Configure los hosts con NVMe-oF

ONTAP SAN Host Utilities

NetApp
January 29, 2026

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/es-es/ontap-sanhost/hu-nvme-index.html on January 29, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

Tabla de contenidos

Configure los hosts con NVMe-oF . . . 1
Aprende sobre cómo configurar hosts ONTAP SAN con NVMe-oF . . . 1
Configurar AIX con NVMe-oF para almacenamiento ONTAP . . . 1
Paso 1: Confirme la configuración de múltiples rutas para su host . . . 3
Paso 2: Configurar NVMe/FC . . . 3
Paso 3: Validar NVMe/FC . . . 6
Paso 4: Revisar los problemas conocidos . . . 7
Paso 5: Solucionar problemas . . . 8
ESXi . . . 8
Configuración de host de NVMe-oF para ESXi 8.x con ONTAP . . . 8
Configuración de NVMe-of Host para ESXi 7.x con ONTAP . . . 16
Oracle Linux . . . 23
Obtenga información sobre el soporte y las características de ONTAP para hosts Oracle Linux . . . 23
Configurar Oracle Linux 9.x con NVMe-oF para almacenamiento ONTAP . . . 25
Configurar Oracle Linux 8.x con NVMe-oF para almacenamiento ONTAP . . . 48
Configurar Oracle Linux 7.x con NVMe-oF para almacenamiento ONTAP . . . 64
Proxmox . . . 71
Obtenga información sobre la compatibilidad y las funciones de ONTAP para los hosts Proxmox . . . 72
Configurar Proxmox VE 9.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP . . . 72
Configurar Proxmox VE 8.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP . . . 88
RHEL . . . 105
Obtenga información sobre la compatibilidad y las funciones de ONTAP para hosts RHEL . . . 106
Configurar RHEL 10.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP . . . 107
Configurar RHEL 9.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP . . . 131
Configurar RHEL 8.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP . . . 157
Linux rocoso . . . 170
Obtenga información sobre la compatibilidad y las características de ONTAP para Rocky Linux . . . 170
Configurar Rocky Linux 10.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP . . . 171
Configurar Rocky Linux 9.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP . . . 194
Configurar Rocky Linux 8.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP . . . 222
SUSE Linux Enterprise Server . . . 241
Obtenga información sobre el soporte y las características de ONTAP para SUSE Linux Enterprise Server . . . 241
Configura SUSE Linux Enterprise Server 16 para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP . . . 242
Configurar SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP . . . 278
Ubuntu . . . 312
Configuración de host de NVMe-oF para Ubuntu 24,04 con ONTAP . . . 312
Configuración de host de NVMe-oF para Ubuntu 24,04 con ONTAP . . . 327
Windows . . . 337
Configure Windows Server 2025 con NVMe/FC para ONTAP . . . 337
Configure Windows Server 2022 con NVMe/FC para ONTAP . . . 343
Configuración de host NVMe/FC para Windows Server 2019 con ONTAP . . . 349
Configure Windows Server 2016 con NVMe/FC para ONTAP . . . 355

Configure Windows Server 2012 R2 con NVMe/FC para ONTAP . . . 361
Solución de problemas de NVMe-oF con almacenamiento ONTAP para utilidades de host de Linux . . . 367
Active el registro detallado . . . 367
Errores comunes de "nvme-cli" y soluciones alternativas . . . 369
Cuándo ponerse en contacto con el soporte técnico . . . 371

Configure los hosts con NVMe-oF

Aprende sobre cómo configurar hosts ONTAP SAN con NVMe-oF

Puede configurar hosts SAN compatibles para utilizar el protocolo NVMe over Fabrics (NVMe-oF) con ONTAP como destino de almacenamiento. NVMe-oF incluye NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP). Según el sistema operativo del host y la versión de ONTAP , debe configurar y validar el protocolo NVMe/FC o NVMe/TCP, o ambos en el host.

Información relacionada

- "Base de conocimientos de NetApp : Obtenga más información sobre NVMe-oF" .

Configurar AIX con NVMe-oF para almacenamiento ONTAP

Los hosts IBM AIX y Virtual I/O Server (VIOS)/PowerVM admiten el protocolo NVMe/FC con acceso asimétrico a espacios de nombres (ANA). ANA es equivalente al acceso multirruta de unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Para obtener detalles adicionales sobre las configuraciones admitidas, consulte la"Herramienta de matriz de interoperabilidad (IMT)" .

Acerca de esta tarea

Puede utilizar el siguiente soporte y funciones con la configuración de host NVMe-oF para hosts AIX. También debe revisar las limitaciones conocidas antes de comenzar el proceso de configuración.

- Soporte disponible:
  - A partir de ONTAP 9.13.1, se agrega soporte NVMe/FC para IBM AIX 7.2 TL5 SP6, AIX 7.3 TL1 SP2 y VIOS 3.1.4.21 con soporte de arranque SAN para pilas físicas y virtuales. Consulte la documentación de IBM para obtener más información sobre cómo configurar el soporte de arranque SAN.
  - NVMe/FC es compatible con los servidores IBM Power9 y Power10.
  - No se requiere un PCM (módulo de control de ruta) independiente, como Host Utilities para la compatibilidad con E/S multiruta SCSI (MPIO) de AIX, para los dispositivos NVMe.
  - Se incluye la compatibilidad con la virtualización de NetApp (VIOS/PowerVM) con VIOS 3,1.4,21. Se admite *ONLY* a través del modo de virtualización del almacenamiento NPIV (virtualización N_portID) utilizando el servidor IBM Power10.
- Limitaciones conocidas:
  - Los HBA FC Qlogic/Marvel 32G en un host AIX no admiten NVMe/FC.
  - El arranque SAN no es compatible con dispositivos NVMe/FC que utilizan el servidor IBM Power9.

Antes de empezar

- Compruebe que tiene 32GB adaptadores FC Emulex (EN1A, EN1B, EN1L, EN1M) o adaptadores FC de 64GB Gb (EN1N, EN1P) con firmware del adaptador 12.4.257.30 y versiones posteriores.
- Si tiene una configuración de MetroCluster, NetApp recomienda cambiar el tiempo de APD predeterminado de NVMe/FC de AIX para admitir eventos de conmutación no planificada de MetroCluster

a fin de evitar que el sistema operativo AIX aplique un tiempo de espera de I/O más corto. Para obtener más información y los cambios recomendados en la configuración predeterminada, consulte NetApp Bugs Online - "1553249".

- Dependiendo de su versión de AIX, el tiempo de espera de transición de acceso al espacio de nombres asimétrico (ANATT) para el sistema operativo host AIX es de 30 segundos o 60 segundos de manera predeterminada. Si el valor predeterminado de ANATT para su host es 30 segundos, debe instalar una solución provisional de IBM (ifix) desde el sitio web de IBM que configure ANATT en 60 segundos para garantizar que todos los flujos de trabajo de ONTAP no causen interrupciones.

> Para obtener compatibilidad con NVMe/FC AIX, debe instalar un ifix en la versión GA del sistema operativo AIX. El ifix no es necesario para el sistema operativo VIOS/PowerVM.
>
> Debe instalar los ifixes en una versión de AIX que no tenga ifixes previamente instalados relacionados con `devices.pciex.pciexclass.010802.rte` en el sistema. Los ifixes instalados previamente pueden entrar en conflicto con la nueva instalación.

Establezca ANATT en 60 segundos

El ANATT predeterminado para las versiones AIX nivel 72-TL5-SP6-2320 y AIX nivel 73-TL1-SP2-2320 es 30 segundos. IBM proporciona un ifix que establece el ANATT en 60 segundos. El ifix está disponible a través del ID de caso de IBM TS018079082 y puede instalarlo para las siguientes versiones de AIX:

- Para AIX nivel 72-TL5-SP6-2320, instale el `IJ46710s6a.230509.epkg.Z` paquete.
- Para AIX nivel 73-TL1-SP2-2320, instale el `IJ46711s2a.230509.epkg.Z` paquete.

El ANATT predeterminado es 60 segundos

El ANATT predeterminado es de 60 segundos para las siguientes versiones de AIX:

- Nivel AIX 73-TL2-SP3-2446
- Nivel AIX 73-TL2-SP2-2420
- AIX nivel 72-TL5-SP8-2420

Opcionalmente, configure ANATT en 120 segundos

IBM proporciona un ifix que establece el ANATT en 120 segundos. Cuando configura ANATT en 120 segundos, mejora el rendimiento durante los eventos de conmutación por error de almacenamiento de ONTAP . El ifix está disponible a través del ID de caso de IBM TS012877410 y puede instalarlo para las siguientes versiones de AIX:

- Para el nivel AIX 73-TL3-SP0-2446, instale el `IJ53487s0a.250130.epkg.Z` paquete.
- Para el nivel AIX 72-TL5-SP9-2446, instale el `IJ53445s9a.250130.epkg.Z` paquete.

> La versión mínima del firmware del servidor para servidores Power9 para compatibilidad con NVMe/FC es FW 950.
>
> La versión mínima del firmware del servidor para servidores Power10 para compatibilidad con NVMe/FC es FW 1010.

Para obtener más información sobre la gestión de ifixes, consulte "Gestión de correcciones provisionales

en AIX".

Paso 1: Confirme la configuración de múltiples rutas para su host

Cuando instala el sistema operativo AIX, IBM MPIO utilizado para rutas múltiples NVMe se habilita de manera predeterminada.

Pasos

1. Verifique que la multirruta NVMe esté habilitada:

```
lsmpio -l hdisk1
```

Muestra el ejemplo

```
name     path_id  status   path_status  parent  connection
hdisk1   8        Enabled  Sel,Opt       nvme12  fcnvme0, 9
hdisk1   9        Enabled  Sel,Non       nvme65  fcnvme1, 9
hdisk1   10       Enabled  Sel,Opt       nvme37  fcnvme1, 9
hdisk1   11       Enabled  Sel,Non       nvme60  fcnvme0, 9
```

Paso 2: Configurar NVMe/FC

Debe configurar NVMe/FC para los adaptadores Broadcom/Emulex en VIOS porque la compatibilidad del protocolo NVMe/FC está deshabilitada en el canal de fibra virtual (vFC) en VIOS. La compatibilidad del protocolo NVMe/FC está habilitada en el FC físico de forma predeterminada.

Pasos

1. "Verifique que esté utilizando el adaptador compatible" .
2. Recupere una lista de adaptadores virtuales:

```
lsmap -all -npiv
```

Muestra el ejemplo

```
Name          Physloc                          ClntID ClntName
ClntOS
------------- ---------------------------------- ------
-------------- -------
vfchost0      U9105.22A.785DB61-V2-C2                4 s1022-iop-
mcc- AIX
Status:LOGGED_IN
FC name:fcs4                    FC loc code:U78DA.ND0.WZS01UY-P0-C7-
T0
Ports logged in:3
Flags:0xea<LOGGED_IN,STRIP_MERGE,SCSI_CLIENT,NVME_CLIENT>
VFC client name:fcs0            VFC client DRC:U9105.22A.785DB61-V4-
C2
```

3. Habilite la compatibilidad con el protocolo NVMe/FC en un adaptador ejecutando el `ioscli vfcctrl` Comando en el VIOS:

```
vfcctrl -enable -protocol nvme -vadapter vfchost0
```

Resultado de ejemplo

```
The "nvme" protocol for "vfchost0" is enabled.
```

4. Compruebe que el soporte se ha activado en el adaptador:

```
lsattr -El vfchost0
```

Muestra el ejemplo

```
alt_site_wwpn       WWPN to use - Only set after migration   False
current_wwpn  0     WWPN to use - Only set after migration   False
enable_nvme   yes   Enable or disable NVME protocol for NPIV True
label               User defined label                       True
limit_intr    false Limit NPIV Interrupt Sources             True
map_port      fcs4  Physical FC Port                         False
num_per_nvme  0     Number of NPIV NVME queues per range     True
num_per_range 0     Number of NPIV SCSI queues per range     True
```

5. Habilite el protocolo NVMe/FC para todos los adaptadores:
   a. Cambie el `dflt_enabl_nvme` valor de atributo de `viosnpiv0` pseudo dispositivo a. `yes`.
   b. Ajuste la `enable_nvme` valor de atributo a. `yes` Para todos los dispositivos host VFC.

```
chdev -l viosnpiv0 -a dflt_enabl_nvme=yes
```

```
lsattr -El viosnpiv0
```

Muestra el ejemplo

```
bufs_per_cmd    10  NPIV Number of local bufs per cmd
True
dflt_enabl_nvme yes Default NVME Protocol setting for a new NPIV
adapter True
num_local_cmds  5   NPIV Number of local cmds per channel
True
num_per_nvme    8   NPIV Number of NVME queues per range
True
num_per_range   8   NPIV Number of SCSI queues per range
True
secure_va_info  no  NPIV Secure Virtual Adapter Information
True
```

6. Habilite el protocolo NVMe/FC para los adaptadores seleccionados cambiando el `enable_nvme` Valor del atributo de dispositivo host de VFC a. `yes`.
7. Compruebe que `FC-NVMe Protocol Device` se ha creado en el servidor:

```
lsdev |grep fcnvme
```

Ejemplo de salida

```
fcnvme0       Available 00-00-02    FC-NVMe Protocol Device
fcnvme1       Available 00-01-02    FC-NVMe Protocol Device
```

8. Registre el NQN del host desde el servidor:

```
lsattr -El fcnvme0
```

Muestra el ejemplo

```
attach     switch
How this adapter is connected  False
autoconfig available
Configuration State            True
host_nqn   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-
8a378dec31e8 Host NQN (NVMe Qualified Name) True
```

```
lsattr -El fcnvme1
```

Muestra el ejemplo

```
attach     switch
How this adapter is connected  False
autoconfig available
Configuration State            True
host_nqn   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-
8a378dec31e8 Host NQN (NVMe Qualified Name) True
```

9. Compruebe el NQN del host y compruebe que coincide con la cadena NQN del host correspondiente al subsistema correspondiente en la cabina de ONTAP:

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_s922-55-lpar2
```

Resultado de ejemplo

```
Vserver         Subsystem               Host NQN
------- ---------
------------------------------------------------------------
vs_s922-55-lpar2 subsystem_s922-55-lpar2 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-8a378dec31e8
```

10. Compruebe que los puertos del iniciador están en funcionamiento y puede ver los LIF de destino.

Paso 3: Validar NVMe/FC

Verifique que los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración NVMe/FC.

Pasos

1. Verifique que los espacios de nombres de ONTAP se reflejen correctamente en el host:

```
lsdev -Cc disk |grep NVMe
```

Resultado de ejemplo

```
hdisk1  Available 00-00-02 NVMe 4K Disk
```

2. Opcionalmente, verifique el estado de rutas múltiples:

```
lsmpio -l hdisk1
```

Muestra el ejemplo

```
name     path_id  status   path_status  parent  connection
hdisk1   8        Enabled  Sel,Opt      nvme12  fcnvme0, 9
hdisk1   9        Enabled  Sel,Non      nvme65  fcnvme1, 9
hdisk1   10       Enabled  Sel,Opt      nvme37  fcnvme1, 9
hdisk1   11       Enabled  Sel,Non      nvme60  fcnvme0, 9
```

Paso 4: Revisar los problemas conocidos

La configuración del host NVMe/FC para AIX con almacenamiento ONTAP tiene los siguientes problemas conocidos:

ID de Burt	Título	Descripción
"1553249"	Tiempo de APD predeterminado de NVMe/FC de AIX que se modificará para admitir eventos de conmutación de sitios no planificados de MCC	De manera predeterminada, los sistemas operativos AIX utilizan un valor de tiempo de espera APD de 20sec para NVMe/FC. Sin embargo, los flujos de trabajo de conmutación por error automática no planificada (AUSO) de ONTAP MetroCluster y los flujos de trabajo de conmutación iniciados por tiebreaker pueden tardar un poco más que la ventana de tiempo de espera APD, lo cual produce errores de I/O.
"1546017"	NVMe/FC de AIX limita ANATT a 60s, en lugar de 120s, como anuncia ONTAP	ONTAP anuncia el tiempo de espera de transición de ANA (acceso asimétrico al espacio de nombres) en la identificación de la controladora en 120sec. Actualmente, con ifix, AIX lee el tiempo de espera de transición ANA desde el controlador Identify, pero lo sujeta efectivamente a 60sec si está por encima de ese límite.

ID de Burt	Título	Descripción
"1541386"	NVMe/FC de AIX detecta EIO después de la caducidad de ANATT	En cualquier evento de conmutación al nodo de respaldo de almacenamiento (SFO), si la transición ANA(acceso asimétrico al espacio de nombres) supera el límite de tiempo de espera de transición de ANA en una ruta determinada, el host NVMe/FC de AIX produce un error de I/O a pesar de tener rutas alternativas disponibles en buen estado para el espacio de nombres.
"1541380"	AIX NVMe/FC espera a que el ANATT medio/completo caduque antes de reanudar las operaciones de I/O después de ANA AEN	NVMe/FC de IBM AIX no admite algunas notificaciones asíncronas (AENs) que publica ONTAP. Este manejo de ANA no óptimo dará como resultado un rendimiento subóptimo durante las operaciones de SFO.

Paso 5: Solucionar problemas

Antes de solucionar cualquier falla de NVMe/FC, verifique que esté ejecutando una configuración que cumpla con las"IMT" presupuesto. Si continúa teniendo problemas, comuníquese con"Soporte de NetApp" .

ESXi

Configuración de host de NVMe-oF para ESXi 8.x con ONTAP

Es posible configurar NVMe over Fabrics (NVMe-oF) en hosts del iniciador que ejecutan ESXi 8.x y ONTAP como destino.

Compatibilidad

- A partir de ONTAP 9.16,1 la asignación de espacio está habilitada de forma predeterminada en todos los espacios de nombres NVMe recién creados.
- A partir de ONTAP 9.9.1 P3, el protocolo NVMe/FC es compatible con ESXi 8 y versiones posteriores.
- A partir de la versión 9.10.1 de ONTAP, el protocolo NVMe/TCP es compatible con ONTAP.

Funciones

- Los hosts de iniciadores ESXi pueden ejecutar tráfico NVMe/FC y FCP a través de los mismos puertos de adaptador. Consulte "Hardware Universe" Para obtener una lista de controladoras y adaptadores de FC admitidos. Consulte "Herramienta de matriz de interoperabilidad de NetApp" para obtener la lista más actual de configuraciones y versiones compatibles.
- Para ESXi 8,0 y versiones posteriores, HPP (complemento de alto rendimiento) es el complemento predeterminado para los dispositivos NVMe.

Limitaciones conocidas

- No se admite la asignación de RDM.

Habilite NVMe/FC

NVMe/FC está habilitado de forma predeterminada en las versiones de vSphere.

Verifique el NQN del host

Debe comprobar la cadena NQN del host ESXi y comprobar que coincida con la cadena NQN del host del subsistema correspondiente en la cabina de ONTAP.

```
# esxcli nvme info get
```

Resultado de ejemplo:

```
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:62a19711-ba8c-475d-c954-
0000c9f1a436
```

```
# vserver nvme subsystem host show -vserver nvme_fc
```

Resultado de ejemplo:

```
Vserver Subsystem Host NQN
------- ---------
------------------------------------------------------------
nvme_fc nvme_ss  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:62a19711-ba8c-475d-c954-
0000c9f1a436
```

Si las cadenas del host NQN no coinciden, se debe usar `vserver nvme subsystem host add` Comando para actualizar la cadena NQN de host correcta en el subsistema NVMe de ONTAP correspondiente.

Configuración de Broadcom/Emulex y Marvell/Qlogic

La `lpfc` conductor y el `qlnativefc` El controlador en vSphere 8.x tiene la funcionalidad NVMe/FC habilitada de forma predeterminada.

Consulte "Herramienta de matriz de interoperabilidad" para comprobar si la configuración es compatible con el controlador o el firmware.

Valide NVMe/FC

Es posible usar el siguiente procedimiento para validar NVMe/FC.

Pasos

1. Compruebe que el adaptador NVMe/FC esté en la lista en el host ESXi:

   ```
   # esxcli nvme adapter list
   ```

Resultado de ejemplo:

```
Adapter  Adapter Qualified Name           Transport Type  Driver
Associated Devices
-------  -------------------------------  --------------  ----------
------------------
vmhba64  aqn:lpfc:100000109b579f11        FC              lpfc
vmhba65  aqn:lpfc:100000109b579f12        FC              lpfc
vmhba66  aqn:qlnativefc:2100f4e9d456e286  FC              qlnativefc
vmhba67  aqn:qlnativefc:2100f4e9d456e287  FC              qlnativefc
```

2. Compruebe que los espacios de nombres NVMe/FC se han creado correctamente:

   Los UUID en el siguiente ejemplo representan los dispositivos de espacio de nombres NVMe/FC.

```
# esxcfg-mpath -b
uuid.116cb7ed9e574a0faf35ac2ec115969d : NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.116cb7ed9e574a0faf35ac2ec115969d)
   vmhba64:C0:T0:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:50 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:50  Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:05:d0:39:ea:3a:b2:1f
   vmhba64:C0:T1:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:50 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:50  Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:07:d0:39:ea:3a:b2:1f
   vmhba65:C0:T1:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:51 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:51  Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:08:d0:39:ea:3a:b2:1f
   vmhba65:C0:T0:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:51 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:51  Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:06:d0:39:ea:3a:b2:1f
```

> En ONTAP 9,7, el tamaño de bloque predeterminado para un espacio de nombres NVMe/FC es de 4K KB. El tamaño predeterminado no es compatible con ESXi. Por lo tanto, al crear espacios de nombres para ESXi, debe establecer el tamaño del bloque de espacio de nombres como **512B**. Puede hacer esto mediante el `vserver nvme namespace create` comando.
>
> Ejemplo:
>
> ```
> vserver nvme namespace create -vserver vs_1 -path
> /vol/nsvol/namespace1 -size 100g -ostype vmware -block-size 512B
> ```
>
> Consulte la "Páginas manuales de comandos de ONTAP 9" para obtener más detalles.

3. Compruebe el estado de las rutas ANA individuales de los dispositivos de espacio de nombres NVMe/FC respectivos:

```
# esxcli storage hpp path list -d uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2005d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
   Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
   Device: uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
   Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d)
   Path State: active unoptimized
   Path Config: {ANA_GRP_id=4,ANA_GRP_state=ANO,health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2008d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
   Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
   Device: uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
   Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d)
   Path State: active
   Path Config: {ANA_GRP_id=4,ANA_GRP_state=AO,health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2006d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
   Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L3
   Device: uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
   Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d)
   Path State: active unoptimized
   Path Config: {ANA_GRP_id=4,ANA_GRP_state=ANO,health=UP}

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2007d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
   Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L3
   Device: uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
   Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d)
   Path State: active
   Path Config: {ANA_GRP_id=4,ANA_GRP_state=AO,health=UP}
```

Configure NVMe/TCP

En ESXi 8.x, los módulos NVMe/TCP necesarios se cargan de forma predeterminada. Para configurar la red y

el adaptador NVMe/TCP, consulte la documentación de VMware vSphere.

Valide NVMe/TCP

Puede usar el siguiente procedimiento para validar NVMe/TCP.

Pasos

1. Compruebe el estado del adaptador NVMe/TCP:

```
esxcli nvme adapter list
```

Resultado de ejemplo:

```
Adapter  Adapter Qualified Name           Transport Type  Driver
Associated Devices
-------  -------------------------------  --------------  -------
------------------
vmhba65  aqn:nvmetcp:ec-2a-72-0f-e2-30-T  TCP             nvmetcp
vmnic0
vmhba66  aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-d1-a0-T  TCP             nvmetcp
vmnic2
vmhba67  aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-d1-a1-T  TCP             nvmetcp
vmnic3
```

2. Recupere una lista de conexiones NVMe/TCP:

```
esxcli nvme controller list
```

Resultado de ejemplo:

```
Name                                                              Controller Number
Adapter  Transport Type  Is Online  Is VVOL
------------------------------------------------------------------------------
--------------------------------  -----------------  -------
nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba64#192.168.100.166:8009  256
vmhba64  TCP                  true    false
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a11ed8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhb
a64#192.168.100.165:4420 258  vmhba64  TCP  true    false
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a11ed8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhb
a64#192.168.100.168:4420 259  vmhba64  TCP  true    false
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a11ed8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhb
a64#192.168.100.166:4420 260  vmhba64  TCP  true    false
nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba64#192.168.100.165:8009  261
vmhba64  TCP                  true    false
nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba65#192.168.100.155:8009  262
vmhba65  TCP                  true    false
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a11ed8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhb
a64#192.168.100.167:4420 264  vmhba64  TCP  true    false
```

3. Recupere una lista del número de rutas a un espacio de nombres NVMe:

```
esxcli storage hpp path list -d uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
```

Resultado de ejemplo:

```
tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.165:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
   Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L5
   Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
   Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
   Path State: active
   Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=AO,health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.168:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
   Runtime Name: vmhba64:C0:T3:L5
   Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
   Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
   Path State: active unoptimized
   Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=ANO,health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.166:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
   Runtime Name: vmhba64:C0:T2:L5
   Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
   Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
   Path State: active unoptimized
   Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=ANO,health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.167:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
   Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L5
   Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
   Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
   Path State: active
   Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=AO,health=UP}
```

Desasignar NVMe

El comando NVMe deallocate se admite para ESXi 8.0u2 y versiones posteriores con ONTAP 9.16.1 y versiones posteriores.

La compatibilidad con desasignación siempre está habilitada para los espacios de nombres NVMe. La desasignar también permite que el sistema operativo invitado realice OPERACIONES «UNMAP» (a veces denominadas «TRIM») en almacenes de datos VMFS. Las operaciones de desasignación permiten que un host identifique bloques de datos que ya no son necesarios debido a que ya no contienen datos válidos. A continuación, el sistema de almacenamiento puede eliminar esos bloques de datos para que el espacio se

pueda consumir en otro lugar.

Pasos

1. En el host ESXi, compruebe la configuración para la desasignación de DSM con compatibilidad con TP4040:

   ```
   esxcfg-advcfg -g /Scsi/NVmeUseDsmTp4040
   ```

   El valor esperado es 0.

2. Habilite la configuración para la desasignación de DSM con compatibilidad con TP4040:

   ```
   esxcfg-advcfg -s 1 /Scsi/NvmeUseDsmTp4040
   ```

3. Compruebe que la configuración para la desasignación de DSM con compatibilidad con TP4040 esté habilitada:

   ```
   esxcfg-advcfg -g /Scsi/NVmeUseDsmTp4040
   ```

   El valor esperado es 1.

Para obtener más información sobre la anulación de asignación de NVMe en VMware vSphere, consulte "Recuperación de espacio de almacenamiento en vSphere"

Problemas conocidos

La configuración de host de NVMe-oF para ESXi 8.x con ONTAP tiene los siguientes problemas conocidos:

ID de error de NetApp	Título	Descripción
"1420654"	Nodo de ONTAP no operativo cuando se utiliza el protocolo NVMe/FC con la versión 9.9.1 de ONTAP	ONTAP 9.9.1 ha introducido compatibilidad con el comando «abort» de NVMe. Cuando ONTAP recibe el comando «abort» para anular un comando NVMe fusionado que está esperando su comando de partner, se produce una interrupción en el nodo de ONTAP. El problema solo se observa con los hosts que usan comandos fusionados de NVMe (por ejemplo, ESX) y transporte de Fibre Channel (FC).

ID de error de NetApp	Título	Descripción
1543660	Se produce un error de I/O cuando las máquinas virtuales de Linux que utilizan adaptadores vNVMe encuentran una ventana larga Todas las rutas inactivas (APD)	Las máquinas virtuales de Linux que ejecutan vSphere 8.x y versiones posteriores, y que utilizan adaptadores NVMe virtuales (vNVME) encuentran un error de I/O porque la operación de reintento de vNVMe está deshabilitada de forma predeterminada. Para evitar una interrupción en las VM de Linux que ejecutan kernels antiguos durante una parada de todas las rutas (APD) o una carga de I/O pesada, VMware ha introducido un «VSCSIDisableNvmeRetry» ajustable para deshabilitar la operación de reintento de vNVMe.

Información relacionada

"VMware vSphere con ONTAP" "Compatibilidad de VMware vSphere 5.x, 6.x y 7.x con MetroCluster de NetApp (2031038)" "Compatibilidad de VMware vSphere 6.x y 7.x con la sincronización activa de SnapMirror de NetApp"

Configuración de NVMe-of Host para ESXi 7.x con ONTAP

Es posible configurar NVMe over Fabrics (NVMe-oF) en hosts del iniciador que ejecutan ESXi 7.x y ONTAP como destino.

Compatibilidad

- A partir de ONTAP 9.7, se admite NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) en las versiones VMware vSphere.
- A partir de las 7.0U3c, la función NVMe/TCP es compatible con el hipervisor ESXi.
- A partir de ONTAP 9.10.1, ONTAP admite la función NVMe/TCP.

Funciones

- El host iniciador ESXi puede ejecutar tráfico NVMe/FC y FCP a través de los mismos puertos de adaptador. Consulte la "Hardware Universe" para obtener una lista de los adaptadores y controladoras de FC compatibles. Consulte "Herramienta de matriz de interoperabilidad"la para obtener la lista actual de configuraciones y versiones compatibles.
- A partir de ONTAP 9.9.1 P3, la función NVMe/FC es compatible para ESXi 7.0 update 3.
- Para ESXi 7.0 y versiones posteriores, HPP (complemento de alto rendimiento) es el complemento predeterminado para dispositivos NVMe.

Limitaciones conocidas

No se admiten las siguientes configuraciones:

- Asignación de RDM
- VVol

Habilite NVMe/FC

1. Compruebe la cadena del host ESXi NQN y verifique que coincide con la cadena de host NQN para el subsistema correspondiente en la cabina de ONTAP:

```
# esxcli nvme  info get
Host NQN: nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx

# vserver nvme subsystem host show -vserver vserver_nvme
  Vserver Subsystem             Host NQN
  ------- ------------------- ----------------------------------------
  vserver_nvme ss_vserver_nvme nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx
```

Configure Broadcom/Emulex

1. Compruebe si la configuración es compatible con el controlador/firmware necesario consultando "Herramienta de matriz de interoperabilidad".
2. Defina el parámetro del controlador lpfc `lpfc_enable_fc4_type=3` Para habilitar la compatibilidad con NVMe/FC en el `lpfc` driver y reinicie el host.

> A partir de la actualización 3 de vSphere 7.0, el `brcmnvmefc` el controlador ya no está disponible. Por lo tanto, la `lpfc` El controlador ahora incluye la funcionalidad NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) que se proporcionó anteriormente con el `brcmnvmefc` controlador.

> La `lpfc_enable_fc4_type=3` El parámetro está establecido de forma predeterminada para los adaptadores de la serie LPe35000. Debe ejecutar el siguiente comando para configurarlo manualmente para los adaptadores de las series LPe32000 y LPe31000.

