

CORNING



Soluções de Shuffling para Clusters de GPU de IA/ML e Data Centers Modernos: Aumentando a Escalabilidade e Reduzindo a Complexidade

Introdução

Este documento apresenta uma visão geral das aplicações de shuffling, do impacto na escalabilidade e das diversas configurações utilizadas em arquiteturas de IA/ML.

Perguntas Frequentes sobre Aplicações de Shuffling

Qual é o propósito do shuffling em redes de fibra óptica?

O shuffling, também conhecido como malhamento, é essencial para gerenciar requisitos complexos de cabeamento em data centers, especialmente ao lidar com conexões de alta densidade e múltiplos servidores ou switches. Ele ajuda a organizar e rotear as fibras de forma eficiente, garantindo desempenho ideal e reduzindo o risco de erros durante a instalação e manutenção. O shuffling minimiza a complexidade do cabeamento em redes spine-and-leaf ao utilizar componentes de interconexão óptica para suportar a transmissão de sinais de dados.

O shuffling de fibras é o reagrupamento de fibras ópticas para fornecer um maior número de conexões de fibra. O shuffling de fibras direciona um conjunto de fibras de entrada para um conjunto de fibras de saída.

Como o shuffling impacta a escalabilidade de um data center?

O shuffling impacta significativamente a escalabilidade de um data center ao simplificar a integração de novos switches e servidores, permitindo expansão fácil sem aumentar a complexidade do cabeamento. Ao utilizar componentes de interconexão óptica, os data centers podem escalar com mais facilidade. Isso é alcançado organizando as conexões de fibra em canais discretos, o que reduz a necessidade de múltiplas conexões individuais e permite que vários canais sejam fornecidos de um switch spine ou leaf para um componente central de interconexão óptica usando um único sinal. Essa abordagem favorece o “achatamento” da arquitetura de rede, facilitando a escalabilidade e garantindo o uso eficiente da infraestrutura, mantendo alto desempenho e integridade de sinal.

Como o shuffling é realizado?

Para realizar o shuffling em um data center, utilizam-se **módulos/caixas de shuffle** passivos ou **conjuntos de shuffle multifibra** para gerenciar de forma eficiente as lanes ópticas entre placas de interface de rede (NICs) e switches. A instalação de componentes de shuffle permite conexões de alta velocidade (por exemplo, 2x400G DR4 com lanes de 100G) a múltiplos switches, redistribuindo sinais pelas fibras e otimizando as conexões de rede ao distribuir os dados entre múltiplas saídas.

Quais tipos de shuffling são mais comuns?

Os tipos de shuffling mais comuns são:

- **Shuffle 2x2:** Na abordagem 2x2, dois pares de fibras de um conector MPO (lado esquerdo, sem shuffling) são distribuídos em dois conectores MPO (lado direito, com shuffling). Essa configuração simplifica o roteamento de fibras ao oferecer uma forma direta de gerenciar lanes ópticas com menos conexões. É ideal para aplicações em que a gestão de cabos é crítica e onde é necessário manter conectividade eficiente sem configurações excessivamente complexas. Proporciona o dobro da largura de banda por conexão em comparação ao shuffle 4x4.

