciar a distribuição de dados e funções de verificação de paridade em ambientes de armazenamento RAID tem um impacto na CPU host, que executa essas rotinas. As operações algorítmicas podem variar em complexidade – por exemplo, as gravações são mais intensivas em computação do que as leituras – e se o volume de rendimento de dados for substancial, então, com um alto nível de redundância na configuração de RAID, essas tarefas têm o potencial de impactar no desempenho geral.

E quando as licenças de software são cobradas em uma base por núcleo, realmente faz sentido sobrecarregar um sistema com tarefas de armazenamento? Há muito tempo que esse tem sido o argumento para RAID de hardware, mas não estamos mais em um ambiente SATA/SAS. Até certo ponto, as penalidades de desempenho inerentes ao RAID de software foram compensadas pelos ganhos de latência e rendimento dentro do NVMe e seu acesso direto ao barramento PCIe.

Melhor pelo design

Além disso, a interface SATA foi projetada para discos rígidos e seu uso com SSDs sempre foi uma concessão. O aumento de velocidade que os SSDs SATA apresentam sobre HDDs é extremamente produtivo, mas é uma fração do que o armazenamento flash pode realmente fornecer. A Interface AHCI (Advanced Host Controller Interface) usada pela SATA, com todas as suas antigas idiossincrasias – mais de 120 comandos construídos em torno das restrições físicas dos discos giratórios – permite a compatibilidade de atualização do sistema com flash, mas é, em última análise, um gargalo. Por outro lado, o NVMe pode funcionar em um mínimo de 13 comandos – 10 admin e três E/S: Leitura, gravação, flush.

E quando se trata de filas de comando, a tecnologia AHCI/SATA tem apenas um que pode enviar 32 comandos por fila. Em contraste, o NVMe tem 64.000 filas de E/S, com até 64.000 comandos por fila, o que se traduz em um uso significativamente menor de ciclos de CPU.

O caminho de dados PCIe simplificado que o armazenamento NVMe usa, juntamente com sua enorme taxa de transferência e eficiência, permite que o RAID de software seja visto por um diferente prisma dentro desse domínio. Em vez de ser considerado como tendo limitações, o RAID de software está provando sua eficácia neste espaço. De fato, para muitos, foi a única escolha, já que o RAID de hardware no sentido convencional teve que evoluir para oferecer recursos que permitem o dimensionamento do armazenamento NVMe.

RAID de hardware

Uma placa PCIe RAID de hardware tem um chip de controle dedicado que executa todas as funções de computação necessárias para criar e gerenciar uma matriz de RAID a partir do hardware de armazenamento direcionado. O processamento é todo descarregado para a placa RAID, conseqüentemente o RAID de hardware pode oferecer uma ampla gama de níveis de RAID com complexidade variável, sem sobrecarga de processamento na plataforma host.

Como os recursos caros da CPU host não estão envolvidos no processamento de algoritmos RAID, as velocidades de leitura e gravação são otimizadas e o hot swap do drive é suportado. Com o RAID de software, a falta de processamento dedicado aumenta a latência, o rendimento em ambientes SAS/SATA de alta capacidade. Ao contrário do RAID de hardware, as substituições de drives muitas vezes exigem procedimentos de gerenciamento de RAID antes da remoção, também com reinicializações muitas vezes necessárias.

Embora isso tenha um custo, os recursos de baixa latência, proteção de dados e armazenamento em cache de uma placa RAID de hardware PCIe, juntamente com seus recursos de expansão de estrutura de drive, ganham um lugar no centro do gerenciamento de armazenamento corporativo. E também evoluiu. Embora as placas RAID dedicadas somente a NVMe ainda sejam relativamente novas no mercado, SATA, SAS e NVMe combinadas são suportadas em placas RAID-on-chip (ROC) PCIe Geração 4 tri-modo oferecidas por fornecedores como Broadcom, Marvell e Microchip, dentre outros.

Essas placas RAID de hardware fornecem uma maneira simplificada para SSDs NVMe coexistirem em ambientes de armazenamento misto. Seguindo os procedimentos básicos de cabeamento, os backplanes U.2 podem ser configurados para usar combinações de SSDs NVMe e SATA/SAS de formato U.2.

O surgimento do padrão U.3 leva esse formato um passo a frente, reduzindo a complexidade com seu cabeamento unificado que acomoda um verdadeiro backplane tri-modo. Porém há um truque: A interface de drive física U.3 é a mesma, mas as configurações de pinos mudaram. Conseqüentemente, os drives U.3 podem ser usados em backplanes U.2, mas os drives U.2 não são compatíveis com backplanes U.3.