```
# esxcli system module parameters set -m lpfc -p lpfc_enable_fc4_type=3

#esxcli system module parameters list  -m lpfc | grep lpfc_enable_fc4_type
lpfc_enable_fc4_type              int     3      Defines what FC4 types
are supported

#esxcli storage core adapter list
HBA Name  Driver   Link State  UID
Capabilities         Description
--------  -------  ----------  ------------------------------------
------------------  -----------
vmhba1    lpfc     link-up     fc.200000109b95456f:100000109b95456f
Second Level Lun ID  (0000:86:00.0) Emulex Corporation Emulex LPe36000
Fibre Channel Adapter    FC HBA
vmhba2    lpfc     link-up     fc.200000109b954570:100000109b954570
Second Level Lun ID  (0000:86:00.1) Emulex Corporation Emulex LPe36000
Fibre Channel Adapter    FC HBA
vmhba64   lpfc     link-up     fc.200000109b95456f:100000109b95456f
(0000:86:00.0) Emulex Corporation Emulex LPe36000 Fibre Channel Adapter
NVMe HBA
vmhba65   lpfc     link-up     fc.200000109b954570:100000109b954570
(0000:86:00.1) Emulex Corporation Emulex LPe36000 Fibre Channel Adapter
NVMe HBA
```

Configuración de Marvell/QLogic

Pasos

1. Compruebe si la configuración es compatible con el controlador/firmware necesario consultando "Herramienta de matriz de interoperabilidad".
2. Ajuste la `qlnativefc` parámetro del conductor `ql2xnvmesupport=1` Para habilitar la compatibilidad con NVMe/FC en el `qlnativefc` driver y reinicie el host.

   ```
   # esxcfg-module -s 'ql2xnvmesupport=1' qlnativefc
   ```

   > La `qlnativefc` El parámetro de controlador está establecido de forma predeterminada para los adaptadores serie QLE 277x. Debe ejecutar el siguiente comando para establecerlo manualmente para los adaptadores serie QLE 277x.

   ```
   esxcfg-module -l | grep qlnativefc
   qlnativefc               4    1912
   ```

3. Compruebe si nvme está habilitado en el adaptador:

```
  #esxcli storage core adapter list
HBA Name  Driver      Link State  UID
Capabilities         Description
--------  ----------  ----------  ------------------------------------
------------------  -----------
 vmhba3    qlnativefc  link-up     fc.20000024ff1817ae:21000024ff1817ae
Second Level Lun ID  (0000:5e:00.0) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb
Fibre Channel to PCIe Adapter    FC Adapter
vmhba4    qlnativefc  link-up     fc.20000024ff1817af:21000024ff1817af
Second Level Lun ID  (0000:5e:00.1) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb
Fibre Channel to PCIe Adapter FC Adapter
vmhba64   qlnativefc  link-up     fc.20000024ff1817ae:21000024ff1817ae
(0000:5e:00.0) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb Fibre Channel to PCIe
Adapter  NVMe FC Adapter
vmhba65   qlnativefc  link-up     fc.20000024ff1817af:21000024ff1817af
(0000:5e:00.1) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb Fibre Channel to PCIe
Adapter  NVMe FC Adapter
```

Valide NVMe/FC

1. Compruebe que el adaptador NVMe/FC aparezca en el host ESXi:

```
# esxcli nvme adapter list

Adapter  Adapter Qualified Name           Transport Type  Driver
Associated Devices
-------  -------------------------------  --------------  ----------
------------------
vmhba64  aqn:qlnativefc:21000024ff1817ae  FC              qlnativefc
vmhba65  aqn:qlnativefc:21000024ff1817af  FC              qlnativefc
vmhba66  aqn:lpfc:100000109b579d9c        FC              lpfc
vmhba67  aqn:lpfc:100000109b579d9d        FC              lpfc
```

2. Compruebe que los espacios de nombres NVMe/FC se hayan creado correctamente:

   Los UUID en el siguiente ejemplo representan los dispositivos de espacio de nombres NVMe/FC.

```
# esxcfg-mpath -b
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e : NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
   vmhba65:C0:T0:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:69 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:69  Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:2f:00:a0:98:df:e3:d1
   vmhba65:C0:T1:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:69 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:69  Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:1a:00:a0:98:df:e3:d1
   vmhba64:C0:T0:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:68 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:68  Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:18:00:a0:98:df:e3:d1
   vmhba64:C0:T1:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:68 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:68  Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:19:00:a0:98:df:e3:d1
```

> En ONTAP 9.7, el tamaño de bloque predeterminado para un espacio de nombres NVMe/FC es de 4K. El tamaño predeterminado no es compatible con ESXi. Por lo tanto, cuando se crean espacios de nombres para ESXi, debe configurar el tamaño de bloque de espacio de nombres como 512b. Puede hacer esto mediante el `vserver nvme namespace create` comando.

Ejemplo

```
vserver nvme namespace create -vserver vs_1 -path /vol/nsvol/namespace1 -size
100g -ostype vmware -block-size 512B
```

Consulte la "Páginas manuales de comandos de ONTAP 9" para obtener más detalles.

3. Compruebe el estado de las rutas ANA individuales de los dispositivos de espacio de nombres NVMe/FC respectivos:

```
esxcli storage hpp path list -d uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
fc.200034800d6d7268:210034800d6d7268-
fc.201700a098dfe3d1:201800a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
   Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L1
   Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
   Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
   Path State: active
   Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7269:210034800d6d7269-
fc.201700a098dfe3d1:201a00a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
   Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L1
   Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
   Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
   Path State: active
   Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7269:210034800d6d7269-
fc.201700a098dfe3d1:202f00a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
   Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L1
   Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
   Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
   Path State: active unoptimized
   Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7268:210034800d6d7268-
fc.201700a098dfe3d1:201900a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
   Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L1
   Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
   Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
   Path State: active unoptimized
   Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}
```

Configure NVMe/TCP

A partir del 7.0U3c, se cargarán de forma predeterminada los módulos NVMe/TCP necesarios. Para configurar la red y el adaptador NVMe/TCP, consulte la documentación de VMware vSphere.

Valide NVMe/TCP

Pasos

1. Compruebe el estado del adaptador NVMe/TCP.

```
[root@R650-8-45:~] esxcli nvme adapter list
Adapter    Adapter Qualified Name
--------- ------------------------------
vmhba64    aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-ca-e0-T
vmhba65    aqn:nvmetc:34-80-13d-30-ca-e1-T
list
Transport Type   Driver   Associated Devices
---------------  -------  ------------------
TCP              nvmetcp    vmnzc2
TCP              nvmetcp    vmnzc3
```

2. Para enumerar las conexiones NVMe/TCP, utilice el siguiente comando:

```
[root@R650-8-45:~] esxcli nvme controller list
Name
-----------
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5e347cf68e0511ec9ec2d039ea13e6ed:subsystem.vs_name_tcp_
ss#vmhba64#192.168.100.11:4420
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5e347cf68e0511ec9ec2d039ea13e6ed:subsystem.vs_name_tcp_
ss#vmhba64#192.168.101.11:4420
Controller Number  Adapter   Transport Type   IS Online
-----------------  ---------  ---------------  ---------
1580               vmhba64    TCP              true
1588               vmhba65    TCP              true
```

3. Para enumerar el número de rutas a un espacio de nombres NVMe, utilice el siguiente comando:

```
[root@R650-8-45:~] esxcli storage hpp path list -d
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:eo-tcp.unknown-
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
   Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
   Device: uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
   Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99)
   Path State: active unoptimized
   Path config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

tcp.vmnic3:34:80:0d:30:ca:el-tcp.unknown-
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
   Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
   Device: uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
   Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99)
   Path State: active
   Path config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}
```

Problemas conocidos

La configuración de host de NVMe-oF para ESXi 7.x con ONTAP tiene los siguientes problemas conocidos:

ID de error de NetApp	Título	Solución alternativa
"1420654"	Nodo de ONTAP no operativo cuando se utiliza el protocolo NVMe/FC con la versión 9.9.1 de ONTAP	Compruebe y rectifique los problemas de red en la estructura de host. Si esto no sirve de ayuda, actualice a un parche que solucione este problema.

Información relacionada

"VMware vSphere con ONTAP" "Compatibilidad de VMware vSphere 5.x, 6.x y 7.x con MetroCluster de NetApp (2031038)" "Compatibilidad con VMware vSphere 6.x y 7.x con NetApp® SnapMirror Active Sync"

Oracle Linux

Obtenga información sobre el soporte y las características de ONTAP para hosts Oracle Linux

Las características compatibles con la configuración del host con NVMe over Fabrics (NVMe-oF) varían según su versión de ONTAP y Oracle Linux.

Característica	Versión de host de Oracle Linux	Versión ONTAP
Se admite la autenticación segura en banda a través de NVMe/TCP entre un host Oracle Linux y un controlador ONTAP	9.4 o posterior	9.12.1 o posterior
NVMe/TCP es una función empresarial totalmente compatible	9.0 o posterior	9.10.1 o posterior
NVMe/TCP proporciona espacios de nombres utilizando el protocolo nativo `nvme-cli` paquete	8.2 o posterior	9.10.1 o posterior
Se admite el tráfico NVMe y SCSI en el mismo host mediante NVMe multipath para espacios de nombres NVMe-oF y dm-multipath para LUN SCSI	7.7 o posterior	9.4 o posterior

La NetApp `sanlun` La utilidad de host no es compatible con NVMe-oF. En su lugar, puede usar el complemento de NetApp incluido en el entorno nativo. `nvme-cli` para todos los transportes NVMe-oF.

ONTAP admite las siguientes funciones de host SAN independientemente de la versión de ONTAP que se ejecute en la configuración de su sistema.

Característica	Versión de host de Oracle Linux
La regla nativa udev en el paquete `nvme-cli` proporciona equilibrio de carga de profundidad de cola para multipathing NVMe	9.6 o posterior
El arranque SAN se habilita mediante el protocolo NVMe/FC	9.5 o posterior
La multirruta NVMe dentro del kernel para espacios de nombres NVMe está habilitada de forma predeterminada	8.3 o posterior
El `nvme-cli` El paquete incluye scripts de conexión automática que eliminan la necesidad de scripts de terceros.	8.3 o posterior
La regla nativa udev en el paquete `nvme-cli` proporciona equilibrio de carga round-robin para multipathing NVMe	8.3 o posterior

Para obtener detalles sobre las configuraciones admitidas, consulte la"Herramienta de matriz de interoperabilidad" .

¿Qué sigue?

Si su versión de Oracle Linux es ..	Conozca más sobre..
Serie 9	"Configuración de NVMe para Oracle Linux 9.x"
Serie 8	"Configuración de NVMe para Oracle Linux 8.x"
Serie 7	"Configuración de NVMe para Oracle Linux 7.x"

Información relacionada

"Obtenga información sobre la gestión de protocolos NVMe"

Configurar Oracle Linux 9.x con NVMe-oF para almacenamiento ONTAP

Los hosts Oracle Linux admiten los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para Oracle Linux 9.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y características de Oracle Linux ONTAP".

NVMe-oF con Oracle Linux 9.x tiene la siguiente limitación conocida:

- El `nvme disconnect-all` El comando desconecta los sistemas de archivos raíz y de datos y podría provocar inestabilidad del sistema. No emita esto en sistemas que arrancan desde SAN a través de espacios de nombres NVMe-TCP o NVMe-FC.

Paso 1: Opcionalmente, habilite el arranque SAN

Puede configurar su host para utilizar el arranque SAN para simplificar la implementación y mejorar la escalabilidad. Utilice el"Herramienta de matriz de interoperabilidad" para verificar que su sistema operativo Linux, el adaptador de bus de host (HBA), el firmware del HBA, el BIOS de arranque del HBA y la versión de ONTAP admitan el arranque SAN.

Pasos

1. "Cree un espacio de nombres NVMe y asígnelo al host" .
2. Habilite el arranque SAN en el BIOS del servidor para los puertos a los que está asignado el espacio de nombres de arranque SAN.

   Para obtener información acerca de cómo activar el BIOS HBA, consulte la documentación específica de su proveedor.

3. Reinicie el host y verifique que el sistema operativo esté funcionando.

Paso 2: Instale el software Oracle Linux y NVMe y verifique su configuración

Utilice el siguiente procedimiento para validar las versiones mínimas compatibles del software Oracle Linux 9.x.

Pasos

1. Instalar Oracle Linux 9.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel Oracle Linux 9.x especificado.

   ```
   uname -r
   ```

   Ejemplo de versión del kernel de Oracle Linux:

   ```
   6.12.0-1.23.3.2.el9uek.x86_64
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

```
rpm -qa|grep nvme-cli
```

El siguiente ejemplo muestra un `nvme-cli` versión del paquete:

```
nvme-cli-2.11-5.el9.x86_64
```

3. Instale el `libnvme` paquete:

```
rpm -qa|grep libnvme
```

El siguiente ejemplo muestra un `libnvme` versión del paquete:

```
libnvme-1.11.1-1.el9.x86_64
```

4. En el host Oracle Linux 9.x, verifique la `hostnqn` cuerda en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

El siguiente ejemplo muestra un `hostnqn` versión:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en el sistema de almacenamiento ONTAP :

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_203
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------
-------------------------------------------------------------------------
vs_203  Nvme1     regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
        Nvme10    regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
        Nvme11    regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
        Nvme12    regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
        Nvme13    regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
        Nvme14    regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
```

Si `hostnqn` las cadenas no coinciden, puede usar `vserver modify` el comando para actualizar la `hostnqn` cadena en el subsistema de la cabina ONTAP correspondiente a fin de que coincida con la `hostnqn` cadena de `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Paso 3: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador compatible:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   LPe36002-M64-D
   LPe36002-M64-D
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   Emulex LPe36002-M64-D 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   Emulex LPe36002-M64-D 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El siguiente ejemplo muestra las versiones de firmware:

   ```
   14.4.576.17, sli-4:6:d
   14.4.576.17, sli-4:6:d
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.4.0.8
```

+
Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` se establece en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/<port_name>
```

El siguiente ejemplo muestra las identidades del puerto:

```
0x2100f4c7aa9d7c5c
0x2100f4c7aa9d7c5d
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000620b3c0869 WWNN x200000620b3c0869
DID x080e00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2001d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x021401 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x20e2d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02141f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2011d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021429 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2002d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x021003 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x20e4d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02100f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2012d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021015 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000027ccf Cmpl 0000027cca Abort 00000014
LS XMIT: Err 00000005  CMPL: xb 00000014 Err 00000014
Total FCP Cmpl 00000000000613ff Issue 00000000000613fc OutIO
fffffffffffffffd
        abort 00000007 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000000a Err 0000000d

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000620b3c086a WWNN x200000620b3c086a
DID x080000 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2004d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x021501 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x20e3d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02150f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2014d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021515 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2003d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x02110b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x20e5d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02111f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2013d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021129 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
```

```
LS: Xmt 0000027ca3 Cmpl 0000027ca2 Abort 00000017
LS XMIT: Err 00000001  CMPL: xb 00000017 Err 00000017
Total FCP Cmpl 000000000006369d Issue 000000000006369a OutIO
fffffffffffffffd
        abort 00000007 noxri 00000000 nondlp 00000011 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000008 Err 0000000c
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Compruebe que está ejecutando las versiones de firmware y controlador del adaptador compatibles:

   ```
   cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
   ```

   El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

   ```
   QLE2872 FW:v9.15.03 DVR:v10.02.09.300-k
   ```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

   ```
   cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
   ```

   La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

Pasos

1. Compruebe que el puerto del iniciador pueda recuperar los datos de la página de registro de detección en las LIF NVMe/TCP admitidas:

   ```
   nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
   ```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.58
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  8
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr:  192.168.31.99
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr:  192.168.30.99
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  7
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr:  192.168.31.98
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr:  192.168.30.98
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  8
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr:  192.168.31.99
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr:  192.168.30.99
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  7
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr:  192.168.31.98
```

```
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr:  192.168.30.98
eflags:  none
sectype: none
```

2. Compruebe que las otras combinaciones de LIF iniciador-objetivo NVMe/TCP puedan recuperar correctamente los datos de la página del registro de detección:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.58
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.59
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.58
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.59
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.58
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.59
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.58
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.59
```

A partir de Oracle Linux 9.4, la configuración para NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` se establece automáticamente en "apagado". Como resultado:

- No hay límites en el número de reintentos (reintento indefinido).
- No es necesario configurar manualmente un elemento específico. `ctrl_loss_tmo timeout` Duración al utilizar el `nvme connect` o `nvme connect-all` comandos (opción -l).
- Los controladores NVMe/TCP no experimentan tiempos de espera en caso de una falla de ruta y permanecen conectados indefinidamente.

Paso 4: Opcionalmente, modifique la iopolicy en las reglas de udev

El host de Oracle Linux 9.x establece la política de entrada predeterminada para NVMe-oF en `round-robin`. A partir de Oracle Linux 9.6, puede cambiar la política de iopolicy a `queue-depth` modificando el archivo de reglas udev.

Pasos

1. Abra el archivo de reglas de udev en un editor de texto con privilegios de root:

   ```
   /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
   ```

2. Encuentre la línea que establece iopolicy para el controlador NetApp ONTAP .

   El siguiente ejemplo muestra una regla de ejemplo:

   ```
   ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystype}=="nvm",
   ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
   ```

3. Modificar la regla para que `round-robin` se convierte `queue-depth` :

   ```
   ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystype}=="nvm",
   ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
   ```

4. Recargue las reglas udev y aplique los cambios:

   ```
   udevadm control --reload
   udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
   ```

5. Verifique la iopolicy actual para su subsistema. Reemplace <subsistema>, por ejemplo, `nvme-subsys0` .

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
queue-depth.
```

La nueva iopolicy se aplica automáticamente a los dispositivos NetApp ONTAP Controller coincidentes. No es necesario reiniciar.

Paso 5: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 6: Verificar los servicios de arranque NVMe

A partir de Oracle Linux 9.5, el `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Servicios de arranque incluidos en NVMe/FC `nvme-cli` Los paquetes se habilitan automáticamente cuando se inicia el sistema.

Una vez finalizado el arranque, verifique que `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Los servicios de arranque están habilitados.

Pasos

1. Compruebe que `nvmf-autoconnect.service` está activado:

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-
autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
     Active: inactive (dead) since Tue 2025-10-07 09:48:11 EDT; 1
week 0 days ago
   Main PID: 2620 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 19ms

Oct 07 09:48:11 R650xs-13-211 systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot...
Oct 07 09:48:11 R650xs-13-211 systemd[1]: nvmf-autoconnect.service:
Deactivated successfully.
Oct 07 09:48:11 R650xs-13-211 systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot.
```

2. Compruebe que `nvmefc-boot-connections.service` está activado:

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Tue 2025-10-07 09:47:07 EDT; 1
week 0 days ago
   Main PID: 1651 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 14ms

Oct 07 09:47:07 R650xs-13-211 systemd[1]: Starting Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Oct 07 09:47:07 R650xs-13-211 systemd[1]: nvmefc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Oct 07 09:47:07 R650xs-13-211 systemd[1]: Finished Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Paso 7: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Y
   ```

2. Compruebe que la configuración NVMe-oF adecuada (como, por ejemplo, el modelo configurado en la controladora NetApp ONTAP y la política de balanceo de carga establecida en round-robin) en los respectivos espacios de nombres de ONTAP se reflejen correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. Mostrar la política:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Debería ver el valor establecido para iopolicy, por ejemplo:

```
queue-depth
queue-depth
```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node            Generic         SN                   Model
Namespace  Usage                      Format         FW Rev
--------------- --------------- --------------------
------------------------ ---------- --------------------------
-------------  --------
/dev/nvme102n1  /dev/ng102n1    81LLqNYTindCAAAAAAAk NetApp ONTAP
Controller   0x1          2.25  GB /   5.37  GB   4 KiB +  0 B
9.17.1
/dev/nvme102n2  /dev/ng102n2    81LLqNYTindCAAAAAAAk NetApp ONTAP
Controller   0x2          2.25  GB /   5.37  GB   4 KiB +  0 B
9.17.1
/dev/nvme106n1  /dev/ng106n1    81LLqNYTindCAAAAAAAs NetApp ONTAP
Controller   0x1          2.25  GB /   5.37  GB   4 KiB +  0 B
9.17.1
/dev/nvme106n2  /dev/ng106n2    81LLqNYTindCAAAAAAAs NetApp ONTAP
Controller   0x2          2.25  GB /   5.37  GB   4 KiB +  0 B
9.17.1
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n5
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f9c6d0cb4fef11f08579d039eaa8138c:discovery
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-
3a68dd61a1cb \ +- nvme2 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201bd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5c live optimized
+- nvme8 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201dd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5d live non-optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201bd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5c live non-optimized
+- nvme8 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201dd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5d live optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys98 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f9c6d0cb4fef11f08579d039eaa8138c:subsystem.Nvme
9
                hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
\
 +- nvme100 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201dd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5d live non-optimized
 +- nvme101 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201cd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5c live non-optimized
 +- nvme98 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201bd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5c live optimized
 +- nvme99 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201ed039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5d live optimized
[root@SR630-13-203 ~]#
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device           Vserver    Namespace Path          NSID UUID
Size
---------------- ---------- ---------------------- ----
--------------------------------------- ------
/dev/nvme102n1   vs_203     /vol/Nvmevol35/ns35     1
00e760c9-e4ca-4d9f-b1d4-e9a930bf53c0   5.37GB
/dev/nvme102n2   vs_203     /vol/Nvmevol83/ns83     2
1fa97524-7dc2-4dbc-b4cf-5dda9e7095c0   5.37GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme11n1",
      "Vserver":"vs_203",
      "Namespace_Path":"/vol/Nvmevol16/ns16",
      "NSID":1,
      "UUID":"18a88771-8b5b-4eb7-bff0-2ae261f488e4",
      "LBA_Size":4096,
      "Namespace_Size":5368709120,
      "UsedBytes":2262282240,
      "Version":"9.17.1"
        }
  ]
}
```

Paso 8: Configurar la autenticación segura en banda

La autenticación segura en banda es compatible con NVMe/TCP entre un host Oracle Linux 9.x y un

controlador ONTAP .

Cada host o controlador debe estar asociado con una clave DH-HMAC-CHAP para configurar una autenticación segura. Una clave DH-HMAC-CHAP es una combinación del NQN del host o controlador NVMe y un secreto de autenticación configurado por el administrador. Para autenticar a su par, un host o controlador NVMe debe reconocer la clave asociada con el par.

Pasos

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI o un archivo JSON de configuración. Utilice un archivo JSON de configuración si necesita especificar diferentes claves dhchap para diferentes subsistemas.

CLI

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI.

1. Obtenga el NQN del host:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Genere la clave dhchap para el host Linux.

   En el siguiente resultado, se describen `gen-dhchap-key` los parámetros de los comandos:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
•   -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize
the host key
•   -l length of the resulting key in bytes
•   -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1- SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
•   -n host NQN to use for key transformation
```

   En el siguiente ejemplo, se genera una clave dhchap aleatoria con HMAC establecido en 3 (SHA-512).

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c4c04f425633
DHHC-
1:03:xhAfbAD5IVLZDxiVbmFEOA5JZ3F/ERqTXhHzZQJKgkYkTbPI9dhRyVtr4dBD+SG
iAJO3by4FbnVtov1Lmk+86+nNc6k=:
```

3. En la controladora ONTAP, añada el host y especifique ambas claves dhchap:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

4. Un host admite dos tipos de métodos de autenticación: Unidireccional y bidireccional. En el host, conéctese a la controladora ONTAP y especifique claves dhchap según el método de autenticación elegido:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valide el `nvme connect authentication` comando mediante la verificación de las claves dhchap de host y controladora:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración unidireccional

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
   DHHC-
   1:03:Y5VkkESgmtTGNdX842qemNpFK6BXYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\/JSBOjG
   5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\/GwKoRp6AwGkw=:
   DHHC-
   1:03:Y5VkkESgmtTGNdX842qemNpFK6BXYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\/JSBOjG
   5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\/GwKoRp6AwGkw=:
   DHHC-
   1:03:Y5VkkESgmtTGNdX842qemNpFK6BXYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\/JSBOjG
   5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\/GwKoRp6AwGkw=:
   DHHC-
   1:03:Y5VkkESgmtTGNdX842qemNpFK6BXYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\/JSBOjG
   5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\/GwKoRp6AwGkw=:
   ```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
   subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
   ```

Mostrar ejemplo de salida para una configuración bidireccional

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\/N
FtM0nBBidx+gdoyUcC5s6hOOtTLDGcz0Kbs=:
DHHC-
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\/N
FtM0nBBidx+gdoyUcC5s6hOOtTLDGcz0Kbs=:
DHHC-
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\/N
FtM0nBBidx+gdoyUcC5s6hOOtTLDGcz0Kbs=:
DHHC-
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\/N
FtM0nBBidx+gdoyUcC5s6hOOtTLDGcz0Kbs=:
```

JSON

Cuando hay varios subsistemas NVMe disponibles en la configuración de la controladora ONTAP, se puede utilizar `/etc/nvme/config.json` el archivo con `nvme connect-all` el comando.

Utilice el `-o` Opción para generar el archivo JSON. Consulte las páginas del manual de NVMe connect-all para obtener más opciones de sintaxis.

1. Configure el archivo JSON:

Muestra el ejemplo

```
[
  {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-
5410-8048-c4c04f425633",
    "hostid":"4c4c4544-0056-5410-8048-c4c04f425633",
    "dhchap_key":"DHHC-
1:01:nFg06gV0FNpXqoiLOF0L+swULQpZU/PjU9v/McDeJHjTZFlF:",
    "subsystems":[
      {
        "nqn":"nqn.1992-
08.com.netapp:sn.09035a8d8c8011f0ac0fd039eabac370:subsystem.subs
ys",
        "ports":[
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.30.69",
            "host_traddr":"192.168.30.10",
            "trsvcid":"4420",
            "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:n3F8d+bvxKW/s+lEhqXaOohI2sxrQ9iLutzduuFq49JgdjjaFtTpDSO9kQl
/bvZj+Bo3rdHh3xPXeP6a4xyhcRyqdds=:"
          }
        ]
      }
    ]
  }
]
```

En el ejemplo anterior, `dhchap_key` corresponde a `dhchap_secret` y `dhchap_ctrl_key` corresponde a `dhchap_ctrl_secret` .