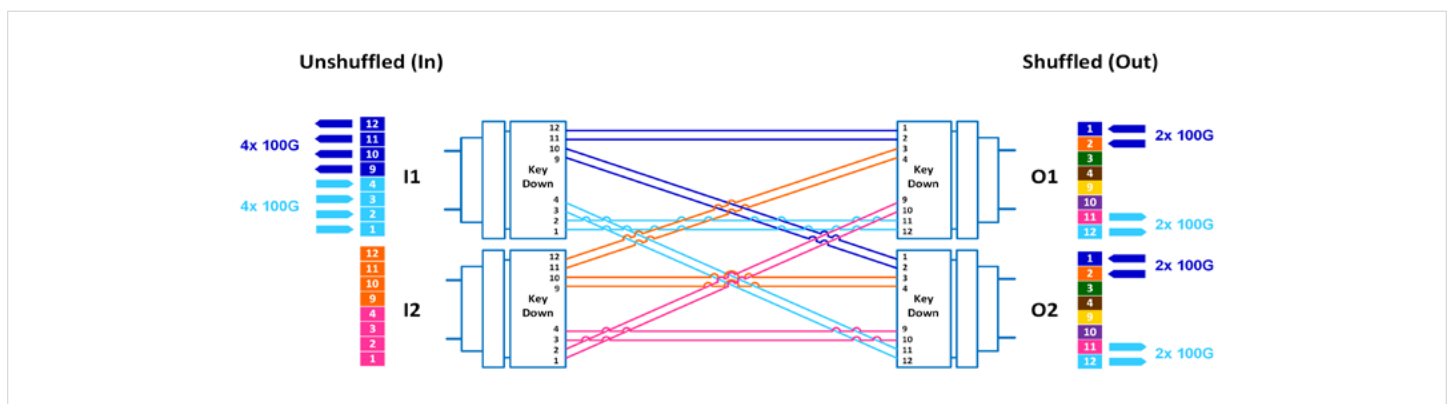


Figura 1. Shuffle 2x2, redistribuindo quatro lanes de dados de 100G em incrementos de 2 lanes a 200G a partir de um transceptor de 400G

- **4x4 Shuffle:** Neste método, pares de fibras de um único conector MPO (lado esquerdo, sem shuffling) são distribuídos em quatro conectores MPO diferentes (lado direito, com shuffling), permitindo conexões com mais portas de switch usando o mesmo número de conectores MPO.

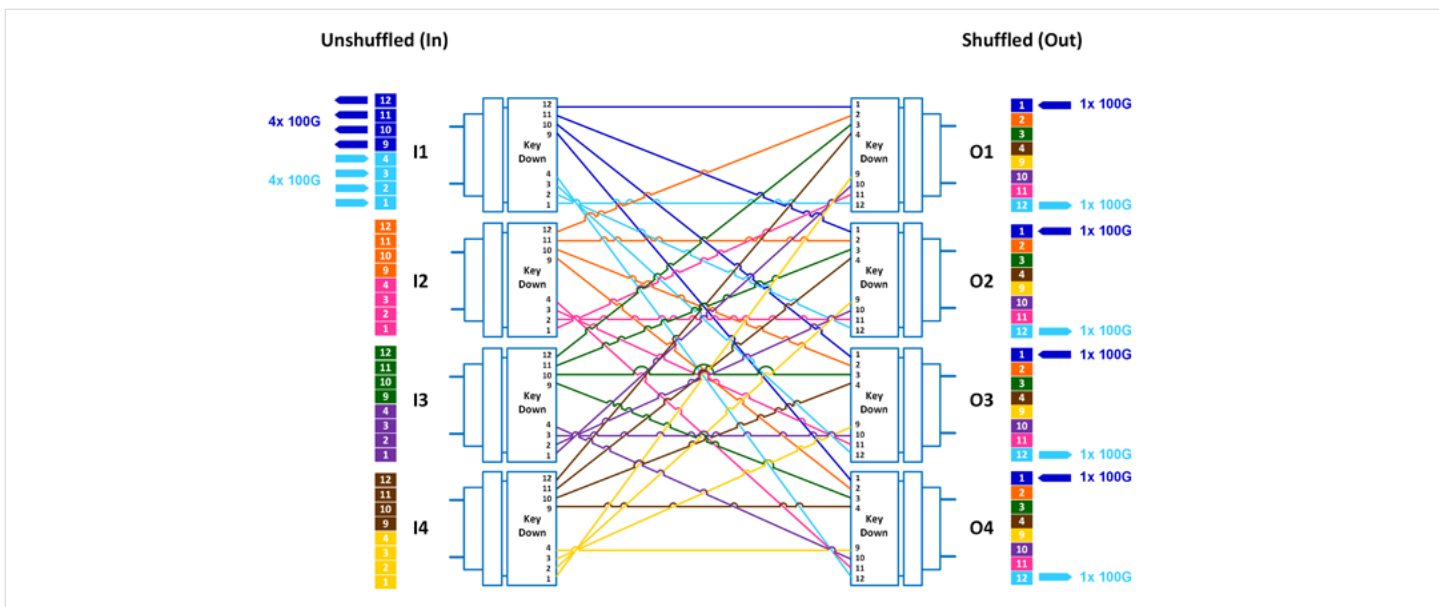


Figura 2. Shuffle 4x4: Redistribuição de quatro lanes de dados de 100G a partir de um transceptor de 400G

- **8x8 Shuffle:** Neste método, pares de fibras de um único conector MPO-16 (superior, sem shuffling) são distribuídos entre oito conectores MPO-16 diferentes (inferior, com shuffling), permitindo conexões com mais portas de switch usando o mesmo número de conectores MPO.