Embora as capacidades de mistura e combinação de U.3 possam parecer um objetivo digno, o quão generalizadas essas configurações podem se tornar é outra questão.



Vigilância da baia

Certamente, a chegada do padrão Universal Backplane Management (UBM) permite ainda mais implantações de armazenamento misto e é compatível com os designs U.2 e U.3. Defendido por um consórcio de mais de 20 fornecedores líderes de hardware de armazenamento, o UBM permite que dispositivos de controle e host descubram recursos de backplane e suporta a detecção e monitoramento dos diferentes tipos de drives (SATA, SAS e NVMe), mesmo dentro de uma baia de drive unitária. O UBM também funciona com expansores SATA/SAS e switches de PCIe e fornece uma gama de funções práticas de gerenciamento de backplane que aprimoram ainda mais as arquiteturas de sistemas U.2 e U.3.

Uma placa RAID ou HBA (adaptador de barramento de hardware) tri-modo usará pistas host PCIe x8 ou x16 e contará com comutação PCIe para multiplicar a contagem de pistas e aumentar efetivamente a largura de banda. As especificações da placa podem citar suporte para digamos, até 32 dispositivos NVMe, mas isso não é o mesmo que suportar oito SSDs NVMe em velocidade total de x4, o que exigiria 32 pistas PCIe. Em teoria, 32 drives NVMe físicos a uma velocidade x1 poderiam ser acomodados e, mesmo em um ambiente PCIe 3.0, cada um deles seria executado a 1000MB/s – dois terços mais rápido do que o rendimento de 600MB/s da SATA. Mesmo assim, tal configuração seria um uso abaixo do ideal do armazenamento SSD NVMe, dado como seus recursos de desempenho superiores são enormemente aumentados através do seu paralelismo de pista PCIe. Em um cenário de uso misto, o controle tri-modo só pode dedicar pistas x8 ou x16 disponíveis para o armazenamento NVMe, o que, novamente, envolve uma escolha de menos drives ou um rendimento reduzido.

Se diferentes tipos de drives, perfeitamente integrados em um só backplane, inspirarão compilações de sistemas boutique capazes de gerenciar demandas de armazenamento quente (NVMe), morno (SAS/SATA) e frio (SATA/HDD) dentro de um chassi, ainda está para ser visto.

Afinal, dividir as alocações de faixa PCIe para manter a compatibilidade com dispositivos de armazenamento antigos é um compromisso que, ao mesmo tempo em que permite a adoção do NVMe, tem seus limites e custos. Muitas operações, atualmente satisfeitas com as implantações de armazenamento SAS/SATA existentes, só podem se preocupar com atualizações de drive para garantir confiabilidade e capacidade aprimorada. Embora seja provável que o armazenamento U.2 dure por algum tempo, as configurações que usam um tipo de pista de

dispositivo provavelmente serão comuns para utilizar ativos de armazenamento SAS/SATA existentes e controles e expansores dedicados de menor custo. Da mesma forma, para maximizar os ganhos de desempenho e capacidade, os SSDs NVMe são mais bem servidos exclusivamente.

O ritmo da adoção do armazenamento NVMe dependerá em grande parte da intensidade das cargas de trabalho e da forma como ele aumenta os sistemas existentes. Os provedores de serviços de nuvem que investem em implantações substanciais somente para NVMe já estão percebendo os benefícios, já que os enormes ganhos na largura de banda fornecem os meios para oferecer novos serviços que são escalonados para atender a uma ampla gama de necessidades dos clientes.



Revisão das expectativas

Em algum lugar entre os extremos, do provedor de nuvem ágil e enriquecido com NVMe até o data center mais tradicional, está a empresa que exige mais recursos, maior eficiência e escalabilidade.