2. Conéctese a la controladora ONTAP mediante el archivo JSON de configuración:

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

3. Verifique que se hayan activado los secretos dhchap para las respectivas controladoras de cada subsistema:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

El siguiente ejemplo muestra una clave dhchap:

```
DHHC-1:01:nFg06gV0FNpXqoiLOF0L+swULQpZU/PjU9v/McDeJHjTZFlF:
```

b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
DHHC-
1:03:n3F8d+bvxKW/s+lEhqXaOohI2sxrQ9iLutzduuFq49JgdjjaFtTpDSO9kQl/bvZ
j+Bo3rdHh3xPXeP6a4xyhcRyqdds=:
```

Paso 9: Revise los problemas conocidos

No hay problemas conocidos.

Configurar Oracle Linux 8.x con NVMe-oF para almacenamiento ONTAP

Los hosts Oracle Linux admiten los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para Oracle Linux 8.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y características de Oracle Linux ONTAP".

NVMe-oF con Oracle Linux 8.x tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- No se admite el arranque SAN mediante el protocolo NVMe-oF.
- La compatibilidad con la utilidad de host sanlun de NetApp no está disponible para NVMe-oF en un host Oracle Linux 8.x. En su lugar, puede confiar en el complemento NetApp incluido en el paquete nativo. `nvme-cli` paquete para todos los transportes NVMe-oF.
- Para Oracle Linux 8.2 y versiones anteriores, los scripts de conexión automática NVMe/FC nativos no están disponibles en el paquete nvme-cli. Utilice los scripts de conexión automática externos proporcionados por el proveedor de HBA.
- Para Oracle Linux 8.2 y versiones anteriores, el equilibrio de carga round-robin no está habilitado de manera predeterminada para las rutas múltiples NVMe. Para habilitar esta funcionalidad, vaya al paso paraescribir una regla udev .

Paso 1: Instale el software Oracle Linux y NVMe y verifique su configuración

Utilice el siguiente procedimiento para validar las versiones mínimas compatibles del software Oracle Linux 8.x.

Pasos

1. Instalar Oracle Linux 8.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel Oracle Linux 8.x especificado.

```
uname -r
```

   Ejemplo de versión del kernel de Oracle Linux:

```
5.15.0-206.153.7.1.el8uek.x86_64
```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

```
rpm -qa|grep nvme-cli
```

   El siguiente ejemplo muestra un `nvme-cli` versión del paquete:

```
nvme-cli-1.16-9.el8.x86_64
```

3. Para Oracle Linux 8.2 y anteriores, agregue la siguiente cadena como una regla udev separada para `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules` . Esto permite el equilibrio de carga por turnos para rutas múltiples NVMe.

```
cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEMS=="nvme-subsystem", ATTRS{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

4. En el host Oracle Linux 8.x, verifique la `hostnqn` cuerda en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

   El siguiente ejemplo muestra un `hostnqn` versión:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el

subsistema correspondiente en el sistema de almacenamiento ONTAP :

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------
-----------------------------------------------
vs_coexistence_LPE36002
        nvme
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
        nvme1
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
        nvme2
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
        nvme3
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
4 entries were displayed.
```

Si `hostnqn` las cadenas no coinciden, use `vserver modify` el comando para actualizar la `hostnqn` cadena en el subsistema de cabina ONTAP correspondiente a fin de que coincida con la `hostnqn` cadena del `/etc/nvme/hostnqn` host.

6. De manera opcional, para ejecutar tráfico coexistente NVMe y SCSI en el mismo host, NetApp recomienda usar la ruta múltiple NVMe en el kernel para espacios de nombres ONTAP y `dm-multipath` para LUN de ONTAP respectivamente. Esto debería excluir los espacios de nombres ONTAP de `dm-multipath` y prevenir `dm-multipath` de reclamar los dispositivos del espacio de nombres ONTAP .

   a. Añade el `enable_foreign` Ajuste a la `/etc/multipath.conf` archivo.

   ```
   cat /etc/multipath.conf
   defaults {
     enable_foreign     NONE
   }
   ```

   b. Reiniciar el `multipathd` demonio para aplicar la nueva configuración.

```
systemctl restart multipathd
```

Paso 2: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

FC - Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador compatible:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   LPe36002-M64
   LPe36002-M64
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El siguiente ejemplo muestra las versiones de firmware:

   ```
   14.4.317.10, sli-4:6:d
   14.4.317.10, sli-4:6:d
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.2.0.13
```

+
Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` está configurado en «3»:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/<port_name>
```

El siguiente ejemplo muestra las identidades del puerto:

```
0x100000109bf0449c
0x100000109bf0449d
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0449c WWNN x200000109bf0449c
DID x061500 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200bd039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x020e06 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2006d039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x020a0a TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000002c Cmpl 000000002c Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000008ffe8 Issue 000000000008ffb9 OutIO
fffffffffffffd1
        abort 0000000c noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000000c Err 0000000c
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0449d WWNN x200000109bf0449d
DID x062d00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x201fd039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x02090a TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200cd039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x020d06 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000041 Cmpl 0000000041 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000936bf Issue 000000000009369a OutIO
fffffffffffffdb
        abort 00000016 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000016 Err 00000016
```

FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Compruebe que está ejecutando las versiones de firmware y controlador del adaptador compatibles:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

```
QLE2772 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.100-k
QLE2772 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.100-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La salida esperada es 1.

TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

1. Compruebe que el puerto del iniciador pueda recuperar los datos de la página de registro de detección en las LIF NVMe/TCP admitidas:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.24 Discovery
Log Number of Records 20, Generation counter 45
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.6.25
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.5.24
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.6.24
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
```

```
traddr:  192.168.5.25
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr:  192.168.6.25
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme
_tcp_4
..........
```

2. Compruebe que todas las demás combinaciones de LIF iniciador-objetivo NVMe/TCP puedan recuperar correctamente los datos de la página del registro de detección:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.5.1 -a 192.168.5.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.5.1 -a 192.168.5.25
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>
```

Muestra el ejemplo

```
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.5.1 -a  192.168.5.24
-l -1
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.5.1 -a  192.168.5.25
-l -1
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.6.1 -a  192.168.6.24
-l -1
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.6.1 -a  192.168.6.25
-l -1
```

NetApp recomienda configurar el `ctrl-loss-tmo option` a `-1` para que el iniciador NVMe/TCP intente reconectarse indefinidamente en caso de pérdida de ruta.

Paso 3: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

   ```
   cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
   ```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 4: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Y
   ```

2. Compruebe que la configuración NVMe-oF adecuada (como, por ejemplo, el modelo configurado en la controladora NetApp ONTAP y la política de balanceo de carga establecida en round-robin) en los respectivos espacios de nombres de ONTAP se reflejen correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

      ```
      NetApp ONTAP Controller
      NetApp ONTAP Controller
      ```

   b. Mostrar la política:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

   ```
   round-robin
   round-robin
   ```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node         SN                   Model
------------------------------------------------------------
/dev/nvme0n1 814vWBNRwf9HAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2 814vWBNRwf9HAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3 814vWBNRwf9HAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage   Format               FW            Rev
------------------------------------------------------------
1                 85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
2                 85.90 GB / 85.90 GB  24 KiB + 0 B  FFFFFFFF
3                   85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

```
nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Mostrar ejemplo de NVMe/FC

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992- 08.com.netapp:
4b4d82566aab11ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme\
+-  nvme1 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x203ad039eab31e9c
host_traddr=nn-0x200034800d756a89:pn-0x210034800d756a89 live
optimized
+-  nvme2 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x203cd039eab31e9c
host_traddr=nn-0x200034800d756a88:pn-0x210034800d756a88 live
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x203ed039eab31e9c
host_traddr=nn-0x200034800d756a89:pn-0x210034800d756a89 live non-
optimized
+-  nvme7 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x2039d039eab31e9c
host_traddr=nn-0x200034800d756a88:pn-0x210034800d756a88 live non-
optimized
```

Mostrar ejemplo de NVMe/TCP

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992- 08.com.netapp:
sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme_tcp_4
\
+- nvme1 tcp traddr=192.168.5.25 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.5.1 src_addr=192.168.5.1 live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.6.24 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.6.1 src_addr=192.168.6.1 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.5.24 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.5.1 src_addr=192.168.5.1 live non-optimized
+- nvme9 tcp traddr=192.168.6.25 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.6.1 src_addr=192.168.6.1 live non-optimized
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device         Vserver                   Namespace Path
NSID UUID                                   Size
-------------- ------------------------
------------------------------ ----
------------------------------------ ---------
/dev/nvme0n1   vs_coexistence_QLE2772
/vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns   1    159f9f88-be00-4828-aef6-
197d289d4bd9  10.74GB
/dev/nvme0n2   vs_coexistence_QLE2772
/vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns   2    2c1ef769-10c0-497d-86d7-
e84811ed2df6  10.74GB
/dev/nvme0n3   vs_coexistence_QLE2772
/vol/fcnvme_1_1_2/fcnvme_ns   3    9b49bf1a-8a08-4fa8-baf0-
6ec6332ad5a4  10.74GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo


```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_coexistence_QLE2772",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "159f9f88-be00-4828-aef6-197d289d4bd9",
      "Size" : "10.74GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 2621440
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_coexistence_QLE2772",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "2c1ef769-10c0-497d-86d7-e84811ed2df6",
      "Size" : "10.74GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 2621440
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n4",
      "Vserver" : "vs_coexistence_QLE2772",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_3/fcnvme_ns",
      "NSID" : 4,
      "UUID" : "f3572189-2968-41bc-972a-9ee442dfaed7",
      "Size" : "10.74GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 2621440
    },
```


Paso 5: Opcionalmente, habilite un tamaño de E/S de 1 MB

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 6: Revise los problemas conocidos

Estos son los problemas conocidos:

ID de error de NetApp	Título	Descripción
"1479047"	Los hosts Oracle Linux 8.x NVMe-oF crean controladores de descubrimiento persistente (PDC) duplicados	En hosts NVMe-oF, puede utilizar el comando `nvme discover -p` para crear CDP. Cuando se utiliza este comando, solo se debe crear un PDC por combinación iniciador-destino. Sin embargo, si está ejecutando Oracle Linux 8.x con un host NVMe-oF, se crea un PDC duplicado cada vez que se ejecuta `nvme discover -p`. Esto genera un uso innecesario de recursos tanto en el host como en el destino.

Configurar Oracle Linux 7.x con NVMe-oF para almacenamiento ONTAP

Los hosts Oracle Linux admiten los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para Oracle Linux 7.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y características de Oracle Linux ONTAP".

NVMe-oF con Oracle Linux 7.x tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- No se admite el arranque SAN mediante el protocolo NVMe-oF.

- La compatibilidad con la utilidad de host sanlun de NetApp no está disponible para NVMe-oF en un host Oracle Linux 7.x. En su lugar, puede confiar en el complemento NetApp incluido en el paquete nativo. `nvme-cli` paquete para todos los transportes NVMe-oF.
- Las secuencias de comandos de conexión automática NVMe/FC nativas no están disponibles en el paquete nvme-cli. Use las secuencias de comandos de conexión automática externas proporcionadas por el proveedor HBA.
- El equilibrio de carga round-robin no está habilitado de forma predeterminada para las rutas múltiples NVMe. Para habilitar esta funcionalidad, escriba una regla udev.

Paso 1: Instale el software Oracle Linux y NVMe y verifique su configuración

Utilice el siguiente procedimiento para validar las versiones mínimas compatibles del software Oracle Linux 7.x.

Pasos

1. Instalar Oracle Linux 7.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel Oracle Linux 7.x especificado.

   ```
   uname -r
   ```

   Ejemplo de versión del kernel de Oracle Linux:

   ```
   5.4.17-2011.6.2.el7uek.x86_64
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

   ```
   rpm -qa | grep nvme-cli
   ```

   El siguiente ejemplo muestra un `nvme-cli` versión del paquete:

   ```
   nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
   ```

3. Agregue la siguiente cadena como una regla udev separada para `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules` . Esto permite el equilibrio de carga por turnos para rutas múltiples NVMe.

   ```
   cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
   Enable round-robin for NetApp ONTAP
   ACTION=="add", SUBSYSTEMS=="nvme-subsystem", ATTRS{model}=="NetApp ONTAP
   Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
   ```

4. En el host Oracle Linux 7.x, verifique la `hostnqn` cuerda en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

El siguiente ejemplo muestra un `hostnqn` versión:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en el sistema de almacenamiento ONTAP :

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Host NQN
------- --------- ------------------------------------ -----------
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

Si `hostnqn` las cadenas no coinciden, use `vserver modify` el comando para actualizar la `hostnqn` cadena en el subsistema de cabina ONTAP correspondiente a fin de que coincida con la `hostnqn` cadena del `/etc/nvme/hostnqn` host.

6. Reinicie el host.

Paso 2: Configurar NVMe/FC

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador compatible:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   LPe32002-M2
   LPe32002-M2
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` está configurado en «3»:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

3. Instale los scripts de conexión automática lpfc recomendados:

```
rpm -ivh nvmefc-connect-12.8.264.0-1.noarch.rpm
```

4. Verifique que los scripts de conexión automática estén instalados:

```
rpm -qa | grep nvmefc
```

Debe ver la siguiente salida:

```
nvmefc-connect-12.8.264.0-1.noarch
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

   a. Mostrar el nombre del puerto:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

   Debe ver la siguiente salida:

```
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

   b. Mostrar el nombre del puerto:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRVC ONLINE
```

Paso 3: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 4: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Y
   ```

2. Compruebe que la configuración NVMe-oF adecuada (como, por ejemplo, el modelo configurado en la controladora NetApp ONTAP y la política de balanceo de carga establecida en round-robin) en los respectivos espacios de nombres de ONTAP se reflejen correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

      ```
      NetApp ONTAP Controller
      NetApp ONTAP Controller
      ```

   b. Mostrar la política:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

   ```
   round-robin
   round-robin
   ```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
---------------- -------------------- ----------------------
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB
/ 53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

```
nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Muestra el ejemplo

```
Nvme-subsysf0 – NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_n
vme_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device   Vserver  Namespace Path             NSID   UUID   Size
-------  -------- -------------------------  ------ ----- -----
/dev/nvme0n1   vs_nvme_10
/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0    1        55baf453-f629-
4a18-9364-b6aee3f50dad   53.69GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
   "ONTAPdevices" : [
   {
        Device" : "/dev/nvme0n1",
        "Vserver" : "vs_nvme_10",
        "Namespace_Path" :
"/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
         "NSID" : 1,
         "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
         "Size" : "53.69GB",
         "LBA_Data_Size" : 4096,
         "Namespace_Size" : 13107200
    }
]
```

Paso 5: Revisar los problemas conocidos

No hay problemas conocidos.

Proxmox

Obtenga información sobre la compatibilidad y las funciones de ONTAP para los hosts Proxmox

Las características compatibles con la configuración del host con NVMe over Fabrics (NVMe-oF) varían según su versión de ONTAP y Proxmox.

Función ONTAP	Versión del host de Proxmox	Versión ONTAP
NVMe/TCP es una función empresarial totalmente compatible	9.0	9.10.1 o posterior
Proporciona detalles de ONTAP para los espacios de nombres NVMe/FC y NVMe/TCP utilizando el nativo `nvme-cli` paquete.	8.0	9.10.1 o posterior
Se admite el tráfico NVMe y SCSI en el mismo host mediante NVMe multipath para espacios de nombres NVMe-oF y dm-multipath para LUN SCSI	8.0	9.4 o posterior

ONTAP admite las siguientes funciones de host SAN independientemente de la versión de ONTAP que se ejecute en la configuración de su sistema.

Característica	Versión del host de Proxmox
El `nvme-cli` El paquete incluye scripts de conexión automática que eliminan la necesidad de scripts de terceros.	9.0
La regla nativa udev en el paquete `nvme-cli` proporciona equilibrio de carga round-robin para multipathing NVMe	9.0
La multirruta nativa de NVMe está habilitada de forma predeterminada	8.0

Para obtener detalles sobre las configuraciones admitidas, consulte la"Herramienta de matriz de interoperabilidad" .

¿Qué sigue?

Si su versión de Proxmox VE es ..	Conozca más sobre..
Serie 9	"Configuración de NVMe para Proxmox VE 9.x"
Serie 8	"Configuración de NVMe para Proxmox VE 8.x"

Información relacionada

"Obtenga información sobre la gestión de protocolos NVMe"

Configurar Proxmox VE 9.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP

El host Proxmox VE 9.x admite los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad

lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para Proxmox VE 9.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y funciones de ONTAP".

NVMe-oF con Proxmox VE 9.x tiene la siguiente limitación conocida:

- La configuración de arranque SAN para NVMe-FC no es compatible.

Paso 1: Instale el software Proxmox VE y NVMe y verifique su configuración

Para configurar su host para NVMe-oF, debe instalar los paquetes de software de host y NVMe, habilitar rutas múltiples y verificar la configuración NQN de su host.

Pasos

1. Instale Proxmox VE 9.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel Proxmox VE 9.x requerido:

   ```
   uname -r
   ```

   Ejemplo de versión del kernel de Proxmox VE 9.x:

   ```
   6.14.8-2-pve
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

   ```
   apt list|grep nvme-cli
   ```

   El siguiente ejemplo muestra un `nvme-cli` versión del paquete:

   ```
   nvme-cli/stable,now 2.13-2 amd64
   ```

3. Instale el `libnvme` paquete:

   ```
   apt list|grep libnvme
   ```

   El siguiente ejemplo muestra un `libnvme` versión del paquete:

   ```
   libnvme-dev/stable 1.13-2 amd64
   ```

4. En el host, verifique la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

El siguiente ejemplo muestra una `hostnqn` valor:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:39333550-3333-4753-4844-32594d4a524c
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en la matriz ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_proxmox_FC_NVMeFC
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------
-----------------------------------------------
vs_proxmox_FC_NVMeFC
        sub_176
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:39333550-3333-4753-4844-32594d4a4834
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:39333550-3333-4753-4844-32594d4a524c
2 entries were displayed
```

Si el `hostnqn` Las cadenas no coinciden, utilice el `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` cadena en el subsistema del sistema de almacenamiento ONTAP correspondiente para que coincida con el `hostnqn` cadena de `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Paso 2: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   SN1700E2P
   SN1700E2P
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   HPE SN1700E 64Gb 2p FC HBA
   HPE SN1700E 64Gb 2p FC HBA
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El comando devuelve las versiones del firmware:

   ```
   14.4.473.14, sli-4:6:d
   14.4.473.14, sli-4:6:d
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.4.0.7
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` se establece en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Deberías ver una salida similar a:

```
0x10005ced8c531948
0x10005ced8c531949
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10005ced8c531948 WWNN x20005ced8c531948
DID x082400 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200ed039eac79573 WWNN x200dd039eac79573
DID x060902 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2001d039eac79573 WWNN x2000d039eac79573
DID x060904 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000034 Cmpl 0000000034 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000142cfb Issue 0000000000142cfc OutIO
0000000000000001
        abort 00000005 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000005 Err 00000005

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10005ced8c531949 WWNN x20005ced8c531949
DID x082500 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2010d039eac79573 WWNN x200dd039eac79573
DID x062902 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2007d039eac79573 WWNN x2000d039eac79573
DID x062904 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000034 Cmpl 0000000034 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000d39f1 Issue 00000000000d39f2 OutIO
0000000000000001
        abort 00000005 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000005 Err 00000005
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Verifique que esté utilizando el controlador del adaptador y las versiones de firmware compatibles:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

```
SN1700Q FW:v9.15.05 DVR:v10.02.09.400-k
SN1700Q FW:v9.15.05 DVR:v10.02.09.400-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

Pasos

1. Verifique que el puerto iniciador pueda obtener los datos de la página de registro de descubrimiento a través de los LIF NVMe/TCP compatibles:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.165.72 -a 192.168.165.51
Discovery Log Number of Records 4, Generation counter 47
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c770be5d934811f0b624d039eac809ba:discovery
traddr:  192.168.165.51
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c770be5d934811f0b624d039eac809ba:discovery
traddr:  192.168.166.50
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c770be5d934811f0b624d039eac809ba:subsystem.sub_
176
traddr:  192.168.165.51
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
```

```
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c770be5d934811f0b624d039eac809ba:subsystem.sub_
176
traddr:  192.168.166.50
eflags:  none
sectype: none
```

2. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.73 -a 192.168.166.50
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.73 -a 192.168.166.51
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.165.73 -a 192.168.165.50
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.165.73 -a 192.168.165.51
```

La configuración para NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` se establece automáticamente en "apagado". Como resultado:

- No hay límites en el número de reintentos (reintento indefinido).
- No es necesario configurar manualmente un elemento específico. `ctrl_loss_tmo timeout` Duración al utilizar el `nvme connect` o `nvme connect-all` comandos (opción -l).
- Los controladores NVMe/TCP no experimentan tiempos de espera en caso de una falla de ruta y permanecen conectados indefinidamente.

Paso 3: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecutar el `update-initramfs` comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 4: Verificar los servicios de arranque NVMe

El `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Servicios de arranque incluidos en NVMe/FC `nvme-cli` Los paquetes se habilitan automáticamente cuando se inicia el sistema.

Una vez finalizado el arranque, verifique que `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Los servicios de arranque están habilitados.

Pasos

1. Compruebe que `nvmf-autoconnect.service` está activado:

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
○ nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems
automatically during boot
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-
autoconnect.service; enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Thu 2025-10-16 18:00:39 IST; 6
days ago
 Invocation: e146e0b2c339432aad6e0555a528872c
    Process: 1787 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all
--context=autoconnect (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Main PID: 1787 (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Mem peak: 2.4M
        CPU: 12ms
Oct 16 18:00:39 HPE-DL365-14-176 systemd[1]: Starting nvmf-
autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot...
Oct 16 18:00:39 HPE-DL365-14-176 systemd[1]: nvmf-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Oct 16 18:00:39 HPE-DL365-14-176 systemd[1]: Finished nvmf-
autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot.
```

2. Compruebe que `nvmefc-boot-connections.service` está activado:

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Thu 2025-10-16 18:00:35 IST; 6
days ago
 Invocation: acf73ac1ef7a402198d6ecc4d075fab0
    Process: 1173 ExecStart=/bin/sh -c echo add >
/sys/class/fc/fc_udev_device/nvme_discovery (code=exited,
status=0/SUCCESS)
   Main PID: 1173 (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Mem peak: 2.1M
        CPU: 11ms

Oct 16 18:00:35 HPE-DL365-14-176 systemd[1]: nvmefc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Oct 16 18:00:35 HPE-DL365-14-176 systemd[1]: Finished nvmefc-boot-
connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices
found during boot.
```

Paso 5: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Y
   ```

2. Verifique que las configuraciones NVMe-oF adecuadas (por ejemplo, el modelo establecido en NetApp ONTAP Controller y la política de equilibrio de carga establecida en round-robin) para los espacios de nombres ONTAP se muestren correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Debe ver la siguiente salida:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. Mostrar la política:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
queue-depth
queue-depth
```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node          Generic     SN                   Model
Namespace  Usage                      Format           FW Rev
------------- ----------- --------------------
------------------------ ---------- --------------------------
---------------- --------
/dev/nvme2n1  /dev/ng2n1  81PqYFYq2aVAAAAAAAAB NetApp ONTAP
Controller   0x1         17.88  GB / 171.80  GB      4 KiB +  0 B
9.17.1
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme3n9
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys3 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.94929fdb84eb11f0b624d039eac809ba:subsystem.sub_
176
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:39333550-
3333-4753-4844-32594d4a524c
\
 +- nvme1 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x2010d039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531949:pn-
0x10005ced8c531949 live optimized
 +- nvme3 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x200ed039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531948:pn-
0x10005ced8c531948 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x200fd039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531949:pn-
0x10005ced8c531949 live non-optimized
 +- nvme7 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x2011d039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531948:pn-
0x10005ced8c531948 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme2n3
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys2 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c770be5d934811f0b624d039eac809ba:subsystem.sub_
176
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:39333550-
3333-4753-4844-32594d4a524c
\
 +- nvme2 tcp
traddr=192.168.166.50,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.73,sr
c_addr=192.168.166.73 live optimized
 +- nvme4 tcp
traddr=192.168.165.51,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.165.73,sr
c_addr=192.168.165.73 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.166.51,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.73,sr
c_addr=192.168.166.73 live non-optimized
 +- nvme8 tcp
traddr=192.168.165.50,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.165.73,sr
c_addr=192.168.165.73 live non-optimized
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device        Vserver               Namespace Path
------------- ---------------------
------------------------------
/dev/nvme2n9  vs_proxmox_FC_NVMeFC  /vol/vol_180_data_nvmefc4/ns

NSID       UUID                                   Size
---- ------------------------------------  --------
1    e3d3d544-de8b-4787-93af-bfec7769e909  32.21GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
      "Device":"/dev/nvme2n9",
      "Vserver":"vs_proxmox_FC_NVMeFC",
      "Subsystem":"sub_176",
      "Namespace_Path":"/vol/vol_180_data_nvmefc4/ns",
      "NSID":9,
      "UUID":"e3d3d544-de8b-4787-93af-bfec7769e909",
      "LBA_Size":4096,
      "Namespace_Size":32212254720,
      "UsedBytes":67899392,
      "Version":"9.17.1"
    }
  ]
```

Paso 6: Revise los problemas conocidos

No hay problemas conocidos.

Configurar Proxmox VE 8.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP

El host Proxmox VE 8.x admite los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para Proxmox VE 8.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y funciones de ONTAP".

NVMe-oF con Proxmox VE 8.x tiene la siguiente limitación conocida:

- La configuración de arranque SAN para NVMe-FC no es compatible.

Paso 1: Instale el software Proxmox VE y NVMe y verifique su configuración

Para configurar su host para NVMe-oF, debe instalar los paquetes de software de host y NVMe, habilitar rutas múltiples y verificar la configuración NQN de su host.

Pasos

1. Instalar Proxmox 8.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel Proxmox 8.x especificado:

   ```
   uname -r
   ```

   El siguiente ejemplo muestra una versión del kernel de Proxmox:

   ```
   6.8.12-10-pve
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

   ```
   apt list|grep nvme-cli
   ```

   El siguiente ejemplo muestra un `nvme-cli` versión del paquete:

   ```
   nvme-cli/oldstable,now 2.4+really2.3-3 amd64
   ```

3. Instale el `libnvme` paquete:

   ```
   apt list|grep libnvme
   ```

   El siguiente ejemplo muestra un `libnvme` versión del paquete:

```
libnvme1/oldstable,now 1.3-1+deb12u1 amd64
```

4. En el host, verifique la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

El siguiente ejemplo muestra una `hostnqn` valor:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:1536c9a6-f954-11ea-b24d-0a94efb46eaf
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en la matriz ONTAP :

```
::>  vserver nvme subsystem host show -vserver proxmox_120_122
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------  ---------
proxmox_120_122
proxmox_120_122
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:1536c9a6-f954-11ea-b24d-0a94efb46eaf
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:991a7476-f9bf-11ea-8b73-0a94efb46c3b
proxmox_120_122_tcp
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:1536c9a6-f954-11ea-b24d-0a94efb46eaf
                  regular  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:991a7476-
f9bf-11ea-8b73-0a94efb46c3b
2 entries were displayed.
```

Si el `hostnqn` Las cadenas no coinciden, utilice el `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` cadena en el subsistema del sistema de almacenamiento ONTAP correspondiente para que coincida con el `hostnqn` cadena de `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Paso 2: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante

operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   LPe35002-M2
   LPe35002-M2
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   Emulex LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
   Emulex LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El comando devuelve las versiones del firmware:

   ```
   14.0.505.12, sli-4:6:d
   14.0.505.12, sli-4:6:d
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.2.0.17
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` se establece en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Deberías ver una salida similar a:

```
0x100000109b95467e
0x100000109b95467f
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10005ced8c531948 WWNN x20005ced8c531948
DID x082400
ONLINE
NVME RPORT WWPN x200ed039eac79573 WWNN x200dd039eac79573 DID
x060902
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2001d039eac79573 WWNN x2000d039eac79573 DID
x060904
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics LS: Xmt 0000000034 Cmpl 0000000034 Abort
00000000 LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000142cfb Issue 0000000000142cfc OutIO
0000000000000001 abort 00000005 noxri 00000000 nondlp 00000000
qdepth 00000000 wqerr 00000000 err 00000000 FCP CMPL: xb
00000005 Err 00000005 NVME Initiator Enabled XRI Dist lpfc1
Total 6144 IO 5894 ELS 250 NVME LPORT lpfc1 WWPN
x10005ced8c531949 WWNN x20005ced8c531949 DID x082500
ONLINE
NVME RPORT WWPN x2010d039eac79573 WWNN x200dd039eac79573 DID
x062902
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2007d039eac79573 WWNN x2000d039eac79573 DID
x062904
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics LS: Xmt 0000000034 Cmpl 0000000034 Abort
00000000 LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000d39f1 Issue 00000000000d39f2 OutIO
0000000000000001 abort 00000005 noxri 00000000 nondlp 00000000
qdepth 00000000 wqerr 00000000 err 00000000 FCP CMPL: xb
00000005 Err 00000005
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

1. Verifique que esté utilizando el controlador del adaptador y las versiones de firmware compatibles:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

```
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

Pasos

1. Verifique que el puerto iniciador pueda obtener los datos de la página de registro de descubrimiento a través de los LIF NVMe/TCP compatibles:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.22 -a 192.168.2.30

Discovery Log Number of Records 12, Generation counter 13
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  10
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:discovery
traddr:  192.168.2.30
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  9
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:discovery
traddr:  192.168.1.30
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  12
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:discovery
traddr:  192.168.2.25
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
```

```
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  11
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:discovery
traddr:  192.168.1.25
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  10
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122
traddr:  192.168.2.30
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  9
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122
traddr:  192.168.1.30
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  12
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
```

```
mox_120_122
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  11
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  10
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
traddr:  192.168.2.30
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  9
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
traddr:  192.168.1.30
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
```

```
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  12
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  11
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
```

2. Verifique que las otras combinaciones de LIF de iniciador-destino NVMe/TCP puedan recuperar correctamente los datos de la página del registro de descubrimiento:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.22 -a 192.168.1.30
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.22 -a 192.168.2.30
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.22 -a 192.168.1.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.22 -a 192.168.2.25
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.22 -a 192.168.1.30
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.22 -a 192.168.2.30
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.22 -a 192.168.1.25
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.22 -a 192.168.2.25
```

La configuración para NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` se establece automáticamente en "apagado". Como resultado:

- No hay límites en el número de reintentos (reintento indefinido).
- No es necesario configurar manualmente un elemento específico. `ctrl_loss_tmo timeout` Duración al utilizar el `nvme connect` o `nvme connect-all` comandos (opción -l).
- Los controladores NVMe/TCP no experimentan tiempos de espera en caso de una falla de ruta y permanecen conectados indefinidamente.