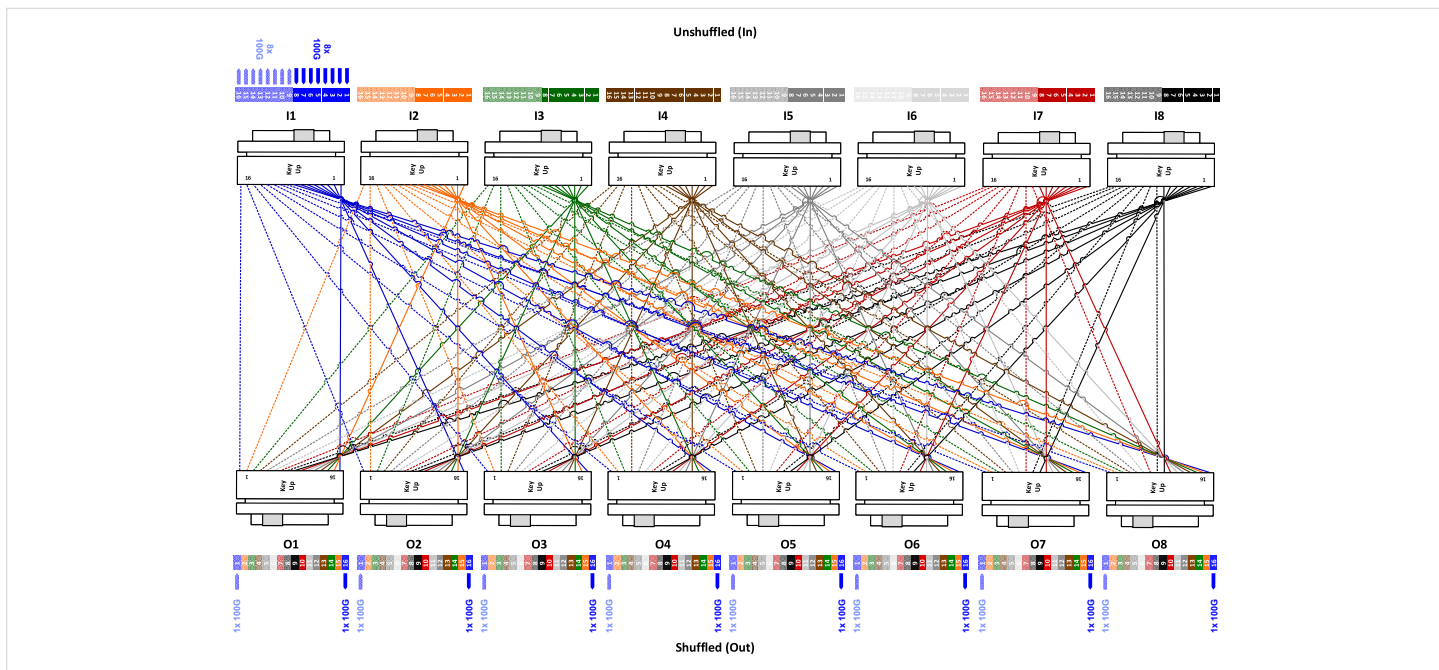


Figura 3. Shuffle 8x8: redistribuição de oito lanes de dados de 100G a partir de um transceiver de 800G

- **Shuffling personalizado:** Configurações personalizadas também podem ser criadas para atender às necessidades específicas de cada cliente ou projeto.

Quais são as diferenças entre uma shuffle box e conjuntos de shuffle multifibra?

- **Shuffle Box:** As shuffle boxes são módulos passivos projetados para gerenciar interconexões complexas de fibra dentro de um invólucro controlado. São frequentemente utilizadas em ambientes de alta densidade, onde uma solução centralizada para organizar e rotear fibras é essencial.

Essas caixas robustas permitem configurações personalizadas com diversos tipos de conectividade.

Elas fornecem um ponto centralizado e modular para conexões, sendo adequadas para crescimento escalável da rede.

A shuffle box pode ser utilizada tanto em infraestruturas monomodo quanto multimodo, bem como em cabeamento estruturado ou ponto a ponto.

Figura 4. Exemplo de Shuffle Box e seus módulos



Shuffle Box



Módulo

- **Conjuntos de Shuffle Multifibra:** São sistemas de cabos que suportam o shuffling de lanes ópticas entre interfaces de rede. Oferecem opções flexíveis de roteamento para organizar conexões de fibra de forma eficiente.

Ao pré-organizar as fibras, esses conjuntos reduzem a complexidade e o tempo necessário para configurar conexões.

Podem ser utilizados tanto em infraestruturas monomodo quanto multimodo, bem como em cabeamento estruturado ou ponto a ponto.