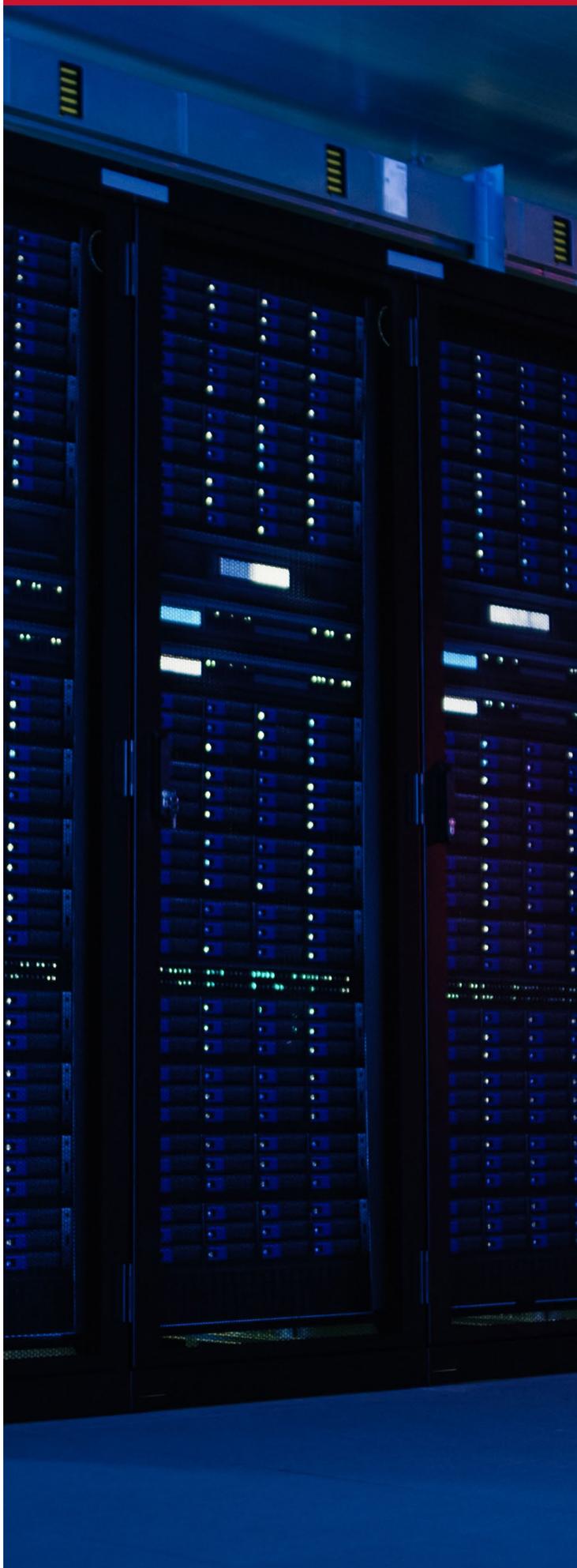
Ela está adotando o NVMe, mas com uma abordagem mais direcionada – uma adoção surpreendente à medida que os custos, benefícios, integração e otimização são estudados.

As deficiências do sistema, como aplicativos codificados de forma ineficiente, limitando a latência esperada e os ganhos de rendimento, surgem rapidamente quando o armazenamento NVMe é usado no armazenamento em cache. Outros gargalos se revelarão e precisarão ser abordados para obter os benefícios de desempenho de um ecossistema PCIe/NVMe.

Isso não é uma substituição para algo parecido. É mais como uma bicicleta sendo substituída por um trem bala. A este respeito, as especificações de SSD também precisam ser reavaliadas, já que os acordos de nível de serviço podem

insistir em medidas operacionais que não reconhecem o quanto mais você pode fazer com o armazenamento NVMe.

Um exemplo é o número de gravações por dia de drives (DWPD), utilizado para determinar a resistência do armazenamento flash durante o período de vida útil da garantia. As unidades flash sofrem com o que é chamado amplificação de gravação, o que aumenta o desgaste no SSD devido à metodologia empregada para armazenar dados nas células de memória. Em essência, as células não armazenam dados diretamente, mas precisam ser apagadas primeiro antes que possam ser substituídas e, ao longo do tempo, esse procedimento complicado contribui para a degradação do armazenamento. O provisionamento-extra, uma espécie de tanque de reserva de capacidade SSD, é utilizado para superar esses problemas e executar rotinas de limpeza de unidades, como coleta de lixo. É um processo de realocação de dados para liberar blocos de armazenamento (que são então apagados em preparação para gravações) e é uma das principais causas de amplificação de gravação.



Obtendo zonas

Uma adição à recente especificação NVMe 2.0 é o Zoned Namespaces (ZNS), que oferece uma nova abordagem aos procedimentos de leitura/gravação de SSD NVMe. Uma interface de gerenciamento de blocos localizada entre o host e o SSD NVMe. O zoneamento tem algumas semelhanças com o particionamento de disco, mas em um nível de aplicativo host. O ZNS permite que o SSD se comunique com o host, descrevendo ou 'sugerindo recursos de desempenho, por exemplo, fornecendo detalhes dos melhores padrões e layouts para colocação de dados, como gravação de ZNS e ações de exclusão são executadas sequencialmente.