Paso 3: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

   ```
   cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
   ```

2. Ejecutar el `update-initramfs` comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
   ```

Paso 4: Verificar los servicios de arranque NVMe

Con Proxmox 8.x, el `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Servicios de arranque incluidos en NVMe/FC `nvme-cli` Los paquetes se habilitan automáticamente cuando se inicia el sistema.

Una vez finalizado el arranque, verifique que `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Los servicios de arranque están habilitados.

Pasos

1. Compruebe que `nvmf-autoconnect.service` está activado:

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
○ nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems
automatically during boot
     Loaded: loaded (/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service;
enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Fri 2025-11-21 19:59:10 IST; 8s
ago
    Process: 256613 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics
(code=exited, status=0/SUCCESS)
    Process: 256614 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all
(code=exited, status=0/SUCCESS)
   Main PID: 256614 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 18ms
Nov 21 19:59:07 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Starting nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems
automatically during boot...
Nov 21 19:59:10 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in nvme[256614]:
Failed to write to /dev/nvme-fabrics: Invalid argument
Nov 21 19:59:10 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in nvme[256614]:
Failed to write to /dev/nvme-fabrics: Invalid argument
Nov 21 19:59:10 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]: nvmf-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Nov 21 19:59:10 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Finished nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems
automatically during boot.
```

2. Compruebe que `nvmefc-boot-connections.service` está activado:

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
○ nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on
FC-NVME devices found during boot
    Loaded: loaded (/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Thu 2025-11-20 17:48:29 IST; 1
day 2h ago
    Process: 1381 ExecStart=/bin/sh -c echo add >
/sys/class/fc/fc_udev_device/nvme_discovery (code=exited,
status=0/SUCCESS)
   Main PID: 1381 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 3ms

Nov 20 17:48:29 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Starting nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot..
Nov 20 17:48:29 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
nvmefc-boot-connections.service: Deactivated successfully.
Nov 20 17:48:29 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Finished nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot...
```

Paso 5: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Y
```

2. Verifique que las configuraciones NVMe-oF adecuadas (por ejemplo, el modelo establecido en NetApp ONTAP Controller y la política de equilibrio de carga establecida en round-robin) para los espacios de nombres ONTAP se muestren correctamente en el host:

a. Mostrar los subsistemas:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Debe ver la siguiente salida:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. Mostrar la política:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
round-robin
round-robin
```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node                  Generic               SN
Model                                    Namespace  Usage
Format           FW Rev
--------------------- --------------------- --------------------
---------------------------------------- ----------
-------------------------- ---------------- --------
/dev/nvme2n20         /dev/ng2n20           81K13BUDdygsAAAAAAAG
NetApp ONTAP Controller                   10          5.56  GB /
91.27  GB      4 KiB +  0 B   9.18.1
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme2n20
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys2 - NQN= nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x2010d039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531949:pn-
0x10005ced8c531949 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x200ed039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531948:pn-
0x10005ced8c531948 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x200fd039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531949:pn-
0x10005ced8c531949 live non-optimized
+- nvme7 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x2011d039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531948:pn-
0x10005ced8c531948 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme2n3
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys2 - NQN= qn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
\
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.30,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.22,src_ad
dr=192.168.1.22 live optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.2.30,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.22,src_ad
dr=192.168.2.22 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.22,src_ad
dr=192.168.1.22 live non-optimized
+- nvme8 tcp
traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.22,src_ad
dr=192.168.2.22 live non-optimized
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device        Vserver               Namespace Path
------------- ---------------------
------------------------------
/dev/nvme2n11     proxmox_120_122 / /vol/vm120_tcp1/ns

NSID       UUID                                  Size
---- ------------------------------------  --------
1          5aefea74-f0cf-4794-a7e9-e113c4659aca   37.58GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
      "Device":"/dev/nvme2n11",
      "Vserver":"proxmox_120_122",
      "Namespace_Path":"/vol/vm120_tcp1/ns",
      "NSID":1,
      "UUID":"5aefea74-f0cf-4794-a7e9-e113c4659aca",
       “Size”:”37.58GB”,
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":32212254720
    }
  ]
```

Paso 6: Revise los problemas conocidos

No hay problemas conocidos.

RHEL

Obtenga información sobre la compatibilidad y las funciones de ONTAP para hosts RHEL

Las características compatibles con la configuración del host con NVMe over Fabrics (NVMe-oF) varían según su versión de ONTAP y RHEL.

Característica	Versión del host RHEL	Versión ONTAP
Se admite la autenticación segura en banda a través de NVMe/TCP entre un host RHEL y un controlador ONTAP	9.3 o posterior	9.12.1 o posterior
NVMe/TCP proporciona espacios de nombres utilizando el protocolo nativo `nvme-cli` paquete	8.2 o posterior	9.10.1 o posterior
NVMe/TCP es una función empresarial totalmente compatible	9.0 o posterior	9.10.1 o posterior
Se admite el tráfico NVMe y SCSI en el mismo host mediante NVMe multipath para espacios de nombres NVMe-oF y dm-multipath para LUN SCSI	8.2 o posterior	9.4 o posterior

ONTAP admite las siguientes funciones de host SAN independientemente de la versión de ONTAP que se ejecute en la configuración de su sistema.

Característica	Versión del host RHEL
La multirruta nativa de NVMe está habilitada de forma predeterminada	10.0 o posterior
La regla nativa udev en el paquete `nvme-cli` proporciona equilibrio de carga de profundidad de cola para multipathing NVMe	9.6 o posterior
El arranque SAN se habilita mediante el protocolo NVMe/FC	9.4 o posterior
El `nvme-cli` El paquete incluye scripts de conexión automática que eliminan la necesidad de scripts de terceros.	8.2 o posterior
La regla nativa udev en el paquete `nvme-cli` proporciona equilibrio de carga round-robin para multipathing NVMe	8.2 o posterior

Para obtener detalles sobre las configuraciones admitidas, consulte la"Herramienta de matriz de interoperabilidad" .

¿Qué sigue?

Si tu versión de RHEL es …	Aprende sobre …
Serie 10	"Configuración de NVMe para RHEL 10.x"
Serie 9	"Configuración de NVMe para RHEL 9.x"
Serie 8	"Configuración de NVMe para RHEL 8.x"

Información relacionada

"Obtenga información sobre la gestión de protocolos NVMe"

Configurar RHEL 10.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP

Los hosts Red Hat Enterprise Linux (RHEL) admiten los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para RHEL 10.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y características de RHEL ONTAP".

NVMe-oF con RHEL 10.x tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- El `nvme disconnect-all` El comando desconecta los sistemas de archivos raíz y de datos y podría provocar inestabilidad del sistema. No emita esto en sistemas que arrancan desde SAN a través de espacios de nombres NVMe-TCP o NVMe-FC.

Paso 1: Opcionalmente, habilite el arranque SAN

Puede configurar su host para utilizar el arranque SAN para simplificar la implementación y mejorar la escalabilidad. Utilice el"Herramienta de matriz de interoperabilidad" para verificar que su sistema operativo Linux, el adaptador de bus de host (HBA), el firmware del HBA, el BIOS de arranque del HBA y la versión de ONTAP admitan el arranque SAN.

Pasos

1. "Cree un espacio de nombres NVMe y asígnelo al host" .
2. Habilite el arranque SAN en el BIOS del servidor para los puertos a los que está asignado el espacio de nombres de arranque SAN.

   Para obtener información acerca de cómo activar el BIOS HBA, consulte la documentación específica de su proveedor.

3. Reinicie el host y verifique que el sistema operativo esté funcionando.

Paso 2: Instale el software RHEL y NVMe y verifique su configuración

Para configurar su host para NVMe-oF, debe instalar los paquetes de software de host y NVMe, habilitar rutas múltiples y verificar la configuración NQN de su host.

Pasos

1. Instalar RHEL 10.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel RHEL 10.x requerido:

   ```
   uname -r
   ```

   Ejemplo de versión del kernel RHEL:

   ```
   6.12.0-124.8.1.el10_1.x86_64
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

```
rpm -qa|grep nvme-cli
```

El siguiente ejemplo muestra un `nvme-cli` versión del paquete:

```
nvme-cli-2.13-2.el10.x86_64
```

3. Instale el `libnvme` paquete:

```
rpm -qa|grep libnvme
```

El siguiente ejemplo muestra un `libnvme` versión del paquete:

```
libnvme-1.13-1.el10.x86_64
```

4. En el host, verifique la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

El siguiente ejemplo muestra un `hostnqn` versión:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en el sistema de almacenamiento ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_QLE2872
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------
-------------------------------------------------
vs_coexistence_QLE2872
               subsystem_1
                         regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
               subsystem_10
                         regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
               subsystem_11
                         regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
```

Si el `hostnqn` Las cadenas no coinciden, utilice el `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` cadena en el subsistema del sistema de almacenamiento ONTAP correspondiente para que coincida con el `hostnqn` cadena de `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Paso 3: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   SN1700E2P
   SN1700E2P
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   HPE SN1700E 64Gb 2p FC HBA
   HPE SN1700E 64Gb 2p FC HBA
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El comando devuelve las versiones del firmware:

   ```
   14.4.393.25, sli-4:6:d
   14.4.393.25, sli-4:6:d
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.4.0.9
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` se establece en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Deberías ver una salida similar a:

```
0x10005cba2cfca7de
0x10005cba2cfca7df
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10005cba2cfca7de WWNN x20005cba2cfca7de
DID x080f00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2023d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082209 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200ed039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082203 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2022d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082609 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200dd039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082604 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000501 Cmpl 0000000501 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000583b7 Issue 000000000005840d OutIO
0000000000000056
abort 0000010f noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000
wqerr 00000000   err 00000000
FCP CMPL: xb 0000010f Err 0000010f

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10005cba2cfca7df WWNN x20005cba2cfca7df
DID x080b00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2024d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082309 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200fd039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082304 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2025d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082708 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2010d039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082703 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000006eb Cmpl 00000006eb Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000004d600 Issue 000000000004d65f OutIO
000000000000005f
abort 000001c1 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000
wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000001c1 Err 000001c2
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Verifique que esté utilizando el controlador del adaptador y las versiones de firmware compatibles:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

   El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

```
QLE2872 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k
QLE2872 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

   La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

Pasos

1. Verifique que el puerto iniciador pueda obtener los datos de la página de registro de descubrimiento a través de los LIF NVMe/TCP compatibles:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.21 -a 192.168.20.28
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  8
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr:  192.168.21.29
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr:  192.168.20.29
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  7
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr:  192.168.21.28
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
```

```
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr:  192.168.20.28
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  8
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
traddr:  192.168.21.29
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
traddr:  192.168.20.29
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  7
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
```

```
traddr:  192.168.21.28
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
traddr:  192.168.20.28
eflags:  none
sectype: non
```

2. Verifique que las otras combinaciones de LIF de iniciador-destino NVMe/TCP puedan recuperar correctamente los datos de la página del registro de descubrimiento:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.21 -a 192.168.20.28
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.21 -a 192.168.21.28
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.21 -a 192.168.20.29
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.21 -a 192.168.21.29
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.20.21   -a 192.168.20.28
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.21.21   -a 192.168.21.28
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.20.21   -a 192.168.20.29
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.21.21   -a 192.168.21.29
```

A partir de RHEL 9.4, la configuración para NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` se establece automáticamente en "apagado". Como resultado:

- No hay límites en el número de reintentos (reintento indefinido).
- No es necesario configurar manualmente un elemento específico. `ctrl_loss_tmo timeout` Duración al utilizar el `nvme connect` o `nvme connect-all` comandos (opción -l).
- Los controladores NVMe/TCP no experimentan tiempos de espera en caso de una falla de ruta y permanecen conectados indefinidamente.

Paso 4: Opcionalmente, modifique la iopolicy en las reglas de udev

RHEL 10.0 establece la política de io predeterminada para NVMe-oF en `round-robin` . Si está utilizando RHEL 10.0 y desea cambiar la iopolicy a `queue-depth` , modifique el archivo de reglas de udev de la siguiente manera:

Pasos

1. Abra el archivo de reglas de udev en un editor de texto con privilegios de root:

   ```
   /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
   ```

2. Busque la línea que establece iopolicy para el controlador NetApp ONTAP , como se muestra en la siguiente regla de ejemplo:

   ```
   ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystype}=="nvm",
   ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
   ```

3. Modificar la regla para que `round-robin` se convierte `queue-depth` :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystype}=="nvm",
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

4. Recargue las reglas udev y aplique los cambios:

```
udevadm control --reload
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Verifique la iopolicy actual para su subsistema. Reemplace <subsistema>, por ejemplo, `nvme-subsys0` .

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
queue-depth.
```

La nueva iopolicy se aplica automáticamente a los dispositivos NetApp ONTAP Controller coincidentes. No es necesario reiniciar.

Paso 5: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 6: Verificar los servicios de arranque NVMe

El `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Servicios de arranque incluidos en NVMe/FC `nvme-cli` Los paquetes se habilitan automáticamente cuando se inicia el sistema.

Una vez finalizado el arranque, verifique que `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Los servicios de arranque están habilitados.

Pasos

1. Compruebe que `nvmf-autoconnect.service` está activado:

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-
autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
     Active: inactive (dead) since Sun 2025-10-12 19:41:15 IST; 1
day 1h ago
 Invocation: 7b5b99929c6b41199d493fa25b629f6c
   Main PID: 10043 (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Mem peak: 2.9M
        CPU: 50ms

Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: Starting nvmf-
autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot...
Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: nvmf-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: Finished nvmf-
autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot.
```

2. Compruebe que `nvmefc-boot-connections.service` está activado:

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Sun 2025-10-12 19:40:33 IST; 1
day 1h ago
 Invocation: 0ec258a9f8c342ffb82408086d409bc6
   Main PID: 4151 (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Mem peak: 2.9M
        CPU: 17ms

Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: Starting nvmefc-boot-
connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices
found during boot...
Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: nvmefc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: Finished nvmefc-boot-
connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices
found during boot.
```

Paso 7: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Verifique que las configuraciones NVMe-oF adecuadas (por ejemplo, el modelo establecido en NetApp ONTAP Controller y la política de equilibrio de carga establecida en profundidad de cola) para los respectivos espacios de nombres ONTAP se muestren correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   NetApp ONTAP Controller
   NetApp ONTAP Controller
   ```

   b. Mostrar la política:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
queue-depth
queue-depth
```

2. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node                  Generic               SN
Model
--------------------- --------------------- --------------------
---------------------------------------
/dev/nvme11n1         /dev/ng11n1           81OcqJXhgWtsAAAAAAAI
NetApp ONTAP Controller

Namespace  Usage                      Format           FW Rev
---------- ------------------------- ---------------- --------
0x1        951.90  MB /  21.47  GB    4 KiB +  0 B     9.18.1
```

3. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme9n2
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys9 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.7c34ab26675e11f0a6c0d039eac03c33:subsystem.subs
ystem_46
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0056-5410-8048-c7c04f425633
\
 +- nvme105 fc traddr=nn-0x2018d039eac03c33:pn-
0x201bd039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c3 live optimized
 +- nvme107 fc traddr=nn-0x2018d039eac03c33:pn-
0x2019d039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c2 live optimized
 +- nvme42 fc traddr=nn-0x2018d039eac03c33:pn-
0x201cd039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c3 live optimized
 +- nvme44 fc traddr=nn-0x2018d039eac03c33:pn-
0x201ad039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c2 live optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n2
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0054-5110-8039-c3c04f523034
\
 +- nvme4 tcp
traddr=192.168.20.28,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.21,src_
addr=192.168.20.21 live optimized
 +- nvme5 tcp
traddr=192.168.20.29,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.21,src_
addr=192.168.20.21 live optimized
 +- nvme6 tcp
traddr=192.168.21.28,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.21,src_
addr=192.168.21.21 live optimized
 +- nvme7 tcp
traddr=192.168.21.29,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.21,src_
addr=192.168.21.21 live optimized
```

4. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device           Vserver                   Subsystem
Namespace Path
---------------- ------------------------
------------------------ ------------------
/dev/nvme0n1     vs_nvme_sanboot_tcp       rhel_sanboot_tcp170
tcp_97

NSID UUID                                   Size
---- ---------------------------------------- ---------
1    982c0f2a-6b8b-11f0-a6c0-d039eac03c33   322.12GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme0n1",
      "Vserver":"vs_nvme_sanboot_tcp",
      "Subsystem":"rhel_sanboot_tcp170",
      "Namespace_Path":"tcp_97",
      "NSID":1,
      "UUID":"982c0f2a-6b8b-11f0-a6c0-d039eac03c33",
      "LBA_Size":4096,
      "Namespace_Size":322122547200,
      "UsedBytes":16285069312,
      "Version":"9.18.1"
    }
]
}
```

Paso 8: Configurar la autenticación segura en banda

La autenticación segura en banda es compatible con NVMe/TCP entre un host RHEL 10.x y un controlador ONTAP .

Cada host o controlador debe estar asociado con un `DH-HMAC-CHAP` Clave para configurar la autenticación segura. A `DH-HMAC-CHAP` La clave es una combinación del NQN del host o controlador NVMe y un secreto de autenticación configurado por el administrador. Para autenticar su par, un host o una controladora NVMe deben reconocer la clave asociada con el par.

Pasos

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI o un archivo JSON de configuración. Si necesita especificar diferentes claves dhchap para diferentes subsistemas, debe utilizar un archivo JSON de configuración.

CLI

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI.

1. Obtenga el NQN del host:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Genere la clave dhchap para el host RHEL 10.x.

   La siguiente salida describe el `gen-dhchap-key` parámetros del comando:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
•   -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize
the host key
•   -l length of the resulting key in bytes
•   -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1- SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
•   -n host NQN to use for key transformation
```

   En el siguiente ejemplo, se genera una clave dhchap aleatoria con HMAC establecido en 3 (SHA-512).

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0054-5110-8039-c3c04f523034
DHHC-
1:03:AppJHkJygA6ZC4BxyQNtJST+4k4IOv47MAJk0xBITwFOHIC2nV/uE04RoSpy1z2
SXYqNW1bhLe9hJ+MDHigGexaG2Ig=:
```

3. En la controladora ONTAP, añada el host y especifique ambas claves dhchap:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

4. Un host admite dos tipos de métodos de autenticación: Unidireccional y bidireccional. En el host, conéctese a la controladora ONTAP y especifique claves dhchap según el método de autenticación elegido:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valide el `nvme connect authentication` comando mediante la verificación de las claves dhchap de host y controladora:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración unidireccional

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys4/nvme*/dhchap_secret
   DHHC-1:01:2G7lsg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
   DHHC-1:01:2G7lsg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
   DHHC-1:01:2G7lsg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
   DHHC-1:01:2G7lsg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
   ```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
   subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración bidireccional

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys4/nvme*/dhchap_ctrl_secret
   DHHC-
   1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv
   EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:
   DHHC-
   1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv
   EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:
   DHHC-
   1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv
   EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:
   DHHC-
   1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv
   EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:
   ```

JSON

Cuando hay varios subsistemas NVMe disponibles en el controlador ONTAP , puede utilizar el `/etc/nvme/config.json` archivo con el `nvme connect-all` dominio.

Utilice el `-o` Opción para generar el archivo JSON. Consulte las páginas del manual de NVMe connect-all para obtener más opciones de sintaxis.

1. Configurar el archivo JSON.

> En el siguiente ejemplo, `dhchap_key` corresponde a `dhchap_secret` y `dhchap_ctrl_key` corresponde a `dhchap_ctrl_secret` .

Muestra el ejemplo


```
[
  {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0054-
5110-8039-c3c04f523034",
    "hostid":"44454c4c-5400-1051-8039-c3c04f523034",
    "dhchap_key":"DHHC-
1:01:2G7lsg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:",
    "subsystems":[
      {
        "nqn":"nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5857c8c9b22411f08d0ed039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0",
        "ports":[
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.20.28",
            "host_traddr":"192.168.20.21",
            "trsvcid":"4420",
            "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ
81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:"
          },
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.20.29",
            "host_traddr":"192.168.20.21",
            "trsvcid":"4420",
            "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ
81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:"
          },
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.21.28",
            "host_traddr":"192.168.21.21",
            "trsvcid":"4420",
            "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ
81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:"
          },
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.21.29",
            "host_traddr":"192.168.21.21",
```

```
            "trsvcid":"4420",
            "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ
81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:"
          }
        ]
      }
    ]
  }
]
```

2. Conéctese a la controladora ONTAP mediante el archivo JSON de configuración:

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Muestra el ejemplo

```
traddr=192.168.20.28 is already connected
traddr=192.168.20.28 is already connected
traddr=192.168.20.29 is already connected
traddr=192.168.20.29 is already connected
```

3. Verifique que los secretos dhchap se hayan habilitado para los controladores respectivos de cada subsistema.

   a. Verifique las claves dhchap del host:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys4/nvme4/dhchap_secret
   ```

   El siguiente ejemplo muestra una clave dhchap:

   ```
   DHHC-1:01:2G7lsg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
   ```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys4/nvme4/dhchap_ctrl_secret
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ81HD
jBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:
```

Paso 9: Revise los problemas conocidos

No hay problemas conocidos.

Configurar RHEL 9.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP

Los hosts Red Hat Enterprise Linux (RHEL) admiten los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para RHEL 9.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y características de RHEL ONTAP".

NVMe-oF con RHEL 9.x tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- El `nvme disconnect-all` El comando desconecta los sistemas de archivos raíz y de datos y podría provocar inestabilidad del sistema. No emita esto en sistemas que arrancan desde SAN a través de espacios de nombres NVMe-TCP o NVMe-FC.

Paso 1: Opcionalmente, habilite el arranque SAN

Puede configurar su host para utilizar el arranque SAN para simplificar la implementación y mejorar la escalabilidad. Utilice el"Herramienta de matriz de interoperabilidad" para verificar que su sistema operativo Linux, el adaptador de bus de host (HBA), el firmware del HBA, el BIOS de arranque del HBA y la versión de ONTAP admitan el arranque SAN.

Pasos

1. "Cree un espacio de nombres NVMe y asígnelo al host" .
2. Habilite el arranque SAN en el BIOS del servidor para los puertos a los que está asignado el espacio de nombres de arranque SAN.

   Para obtener información acerca de cómo activar el BIOS HBA, consulte la documentación específica de su proveedor.

3. Reinicie el host y verifique que el sistema operativo esté funcionando.

Paso 2: Instale el software RHEL y NVMe y verifique su configuración

Para configurar su host para NVMe-oF, debe instalar los paquetes de software de host y NVMe, habilitar rutas múltiples y verificar la configuración NQN de su host.

Pasos

1. Instalar RHEL 9.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel RHEL 9.x requerido:

```
uname -r
```

Ejemplo de versión del kernel RHEL:

```
5.14.0-611.5.1.el9_7.x86_64
```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

```
rpm -qa|grep nvme-cli
```

El siguiente ejemplo muestra un `nvme-cli` versión del paquete:

```
nvme-cli-2.13-1.el9.x86_64
```

3. Instale el `libnvme` paquete:

```
rpm -qa|grep libnvme
```

El siguiente ejemplo muestra un `libnvme` versión del paquete:

```
libnvme-1.13-1.el9.x86_64
```

4. En el host, verifique la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

El siguiente ejemplo muestra un `hostnqn` versión:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en el sistema de almacenamiento ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_188
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------
-------------------------------------------------
vs_188  Nvme1
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        Nvme10
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        Nvme11
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        Nvme12
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
48 entries were displayed.
```

Si el `hostnqn` Las cadenas no coinciden, utilice el `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` cadena en el subsistema del sistema de almacenamiento ONTAP correspondiente para que coincida con el `hostnqn` cadena de `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Paso 3: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   LPe36002-M64
   LPe36002-M64
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El comando devuelve las versiones del firmware:

   ```
   14.4.393.53, sli-4:6:d
   14.4.393.53, sli-4:6:d
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.4.0.9
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` se establece en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

El siguiente ejemplo muestra las identidades del puerto:

```
0x100000109bf044b1
0x100000109bf044b2
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b954518 WWNN x200000109b954518
DID x020700 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2022d039eaa7dfc8 WWNN x201fd039eaa7dfc8
DID x020b03 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2023d039eaa7dfc8 WWNN x201fd039eaa7dfc8
DID x020103 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000548 Cmpl 0000000548 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000001a68 Issue 0000000000001a68 OutIO
0000000000000000
        abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b954519 WWNN x200000109b954519
DID x020500 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2027d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x020b01 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000005ab Cmpl 00000005ab Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000086ce1 Issue 0000000000086ce2 OutIO
0000000000000001
        abort 0000009c noxri 00000000 nondlp 00000002 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000000b8 Err 000000b8

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2027d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x020b01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2011d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x020b02 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2002d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020b05 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME RPORT       WWPN x2026d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x021301 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2010d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x021302 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2001d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x021305 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000c186 Cmpl 000000c186 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000c348ca37 Issue 00000000c3344057 OutIO
fffffffffeb7620
        abort 0000815b noxri 000018b5 nondlp 00000116 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000915b Err 000c6091

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2028d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x020101 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2012d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x020102 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2003d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020105 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2029d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x022901 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2013d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x022902 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2004d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x022905 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000c186 Cmpl 000000c186 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000b5761af5 Issue 00000000b564b55e OutIO
fffffffffee9a69
        abort 000083d7 noxri 000016ea nondlp 00000195 qdepth
00000000 wqerr 00000002 err 00000000
FCP CMPL: xb 000094a4 Err 000c22e7
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Verifique que esté utilizando el controlador del adaptador y las versiones de firmware compatibles:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

   El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

```
QLE2872 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k
QLE2872 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

   La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

Pasos

1. Verifique que el puerto iniciador pueda obtener los datos de la página de registro de descubrimiento a través de los LIF NVMe/TCP compatibles:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.15 -a 192.168.30.48

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  8
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr:  192.168.31.49
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  7
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr:  192.168.31.48
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr:  192.168.30.49
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
```

```
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr:  192.168.30.48
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  8
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
38
traddr:  192.168.31.49
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  7
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
38
traddr:  192.168.31.48
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
```

```
38
traddr:  192.168.30.49
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
38
traddr:  192.168.30.48
eflags:  none
sectype: none
```

2. Verifique que las otras combinaciones de LIF de iniciador-destino NVMe/TCP puedan recuperar correctamente los datos de la página del registro de descubrimiento:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.15 -a 192.168.30.48
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.15 -a 192.168.30.49
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.15 -a 192.168.31.48
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.15 -a 192.168.31.49
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme  connect-all -t  tcp -w  192.168.30.15 -a  192.168.30.48
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.30.15   -a
192.168.30.49
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.31.15   -a
192.168.31.48
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.31.15   -a
192.168.31.49
```

A partir de RHEL 9.4, la configuración para NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` se establece automáticamente en "apagado". Como resultado:

- No hay límites en el número de reintentos (reintento indefinido).
- No es necesario configurar manualmente un elemento específico. `ctrl_loss_tmo timeout` Duración al utilizar el `nvme connect` o `nvme connect-all` comandos (opción -l).
- Los controladores NVMe/TCP no experimentan tiempos de espera en caso de una falla de ruta y permanecen conectados indefinidamente.