Figura 5. Exemplo de conjuntos de shuffle com diferentes tipos de conectores



Conjunto de shuffle de 32 fibras MMC-16 para MPO-8/12 APC



Conjunto de shuffle de 32 fibras MPO-8/12 APC para MPO-8/12 APC

Quais tipos de conectores estão disponíveis para shuffle boxes e conjuntos de shuffle multifibra?

- MPO APC de 8 fibras para MPO APC de 8 fibras. Disponível em fibra monomodo e multimodo.
- MPO PC de 8 fibras para MPO PC de 8 fibras. Disponível em fibra multimodo. Disponível em fibra multimodo.
- MMC-16 para MPO APC de 8 fibras. Disponível em fibra monomodo.
- MMC-24 para MPO APC de 8 fibras. Disponível em fibra monomodo.
- Outros tipos de conectores disponíveis sob solicitação.

Conectores monomodo:

- Perda de inserção, máx. 0,35 dB (acoplado).
- Perda de retorno, mín. 65 dB (acoplado).

Conectores multimodo:

- Perda de inserção, máx. 0,35 dB (acoplado).
- Perda de retorno, mín. 45 dB (acoplado).

Que tipo de personalização pode ser feita para shuffle boxes e conjuntos de shuffle multifibra?

Shuffle Boxes:

- Tamanho do invólucro. Disponível de 1 a 6 unidades de rack, com tamanhos especiais sob solicitação.
- Densidade por RU. Personalizável conforme o tipo de conector e configuração desejada.
- Acesso. Apenas frontal ou frontal e traseiro.
- Modular. Módulos passivos disponíveis com recursos deslizantes ou invólucro fixo.
- Não modular. Um único invólucro fixo com portas.

Conjuntos de Shuffle Multifibra:

- Comprimento dos cabos.
- Pernas retas ou escalonadas.
- Rotulagem especial e codificação por cores dos conectores.

Quais são os prós e contras das shuffle boxes e dos conjuntos de shuffle multifibra?

Aspecto	Conjuntos de Shuffle Multifibra	Shuffle Boxes
Prós		
Flexibilidade no Roteamento	Oferece flexibilidade no roteamento de fibras, permitindo configurações personalizadas.	Simplifica cabeamento complexo ao organizar e rotear fibras em um ambiente controlado. Configurações personalizadas são mais fáceis.
Escalabilidade	Permite adições fáceis à rede sem retrabalho significativo.	Facilita a expansão da rede e permite adições e alterações sem retrabalho significativo.
Eficiência de instalação	Reduz o tempo de instalação em comparação a uma rede sem shuffling, ao pré-organizar as fibras e simplificar o processo de conexão.	Permite instalação mais fácil e rápida ao fornecer um ponto centralizado modular para conexões.
Custo-benefício	Reduz a necessidade de múltiplas conexões individuais, diminuindo os custos gerais.	Oferece durabilidade e confiabilidade com designs robustos que suportam mudanças na rede.
Desempenho	Mantém alto desempenho e integridade de sinal nas interconexões.	Mantém alto desempenho e integridade de sinal nas interconexões.
Contras		
Flexibilidade	Menos adaptável a mudanças após a instalação.	–
Desempenho	–	Adiciona um par extra de conectores em comparação com chicotes de shuffle, aumentando a perda do canal.
Potencial de erros	Risco de conexões incorretas se não houver rotulagem e organização adequadas.	Risco de conexões incorretas se não houver rotulagem e organização adequadas.
Solução de problemas	Pode ser complexa e demorada.	Pode ser complexa e demorada.

Qual tecnologia de shuffling é mais adequada para diferentes tamanhos de data center?

- Data centers de pequeno e médio porte: normalmente adequados para módulos EDGE™ 4x4 Mesh ou conjuntos de shuffle 4x4.
- Data centers de médio a grande porte: opções incluem shuffle boxes (4x4 ou 2x2), módulos EDGE 4x4 Mesh ou conjuntos de shuffle (4x4 ou 2x2), selecionados conforme necessidades específicas de projeto e requisitos de infraestrutura.