Essa interação cooperativa descarrega algumas das funções de gerenciamento de armazenamento para o aplicativo host, com a vantagem de reduzir a necessidade de provisionamento-extra com o potencial de expor até 20% mais capacidade de armazenamento. A implementação do ZNS oferece latência de E/S melhorada e uma redução na amplificação da unidade entre 4x e 5x. Além disso, diferentes zonas podem alocar cargas de trabalho ou tipos de dados específicos para permitir padrões de desempenho mais previsíveis.

A aceitação de Zoned Namespaces ainda está engatinhando, mas o ZNS já é um recurso do Linux kernel 5.9. Além disso, a pesquisa sobre o ZNS foi patrocinada pela Microsoft, Alibaba e NetApp – com um olho em grandes operações de hiperescala – o que sugere que a adoção do ZNS em escala industrial é apenas uma questão de tempo.

Os aplicativos precisarão ser atualizados para utilizar totalmente esse conjunto de recursos à medida que ele evolui e, como um número crescente de drivers NVMe agora apresentam ZNS, a implementação com SSDs NVMe existentes pode precisar apenas de uma atualização de firmware em alguns casos.

Para arquitetos de sistemas, conscientes das especificações exatas, é hora de reescrever o livro de regras sobre o que o DWPD realmente significa. Com o ZNS implementado, a amplificação de gravação significativamente menor equivale a ganhos maciços na resistência do drive. E de quantas unidades você também precisa? Com um provisionamento-extra extremamente reduzido, a capacidade da unidade aumenta consideravelmente. Olhando para o futuro do gerenciamento de dados, com SSDs NVMe e interface ZNS, você realmente obtém mais com menos.

Armazenamento definido por software

O NVMe traz consigo uma verdadeira mistura de caminhos para adoção, desde drives M.2 e placas de expansão PCIe até armazenamento U.2 ou U.3. O EDSFF (Enterprise and Data Center SSD Form Factor) emergente é mais um formato de armazenamento projetado para o ecossistema NVMe com unidades de duas larguras (E.1 e E.3) em configurações longas e curtas (L e S). Os drives E.1L permitem alta densidade de armazenamento em um chassi de 1U, com o tamanho E.1S mais flexível com benefícios de eficiência térmica que se adequam à escalabilidade. Acondicionados como um substituto para SSDs U.2 de 2,5 polegadas, os drives E.3 se encaixam em um chassi de matriz de servidor e drive 2U mais convencional e são projetados para acomodar mais chips de memória flash por unidade para aumentar a densidade de armazenamento.

Certamente, ter o NVMe como um padrão comum, com suporte ao driver em todos os sistemas operacionais convencionais, torna qualquer uma das opções acima menos problemática de ser implementada. As opções dependerão das características e configurações de armazenamento que melhor correspondam às cargas de trabalho e aos requisitos de redundância. Isso pode envolver a integração do armazenamento NVMe em servidores de borda, com hardware SAS/SATA facilitando operações menos intensivas. O disco rígido ou mesmo backups de fita também podem fazer parte da infraestrutura de armazenamento. Sem falta de plataformas proprietárias no gerenciamento de armazenamento corporativo, orquestrar esses sistemas de armazenamento diferentes pode escalar rapidamente em relação à complexidade. É aqui que entra em jogo o armazenamento definido por software (SDS), fornecendo os meios para harmonizar as operações de um conjunto de armazenamento misto e otimizar sua utilização.

No domínio do armazenamento definido por software, os recursos de armazenamento disponíveis são abstraídos do hardware de armazenamento e virtualizados. Usando protocolos padrão do setor, até mesmo um hardware proprietário pode ser acessado através da virtualização SDS, com dispositivos de armazenamento monolíticos sem conexão para se tornar parte de um pool maior que também pode apresentar um novo armazenamento escalável de baixo custo construído com servidores de commodities. Este desacoplamento também evita interrupções quando o hardware de armazenamento é substituído, atualizado ou expandido.

Com todo o armazenamento disponível consolidado em



pools virtuais, decisões sobre provisionamento precisarão ser tomadas e uma ampla gama de recursos existem para auxiliar nessas atribuições, incluindo a automação. No painel SDS - o armazenamento quente, morno e frio é identificado, com base nos perfis de hardware do armazenamento nos vários pools. E usando scripts, as tarefas podem ser executadas para alocar e distribuir cargas de dados que melhor correspondam a esses repositórios.