Paso 4: Opcionalmente, modifique la iopolicy en las reglas de udev

RHEL 9.6 establece la política de io predeterminada para NVMe-oF en `round-robin` . Si está utilizando RHEL 9.6 y desea cambiar la iopolicy a `queue-depth` , modifique el archivo de reglas de udev de la siguiente manera:

Pasos

1. Abra el archivo de reglas de udev en un editor de texto con privilegios de root:

   ```
   /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
   ```

2. Busque la línea que establece iopolicy para el controlador NetApp ONTAP , como se muestra en la siguiente regla de ejemplo:

   ```
   ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystype}=="nvm",
   ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
   ```

3. Modificar la regla para que `round-robin` se convierte `queue-depth` :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystype}=="nvm",
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

4. Recargue las reglas udev y aplique los cambios:

```
udevadm control --reload
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Verifique la iopolicy actual para su subsistema. Reemplace <subsistema>, por ejemplo, `nvme-subsys0` .

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
queue-depth.
```

La nueva iopolicy se aplica automáticamente a los dispositivos NetApp ONTAP Controller coincidentes. No es necesario reiniciar.

Paso 5: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.

3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 6: Verificar los servicios de arranque NVMe

El `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Servicios de arranque incluidos en NVMe/FC `nvme-cli` Los paquetes se habilitan automáticamente cuando se inicia el sistema.

Una vez finalizado el arranque, verifique que `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Los servicios de arranque están habilitados.

Pasos

1. Compruebe que `nvmf-autoconnect.service` está activado:

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
        Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-
autoconnect.service;  enabled; preset: disabled)

Active: inactive (dead) since Wed 2025-10-29 00:42:03 EDT; 6h ago
Main PID: 8487 (code=exited, status=0/SUCCESS)  CPU: 66ms

Oct 29 00:42:03 R650-14-188 systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot...
Oct 29 00:42:03 R650-14-188 systemd[1]: nvmf-autoconnect.service:
Deactivated successfully.
Oct 29 00:42:03 R650-14-188 systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot.
```

2. Compruebe que `nvmefc-boot-connections.service` está activado:

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
         Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; preset:enabled)
     Active: inactive (dead) since Wed 2025-10-29 00:41:51 EDT; 6h
ago
Main PID: 4652 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 13ms

Oct 29 00:41:51 R650-14-188 systemd[1]: Starting Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot...  Oct 29 00:41:51
R650-14-188 systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Deactivated
successfully.  Oct 29 00:41:51 R650-14-188 systemd[1]: Finished
Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
```

Paso 7: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Y
   ```

2. Verifique que las configuraciones NVMe-oF apropiadas (por ejemplo, el modelo establecido en NetApp ONTAP Controller y la política de equilibrio de carga establecida en round-robin) para los respectivos espacios de nombres ONTAP se muestren correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. Mostrar la política:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
queue-depth
queue-depth
```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node                                  Generic              SN
Model
------------------------------------------------------------------------
------------------
/dev/nvme100n1  /dev/ng100n1  81LJCJYaKOHhAAAAAAAf   NetApp ONTAP
Controller
Namespace Usage    Format             FW             Rev
------------------------------------------------------------
0x1                 1.19  GB /   5.37  GB    4 KiB + 0 B   9.18.1
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme100n1
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.3623e199617311f09257d039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
31
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:
4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f42563
               \
+- nvme199 fc   traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-
0x2010d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b1:pn-
0x100000109bf044b1 live optimized
+- nvme246 fc  traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-
0x2011d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b1:pn-
0x100000109bf044b1  live non-optimized
+- nvme249 fc  traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-
0x2013d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b2:pn-
0x100000109bf044b2 live optimized
+- nvme251 fc   traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-
0x2012d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b2:pn-
0x100000109bf044b2 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
1
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33
\
+- nvme0 tcp
traddr=192.168.30.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.30.15,
src_addr=192.168.30.15 live optimized
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.30.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.30.15,
src_addr=192.168.30.15 live non-optimized
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.31.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.31.15,
src_addr=192.168.31.15 live optimized
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.31.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.31.15,
src_addr=192.168.31.15 live non-optimized
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device          Vserver         Subsystem   Namespace Path
NSID
------------    --------        ----------- -----------------
----
/dev/nvme0n1    vs_iscsi_tcp    Nvme1       /vol/Nvmevol1/ns1
1
UUID                                        Size
----------------------------------------    -----
d8efef7d-4dde-447f-b50e-b2c009298c66    26.84GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme0n1",
      "Vserver":"vs_iscsi_tcp",
      " Subsystem":"Nvme1",
      "Namespace_Path":"/vol/Nvmevol1/ns1",
      "NSID":1,
      "UUID":"d8efef7d-4dde-447f-b50e-b2c009298c66",
      "LBA_Size":4096,
      "Namespace_Size":26843545600,
    },
]
}
```

Paso 8: Configurar la autenticación segura en banda

La autenticación segura en banda es compatible con NVMe/TCP entre un host RHEL 9.x y un controlador

ONTAP .

Cada host o controlador debe estar asociado con un `DH-HMAC-CHAP` Clave para configurar la autenticación segura. A `DH-HMAC-CHAP` La clave es una combinación del NQN del host o controlador NVMe y un secreto de autenticación configurado por el administrador. Para autenticar su par, un host o una controladora NVMe deben reconocer la clave asociada con el par.

Pasos

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI o un archivo JSON de configuración. Si necesita especificar diferentes claves dhchap para diferentes subsistemas, debe utilizar un archivo JSON de configuración.

CLI

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI.

1. Obtenga el NQN del host:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Genere la clave dhchap para el host RHEL 9.x.

   La siguiente salida describe el `gen-dhchap-key` parámetros del comando:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
•   -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize
the host key
•   -l length of the resulting key in bytes
•   -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1- SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
•   -n host NQN to use for key transformation
```

   En el siguiente ejemplo, se genera una clave dhchap aleatoria con HMAC establecido en 3 (SHA-512).

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3
DHHC-
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjD
WOo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
```

3. En la controladora ONTAP, añada el host y especifique ambas claves dhchap:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

4. Un host admite dos tipos de métodos de autenticación: Unidireccional y bidireccional. En el host, conéctese a la controladora ONTAP y especifique claves dhchap según el método de autenticación elegido:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valide el `nvme connect authentication` comando mediante la verificación de las claves dhchap de host y controladora:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración unidireccional

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
   DHHC-1:01:hhdIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:
   DHHC-1:01:hhdIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:
   DHHC-1:01:hhdIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:
   DHHC-1:01:hhdIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:
   ```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
   subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración bidireccional

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys*/nvme*/dhchap_ctrl_secret

   DHHC-
   1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y
   gJgjm0VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
   DHHC-
   1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y
   gJgjm0VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
   DHHC-
   1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y
   gJgjm0VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
   DHHC-
   1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y
   gJgjm0VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
   ```

JSON

Cuando hay varios subsistemas NVMe disponibles en el controlador ONTAP , puede utilizar el `/etc/nvme/config.json` archivo con el `nvme connect-all` dominio.

Utilice el `-o` Opción para generar el archivo JSON. Consulte las páginas del manual de NVMe connect-all para obtener más opciones de sintaxis.

1. Configurar el archivo JSON.

> En el siguiente ejemplo, `dhchap_key` corresponde a `dhchap_secret` y `dhchap_ctrl_key` corresponde a `dhchap_ctrl_secret` .

Muestra el ejemplo

```
cat /etc/nvme/config.json
[
{
  "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-
804b-b5c04f444d33",
  "hostid":"4c4c4544-0035-5910-804b-b5c04f444d33",
  "dhchap_key":"DHHC-
1:01:GhgaLS+0h0W/IxKhSa0iaMHg17SOHRTzBduPzoJ6LKEJs3/f:",
  "subsystems":[
        {
          "nqn":"nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys",
          "ports":[
              {
                  "transport":"tcp",
                    "traddr":"192.168.30.44",
                  "host_traddr":"192.168.30.15",
                  "trsvcid":"4420",
                  "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/
XG8iGcRtBCdm3
fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:"
              },
              {
                  "transport":"tcp",
                  "traddr":"192.168.30.45"
                  "host_traddr":"192.168.30.15",
                  "trsvcid":"4420",
                  "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/
XG8iGcRtBCdm3
fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:"
              },
              {
                  "transport":"tcp",
                 "traddr":"192.168.31.44",
                  "host_traddr":"192.168.31.15",
                  "trsvcid":"4420",
                  "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
                  1:03:
GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/XG8iG
c
RtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:"                                  },
```

```
 {
                  "transport":"tcp",
                  "traddr":"192.168.31.45",
                  "host_traddr":"192.168.31.15",
                  "trsvcid":"4420",
                  "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
                  1:03:
GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/XG8iG
cRtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:"
              }
        ]
  ]
}
]
```

2. Conéctese a la controladora ONTAP mediante el archivo JSON de configuración:

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Muestra el ejemplo

```
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.30.44,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.31.44,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.30.45,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.31.45,trsvcid=4420
```

3. Verifique que se hayan activado los secretos dhchap para las respectivas controladoras de cada subsistema:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys96/nvme96/dhchap_secret
   ```

   El siguiente ejemplo muestra una clave dhchap:

   ```
   DHHC-1:01:hhdIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:
   ```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys96/nvme96/dhchap_ctrl_secret
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
DHHC-
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00ygJgjm0
VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
```

Paso 9: Revise los problemas conocidos

Estos son los problemas conocidos:

ID de error de NetApp	Título	Descripción
1503468	En RHEL 9.1, el `nvme list-subsys` El comando devuelve una lista repetida de controladores NVME para un subsistema determinado	El `nvme list-subsys` El comando devuelve una lista de controladores NVMe para un subsistema determinado. En RHEL 9.1, este comando muestra los controladores con su estado ANA para todos los espacios de nombres del subsistema. Dado que el estado de ANA es un atributo por espacio de nombres, el comando debe mostrar entradas de controlador únicas con el estado de la ruta para cada espacio de nombres.

ID de error de NetApp	Título	Descripción
"1479047"	Los hosts NVMe-oF de RHEL 9.0 crean controladores de descubrimiento persistente (PDC) duplicados	En hosts NVMe-oF, puede utilizar el comando `nvme discover -p` para crear CDP. Cuando se utiliza este comando, solo se debe crear un PDC por combinación iniciador-destino. Sin embargo, si está ejecutando Oracle Linux 8x con un host NVMe-oF, se crea un PDC duplicado cada vez que se ejecuta `nvme discover -p`. Esto genera un uso innecesario de recursos tanto en el host como en el destino.

Configurar RHEL 8.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP

Los hosts Red Hat Enterprise Linux (RHEL) admiten los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para RHEL 8.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y características de RHEL ONTAP".

NVMe-oF con RHEL 8.x tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- Actualmente no se admite el arranque SAN mediante el protocolo NVMe-oF.
- La multiruta NVMe dentro del kernel está deshabilitada de manera predeterminada en los hosts NVMe-oF en RHEL 8.x; debe habilitarla manualmente.
- NVMe/TCP está disponible como una versión preliminar de tecnología debido a problemas conocidos.

Paso 1: Opcionalmente, habilite el arranque SAN

Puede configurar su host para utilizar el arranque SAN para simplificar la implementación y mejorar la escalabilidad. Utilice el"Herramienta de matriz de interoperabilidad" para verificar que su sistema operativo Linux, el adaptador de bus de host (HBA), el firmware del HBA, el BIOS de arranque del HBA y la versión de ONTAP admitan el arranque SAN.

Pasos

1. "Cree un espacio de nombres NVMe y asígnelo al host" .
2. Habilite el arranque SAN en el BIOS del servidor para los puertos a los que está asignado el espacio de nombres de arranque SAN.

   Para obtener información acerca de cómo activar el BIOS HBA, consulte la documentación específica de su proveedor.

3. Reinicie el host y verifique que el sistema operativo esté funcionando.

Paso 2: Instale el software RHEL y NVMe y verifique su configuración

Para configurar su host para NVMe-oF, debe instalar los paquetes de software de host y NVMe, habilitar rutas múltiples y verificar la configuración NQN de su host.

Pasos

1. Instalar RHEL 8.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel RHEL 8.x requerido:

   ```
   uname -r
   ```

   Ejemplo de versión del kernel RHEL:

   ```
   4.18.0-553.el8_10.x86_64
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

   ```
   rpm -qa|grep nvme-cli
   ```

   El siguiente ejemplo muestra una versión del paquete nvme-cli:

   ```
   nvme-cli-1.16-9.el8.x86_64
   ```

3. Instale el `libnvme` paquete:

   ```
   rpm -qa|grep libnvme
   ```

   El siguiente ejemplo muestra una versión del paquete libnvme:

   ```
   libnvme-1.4-3.el8.x86_64
   ```

4. Habilitar multivía en el kernel NVMe:

   ```
   grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
   4.18.0-553.el8_10.x86_64
   ```

5. En el host RHEL 8.x, verifique la `hostnqn` cuerda en `/etc/nvme/hostnqn` :

   ```
   cat /etc/nvme/hostnqn
   ```

El siguiente ejemplo muestra una `hostnqn` versión:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132
```

6. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en el sistema de almacenamiento ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fcnvme_141
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver     Subsystem          Host NQN
----------- ---------------
------------------------------------------------------------
vs_25_2742   rhel_101_QLe2772    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:546399fc-160f-11e5-89aa-98be942440ca
```

Si el `hostnqn` Las cadenas no coinciden, utilice el `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` cadena en el subsistema del sistema de almacenamiento ONTAP correspondiente para que coincida con el `hostnqn` cadena de `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

7. Reinicie el host.

Para ejecutar tráfico NVMe y SCSI en el mismo host, NetApp recomienda utilizar la ruta múltiple NVMe en el kernel para espacios de nombres ONTAP y dm-multipath para LUN ONTAP . Para evitar que dm-multipath reclame dispositivos de espacio de nombres ONTAP , exclúyalos agregando el `enable_foreign` Ajuste a la `/etc/multipath.conf` archivo:

```
cat /etc/multipath.conf
defaults {
        enable_foreign     NONE
}
```

Paso 3: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   LPe32002-M2
   LPe32002-M2
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
   Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El comando devuelve las versiones del firmware:

   ```
   14.2.539.21, sli-4:2:c
   14.2.539.21, sli-4:2:c
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.0.0.21
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` se establece en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Deberías ver una salida similar a:

```
0x10000090fae0ec88
0x10000090fae0ec89
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x211ad039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x021302 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x211cd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x020b02 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001ff Cmpl 00000001ff Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000001330ec7 Issue 0000000001330ec9 OutIO
0000000000000002
        abort 00000330 noxri 00000000 nondlp 0000000b qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000354 Err 00000361

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x211bd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x022902 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x211dd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x020102 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001ff Cmpl 00000001ff Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000012ec220 Issue 00000000012ec222 OutIO
0000000000000002
        abort 0000033b noxri 00000000 nondlp 00000085 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000368 Err 00000382
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Verifique que esté utilizando el controlador del adaptador y las versiones de firmware compatibles:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

```
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

Pasos

1. Verifique que el puerto iniciador pueda obtener los datos de la página de registro de descubrimiento a través de los LIF NVMe/TCP compatibles:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified.
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a1b2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:discovery
traddr:  192.168.1.25
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified.
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a1b2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:discovery
traddr:  192.168.2.26
sectype: none
```

2. Compruebe que las otras combinaciones de LIF iniciador-objetivo NVMe/TCP puedan recuperar correctamente los datos de la página del registro de detección:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme  discover  -t  tcp  -w 192.168.2.31  -a 192.168.2.25
nvme  discover  -t  tcp  -w 192.168.1.31  -a 192.168.1.24
nvme  discover  -t  tcp  -w 192.168.2.31  -a 192.168.2.26
nvme  discover  -t  tcp  -w 192.168.1.31  -a 192.168.1.25
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25 -l 1800
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24 -l 1800
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.26 -l 1800
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25 -l 1800
```

Paso 4: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

   ```
   cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
   ```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
   ```

Paso 5: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Y
```

2. Compruebe que la configuración NVMe-oF adecuada (como, por ejemplo, el modelo configurado en la controladora NetApp ONTAP y la política de balanceo de carga establecida en round-robin) en los respectivos espacios de nombres de ONTAP se reflejen correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   NetApp ONTAP Controller
   NetApp ONTAP Controller
   ```

   b. Mostrar la política:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

```
round-robin
round-robin
```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node         SN                   Model
-------------------------------------------------------
/dev/nvme4n1 81Ix2BVuekWcAAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller


Namespace Usage    Format             FW             Rev
-------------------------------------------------------------
1                 21.47 GB / 21.47 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

```
nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Mostrar ejemplo de NVMe/FC

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0cd9ee0dc0ec11ee8e7fd039ea9e8ae9:subsystem.nvme
\
 +- nvme1 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2086d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live non-
optimized
 +- nvme2 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2016d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live
optimized
 +- nvme3 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2081d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live non-
optimized
 +- nvme4 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2087d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live
optimized
```

Mostrar ejemplo de NVMe/TCP

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a1b2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:subsystem.nvme_tcp
_1
\
 +- nvme0 tcp traddr=192.168.2.26 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.2.31 live non-optimized
 +- nvme1 tcp traddr=192.168.2.25 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.2.31 live optimized
 +- nvme2 tcp traddr=192.168.1.25 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.1.31 live non-optimized
 +- nvme3 tcp traddr=192.168.1.24 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.1.31 live optimized
```

5. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node         SN                   Model
------------------------------------------------------------
/dev/nvme4n1 81Ix2BVuekWcAAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller


Namespace Usage    Format             FW             Rev
------------------------------------------------------------
1                 21.47 GB / 21.47 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

6. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device        Vserver       Namespace Path
-----------------------------------------------------
/dev/nvme0n1  tcpiscsi_129  /vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns



NSID       UUID                                   Size
-------------------------------------------------------------
1          05c2c351-5d7f-41d7-9bd8-1a56c            21.47GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "tcpiscsi_129",
      "Namespace Path”: /vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns ",
      "NSID": 1,
      "UUID": " 05c2c351-5d7f-41d7-9bd8-1a56c160c80b ",
      "Size2: "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

Paso 6: Revise los problemas conocidos

Estos son los problemas conocidos:

ID de error de NetApp	Título	Descripción
"1479047"	Los hosts RHEL 8.x NVMe-oF crean controladores de descubrimiento persistentes (PDC) duplicados	En los hosts NVMe-oF, puede utilizar el comando "nvme discover -p" para crear PDC. Cuando se utiliza este comando, solo se debe crear un PDC por combinación iniciador-destino. Sin embargo, si está ejecutando RHEL 8.x en un host NVMe-oF, se crea un PDC duplicado cada vez que se ejecuta "nvme discover -p". Esto genera un uso innecesario de recursos tanto en el host como en el destino.

Linux rocoso

Obtenga información sobre la compatibilidad y las características de ONTAP para Rocky Linux

Las características compatibles con la configuración del host con NVMe over Fabrics (NVMe-oF) varían según su versión de ONTAP y Rocky Linux.

Característica	Versión del host Rocky Linux	Versión ONTAP
Se admite la autenticación segura en banda a través de NVMe/TCP entre un host RHEL y un controlador ONTAP	9.3 o posterior	9.12.1 o posterior
NVMe/TCP proporciona espacios de nombres utilizando el protocolo nativo `nvme-cli` paquete	8.2 o posterior	9.10.1 o posterior
NVMe/TCP es una función empresarial totalmente compatible	9.0 o posterior	9.10.1 o posterior
Se admite el tráfico NVMe y SCSI en el mismo host mediante NVMe multipath para espacios de nombres NVMe-oF y dm-multipath para LUN SCSI	8.2 o posterior	9.4 o posterior

ONTAP admite las siguientes funciones de host SAN independientemente de la versión de ONTAP que se ejecute en la configuración de su sistema.

Característica	Versión del host Rocky Linux
La multirruta nativa de NVMe está habilitada de forma predeterminada	10.0 o posterior
El arranque SAN se habilita mediante el protocolo NVMe/FC	9.4 o posterior
El `nvme-cli` El paquete incluye scripts de conexión automática que eliminan la necesidad de scripts de terceros.	8.2 o posterior

Característica	Versión del host Rocky Linux
La regla nativa udev en el paquete `nvme-cli` proporciona equilibrio de carga round-robin para multipathing NVMe	8.2 o posterior

Para obtener detalles sobre las configuraciones admitidas, consulte la"Herramienta de matriz de interoperabilidad" .

¿Qué sigue?

Si tu versión de Rocky Linux es ..	Conozca más sobre..
Serie 10	"Configuración de NVMe para Rocky Linux 10.x"
Serie 9	"Configuración de NVMe para Rocky Linux 9.x"
Serie 8	"Configuración de NVMe para Rocky Linux 8.x"

Información relacionada

"Obtenga información sobre la gestión de protocolos NVMe"

Configurar Rocky Linux 10.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP

Los hosts Rocky Linux admiten los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para Rocky Linux 10.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y características de Rocky Linux ONTAP".

NVMe-oF con Rocky Linux 10.x tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- El `nvme disconnect-all` El comando desconecta los sistemas de archivos raíz y de datos y podría provocar inestabilidad del sistema. No emita esto en sistemas que arrancan desde SAN a través de espacios de nombres NVMe-TCP o NVMe-FC.

Paso 1: Opcionalmente, habilite el arranque SAN

Puede configurar su host para utilizar el arranque SAN para simplificar la implementación y mejorar la escalabilidad. Utilice el"Herramienta de matriz de interoperabilidad" para verificar que su sistema operativo Linux, el adaptador de bus de host (HBA), el firmware del HBA, el BIOS de arranque del HBA y la versión de ONTAP admitan el arranque SAN.

Pasos

1. "Cree un espacio de nombres NVMe y asígnelo al host" .
2. Habilite el arranque SAN en el BIOS del servidor para los puertos a los que está asignado el espacio de nombres de arranque SAN.

   Para obtener información acerca de cómo activar el BIOS HBA, consulte la documentación específica de su proveedor.

3. Reinicie el host y verifique que el sistema operativo esté funcionando.

Paso 2: Instale el software Rocky Linux y NVMe y verifique su configuración

Para configurar su host para NVMe-oF, debe instalar los paquetes de software de host y NVMe, habilitar rutas múltiples y verificar la configuración NQN de su host.

Pasos

1. Instalar Rocky Linux 10.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel Rocky Linux 10.x requerido:

   ```
   uname -r
   ```

   Ejemplo de versión del kernel de Rocky Linux:

   ```
   6.12.0-55.9.1.el10_0.x86_64
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

   ```
   rpm -qa|grep nvme-cli
   ```

   El siguiente ejemplo muestra un `nvme-cli` versión del paquete:

   ```
   nvme-cli-2.11-5.el10.x86_64
   ```

3. Instale el `libnvme` paquete:

   ```
   rpm -qa|grep libnvme
   ```

   El siguiente ejemplo muestra un `libnvme` versión del paquete:

   ```
   libnvme-1.11.1-1.el10.x86_64
   ```

4. En el host, verifique la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn` :

   ```
   cat /etc/nvme/hostnqn
   ```

   El siguiente ejemplo muestra una `hostnqn` valor:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en la matriz ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_194_rockylinux10
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------
-------------------------------------------------
vs_nvme_194_rockylinux10
        nvme4
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
        nvme_1
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
        nvme_2
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
        nvme_3
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
4 entries were displayed.
```

Si el `hostnqn` Las cadenas no coinciden, utilice el `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` cadena en el subsistema del sistema de almacenamiento ONTAP correspondiente para que coincida con el `hostnqn` cadena de `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Paso 3: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   LPe36002-M64
   LPe36002-M64
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El comando devuelve las versiones del firmware:

   ```
   14.0.539.16, sli-4:6:d
   14.0.539.16, sli-4:6:d
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.4.0.6
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` se establece en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Deberías ver una salida similar a:

```
0x2100f4c7aa0cd7c2
0x2100f4c7aa0cd7c3
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x202fd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x021310 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x202dd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020b10 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000810 Cmpl 0000000810 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007b098f07 Issue 000000007aee27c4 OutIO
fffffffffe498bd
        abort 000013b4 noxri 00000000 nondlp 00000058 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000013b4 Err 00021443

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2033d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020110 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2032d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x022910 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000840 Cmpl 0000000840 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007afd4434 Issue 000000007ae31b83 OutIO
fffffffffe5d74f
        abort 000014a5 noxri 00000000 nondlp 0000006a qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014a5 Err 0002149a
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Verifique que esté utilizando el controlador del adaptador y las versiones de firmware compatibles:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

```
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

Pasos

1. Verifique que el puerto iniciador pueda obtener los datos de la página de registro de descubrimiento a través de los LIF NVMe/TCP compatibles:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.1 -a 192.168.20.20

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr:  192.168.21.21
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr:  192.168.20.21
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr:  192.168.21.20
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
```

```
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr:  192.168.20.20
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
ylinux10_tcp_subsystem
traddr:  192.168.21.21
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
ylinux10_tcp_subsystem
traddr:  192.168.20.21
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
```

```
ylinux10_tcp_subsystem
traddr:  192.168.21.20
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
ylinux10_tcp_subsystem
traddr:  192.168.20.20
eflags:  none
sectype: none
```

2. Verifique que las otras combinaciones de LIF de iniciador-destino NVMe/TCP puedan recuperar correctamente los datos de la página del registro de descubrimiento:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.1 -a 192.168.20.20
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.1 -a 192.168.21.20
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.1 -a 192.168.20.21
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.1 -a 192.168.21.21
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.20.1    -a
192.168.20.20
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.21.1    -a
192.168.21.20
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.20.1    -a
192.168.20.21
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.21.1    -a
192.168.21.21
```

A partir de Rocky Linux 9.4, la configuración para NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` se establece automáticamente en "apagado". Como resultado:

- No hay límites en el número de reintentos (reintento indefinido).
- No es necesario configurar manualmente un elemento específico. `ctrl_loss_tmo timeout` Duración al utilizar el `nvme connect` o `nvme connect-all` comandos (opción -l).
- Los controladores NVMe/TCP no experimentan tiempos de espera en caso de una falla de ruta y permanecen conectados indefinidamente.

Paso 4: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

   ```
   cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
   ```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 5: Verificar los servicios de arranque NVMe

El `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Servicios de arranque incluidos en NVMe/FC `nvme-cli` Los paquetes se habilitan automáticamente cuando se inicia el sistema.

Una vez finalizado el arranque, verifique que `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Los servicios de arranque están habilitados.

Pasos

1. Compruebe que `nvmf-autoconnect.service` está activado:

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-
autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
     Active: inactive (dead)

Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot...
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]: nvmf-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot.
```

2. Compruebe que `nvmefc-boot-connections.service` está activado:

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Tue 2025-06-10 01:08:36 EDT; 2h
59min ago
   Main PID: 7090 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 30ms

Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Starting Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: nvmefc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Finished Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Paso 6: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Y
   ```

2. Compruebe que la configuración NVMe-oF adecuada (como, por ejemplo, el modelo configurado en la controladora NetApp ONTAP y la política de balanceo de carga establecida en round-robin) en los respectivos espacios de nombres de ONTAP se reflejen correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. Mostrar la política:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
round-robin
round-robin
```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node         SN                   Model
------------------------------------------------------------
/dev/nvme4n1 81Ix2BVuekWcAAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller


Namespace Usage    Format             FW             Rev
------------------------------------------------------------
1                 21.47 GB / 21.47 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme5n1
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys5 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f7565b15a66911ef9668d039ea951c46:subsystem.nvme
1
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0056-5410-8048-c7c04f425633
\
 +- nvme126 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-
0x2038d039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c3 live optimized
 +- nvme176 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-
0x2037d039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c2 live optimized
 +- nvme5 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-
0x2039d039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c2 live non-optimized
 +- nvme71 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-
0x203ad039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c3 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n2
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.nvme
4
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0035-5910-804b-c2c04f444d33
\
+- nvme102 tcp
traddr=192.168.21.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.1,src_a
ddr=192.168.21.1 live non-optimized
+- nvme151 tcp
traddr=192.168.21.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.1,src_a
ddr=192.168.21.1 live optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.20.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.1,src_a
ddr=192.168.20.1 live non-optimized
+- nvme53 tcp
traddr=192.168.20.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.1,src_a
ddr=192.168.20.1 live optimized
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device        Vserver   Namespace Path
---------------------- ------------------------------------
/dev/nvme10n1     vs_tcp_rockylinux10       /vol/vol10/ns10

NSID       UUID                                   Size
---------------------- ------------------------------------
1    bbf51146-fc64-4197-b8cf-8a24f6f359b3   21.47GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme10n1",
      "Vserver":"vs_tcp_rockylinux10",
      "Namespace_Path":"/vol/vol10/ns10",
      "NSID":1,
      "UUID":"bbf51146-fc64-4197-b8cf-8a24f6f359b3",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
}
]
    }
```

Paso 7: Configurar la autenticación segura en banda

La autenticación segura en banda es compatible con NVMe/TCP entre un host Rocky Linux 10.x y un controlador ONTAP .