Exemplos de aplicação

Shuffle Box

Cabeamento ponto a ponto



Switch/Servidor



MPO-12,
8F Jumper



EDGE™ HPC 3U
8x módulos de shuffle



MPO-12
8F Jumper



Switch

Cabeamento estruturado



Switch/Servidor



MPO-12,
8F Jumper



EDGE HPC 3U
8x módulos de shuffle



MPO-12,
8F Jumper



EDGE8® 4U
Invólucro



EDGE8
Trunk



EDGE8 4U
Invólucro



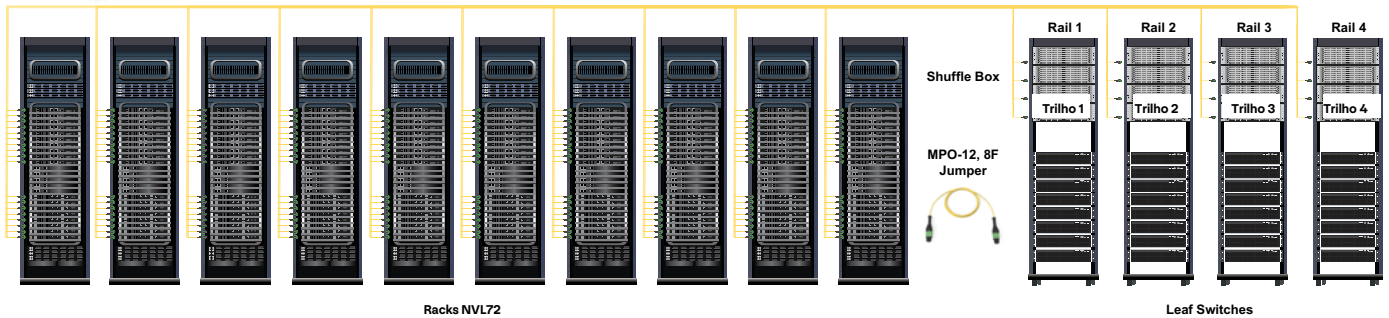
MPO-12,
8F Jumper



Switch



Conjuntos multifibra



Nota: Componentes de shuffle e cabeamento disponíveis em fibra monomodo e multimodo.

Conjuntos de Shuffle Multifibra

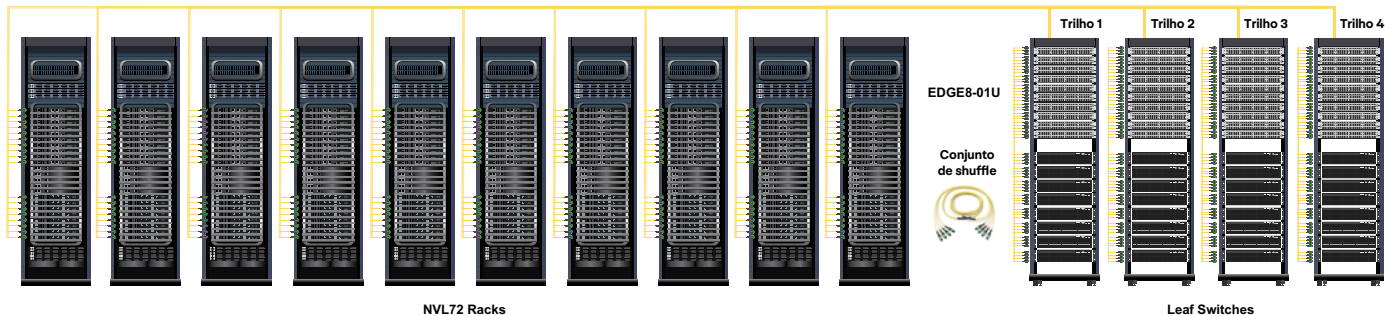
Cabeamento ponto a ponto



Cabeamento estruturado



Conjuntos multifibra



Nota: Componentes de shuffle e cabeamento disponíveis em fibra monomodo e multimodo.

Conclusão

Ao utilizar aplicações de shuffling, data centers como clusters de GPU de IA/ML, ambientes em nuvem, configurações privadas ou corporativas e instalações de uso geral podem melhorar a escalabilidade, otimizar o desempenho e reduzir a complexidade do cabeamento. Essa abordagem é especialmente útil para clusters de GPU de IA/ML, permitindo lidar com conexões de alta densidade e manter operação consistente e confiável.

CORNING

Corning Optical Communications LLC • 4200 Corning Place • Charlotte, NC 28216 USA
800-743-2675 • FAX: 828-325-5060 • International: +1-828-901-5000 • www.corning.com/opcomm

Corning Optical Communications reserva-se o direito de melhorar, aprimorar e modificar as características e especificações de seus produtos sem aviso prévio. Uma lista completa das marcas registradas da Corning Optical Communications está disponível em www.corning.com/opcomm/trademarks. Todas as demais marcas são propriedade de seus respectivos proprietários. A Corning Optical Communications é certificada ISO 9001. © 2025, 2026 Corning Optical Communications. Todos os direitos reservados. LAN-3440-PTB/ Abril de 2026