Por meio de sua camada de armazenamento virtual, o SDS oferece flexibilidade e escalabilidade; gerenciando a criação e implantação de ambientes de armazenamento adequados às demandas corporativas e às necessidades variáveis dos clientes, desde o armazenamento em cache e provisionamento de máquinas virtuais (VM) até o espelhamento e replicação.

Quando se trata de SSDs NVMe, as plataformas SDS podem acessar o armazenamento diretamente através do barramento PCIe usando um recurso chamado passagem NVMe. Por exemplo, a VMware tem seu próprio driver de armazenamento NVMe para sua plataforma SDS ESXi/VSAN, que permite a atribuição direta de armazenamento NVMe para máquinas virtuais usando um recurso chamado VMDirectPath I/O. Dependendo da configuração da CPU do host, um máximo de 16 dispositivos de passagem são suportados por VM.

Em geral, a ativação da passagem NVMe minimiza a interferência do host, melhora o desempenho e simplifica a configuração de SSDs NVMe para instâncias de VM e outros serviços. Para isso, se um controle RAID de software ou de hardware de terceiros suporta NVMe, funções RAID não se tornam um problema com o SDS, pois ele pode configurar um RAID de software NVMe diretamente.

E, embora o SDS tenha o potencial de ser a solução para o gerenciamento de dados, seu custo e complexidade de configuração inicial podem dar pausa para o pensamento de algumas empresas que podem ter exigências mais simples. Mas, como o próprio armazenamento, esses custos são escaláveis e versões diferentes estão disponíveis para atender a implantações de hardware menores.



Mudança de ritmo

O armazenamento está evoluindo, mas a mudança raramente ocorre do dia para a noite, já que os ativos existentes provavelmente figurarão em uma estratégia de obsolescência planejada. Assim, o desenvolvimento de armazenamento continua com tecnologias como discos rígidos e SSDs SATA. Eles têm seu lugar e continuam a fornecer um serviço útil em matrizes de armazenamento. Por exemplo, o [SSD SATA empresarial de uso misto DC600M de 2,5 polegadas](#) da Kingston com uma duplicação da capacidade para 7,68 TB.

Os adaptadores de barramento de host e RAID de hardware permanecem dominantes em data centers em todo o mundo e os fornecedores continuam inovando para atender às demandas dos setores de TI em constante expansão.

Por meio de suas parcerias com a Broadcom e a Microchip, os SSDs da Kingston passam por rigorosos testes para garantir que atendem às demandas exigentes das atuais tecnologias baseadas em dados.

Usando os adaptadores de armazenamento desses fornecedores líderes, os programas de teste que envolvem cargas de trabalho pesadas e configurações desafiadoras garantem que os SSDs corporativos da Kingston sejam qualificados para oferecer desempenho, resistência e confiabilidade. Nem é preciso dizer que o [SSD empresarial U.2 DC1500M PCIe NVMe Gen3x4](#) da Kingston passou por tudo isso. Com uma capacidade de até 7.68 TB, combinada com 1 DWPD, é mais do que qualificado para estar nos servidores de última geração e matrizes de armazenamento.

Mesmo que um conjunto de armazenamento definido por

software possa ser construído em torno de hardware de commodity, a escolha do SSD torna-se ainda mais crítica em escala. Os SSDs de nível de consumo podem ser atrativos em termos de custo, mas é uma economia falsa quando comparados aos SSDs corporativos que são construídos para resistência e cargas sustentadas de alta largura de banda. Fornecer serviços a partir de uma infraestrutura hiperconvergente requer previsibilidade de desempenho, para que as cargas de trabalho sejam gerenciadas de forma eficiente e atendam às expectativas do cliente. Os [SSDs corporativos da Kingston](#) são qualificados para funcionar com aplicativos de armazenamento VMware, garantindo que, mesmo no mundo virtual do armazenamento definido por software, as metas do mundo real sejam atendidas.

O provisionamento de armazenamento está mudando, mas o ritmo de mudança varia de acordo com diferentes modelos de negócios. Em todos os níveis, há melhorias desde a continuidade da interface antiga até a inovação NVMe. E se a atualização parecer uma tarefa assustadora, o serviço [Pergunte a um Especialista](#) da Kingston pode ajudar. Ele oferece assistência gratuita na tomada de decisões vitais para se adequar ao seu negócio e ao seu orçamento. Então, onde quer que você esteja nesta jornada, a Kingston está com você.

#KingstonIsWithYou

©2023 Kingston Technology Corporation, 17600 Newhope Street, Fountain Valley, CA 92708 USA.
Todos os direitos reservados. Todas as marcas ou marcas registradas pertencem a seus respectivos proprietários.