Cada host o controlador debe estar asociado con un `DH-HMAC-CHAP` Clave para configurar la autenticación segura. A `DH-HMAC-CHAP` La clave es una combinación del NQN del host o controlador NVMe y un secreto de autenticación configurado por el administrador. Para autenticar su par, un host o una controladora NVMe deben reconocer la clave asociada con el par.

Pasos

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI o un archivo JSON de configuración. Si necesita especificar diferentes claves dhchap para diferentes subsistemas, debe utilizar un archivo JSON de configuración.

CLI

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI.

1. Obtenga el NQN del host:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Genere la clave dhchap para el host Rocky Linux 10.x.

   La siguiente salida describe el `gen-dhchap-key` parámetros del comando:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
•   -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize
the host key
•   -l length of the resulting key in bytes
•   -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1- SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
•   -n host NQN to use for key transformation
```

   En el siguiente ejemplo, se genera una clave dhchap aleatoria con HMAC establecido en 3 (SHA-512).

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f444d33
DHHC-
1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia1aKDKJQ2o53pX3wYM9
xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:
```

3. En la controladora ONTAP, añada el host y especifique ambas claves dhchap:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

4. Un host admite dos tipos de métodos de autenticación: Unidireccional y bidireccional. En el host, conéctese a la controladora ONTAP y especifique claves dhchap según el método de autenticación elegido:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valide el `nvme connect authentication` comando mediante la verificación de las claves dhchap de host y controladora:
   a. Verifique las claves dhchap del host:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
```

Mostrar ejemplo de salida para una configuración unidireccional

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
DHHC-
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b
il2WR09XDho/ld3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:
DHHC-
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b
il2WR09XDho/ld3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:
DHHC-
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b
il2WR09XDho/ld3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:
DHHC-
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b
il2WR09XDho/ld3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:
```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Mostrar ejemplo de salida para una configuración bidireccional

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:

DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:

DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:

DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:
```

JSON

Cuando hay varios subsistemas NVMe disponibles en el controlador ONTAP , puede utilizar el `/etc/nvme/config.json` archivo con el `nvme connect-all` dominio.

Utilice el `-o` Opción para generar el archivo JSON. Consulte las páginas del manual de NVMe connect-all para obtener más opciones de sintaxis.

1. Configurar el archivo JSON.

> En el siguiente ejemplo, `dhchap_key` corresponde a `dhchap_secret` y `dhchap_ctrl_key` corresponde a `dhchap_ctrl_secret` .

Muestra el ejemplo

```
cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-
5910-804b-c2c04f444d33",
    "hostid":"4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f444d33",
    "dhchap_key":"DHHC-
1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia1aKDKJQ2o53pX3
wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:",
    "subsystems":[
      {
        "nqn":"nqn.1992-
08.com.netapp:sn.127ade26168811f0a50ed039eab69ad3:subsystem.inba
nd_unidirectional",
        "ports":[
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.20.17",
            "host_traddr":"192.168.20.1",
            "trsvcid":"4420"
          },
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.20.18",
            "host_traddr":"192.168.20.1",
            "trsvcid":"4420"
          },
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.21.18",
            "host_traddr":"192.168.21.1",
            "trsvcid":"4420"
          },
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.21.17",
            "host_traddr":"192.168.21.1",
            "trsvcid":"4420"
}
]
```

2. Conéctese a la controladora ONTAP mediante el archivo JSON de configuración:

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Muestra el ejemplo

```
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
```

3. Verifique que los secretos dhchap se hayan habilitado para los controladores respectivos de cada subsistema.

   a. Verifique las claves dhchap del host:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
   ```

   El siguiente ejemplo muestra una clave dhchap:

   ```
   DHHC-1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia1
   aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:
   ```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
DHHC-1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jT
mzEKUbcWu26I33b93bil2WR09XDho/ld3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:
```

Paso 8: Revise los problemas conocidos

No hay problemas conocidos.

Configurar Rocky Linux 9.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP

Los hosts Rocky Linux admiten los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para Rocky Linux 9.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y características de Rocky Linux ONTAP".

NVMe-oF con Rocky Linux 9.x tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- El `nvme disconnect-all` El comando desconecta los sistemas de archivos raíz y de datos y podría provocar inestabilidad del sistema. No emita esto en sistemas que arrancan desde SAN a través de espacios de nombres NVMe-TCP o NVMe-FC.

Paso 1: Opcionalmente, habilite el arranque SAN

Puede configurar su host para utilizar el arranque SAN para simplificar la implementación y mejorar la escalabilidad. Utilice el"Herramienta de matriz de interoperabilidad" para verificar que su sistema operativo Linux, el adaptador de bus de host (HBA), el firmware del HBA, el BIOS de arranque del HBA y la versión de ONTAP admitan el arranque SAN.

Pasos

1. "Cree un espacio de nombres NVMe y asígnelo al host" .
2. Habilite el arranque SAN en el BIOS del servidor para los puertos a los que está asignado el espacio de nombres de arranque SAN.

   Para obtener información acerca de cómo activar el BIOS HBA, consulte la documentación específica de su proveedor.

3. Reinicie el host y verifique que el sistema operativo esté funcionando.

Paso 2: Instale el software Rocky Linux y NVMe y verifique su configuración

Para configurar su host para NVMe-oF, debe instalar los paquetes de software de host y NVMe, habilitar rutas múltiples y verificar la configuración NQN de su host.

Pasos

1. Instalar Rocky Linux 9.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel Rocky Linux 9.x requerido:

```
uname -r
```

Ejemplo de versión del kernel de Rocky Linux:

```
5.14.0-570.12.1.el9_6.x86_64
```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

```
rpm -qa|grep nvme-cli
```

El siguiente ejemplo muestra una versión del paquete nvme-cli:

```
nvme-cli-2.11-5.el9.x86_64
```

3. Instale el `libnvme` paquete:

```
rpm -qa|grep libnvme
```

El siguiente ejemplo muestra un `libnvme` versión del paquete:

```
libnvme-1.11.1-1.el9.x86_64
```

4. En el host Rocky Linux, verifique la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

El siguiente ejemplo muestra un `hostnqn` versión:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en la matriz ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------
-------------------------------------------------
vs_coexistence_LPE36002
        nvme
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        nvme_1
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        nvme_2
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        nvme_3
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
4 entries were displayed.
```

Si la `hostnqn` las cadenas no coinciden, utilice `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` En el subsistema de cabina ONTAP correspondiente de que coincida con `hostnqn` cadena desde `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Paso 3: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   LPe36002-M64
   LPe36002-M64
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El comando devuelve las versiones del firmware:

   ```
   14.0.539.16, sli-4:6:d
   14.0.539.16, sli-4:6:d
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.4.0.6
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` se establece en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

El siguiente ejemplo muestra las identidades del puerto:

```
0x2100f4c7aa0cd7c2
0x2100f4c7aa0cd7c3
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b954518 WWNN x200000109b954518
DID x000000 ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000000 Cmpl 0000000000 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000000000 Issue 0000000000000000 OutIO
0000000000000000
          abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b954519 WWNN x200000109b954519
DID x020500 ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000000 Cmpl 0000000000 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000000000 Issue 0000000000000000 OutIO
0000000000000000
         abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200bd039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x021319 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2155d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x02130f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2001d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x021310 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200dd039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x020b15 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2156d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x020b0d TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2003d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020b10 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000003049 Cmpl 0000003049 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000018f9450b Issue 0000000018f5de57 OutIO
fffffffffffc994c
          abort 000036d3 noxri 00000313 nondlp 00000c8d qdepth
00000000 wqerr 00000064 err 00000000
FCP CMPL: xb 000036d1 Err 000fef0f

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2062d039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x022915 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2157d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x02290f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2002d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x022910 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2065d039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x020119 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2158d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x02010d TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2004d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020110 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000002f2c Cmpl 0000002f2c Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001aaf3eb5 Issue 000000001aab4373 OutIO
fffffffffffc04be
          abort 000035cc noxri 0000038c nondlp 000009e3 qdepth
00000000 wqerr 00000082 err 00000000
FCP CMPL: xb 000035cc Err 000fcfc0
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Verifique que esté utilizando el controlador del adaptador y las versiones de firmware compatibles:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

```
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. Debe realizar manualmente las operaciones de conexión NVMe/TCP o de conexión total para descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP.

Pasos

1. Verifique que el puerto iniciador pueda obtener los datos de la página de registro de descubrimiento a través de los LIF NVMe/TCP compatibles:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24

Discovery Log Number of Records 20, Generation counter 25
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.2.25
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.1.25
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.2.24
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
```

```
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.1.24
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_NONE_1_3
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_NONE_1_4
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
```

```
Unidirectional_DHCP_NONE_1_5
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_2_2
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_2_3
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_2_5
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
```

```
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_2_2
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_2_3
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_2_3
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_4
```

```
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_5
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_6
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 16======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_7
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 17======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
```

```
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_8
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 18======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 19======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_9
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
```

2. Verifique que las otras combinaciones de LIF de iniciador-destino NVMe/TCP puedan obtener correctamente los datos de la página de registro de descubrimiento:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.1.31    -a  192.168.1.24
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.2.31    -a  192.168.2.24
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.1.31    -a  192.168.1.25
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.2.31    -a  192.168.2.25
```

A partir de Rocky Linux 9.4, la configuración para NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` se establece automáticamente en "apagado". Como resultado:

- No hay límites en el número de reintentos (reintento indefinido).
- No es necesario configurar manualmente un elemento específico. `ctrl_loss_tmo timeout` Duración al utilizar el `nvme connect` o `nvme connect-all` comandos (opción -l).
- Los controladores NVMe/TCP no experimentan tiempos de espera en caso de una falla de ruta y permanecen conectados indefinidamente.

Paso 4: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 5: Verificar los servicios de arranque NVMe

El `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Servicios de arranque incluidos en NVMe/FC `nvme-cli` Los paquetes se habilitan automáticamente cuando se inicia el sistema.

Una vez finalizado el arranque, verifique que `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Los servicios de arranque están habilitados.

Pasos

1. Compruebe que `nvmf-autoconnect.service` está activado:

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-
autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
     Active: inactive (dead)

Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot...
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]: nvmf-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot.
```

2. Compruebe que `nvmefc-boot-connections.service` está activado:

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Tue 2025-06-10 01:08:36 EDT; 2h
59min ago
   Main PID: 7090 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 30ms

Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Starting Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: nvmefc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Finished Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Paso 6: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Y
   ```

2. Compruebe que la configuración NVMe-oF adecuada (como, por ejemplo, el modelo configurado en la controladora NetApp ONTAP y la política de balanceo de carga establecida en round-robin) en los respectivos espacios de nombres de ONTAP se reflejen correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
      ```

Debe ver la siguiente salida:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. Mostrar la política:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
round-robin
round-robin
```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node         SN                   Model
------------------------------------------------------------
/dev/nvme4n1 81Ix2BVuekWcAAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller


Namespace Usage    Format             FW             Rev
------------------------------------------------------------
1                 21.47 GB / 21.47 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n5
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.3a5d31f5502c11ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_1
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-
216d-
11ec-b7bb-7ed30a5482c3
iopolicy=round-robin\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2088d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-
0x21000024ff752e6d live optimized
+- nvme12 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x208ad039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-
0x21000024ff752e6d live non-optimized
+- nvme10 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2087d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-
0x21000024ff752e6c live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2083d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-
0x21000024ff752e6c live optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys5 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme13 tcp
traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live optimized
+- nvme14 tcp
traddr=192.168.2.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live non-optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.1.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live non-optimized
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device        Vserver   Namespace Path
---------------------- ------------------------------
/dev/nvme1n1     linux_tcnvme_iscsi
/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns

NSID       UUID                                   Size
--------------------------------------------------------------
1    5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6   21.47GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme1n1",
      "Vserver":"linux_tcnvme_iscsi",
      "Namespace_Path":"/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns",
      "NSID":1,
      "UUID":"5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    },
]
}
```

Paso 7: Configurar la autenticación segura en banda

La autenticación segura en banda es compatible con NVMe/TCP entre un host Rocky Linux 9x y un controlador ONTAP .

Cada host o controlador debe estar asociado con un `DH-HMAC-CHAP` Clave para configurar la autenticación segura. A `DH-HMAC-CHAP` La clave es una combinación del NQN del host o controlador NVMe y un secreto de autenticación configurado por el administrador. Para autenticar su par, un host o una controladora NVMe deben reconocer la clave asociada con el par.

Pasos

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI o un archivo JSON de configuración. Si necesita especificar diferentes claves dhchap para diferentes subsistemas, debe utilizar un archivo JSON de configuración.

CLI

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI.

1. Obtenga el NQN del host:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Genere la clave dhchap para el host Rocky Linux 9.x.

   La siguiente salida describe el `gen-dhchap-key` parámetros del comando:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
•   -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize
the host key
•   -l length of the resulting key in bytes
•   -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1- SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
•   -n host NQN to use for key transformation
```

   En el siguiente ejemplo, se genera una clave dhchap aleatoria con HMAC establecido en 3 (SHA-512).

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3
DHHC-
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjD
WOo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
```

3. En la controladora ONTAP, añada el host y especifique ambas claves dhchap:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

4. Un host admite dos tipos de métodos de autenticación: Unidireccional y bidireccional. En el host, conéctese a la controladora ONTAP y especifique claves dhchap según el método de autenticación elegido:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valide el `nvme connect authentication` comando mediante la verificación de las claves dhchap de host y controladora:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración unidireccional

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
   DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:
   DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:
   DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:
   DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:
   ```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
   subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración bidireccional

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
   DHHC-
   1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMp
   zhmyjDWOo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
   DHHC-
   1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMp
   zhmyjDWOo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
   DHHC-
   1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMp
   zhmyjDWOo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
   DHHC-
   1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMp
   zhmyjDWOo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
   ```

JSON

Cuando hay varios subsistemas NVMe disponibles en el controlador ONTAP , puede utilizar el `/etc/nvme/config.json` archivo con el `nvme connect-all` dominio.

Utilice el `-o` Opción para generar el archivo JSON. Consulte las páginas del manual de NVMe connect-all para obtener más opciones de sintaxis.

1. Configurar el archivo JSON.

> En el siguiente ejemplo, `dhchap_key` corresponde a `dhchap_secret` y `dhchap_ctrl_key` corresponde a `dhchap_ctrl_secret` .

Muestra el ejemplo

```
cat /etc/nvme/config.json
[
{
  "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9796c1ec-0d34-11eb-
  b6b2-3a68dd3bab57",
  "hostid":"b033cd4fd6db4724adb48655bfb55448",
  "dhchap_key":" DHHC-
1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:"
},
{
  "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-
  804b-b5c04f444d33",
  "subsystems":[
        {
          "nqn":"nqn.1992-

08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.bidi
          r_DHCP",
          "ports":[
              {
                  "transport":"tcp",
                    "traddr":" 192.168.1.24 ",
                  "host_traddr":" 192.168.1.31 ",
                  "trsvcid":"4420",
                  "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
                  1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW
Oo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:"
              },
              {
                  "transport":"tcp",
                  "traddr":" 192.168.1.25 ",
                  "host_traddr":" 192.168.1.31",
                  "trsvcid":"4420",
                  "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
                  1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW
Oo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:"
              },
              {
                  "transport":"tcp",
                 "traddr":" 192.168.2.24 ",
                  "host_traddr":" 192.168.2.31",
                  "trsvcid":"4420",
```

```
                "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
                1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW
Oo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:"
            },
            {
                "transport":"tcp",
                "traddr":" 192.168.2.25 ",
                  "host_traddr":" 192.168.2.31",
                "trsvcid":"4420",
                "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
                1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW
Oo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:"
            }
        ]
    }
  ]
}
]
```

2. Conéctese a la controladora ONTAP mediante el archivo JSON de configuración:

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Muestra el ejemplo

```
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.1.24,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.2.24,trsvcid=4420
```

3. Verifique que se hayan activado los secretos dhchap para las respectivas controladoras de cada subsistema:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
   ```

   El siguiente ejemplo muestra una clave dhchap:

   ```
   DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:
   ```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
   ```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
DHHC-
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjD
WOo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
```

Paso 8: Revise los problemas conocidos

No hay problemas conocidos.

Configurar Rocky Linux 8.x para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP

Los hosts Rocky Linux admiten los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para Rocky Linux 8.x. Para obtener más información sobre asistencia y funciones, consulte "Compatibilidad y características de Rocky Linux ONTAP".

NVMe-oF con Rocky Linux 8.x tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- Actualmente no se admite el arranque SAN mediante el protocolo NVMe-oF.
- La multiruta NVMe dentro del kernel está deshabilitada de manera predeterminada en los hosts NVMe-oF en Rocky Linux 8.x; debe habilitarla manualmente.
- NVMe/TCP está disponible como una versión preliminar de tecnología debido a problemas conocidos.

Paso 1: Instale el software Rocky Linux y NVMe y verifique su configuración

Para configurar su host para NVMe-oF, debe instalar los paquetes de software de host y NVMe, habilitar rutas múltiples y verificar la configuración NQN de su host.

Pasos

1. Instalar Rocky Linux 8.x en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel Rocky Linux 8.x requerido:

   ```
   uname -r
   ```

   Ejemplo de versión del kernel de Rocky Linux:

   ```
   5.14.0-570.12.1.el9_6.x86_64
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

```
rpm -qa|grep nvme-cli
```

El siguiente ejemplo muestra una versión del paquete nvme-cli:

```
nvme-cli-2.11-5.el9.x86_64
```

3. Instale el `libnvme` paquete:

```
rpm -qa|grep libnvme
```

El siguiente ejemplo muestra un `libnvme` versión del paquete:

```
libnvme-1.11.1-1.el9.x86_64
```

4. En el host Rocky Linux, verifique la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

El siguiente ejemplo muestra un `hostnqn` versión:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en la matriz ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------
-------------------------------------------------
vs_coexistence_LPE36002
        nvme
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        nvme_1
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        nvme_2
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        nvme_3
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
4 entries were displayed.
```

Si la `hostnqn` las cadenas no coinciden, utilice `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` En el subsistema de cabina ONTAP correspondiente de que coincida con `hostnqn` cadena desde `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Paso 2: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   LPe36002-M64
   LPe36002-M64
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

   ```
   Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El comando devuelve las versiones del firmware:

   ```
   14.4.317.10, sli-4:6:d
   14.4.317.10, sli-4:6:d
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version`
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.4.0.2
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que la salida esperada de `lpfc_enable_fc4_type` está definida en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

El siguiente ejemplo muestra las identidades del puerto:

```
0x100000109bf044b1
0x100000109bf044b2
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x202fd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x021310 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x202dd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020b10 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000810 Cmpl 0000000810 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007b098f07 Issue 000000007aee27c4 OutIO
fffffffffe498bd
        abort 000013b4 noxri 00000000 nondlp 00000058 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000013b4 Err 00021443

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2033d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020110 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2032d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x022910 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000840 Cmpl 0000000840 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007afd4434 Issue 000000007ae31b83 OutIO
fffffffffe5d74f
        abort 000014a5 noxri 00000000 nondlp 0000006a qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014a5 Err 0002149a
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Compruebe que está ejecutando las versiones de firmware y controlador del adaptador compatibles:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

```
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.200-k
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.200-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

Pasos

1. Verifique que el puerto iniciador pueda obtener los datos de la página de registro de descubrimiento a través de los LIF NVMe/TCP compatibles:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
Discovery Log Number of Records 20, Generation counter 25
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.2.25
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.1.25
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.2.24
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
```

```
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.1.24
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
```

```
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
```

```
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr:  192.168.1.25
```

```
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 16======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 17======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
```

```
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 18======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 19======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
```

2. Compruebe que las demás combinaciones de LIF iniciador-destino NVMe/TCP puedan recuperar correctamente los datos de la página de registro de detección:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Muestra el ejemplo

```
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.1.31    -a  192.168.1.24
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.2.31    -a  192.168.2.24
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.1.31    -a  192.168.1.25
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.2.31    -a  192.168.2.25
```

Paso 3: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

Puede habilitar solicitudes de E/S de 1 MB para NVMe/FC configurado con un adaptador Broadcom. ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos de identificación del controlador. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1MB TB. Para emitir solicitudes de E/S de 1 MB, debe aumentar el valor lpfc de `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 4: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Y
   ```

2. Compruebe que la configuración NVMe-oF adecuada (como, por ejemplo, el modelo configurado en la controladora NetApp ONTAP y la política de balanceo de carga establecida en round-robin) en los respectivos espacios de nombres de ONTAP se reflejen correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

      ```
      NetApp ONTAP Controller
      NetApp ONTAP Controller
      ```

   b. Mostrar la política:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

   ```
   round-robin
   round-robin
   ```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node         SN                   Model
------------------------------------------------------------
/dev/nvme4n1 81Ix2BVuekWcAAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller


Namespace Usage    Format             FW             Rev
------------------------------------------------------------
1                 21.47 GB / 21.47 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n5
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.3a5d31f5502c11ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_1
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-
216d-
11ec-b7bb-7ed30a5482c3
iopolicy=round-robin\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2088d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-
0x21000024ff752e6d live optimized
+- nvme12 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x208ad039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-
0x21000024ff752e6d live non-optimized
+- nvme10 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2087d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-
0x21000024ff752e6c live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2083d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-
0x21000024ff752e6c live optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Muestra el ejemplo

```
nvme-subsys5 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme13 tcp
traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live optimized
+- nvme14 tcp
traddr=192.168.2.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live non-optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.1.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live non-optimized
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device        Vserver   Namespace Path
---------------------- ------------------------------
/dev/nvme1n1     linux_tcnvme_iscsi
/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns

NSID       UUID                                   Size
--------------------------------------------------------------
1    5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6   21.47GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme1n1",
      "Vserver":"linux_tcnvme_iscsi",
      "Namespace_Path":"/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns",
      "NSID":1,
      "UUID":"5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    },
]
}
```

Paso 5: Revisar los problemas conocidos

Estos son los problemas conocidos:

ID de error de NetApp	Título	Descripción
"1479047"	Los hosts NVMe-oF de Rocky Linux 8.x crean controladores de descubrimiento persistentes duplicados	En los hosts NVMe-oF, puede usar el comando "nvme discover -p" para crear controladores de descubrimiento persistentes (PDC). Sin embargo, si está ejecutando Rocky Linux 8.x en un host NVMe-oF, se crea un PDC duplicado cada vez que se ejecuta "nvme discover -p". Cuando se utiliza este comando, solo se debe crear un PDC por combinación iniciador-destino. Sin embargo, si está ejecutando Rocky Linux 8.x en un host NVMe-oF, se crea un PDC duplicado cada vez que se ejecuta "nvme discover -p". Esto genera un uso innecesario de recursos tanto en el host como en el destino.

SUSE Linux Enterprise Server

Obtenga información sobre el soporte y las características de ONTAP para SUSE Linux Enterprise Server

Las características compatibles con la configuración del host con NVMe over Fabrics (NVMe-oF) varían según su versión de ONTAP y SUSE Linux Enterprise Server.

Característica	Versión de host de SUSE Linux Enterprise Server	Versión ONTAP
NVMe/TCP informa todas las rutas optimizadas para los sistemas ASA r2	16	9.16.1 o posterior
El cifrado de seguridad de la capa de transporte (TLS) 1.3 es compatible con NVMe/TCP	15 SP6 o posterior	9.16.1 o posterior
Se admite la autenticación segura en banda a través de NVMe/TCP entre un host RHEL y un controlador ONTAP	15 SP4 o posterior	9.12.1 o posterior
Los controladores de descubrimiento persistente (PDC) son compatibles mediante un NQN de descubrimiento único	15 SP4 o posterior	9.11.1 o posterior
NVMe/TCP proporciona espacios de nombres utilizando el protocolo nativo `nvme-cli` paquete	15 SP4 o posterior	9.10.1 o posterior
Se admite el tráfico NVMe y SCSI en el mismo host mediante NVMe multipath para espacios de nombres NVMe-oF y dm-multipath para LUN SCSI	15 SP1 o posterior	9.4 o posterior

ONTAP admite las siguientes funciones de host SAN independientemente de la versión de ONTAP que se ejecute en la configuración de su sistema.

Característica	Versión de host de SUSE Linux Enterprise Server
El arranque SAN se habilita mediante el protocolo NVMe/FC	15 SP7 o posterior
La multirruta nativa de NVMe está habilitada de forma predeterminada	15 SP1 o posterior
El `nvme-cli` El paquete incluye scripts de conexión automática que eliminan la necesidad de scripts de terceros.	15 SP1 o posterior

Para obtener detalles sobre las configuraciones admitidas, consulte la"Herramienta de matriz de interoperabilidad" .

¿Qué sigue?

Si tu versión de SUSE Linux Enterprise Server es …	Aprende sobre …
16	"Configurar NVMe para SUSE Linux Enterprise Server 16"
Serie 15 SPx	"Configuración de NVMe para SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx"

Información relacionada

- "Conoce los sistemas ASA r2"
- "Obtenga información sobre la gestión de protocolos NVMe"

Configura SUSE Linux Enterprise Server 16 para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP

El host SUSE Linux Enterprise Server 16 es compatible con los protocolos NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) y NVMe over TCP (NVMe/TCP) con Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA proporciona funcionalidad de multivía equivalente a asymmetric logical unit access (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprende cómo configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para SUSE Linux Enterprise Server 16. Para más información sobre soporte y funciones, consulta "Compatibilidad y funciones de ONTAP".

NVMe-oF con SUSE Linux Enterprise Server 16 tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- El `nvme disconnect-all` El comando desconecta los sistemas de archivos raíz y de datos y podría provocar inestabilidad del sistema. No emita esto en sistemas que arrancan desde SAN a través de espacios de nombres NVMe-TCP o NVMe-FC.
- La compatibilidad con la utilidad de host sanlun de NetApp no está disponible para NVMe-oF. En su lugar, puede confiar en el complemento NetApp incluido en el paquete nativo. `nvme-cli` paquete para todos los transportes NVMe-oF.

Paso 1: Opcionalmente, habilite el arranque SAN

Puede configurar su host para utilizar el arranque SAN para simplificar la implementación y mejorar la escalabilidad. Utilice el"Herramienta de matriz de interoperabilidad" para verificar que su sistema operativo Linux, el adaptador de bus de host (HBA), el firmware del HBA, el BIOS de arranque del HBA y la versión de ONTAP admitan el arranque SAN.

Pasos

1. "Cree un espacio de nombres NVMe y asígnelo al host" .
2. Habilite el arranque SAN en el BIOS del servidor para los puertos a los que está asignado el espacio de nombres de arranque SAN.

   Para obtener información acerca de cómo activar el BIOS HBA, consulte la documentación específica de su proveedor.

3. Reinicie el host y verifique que el sistema operativo esté funcionando.

Paso 2: Instale SUSE Linux Enterprise Server y el software NVMe y verifique su configuración

Para configurar su host para NVMe-oF, debe instalar los paquetes de software de host y NVMe, habilitar rutas múltiples y verificar la configuración NQN de su host.

Pasos

1. Instala SUSE Linux Enterprise Server 16 en el servidor. Después de que termine la instalación, verifica que estás usando el kernel de SUSE Linux Enterprise Server 16 especificado:

   ```
   uname -r
   ```

   Ejemplo de versión del kernel de SUSE Linux Enterprise Server:

   ```
   6.12.0-160000.6-default
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

   ```
   rpm -qa|grep nvme-cli
   ```

   El siguiente ejemplo muestra un `nvme-cli` versión del paquete:

   ```
   nvme-cli-2.11+29.g35e62868-160000.1.1.x86_64
   ```

3. Instale el `libnvme` paquete:

   ```
   rpm -qa|grep libnvme
   ```

   El siguiente ejemplo muestra un `libnvme` versión del paquete:

```
libnvme1-1.11+17.g6d55624d-160000.1.1.x86_64
```

4. En el host, verifique la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

El siguiente ejemplo muestra una `hostnqn` versión:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en la matriz ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_emulex
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------
-------------------------------------------------
vs_coexistence_emulex
        nvme1
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
        nvme10
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
        nvme11
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
        nvme12
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
4 entries were displayed.
```

Si la `hostnqn` las cadenas no coinciden, utilice `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` En el subsistema de cabina ONTAP correspondiente de que coincida con `hostnqn` cadena desde `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Paso 3: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configurar NVMe/FC para un adaptador FC Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   SN37A92079
   SN37A92079
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Emulex SN37A92079 32Gb 2-Port Fibre Channel Adapter
   Emulex SN37A92079 32Gb 2-Port Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El siguiente ejemplo muestra las versiones de firmware:

   ```
   14.4.393.53, sli-4:6:d
   14.4.393.53, sli-4:6:d
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.4.0.11
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que la salida esperada de `lpfc_enable_fc4_type` está definida en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Deberías ver una salida similar a:

```
0x100000109bdacc75
0x100000109bdacc76
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bdacc75 WWNN x200000109bdacc75
DID x060100 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2001d039ea951c45 WWNN x2000d039ea951c45
DID x080801 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2003d039ea951c45 WWNN x2000d039ea951c45
DID x080d01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2024d039eab31e9c WWNN x2023d039eab31e9c
DID x020a09 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2026d039eab31e9c WWNN x2023d039eab31e9c
DID x020a08 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2003d039ea5cfc90 WWNN x2002d039ea5cfc90
DID x061b01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2012d039ea5cfc90 WWNN x2011d039ea5cfc90
DID x061b05 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2005d039ea5cfc90 WWNN x2002d039ea5cfc90
DID x061201 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2014d039ea5cfc90 WWNN x2011d039ea5cfc90
DID x061205 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000017242 Cmpl 0000017242 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000378362 Issue 00000000003783c7 OutIO
0000000000000065
        abort 00000409 noxri 00000000 nondlp 0000003a qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000409 Err 0000040a

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bdacc76 WWNN x200000109bdacc76
DID x062800 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2002d039ea951c45 WWNN x2000d039ea951c45
DID x080701 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2004d039ea951c45 WWNN x2000d039ea951c45
DID x081501 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2025d039eab31e9c WWNN x2023d039eab31e9c
DID x020913 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2027d039eab31e9c WWNN x2023d039eab31e9c
DID x020912 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2006d039ea5cfc90 WWNN x2002d039ea5cfc90
DID x061401 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME RPORT       WWPN x2015d039ea5cfc90 WWNN x2011d039ea5cfc90
DID x061405 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2004d039ea5cfc90 WWNN x2002d039ea5cfc90
DID x061301 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2013d039ea5cfc90 WWNN x2011d039ea5cfc90
DID x061305 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000017428 Cmpl 0000017428 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000003443be Issue 000000000034442a OutIO
000000000000006c
        abort 00000491 noxri 00000000 nondlp 00000086 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000491 Err 00000494
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Compruebe que está ejecutando las versiones de firmware y controlador del adaptador compatibles:

   ```
   cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
   ```

   El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

   ```
   QLE2772 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k-debug
   QLE2772 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k-debug
   ```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

   ```
   cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
   ```

   La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

Pasos

1. Compruebe que el puerto del iniciador pueda recuperar los datos de la página de registro de detección en las LIF NVMe/TCP admitidas:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.38.20 -a 192.168.38.10
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 42
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr:  192.168.211.71
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr:  192.168.111.71
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr:  192.168.211.70
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
```

```
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr:  192.168.111.70
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr:  192.168.211.71
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr:  192.168.111.71
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
```

```
traddr:  192.168.211.70
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr:  192.168.111.70
eflags:  none
sectype: none
localhost:~ #
```

2. Compruebe que todas las demás combinaciones de LIF iniciador-objetivo NVMe/TCP puedan recuperar correctamente los datos de la página del registro de detección:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.38.20 -a 192.168.38.10
nvme discover -t tcp -w 192.168.38.20 -a 192.168.38.11
nvme discover -t tcp -w 192.168.39.20 -a 192.168.39.10
nvme discover -t tcp -w 192.168.39.20 -a 192.168.39.11
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el ejemplo

```
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.38.20   -a
192.168.38.10
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.38.20   -a
192.168.38.11
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.39.20   -a
192.168.39.10
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.39.20   -a
192.168.39.11
```

La configuración para NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` se establece automáticamente en "apagado". Como resultado:

- No hay límites en el número de reintentos (reintento indefinido).
- No es necesario configurar manualmente un elemento específico. `ctrl_loss_tmo timeout` Duración al utilizar el `nvme connect` o `nvme connect-all` comandos (opción -l).
- Los controladores NVMe/TCP no experimentan tiempos de espera en caso de una falla de ruta y permanecen conectados indefinidamente.

Paso 4: Opcionalmente, modifique la iopolicy en las reglas de udev

A partir de SUSE Linux Enterprise Server 16, la iopolicy predeterminada para NVMe-oF es `queue-depth`. Si quieres cambiar la iopolicy a `round-robin`, modifica el archivo de reglas udev así:

Pasos

1. Abra el archivo de reglas de udev en un editor de texto con privilegios de root:

   ```
   /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
   ```

2. Busque la línea que establece iopolicy para el controlador NetApp ONTAP , como se muestra en la siguiente regla de ejemplo:

   ```
   ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystype}=="nvm",
   ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
   ```

3. Modifica la regla para que `queue-depth` se convierta en `round-robin`:

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystype}=="nvm",
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

4. Recargue las reglas udev y aplique los cambios:

```
udevadm control --reload
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Verifique la iopolicy actual para su subsistema. Reemplace <subsistema>, por ejemplo, `nvme-subsys0` .

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
round-robin
```

La nueva iopolicy se aplica automáticamente a los dispositivos NetApp ONTAP Controller coincidentes. No es necesario reiniciar.

Paso 5: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.

3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 6: Verificar los servicios de arranque NVMe

El `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Servicios de arranque incluidos en NVMe/FC `nvme-cli` Los paquetes se habilitan automáticamente cuando se inicia el sistema.

Una vez finalizado el arranque, verifique que `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Los servicios de arranque están habilitados.

Pasos

1. Compruebe que `nvmf-autoconnect.service` está activado:

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
  Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service;
enabled; vendor preset: disabled)
  Active: inactive (dead) since Thu 2024-05-25 14:55:00 IST; 11min
ago
Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited,
status=0/SUCCESS)
Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited,
status=0/SUCCESS)
Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot...
nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is
already connected
systemd[1]: nvmf-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.
```

2. Compruebe que `nvmefc-boot-connections.service` está activado:

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2024-05-25 14:55:00 IST; 11min
ago
 Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices
found during boot...
systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Succeeded.
systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices
found during boot.
```

Paso 7: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Y
   ```

2. Verifique que las configuraciones NVMe-oF adecuadas (por ejemplo, el modelo establecido en NetApp ONTAP Controller y la política de equilibrio de carga establecida en profundidad de cola) para los respectivos espacios de nombres ONTAP se reflejen correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. Mostrar la política:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
queue-depth
queue-depth
```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node         SN                   Model
------------------------------------------------------------
/dev/nvme7n1 81Ix2BVuekWcAAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage    Format              FW              Rev
-----             21.47 GB / 21.47 GB    4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

```
nvme list-subsys /dev/<controller_ID>
```

A partir de ONTAP 9.16.1, NVMe/FC y NVMe/TCP informan todas las rutas optimizadas en los sistemas ASA r2.

NVMe/FC

Los siguientes ejemplos de salida muestran un espacio de nombres alojado en una controladora ONTAP de dos nodos para sistemas AFF, FAS y ASA, y un sistema ASA r2 con NVMe/FC.

Mostrar salida de ejemplo de AFF, FAS y ASA

```
 nvme-subsys114 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9e30b9760a4911f08c87d039eab67a95:subsystem.sles
_161_27
                hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
iopolicy=round-robin\
+- nvme114 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2360d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-
0x10000090fae0ec88 live optimized
+- nvme115 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2362d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-
0x10000090fae0ec88 live non-optimized
+- nvme116 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2361d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-
0x10000090fae0ec89 live optimized
+- nvme117 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2363d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-
0x10000090fae0ec89 live non-optimized
```

Mostrar un ejemplo de salida de ASA r2

```
nvme-subsys96 - NQN=nqn.1992-
08.om.netapp:sn.b351b2b6777b11f0b3c2d039ea5cfc91:subsystem.nvme2
4
                hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
\
 +- nvme203 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2015d039ea5cfc90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc76:pn-
0x100000109bdacc76 live optimized
 +- nvme25 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2014d039ea5cfc90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc75:pn-
0x100000109bdacc75 live optimized
 +- nvme30 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2012d039ea5cfc90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc75:pn-
0x100000109bdacc75 live optimized
 +- nvme32 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2013d039ea5cfc90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc76:pn-
0x100000109bdacc76 live optimized
```

NVMe/TCP

Los siguientes ejemplos de salida muestran un espacio de nombres alojado en una controladora ONTAP de dos nodos para sistemas AFF, FAS y ASA, y sistemas ASA r2 con NVMe/TCP.

Mostrar salida de ejemplo de AFF, FAS y ASA

```
nvme-subsys9 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme
10
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0035-5910-804b-b7c04f444d33
\
 +- nvme105 tcp
traddr=192.168.39.10,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.39.20,src_
addr=192.168.39.20 live optimized
 +- nvme153 tcp
traddr=192.168.39.11,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.39.20,src_
addr=192.168.39.20 live non-optimized
 +- nvme57 tcp
traddr=192.168.38.11,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.38.20,src_
addr=192.168.38.20 live non-optimized
 +- nvme9 tcp
traddr=192.168.38.10,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.38.20,src_
addr=192.168.38.20 live optimized
```

Mostrar un ejemplo de salida de ASA r2

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0054-5110-8039-c3c04f523034
\
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.20.28,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.21,src_
addr=192.168.20.21 live optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.20.29,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.21,src_
addr=192.168.20.21 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.21.28,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.21,src_
addr=192.168.21.21 live optimized
+- nvme7 tcp
traddr=192.168.21.29,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.21,src_
addr=192.168.21.21 live optimized
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device           Vserver                   Namespace Path
NSID UUID                                   Size
---------------- ------------------------- ------------------
---- ---------------------------------------- ---------
/dev/nvme0n1     vs_coexistence_emulex     ns1                1
79510f05-7784-11f0-b3c2-d039ea5cfc91   21.47GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
"ONTAPdevices":[{
      "Device":"/dev/nvme0n1",
      "Vserver":"vs_coexistence_emulex",
      "Namespace_Path":"ns1",
      "NSID":1,
      "UUID":"79510f05-7784-11f0-b3c2-d039ea5cfc91",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    }  ]
}
```

Paso 8: Crear un controlador de descubrimiento persistente

Puedes crear un controlador de descubrimiento persistente (PDC) para un host SUSE Linux Enterprise Server 16. Se necesita un PDC para detectar automáticamente una operación de adición o eliminación de un subsistema NVMe y cambios en los datos de la página de registro de descubrimiento.

Pasos

1. Compruebe que los datos de la página de registro de detección estén disponibles y que se puedan recuperar mediante la combinación de LIF de destino y puerto iniciador:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.39.10
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.38.10
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.39.11
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.38.11
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
traddr:  192.168.39.10
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
traddr:  192.168.38.10
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
traddr:  192.168.39.11
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
```

```
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
traddr:  192.168.38.11
eflags:  none
sectype: none
```

2. Cree un PDC para el subsistema de detección:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

Debe ver la siguiente salida:

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.39.20 -a 192.168.39.11 -p
```

3. En el controlador ONTAP, compruebe que se ha creado el PDC:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver <vserver_name>
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver
vs_tcp_sles16
Vserver Name: vs_tcp_sles16
               Controller ID: 0180h
     Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:discovery
           Logical Interface: lif3
                        Node: A400-12-171
                    Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b7c04f444d33
          Transport Protocol: nvme-tcp
 Initiator Transport Address: 192.168.39.20
Transport Service Identifier: 8009
             Host Identifier: 4c4c454400355910804bb7c04f444d33
            Admin Queue Depth: 32
       Header Digest Enabled: false
         Data Digest Enabled: false
   Keep-Alive Timeout (msec): 30000
```

Paso 9: Configurar la autenticación segura en banda

Se admite la autenticación segura en banda sobre NVMe/TCP entre un host SUSE Linux Enterprise Server 16 y un controlador ONTAP.

Cada host o controlador debe estar asociado con un `DH-HMAC-CHAP` Clave para configurar la autenticación segura. Una clave DH-HMAC-CHAP es una combinación del NQN del host o controlador NVMe y un secreto de autenticación configurado por el administrador. Para autenticar a su par, un host o controlador NVMe debe reconocer la clave asociada con el par.

Pasos

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI o un archivo JSON de configuración. Si necesita especificar diferentes claves dhchap para diferentes subsistemas, debe utilizar un archivo JSON de configuración.

CLI

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI.

1. Obtenga el NQN del host:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Genere la clave dhchap para el host.

   En el siguiente resultado, se describen `gen-dhchap-key` los parámetros de los comandos:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
•   -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize
the host key
•   -l length of the resulting key in bytes
•   -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1- SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
•   -n host NQN to use for key transformation
```

   En el siguiente ejemplo, se genera una clave dhchap aleatoria con HMAC establecido en 3 (SHA-512).

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b7c04f444d33
DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwl57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwmhgwd
JWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:
```

3. En la controladora ONTAP, añada el host y especifique ambas claves dhchap:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

4. Un host admite dos tipos de métodos de autenticación: Unidireccional y bidireccional. En el host, conéctese a la controladora ONTAP y especifique claves dhchap según el método de autenticación elegido:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valide el `nvme connect authentication` comando mediante la verificación de las claves dhchap de host y controladora:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración unidireccional

   ```
   # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys1/nvme*/dhchap_secret
   DHHC-1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:
   DHHC-1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:
   DHHC-1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:
   DHHC-1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:
   ```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
   subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración bidireccional

   ```
   # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
   DHHC-
   1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwl57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFG
   wmhgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:
   DHHC-
   1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwl57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFG
   wmhgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:
   DHHC-
   1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwl57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFG
   wmhgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:
   DHHC-
   1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwl57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFG
   wmhgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:
   ```

JSON

Cuando hay varios subsistemas NVMe disponibles en la configuración de la controladora ONTAP, se puede utilizar `/etc/nvme/config.json` el archivo con `nvme connect-all` el comando.

Utilice el `-o` Opción para generar el archivo JSON. Consulte las páginas del manual de NVMe connect-all para obtener más opciones de sintaxis.

1. Configure el archivo JSON:

Muestra el resultado de ejemplo

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-
5910-804b-b7c04f444d33",
    "hostid":"4c4c4544-0035-5910-804b-b7c04f444d33",
    "dhchap_key":"DHHC-
1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:",
    "subsystems":[
      {
        "nqn":"nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.inba
nd_bidirectional",
        "ports":[
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.38.10",
            "host_traddr":"192.168.38.20",
            "trsvcid":"4420",
            "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwl57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwm
hgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:"
          },
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.38.11",
            "host_traddr":"192.168.38.20",
            "trsvcid":"4420",
            "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwl57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwm
hgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:"
          },
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.39.11",
            "host_traddr":"192.168.39.20",
            "trsvcid":"4420",
            "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwl57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwm
hgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:"
          },
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.39.10",
```

```
            "host_traddr":"192.168.39.20",
            "trsvcid":"4420",
            "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwl57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwm
hgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:"
          }
        ]
      }
    ]
  }
]
```

En el siguiente ejemplo, `dhchap_key` corresponde a `dhchap_secret` y `dhchap_ctrl_key` corresponde a `dhchap_ctrl_secret` .

2. Conéctese a la controladora ONTAP mediante el archivo JSON de configuración:

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
traddr=192.168.38.10is already connected
traddr=192.168.39.10 is already connected
traddr=192.168.38.11 is already connected
traddr=192.168.39.11 is already connected
traddr=192.168.38.10is already connected
traddr=192.168.39.10 is already connected
traddr=192.168.38.11 is already connected
traddr=192.168.39.11 is already connected
traddr=192.168.38.10is already connected
traddr=192.168.39.10 is already connected
traddr=192.168.38.11 is already connected
traddr=192.168.39.11 is already connected
```

3. Verifique que se hayan activado los secretos dhchap para las respectivas controladoras de cada subsistema:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

   El siguiente ejemplo muestra una clave dhchap:

```
DHHC-1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:
```

b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwl57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwmhgwd
JWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:
```

Paso 10: Configurar la seguridad de la capa de transporte

La seguridad de la capa de transporte (TLS) proporciona cifrado seguro de extremo a extremo para conexiones NVMe entre hosts NVMe-oF y una matriz ONTAP . Puede configurar TLS 1.3 utilizando la CLI y una clave precompartida (PSK) configurada.

Realice los siguientes pasos en el host de SUSE Linux Enterprise Server, excepto donde se especifique que debe realizar un paso en el controlador ONTAP .

Pasos

1. Comprueba que tienes lo siguiente `ktls-utils` , `openssl` , y `libopenssl` paquetes instalados en el host:

a. Verificar el `ktls-utils` :

```
rpm -qa | grep ktls
```

Debería ver el siguiente resultado mostrado:

```
ktls-utils-0.10+33.g311d943-160000.2.2.x86_64
```

a. Verificar los paquetes SSL:

```
rpm -qa | grep ssl
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
libopenssl3-3.5.0-160000.3.2.x86_64
openssl-3.5.0-160000.2.2.noarch
openssl-3-3.5.0-160000.3.2.x86_64
libopenssl3-x86-64-v3-3.5.0-160000.3.2.x86_64
```

2. Compruebe que tiene la configuración correcta para `/etc/tlshd.conf`:

```
cat /etc/tlshd.conf
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
[debug]
loglevel=0
tls=0
nl=0

[authenticate]
#keyrings= <keyring>;<keyring>;<keyring>

[authenticate.client]
#x509.truststore= <pathname>
#x509.certificate= <pathname>
#x509.private_key= <pathname>

[authenticate.server]
#x509.truststore= <pathname>
#x509.certificate= <pathname>
#x509.private_key= <pathname>
```

3. Activar `tlshd` para iniciar en el arranque del sistema:

```
systemctl enable tlshd
```

4. Compruebe que el `tlshd` daemon se está ejecutando:

```
systemctl status tlshd
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
tlshd.service - Handshake service for kernel TLS consumers
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/tlshd.service; enabled;
preset: disabled)
   Active: active (running) since Wed 2024-08-21 15:46:53 IST; 4h
57min ago
     Docs: man:tlshd(8)
Main PID: 961 (tlshd)
   Tasks: 1
     CPU: 46ms
   CGroup: /system.slice/tlshd.service
       └─961 /usr/sbin/tlshd
Aug 21 15:46:54 RX2530-M4-17-153 tlshd[961]: Built from ktls-utils
0.11-dev on Mar 21 2024 12:00:00
```

5. Genere el PSK de TLS mediante el `nvme gen-tls-key`comando :

   a. Verificar el host:

   ```
   cat /etc/nvme/hostnqn
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b7c04f444d33
   ```

   b. Verificar la clave:

   ```
   nvme gen-tls-key --hmac=1 --identity=1 --subsysnqn= nqn.1992-
   08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

```
NVMeTLSkey-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

6. En el controlador ONTAP, agregue el PSK TLS al subsistema ONTAP:

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvme subsystem host add -vserver vs_iscsi_tcp -subsystem nvme1 -host
-nqn nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b2c04f444d33 -tls-configured-psk NVMeTLSkey-
1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

7. Inserte el PSK TLS en el anillo de claves del núcleo del host:

```
nvme check-tls-key --identity=1 --subsysnqn=nqn.1992
-08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
--keydata=NVMeTLSkey
-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj: --insert
```

Debería ver la siguiente clave TLS:

```
Inserted TLS key 069f56bb
```

El PSK se muestra como `NVMe1R01` Porque usa `identity v1` del algoritmo de protocolo de enlace TLS. Identity v1 es la única versión compatible con ONTAP.

8. Compruebe que el PSK TLS se ha insertado correctamente:

```
cat /proc/keys | grep NVMe
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
069f56bb I-Q-- 5 perm 3b010000 0 0 psk NVMe1R01 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
oYVLelmiOwnvDjXKBmrnIgGVpFIBDJtc4hmQXE/36Sw=: 32
```

9. Conéctese al subsistema ONTAP mediante el PSK TLS insertado:

   a. Verificar el TLS PSK:

```
nvme connect -t tcp -w 192.168.38.20 -a 192.168.38.10  -n nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
--tls_key=0x069f56bb –tls
```

Debe ver la siguiente salida:

```
connecting to device: nvme0
```

a. Verifique la lista-subsys:

```
nvme list-subsys
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0035-5910-804b-b2c04f444d33
**
 +- nvme0 tcp
traddr=192.168.38.10,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.38.20,src_a
ddr=192.168.38.20 live
```

10. Agregue el destino y verifique la conexión TLS al subsistema ONTAP especificado:

```
nvme subsystem controller show -vserver vs_tcp_sles16 -subsystem nvme1
-instance
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
(vserver nvme subsystem controller show)
                      Vserver Name: vs_tcp_sles16
                         Subsystem: nvme1
                     Controller ID: 0040h
                  Logical Interface: lif1
                              Node: A400-12-171
                          Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
                 Transport Protocol: nvme-tcp
       Initiator Transport Address: 192.168.38.20
                   Host Identifier:
4c4c454400355910804bb2c04f444d33
               Number of I/O Queues: 2
                   I/O Queue Depths: 128, 128
                  Admin Queue Depth: 32
              Max I/O Size in Bytes: 1048576
         Keep-Alive Timeout (msec): 5000
                    Subsystem UUID: 62203cfd-826a-11f0-966e-
d039eab31e9d
              Header Digest Enabled: false
                Data Digest Enabled: false
      Authentication Hash Function: sha-256
Authentication Diffie-Hellman Group: 3072-bit
               Authentication Mode: unidirectional
      Transport Service Identifier: 4420
                     TLS Key Type: configured
                  TLS PSK Identity: NVMe1R01 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
oYVLelmiOwnvDjXKBmrnIgGVpFIBDJtc4hmQXE/36Sw=
                       TLS Cipher: TLS-AES-128-GCM-SHA256
```

Paso 11: Revise los problemas conocidos

No hay problemas conocidos.

Configurar SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx para NVMe-oF con almacenamiento ONTAP

El host SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx admite los protocolos NVMe sobre canal de fibra (NVMe/FC) y NVMe sobre TCP (NVMe/TCP) con acceso asimétrico al espacio

de nombres (ANA). ANA proporciona una funcionalidad de múltiples rutas equivalente al acceso a unidad lógica asimétrica (ALUA) en entornos iSCSI y FCP.

Aprenda a configurar hosts NVMe over Fabrics (NVMe-oF) para SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx. Para obtener más información sobre soporte y funciones, consulte "Compatibilidad y funciones de ONTAP".

NVMe-oF con SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- El `nvme disconnect-all` El comando desconecta los sistemas de archivos raíz y de datos y podría provocar inestabilidad del sistema. No emita esto en sistemas que arrancan desde SAN a través de espacios de nombres NVMe-TCP o NVMe-FC.
- La compatibilidad con la utilidad de host sanlun de NetApp no está disponible para NVMe-oF. En su lugar, puede confiar en el complemento NetApp incluido en el paquete nativo. `nvme-cli` paquete para todos los transportes NVMe-oF.
- Para SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 y versiones anteriores, no se admite el arranque SAN mediante el protocolo NVMe-oF.

Paso 1: Opcionalmente, habilite el arranque SAN

Puede configurar su host para utilizar el arranque SAN para simplificar la implementación y mejorar la escalabilidad. Utilice el"Herramienta de matriz de interoperabilidad" para verificar que su sistema operativo Linux, el adaptador de bus de host (HBA), el firmware del HBA, el BIOS de arranque del HBA y la versión de ONTAP admitan el arranque SAN.

Pasos

1. "Cree un espacio de nombres NVMe y asígnelo al host" .
2. Habilite el arranque SAN en el BIOS del servidor para los puertos a los que está asignado el espacio de nombres de arranque SAN.

   Para obtener información acerca de cómo activar el BIOS HBA, consulte la documentación específica de su proveedor.

3. Reinicie el host y verifique que el sistema operativo esté funcionando.

Paso 2: Instale SUSE Linux Enterprise Server y el software NVMe y verifique su configuración

Para configurar su host para NVMe-oF, debe instalar los paquetes de software de host y NVMe, habilitar rutas múltiples y verificar la configuración NQN de su host.

Pasos

1. Instale SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que esté ejecutando el kernel SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx especificado:

   ```
   uname -r
   ```

   Ejemplo de versión del kernel de Rocky Linux:

   ```
   6.4.0-150700.53.3-default
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

```
rpm -qa|grep nvme-cli
```

El siguiente ejemplo muestra un `nvme-cli` versión del paquete:

```
nvme-cli-2.11+22.gd31b1a01-150700.3.3.2.x86_64
```

3. Instale el `libnvme` paquete:

```
rpm -qa|grep libnvme
```

El siguiente ejemplo muestra un `libnvme` versión del paquete:

```
libnvme1-1.11+4.ge68a91ae-150700.4.3.2.x86_64
```

4. En el host, verifique la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

El siguiente ejemplo muestra una `hostnqn` versión:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
```

5. En el sistema ONTAP , verifique que `hostnqn` La cadena coincide con la `hostnqn` cadena para el subsistema correspondiente en la matriz ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

Muestra el ejemplo

```
Vserver Subsystem Priority  Host NQN
------- --------- --------
-------------------------------------------------
vs_coexistence_LPE36002
        nvme
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        nvme_1
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        nvme_2
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        nvme_3
                  regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
4 entries were displayed.
```

Si la `hostnqn` las cadenas no coinciden, utilice `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` En el subsistema de cabina ONTAP correspondiente de que coincida con `hostnqn` cadena desde `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Paso 3: Configurar NVMe/FC y NVMe/TCP

Configure NVMe/FC con adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/QLogic, o configure NVMe/TCP mediante operaciones de descubrimiento y conexión manuales.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configurar NVMe/FC para un adaptador FC Broadcom/Emulex.

Pasos

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido:

   a. Mostrar los nombres de los modelos:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   LPe36002-M64
   LPe36002-M64
   ```

   b. Mostrar las descripciones del modelo:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` firmware y controlador de bandeja de entrada:

   a. Mostrar la versión del firmware:

   ```
   cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
   ```

   El siguiente ejemplo muestra las versiones de firmware:

   ```
   14.4.393.25, sli-4:2:c
   14.4.393.25, sli-4:2:c
   ```

   b. Mostrar la versión del controlador de la bandeja de entrada:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/version
   ```

El siguiente ejemplo muestra una versión del controlador:

```
0:14.4.0.8
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que la salida esperada de `lpfc_enable_fc4_type` está definida en `3`:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Compruebe que puede ver los puertos de iniciador:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Deberías ver una salida similar a:

```
0x10000090fae0ec88
0x10000090fae0ec89
```

5. Compruebe que los puertos de iniciador estén en línea:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Debe ver la siguiente salida:

```
Online
Online
```

6. Compruebe que los puertos de iniciador NVMe/FC estén habilitados y que los puertos de destino estén visibles:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88
DID x0a1300 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x23b1d039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1c01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x22bbd039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1c0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2362d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1c10 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x23afd039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1a02 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x22b9d039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1a0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2360d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1a11 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000004ea0 Cmpl 0000004ea0 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000102c35 Issue 0000000000102c2d OutIO
fffffffffffffff8
        abort 00000175 noxri 00000000 nondlp 0000021d qdepth
00000000 wqerr 00000007 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000175 Err 0000058b

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89
DID x0a1200 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x23b2d039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1d01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x22bcd039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1d0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2363d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1d10 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x23b0d039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1b02 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x22bad039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1b0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2361d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1b11 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
```

```
LS: Xmt 0000004e31 Cmpl 0000004e31 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000001017f2 Issue 00000000001017ef OutIO
fffffffffffffffd
        abort 0000018a noxri 00000000 nondlp 0000012e qdepth
00000000 wqerr 00000004 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000018a Err 000005ca
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Compruebe que está ejecutando las versiones de firmware y controlador del adaptador compatibles:

   ```
   cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
   ```

   El siguiente ejemplo muestra las versiones del controlador y del firmware:

   ```
   QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.400-k-debug
   QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.400-k-debug
   ```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

   ```
   cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
   ```

   La salida esperada es 1.

NVMe/TCP

El protocolo NVMe/TCP no admite la operación de conexión automática. En su lugar, puede descubrir los subsistemas y espacios de nombres NVMe/TCP realizando la prueba NVMe/TCP. `connect` o `connect-all` operaciones manualmente.

Pasos

1. Compruebe que el puerto del iniciador pueda recuperar los datos de la página de registro de detección en las LIF NVMe/TCP admitidas:

   ```
   nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
   ```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.70

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 42
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr:  192.168.211.71
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr:  192.168.111.71
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr:  192.168.211.70
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
```

```
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr:  192.168.111.70
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr:  192.168.211.71
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr:  192.168.111.71
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
```

```
le_tcp_sub
traddr:  192.168.211.70
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr:  192.168.111.70
eflags:  none
sectype: none
localhost:~ #
```

2. Compruebe que todas las demás combinaciones de LIF iniciador-objetivo NVMe/TCP puedan recuperar correctamente los datos de la página del registro de detección:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el ejemplo

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.66
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.67
nvme discover -t tcp -w 192.168.211.80 -a 192.168.211.66
nvme discover -t tcp -w 192.168.211.80 -a 192.168.211.67
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el ejemplo

```
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.111.80  -a
192.168.111.66
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.111.80  -a
192.168.111.67
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.211.80  -a
192.168.211.66
nvme    connect-all -t  tcp -w  192.168.211.80  -a
192.168.211.67
```

A partir de SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6, la configuración para NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` se establece automáticamente en "apagado". Como resultado:

- No hay límites en el número de reintentos (reintento indefinido).
- No es necesario configurar manualmente un elemento específico. `ctrl_loss_tmo timeout` Duración al utilizar el `nvme connect` o `nvme connect-all` comandos (opción -l).
- Los controladores NVMe/TCP no experimentan tiempos de espera en caso de una falla de ruta y permanecen conectados indefinidamente.

Paso 4: Opcionalmente, modifique la iopolicy en las reglas de udev

A partir de SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6, la política de entrada predeterminada para NVMe-oF se establece en `round-robin`. Si desea cambiar la iopolicy a `queue-depth`, modifique el archivo de reglas de udev de la siguiente manera:

Pasos

1. Abra el archivo de reglas de udev en un editor de texto con privilegios de root:

   ```
   /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
   ```

2. Busque la línea que establece iopolicy para el controlador NetApp ONTAP , como se muestra en la siguiente regla de ejemplo:

   ```
   ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystype}=="nvm",
   ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
   ```

3. Modificar la regla para que `round-robin` se convierte `queue-depth` :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystype}=="nvm",
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

4. Recargue las reglas udev y aplique los cambios:

```
udevadm control --reload
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Verifique la iopolicy actual para su subsistema. Reemplace <subsistema>, por ejemplo, `nvme-subsys0` .

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
queue-depth.
```

La nueva iopolicy se aplica automáticamente a los dispositivos NetApp ONTAP Controller coincidentes. No es necesario reiniciar.

Paso 5: Opcionalmente, habilite 1 MB de E/S para NVMe/FC

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.

3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Paso 6: Verificar los servicios de arranque NVMe

El `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Servicios de arranque incluidos en NVMe/FC `nvme-cli` Los paquetes se habilitan automáticamente cuando se inicia el sistema.

Una vez finalizado el arranque, verifique que `nvmefc-boot-connections.service` y `nvmf-autoconnect.service` Los servicios de arranque están habilitados.

Pasos

1. Compruebe que `nvmf-autoconnect.service` está activado:

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
  Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service;
enabled; preset: enabled)
  Active: inactive (dead) since Fri 2025-07-04 23:56:38 IST; 4 days
ago
  Main PID: 12208 (code=exited, status=0/SUCCESS)
    CPU: 62ms

Jul 04 23:56:26 localhost systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot...
Jul 04 23:56:38 localhost systemd[1]: nvmf-autoconnect.service:
Deactivated successfully.
Jul 04 23:56:38 localhost systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot.
```

2. Compruebe que `nvmefc-boot-connections.service` está activado:

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
    Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; preset: enabled)
    Active: inactive (dead) since Mon 2025-07-07 19:52:30 IST; 1 day
4h ago
  Main PID: 2945 (code=exited, status=0/SUCCESS)
      CPU: 14ms

Jul 07 19:52:30 HP-DL360-14-168 systemd[1]: Starting Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Jul 07 19:52:30 HP-DL360-14-168 systemd[1]: nvmefc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Jul 07 19:52:30 HP-DL360-14-168 systemd[1]: Finished Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Paso 7: Verificar la configuración de rutas múltiples

Verifique que el estado de multivía de NVMe en kernel, el estado de ANA y los espacios de nombres de ONTAP sean correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   Y
   ```

2. Verifique que las configuraciones NVMe-oF adecuadas (por ejemplo, el modelo establecido en NetApp ONTAP Controller y la política de equilibrio de carga establecida en profundidad de cola) para los respectivos espacios de nombres ONTAP se reflejen correctamente en el host:

   a. Mostrar los subsistemas:

      ```
      cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
      ```

      Debe ver la siguiente salida:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. Mostrar la política:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Debe ver la siguiente salida:

```
queue-depth
queue-depth
```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el ejemplo

```
Node         SN                   Model
------------------------------------------------------------
/dev/nvme4n1 81Ix2BVuekWcAAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller


Namespace Usage    Format             FW             Rev
------------------------------------------------------------
1                 21.47 GB / 21.47 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n5
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvme-subsys114 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9e30b9760a4911f08c87d039eab67a95:subsystem.sles
_161_27
                 hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
iopolicy=round-robin\
+- nvme114 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2360d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-
0x10000090fae0ec88 live optimized
+- nvme115 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2362d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-
0x10000090fae0ec88 live non-optimized
+- nvme116 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2361d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-
0x10000090fae0ec89 live optimized
+- nvme117 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2363d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-
0x10000090fae0ec89 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme9n1
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvme-subsys9 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.with
_inband_with_json hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme10 tcp
traddr=192.168.111.71,trsvcid=4420,src_addr=192.168.111.80 live
non-optimized
 +- nvme11 tcp
traddr=192.168.211.70,trsvcid=4420,src_addr=192.168.211.80 live
optimized
 +- nvme12 tcp
traddr=192.168.111.70,trsvcid=4420,src_addr=192.168.111.80 live
optimized
 +- nvme9 tcp
traddr=192.168.211.71,trsvcid=4420,src_addr=192.168.211.80 live
non-optimized
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el ejemplo

```
Device           Vserver                   Namespace Path
NSID UUID                                   Size
---------------- ------------------------
------------------------------------------------ ----
---------------------------------- ---------
/dev/nvme0n1     vs_161
/vol/fc_nvme_vol1/fc_nvme_ns1                       1
32fd92c7-0797-428e-a577-fdb3f14d0dc3   5.37GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el ejemplo

```
{
      "Device":"/dev/nvme98n2",
      "Vserver":"vs_161",
      "Namespace_Path":"/vol/fc_nvme_vol71/fc_nvme_ns71",
      "NSID":2,
      "UUID":"39d634c4-a75e-4fbd-ab00-3f9355a26e43",
      "LBA_Size":4096,
      "Namespace_Size":5368709120,
      "UsedBytes":430649344,
    }
  ]
}
```

Paso 8: Crear un controlador de descubrimiento persistente

Puede crear un controlador de descubrimiento persistente (PDC) para un host SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx. Se requiere un PDC para detectar automáticamente una operación de agregar o eliminar un subsistema NVMe y cambios en los datos de la página del registro de descubrimiento.

Pasos

1. Compruebe que los datos de la página de registro de detección estén disponibles y que se puedan recuperar mediante la combinación de LIF de destino y puerto iniciador:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr:  192.168.111.66
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr:  192.168.211.66
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr:  192.168.111.67
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr:  192.168.211.67
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:  192.168.111.66
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:  192.168.211.66
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:  192.168.111.67
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
```

```
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:  192.168.211.67
eflags:  none
sectype: none
```

2. Cree un PDC para el subsistema de detección:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

Debe ver la siguiente salida:

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.66 -p
```

3. En el controlador ONTAP, compruebe que se ha creado el PDC:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver <vserver_name>
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_pdc

           Vserver Name: vs_pdc
               Controller ID: 0101h
     Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
           Logical Interface: lif2
                       Node: A400-12-181
                   Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:9796c1ec-0d34-11eb-b6b2-3a68dd3bab57
          Transport Protocol: nvme-tcp
 Initiator Transport Address: 192.168.111.80
Transport Service Identifier: 8009
             Host Identifier: 9796c1ec0d3411ebb6b23a68dd3bab57
            Admin Queue Depth: 32
       Header Digest Enabled: false
         Data Digest Enabled: false
   Keep-Alive Timeout (msec): 30000
```

Paso 9: Configurar la autenticación segura en banda

La autenticación segura en banda es compatible con NVMe/TCP entre un host SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx y un controlador ONTAP .

Cada host o controlador debe estar asociado con un `DH-HMAC-CHAP` Clave para configurar la autenticación segura. Una clave DH-HMAC-CHAP es una combinación del NQN del host o controlador NVMe y un secreto de autenticación configurado por el administrador. Para autenticar a su par, un host o controlador NVMe debe reconocer la clave asociada con el par.

Pasos

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI o un archivo JSON de configuración. Si necesita especificar diferentes claves dhchap para diferentes subsistemas, debe utilizar un archivo JSON de configuración.

CLI

Configure la autenticación segura en banda mediante la CLI.

1. Obtenga el NQN del host:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Genere la clave dhchap para el host.

   En el siguiente resultado, se describen `gen-dhchap-key` los parámetros de los comandos:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
•   -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize
the host key
•   -l length of the resulting key in bytes
•   -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1- SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
•   -n host NQN to use for key transformation
```

   En el siguiente ejemplo, se genera una clave dhchap aleatoria con HMAC establecido en 3 (SHA-512).

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3
DHHC-
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZPl5D2Yk+HDTZiUAg1iGgx
TYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
```

3. En la controladora ONTAP, añada el host y especifique ambas claves dhchap:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

4. Un host admite dos tipos de métodos de autenticación: Unidireccional y bidireccional. En el host, conéctese a la controladora ONTAP y especifique claves dhchap según el método de autenticación elegido:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valide el `nvme connect authentication` comando mediante la verificación de las claves dhchap de host y controladora:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración unidireccional

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
   DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:
   DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:
   DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:
   DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:
   ```

   b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
   subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
   ```

   Mostrar ejemplo de salida para una configuración bidireccional

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
   DHHC-
   1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZPl5D2Yk+HDTZiUA
   g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
   DHHC-
   1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZPl5D2Yk+HDTZiUA
   g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
   DHHC-
   1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZPl5D2Yk+HDTZiUA
   g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
   DHHC-
   1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZPl5D2Yk+HDTZiUA
   g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
   ```

JSON

Cuando hay varios subsistemas NVMe disponibles en la configuración de la controladora ONTAP, se puede utilizar `/etc/nvme/config.json` el archivo con `nvme connect-all` el comando.

Utilice el `-o` Opción para generar el archivo JSON. Consulte las páginas del manual de NVMe connect-all para obtener más opciones de sintaxis.

1. Configure el archivo JSON:

Muestra el resultado de ejemplo

```
cat /etc/nvme/config.json
[
 {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-
5910-804b-b2c04f444d33",
    "hostid":"4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33",
    "dhchap_key":"DHHC-
1:01:i4i789R11sMuHLCY27RVI8XloC\/GzjRwyhxip5hmIELsHrBq:",
    "subsystems":[
      {
        "nqn":"nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub",
        "ports":[
          {
            "transport":"tcp",
            "traddr":"192.168.111.70",
            "host_traddr":"192.168.111.80",
            "trsvcid":"4420"
            "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef8lAvh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
          },
               {
                    "transport":"tcp",
                    "traddr":"192.168.111.71",
                    "host_traddr":"192.168.111.80",
                    "trsvcid":"4420",
                    "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef8lAvh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
               },
               {
                    "transport":"tcp",
                    "traddr":"192.168.211.70",
                    "host_traddr":"192.168.211.80",
                    "trsvcid":"4420",
                    "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef8lAvh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
               },
               {
                    "transport":"tcp",
                    "traddr":"192.168.211.71",
```

```
                    "host_traddr":"192.168.211.80",
                    "trsvcid":"4420",
                    "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef8lAvh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
                }
            ]
        }
    ]
 }
]
```

> En el siguiente ejemplo, `dhchap_key` corresponde a `dhchap_secret` y `dhchap_ctrl_key` corresponde a `dhchap_ctrl_secret` .

2. Conéctese a la controladora ONTAP mediante el archivo JSON de configuración:

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
traddr=192.168.211.70 is already connected
traddr=192.168.111.71 is already connected
traddr=192.168.211.71 is already connected
traddr=192.168.111.70 is already connected
traddr=192.168.211.70 is already connected
traddr=192.168.111.70 is already connected
traddr=192.168.211.71 is already connected
traddr=192.168.111.71 is already connected
traddr=192.168.211.70 is already connected
traddr=192.168.111.71 is already connected
traddr=192.168.211.71 is already connected
traddr=192.168.111.70 is already connected
```

3. Verifique que se hayan activado los secretos dhchap para las respectivas controladoras de cada subsistema:

   a. Verifique las claves dhchap del host:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

   El siguiente ejemplo muestra una clave dhchap:

```
DHHC-1:01:i4i789R11sMuHLCY27RVI8XloC/GzjRwyhxip5hmIELsHrBq:
```

b. Compruebe las claves dhchap del controlador:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef8lAvhYS0P
NK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:
```

Paso 10: Configurar la seguridad de la capa de transporte

La seguridad de la capa de transporte (TLS) proporciona cifrado seguro de extremo a extremo para conexiones NVMe entre hosts NVMe-oF y una matriz ONTAP . Puede configurar TLS 1.3 utilizando la CLI y una clave precompartida (PSK) configurada.

Realice los siguientes pasos en el host de SUSE Linux Enterprise Server, excepto donde se especifique que debe realizar un paso en el controlador ONTAP .

Pasos

1. Comprueba que tienes lo siguiente `ktls-utils` , `openssl` , y `libopenssl` paquetes instalados en el host:

a. Verificar el `ktls-utils` :

```
rpm -qa | grep ktls
```

Debería ver el siguiente resultado mostrado:

```
ktls-utils-0.10+33.g311d943-150700.1.5.x86_64
```

a. Verificar los paquetes SSL:

```
rpm -qa | grep ssl
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
libopenssl3-3.2.3-150700.3.20.x86_64
openssl-3-3.2.3-150700.3.20.x86_64
libopenssl1_1-1.1.1w-150700.9.37.x86_64
```

2. Compruebe que tiene la configuración correcta para `/etc/tlshd.conf`:

```
cat /etc/tlshd.conf
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
[debug]
loglevel=0
tls=0
nl=0
[authenticate]
keyrings=.nvme
[authenticate.client]
#x509.truststore= <pathname>
#x509.certificate= <pathname>
#x509.private_key= <pathname>
[authenticate.server]
#x509.truststore= <pathname>
#x509.certificate= <pathname>
#x509.private_key= <pathname>
```

3. Activar `tlshd` para iniciar en el arranque del sistema:

```
systemctl enable tlshd
```

4. Compruebe que el `tlshd` daemon se está ejecutando:

```
systemctl status tlshd
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
tlshd.service - Handshake service for kernel TLS consumers
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/tlshd.service; enabled;
preset: disabled)
   Active: active (running) since Wed 2024-08-21 15:46:53 IST; 4h
57min ago
     Docs: man:tlshd(8)
Main PID: 961 (tlshd)
   Tasks: 1
     CPU: 46ms
   CGroup: /system.slice/tlshd.service
       └─961 /usr/sbin/tlshd
Aug 21 15:46:54 RX2530-M4-17-153 tlshd[961]: Built from ktls-utils
0.11-dev on Mar 21 2024 12:00:00
```

5. Genere el PSK de TLS mediante el `nvme gen-tls-key`comando :

   a. Verificar el host:

   ```
   cat /etc/nvme/hostnqn
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

   ```
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
   ```

   b. Verificar la clave:

   ```
   nvme gen-tls-key --hmac=1 --identity=1 --subsysnqn= nqn.1992-
   08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
   ```

   Debe ver la siguiente salida:

```
NVMeTLSkey-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

6. En el controlador ONTAP, agregue el PSK TLS al subsistema ONTAP:

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvme subsystem host add -vserver vs_iscsi_tcp -subsystem nvme1 -host
-nqn nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b2c04f444d33 -tls-configured-psk NVMeTLSkey-
1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

7. Inserte el PSK TLS en el anillo de claves del núcleo del host:

```
nvme check-tls-key --identity=1 --subsysnqn=nqn.1992
-08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
--keydata=NVMeTLSkey
-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj: --insert
```

Debería ver la siguiente clave TLS:

```
Inserted TLS key 22152a7e
```

El PSK se muestra como `NVMe1R01` Porque usa `identity v1` del algoritmo de protocolo de enlace TLS. Identity v1 es la única versión compatible con ONTAP.

8. Compruebe que el PSK TLS se ha insertado correctamente:

```
cat /proc/keys | grep NVMe
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
069f56bb I--Q---     5 perm 3b010000     0     0 psk       NVMe1R01
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
oYVLelmiOwnvDjXKBmrnIgGVpFIBDJtc4hmQXE/36Sw=: 32
```

9. Conéctese al subsistema ONTAP mediante el PSK TLS insertado:

   a. Verificar el TLS PSK:

```
nvme connect -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.66  -n nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
--tls_key=0x069f56bb –tls
```

Debe ver la siguiente salida:

```
connecting to device: nvme0
```

a. Verifique la lista-subsys:

```
nvme list-subsys
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0035-5910-804b-b2c04f444d33
\
 +- nvme0 tcp
traddr=192.168.111.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.80,src
_addr=192.168.111.80 live
```

10. Agregue el destino y verifique la conexión TLS al subsistema ONTAP especificado:

```
nvme subsystem controller show -vserver sles15_tls -subsystem sles15
-instance
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
(vserver nvme subsystem controller show)
                           Vserver Name: vs_iscsi_tcp
                           Subsystem: nvme1
                       Controller ID: 0040h
                   Logical Interface: tcpnvme_lif1_1
                                Node: A400-12-181
                            Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
                  Transport Protocol: nvme-tcp
         Initiator Transport Address: 192.168.111.80
                      Host Identifier:
4c4c454400355910804bb2c04f444d33
                Number of I/O Queues: 2
                    I/O Queue Depths: 128, 128
                   Admin Queue Depth: 32
               Max I/O Size in Bytes: 1048576
           Keep-Alive Timeout (msec): 5000
                     Subsystem UUID: 8bbfb403-1602-11f0-ac2b-
d039eab67a95
               Header Digest Enabled: false
                 Data Digest Enabled: false
        Authentication Hash Function: sha-256
Authentication Diffie-Hellman Group: 3072-bit
                 Authentication Mode: unidirectional
        Transport Service Identifier: 4420
                       TLS Key Type: configured
                    TLS PSK Identity: NVMe1R01 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
oYVLelmiOwnvDjXKBmrnIgGVpFIBDJtc4hmQXE/36Sw=
                          TLS Cipher: TLS-AES-128-GCM-SHA256
```

Paso 11: Revise los problemas conocidos

No hay problemas conocidos.

Ubuntu

Configuración de host de NVMe-oF para Ubuntu 24,04 con ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-oF), incluido NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) y otros

transportes, es compatible con Ubuntu 24,04 y Acceso asimétrico a espacio de nombres (ANA). En entornos de NVMe-oF, ANA es el equivalente a la multivía ALUA en entornos iSCSI y FC y se implementa con NVMe multivía en kernel.

Se ofrece la siguiente compatibilidad para la configuración de host de NVMe-oF para Ubuntu 24,04 con ONTAP:

- El plugin de NetApp en el paquete nvme-cli nativo muestra detalles de ONTAP para espacios de nombres de NVMe/FC.
- Uso del tráfico coexistente de NVMe y SCSI en el mismo host en un adaptador de bus de host (HBA) determinado, sin la configuración multivía explícita de dm para evitar la reclamación de espacios de nombres de NVMe.

Si quiere más información sobre las configuraciones compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

Funciones

Ubuntu 24,04 tiene la multivía NVMe en kernel habilitada para espacios de nombres NVMe de forma predeterminada. Esto significa que no necesitas ajustes explícitos.

Limitaciones conocidas

Actualmente, el arranque SAN que usa el protocolo NVMe-oF no es compatible con Ubuntu 24,04 con ONTAP.

Validación de versiones de software

Puede utilizar el siguiente procedimiento para validar las versiones mínimas de software soportadas de Ubuntu 24,04.

Pasos

1. Instale Ubuntu 24,04 en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que está ejecutando el kernel de Ubuntu 24,04 especificado:

```
uname -r
```

```
6.8.0-31-generic
```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

```
apt list | grep nvme
```

```
nvme-cli/noble-updates 2.8-1ubuntu0.1 amd64
```

3. En el host Ubuntu 24,04, compruebe la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn`:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:ace18dd8-1f5a-11ec-b0c3-3a68dd61a6ff
```

4. Compruebe que `hostnqn` la cadena de `/etc/nvme/hostnqn` coincide con la `hostnqn` cadena del subsistema correspondiente en la cabina de ONTAP:

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_106_fc_nvme
```

```
Vserver     Subsystem          Host NQN
----------- ---------------
------------------------------------------------------------
vs_106_fc_nvme ub_106 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c04702c8-e91e-
4353-9995-ba4536214631
```

Si `hostnqn` las cadenas no coinciden, use `vserver modify` el comando para actualizar la `hostnqn` cadena en el subsistema de cabina ONTAP correspondiente a fin de que coincida con la `hostnqn` cadena del `/etc/nvme/hostnqn` host.

Configure NVMe/FC

Puede configurar NVMe/FC para adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/Qlogic.

Broadcom/Emulex

Configuración de NVMe/FC para un adaptador Broadcom/Emulex.

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador compatible:

   a. `cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname`

   ```
   LPe36002-M64
   LPe36002-M64
   ```

   b. `cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc`

   ```
   Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
   ```

2. Compruebe que está utilizando el firmware de Broadcom y el controlador de bandeja de entrada recomendados `lpfc`.

   a. `cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev`

   ```
   14.4.317.10, sli-4:6:d
   14.4.317.10, sli-4:6:d
   ```

   b. `cat /sys/module/lpfc/version`

   ```
   0:14.2.0.17
   ```

   Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` se establece en `3`:

   ```
   cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
   ```

   La salida esperada es 3.

4. Compruebe que los puertos del iniciador están en funcionamiento y que puede ver los LIF de destino:

   a. `cat /sys/class/fc_host/host*/port_name`

   ```
   0x100000109bf0447b
   0x100000109bf0447c
   ```

b. `cat /sys/class/fc_host/host*/port_state`

```
Online
Online
```

c. `cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info`

Muestra el resultado de ejemplo

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b
DID x022600 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200fd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b
DID x021006 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000187 Cmpl 0000000187 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000014096514 Issue 000000001407fcd6 OutIO
fffffffffffe97c2
        abort 00000048 noxri 00000000 nondlp 0000001c qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000048 Err 00000077

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c
DID x022300 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2010d039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b
DID x021106 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000187 Cmpl 0000000187 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000140970ed Issue 00000000140813da OutIO
fffffffffffea2ed
        abort 00000047 noxri 00000000 nondlp 0000002b qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000047 Err 00000075
```

Marvell/QLogic

El controlador de bandeja de entrada nativa qla2xxx incluido en el kernel Ubuntu 24,04 GA tiene las

últimas correcciones ascendentes. Estas correcciones son esenciales para la compatibilidad con ONTAP.

Configure NVMe/FC para un adaptador Marvell/QLogic.

Pasos

1. Compruebe que está ejecutando las versiones de firmware y controlador del adaptador compatibles:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

```
QLE2872 FW: v9.15.00 DVR: v10.02.09.100-k
QLE2872 FW: v9.15.00 DVR: v10.02.09.100-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

El ouptut esperado es 1.

Habilitar 1MB I/O (opcional)

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Configure NVMe/TCP

NVMe/TCP no admite la funcionalidad de conexión automática. En su lugar, puede detectar manualmente los subsistemas y los espacios de nombres NVMe/TCP mediante los `connect` comandos o. `connect-all`

Pasos

1. Compruebe que el puerto del iniciador pueda recuperar los datos de la página de registro de detección en las LIF NVMe/TCP admitidas:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el ejemplo

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.150 -a 192.168.167.155
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:discovery
traddr:  192.168.167.156
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:discovery
traddr:  192.168.166.156
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:discovery
traddr:  192.168.167.155
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
```

```
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:discovery
traddr:  192.168.166.155
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:subsystem.ubuntu_2
4.04_tcp_211
traddr:  192.168.167.156
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:subsystem.ubuntu_2
4.04_tcp_211
traddr:  192.168.166.156
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:subsystem.ubuntu_2
4.04_tcp_211
```

```
traddr:  192.168.167.155
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:subsystem.ubuntu_2
4.04_tcp_211
traddr:  192.168.166.155
eflags:  none
sectype: none
```

2. Compruebe que las otras combinaciones de LIF iniciador-objetivo de NVMe/TCP pueden recuperar datos de la página de registro de detección:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.150 -a 192.168.167.155
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.150 -a 192.168.167.156
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.150 -a 192.168.166.155
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.150 -a 192.168.166.156
```

3. Ejecute el `nvme connect-all` Comando en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos entre los nodos:

```
nvme connect-all -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
#nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.150 -a 192.168.167.155
#nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.150 -a 192.168.167.156
#nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.150 -a 192.168.166.155
#nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.150 -a 192.168.166.156
```

A partir de Ubuntu 24,04, la configuración predeterminada de tiempo de espera ctrl_LOSS_tmo para NVMe/TCP está desactivada. Esto significa que no hay límite en el número de reintentos (reintentos indefinidos) y no es necesario configurar manualmente una duración de tiempo de espera específica de ctrl_LOSS_tmo cuando se utilizan los `nvme connect` comandos o `nvme connect-all` (opción -l). Gracias a este comportamiento predeterminado, las controladoras NVMe/TCP no experimentan tiempos de espera en caso de un fallo de ruta y permanecen conectadas indefinidamente.

Valide NVMe-of

Puede usar el siguiente procedimiento para validar NVME-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

   ```
   cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
   ```

   La salida esperada es “Y”.

2. Verifique que la configuración NVMe-oF adecuada (como, el modelo establecido en «controladora NetApp ONTAP» y la política de iopolicy de balanceo de carga establecida en «round-robin») en los espacios de nombres de ONTAP respectivos se muestren correctamente en el host:

   a. `cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model`

   ```
   NetApp ONTAP Controller
   NetApp ONTAP Controller
   ```

   b. `cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy`

   ```
   round-robin
   round-robin
   ```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
nvme list
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
Node         SN                            Model
------------------------------------------------------------
/dev/nvme0n1 81CZ5BQuUNfGAAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller


Namespace Usage   Format                FW            Rev
------------------------------------------------------------
1                 21.47 GB / 21.47 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem.
ubuntu_24.04 \
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-
0x100000109b1b95ef live optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-
0x100000109b1b95f0 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-
0x100000109b1b95f0 live non-optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-
0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:subsystem.ubun
tu_24.04_tcp_211
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0050-3410-8035-c3c04f4a5933
               iopolicy=round-robin
 +- nvme0 tcp
traddr=192.168.166.155,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.150,
src_addr=192.168.166.150 live optimized
 +- nvme1 tcp
traddr=192.168.167.155,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.150,
src_addr=192.168.167.150 live optimized
 +- nvme2 tcp
traddr=192.168.166.156,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.150,
src_addr=192.168.166.150 live non-optimized
 +- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.156,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.150,
src_addr=192.168.167.150 live non-optimized
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
Device        Vserver        Namespace Path          NSID UUID
Size
------------- -------------  ----------------------- ----
---------------------------------- ---------
/dev/nvme0n1   vs_211_tcp    /vol/tcpvol1/ns1        1
1cc7bc78-8d7b-4d8e-a3c4-750f9461a6e9   21.47GB
```

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Muestra el resultado de ejemplo

```
{

"ONTAPdevices" : [
{
      "Device":"/dev/nvme0n9",
      "Vserver":"vs_211_tcp",
      "Namespace_Path":"/vol/tcpvol9/ns9",
      "NSID":9,
      "UUID":"99640dd9-8463-4c12-8282-b525b39fc10b",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    }
  ]
}
```

Problemas conocidos

No existen problemas conocidos para la configuración de host NVMe-oF para Ubuntu 24,04 con la versión ONTAP.

Configuración de host de NVMe-oF para Ubuntu 24,04 con ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-oF), incluido NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) y otros transportes, es compatible con Ubuntu 22,04 con acceso asimétrico a espacio de nombres (ANA). En entornos de NVMe-oF, ANA es el equivalente a la multivía ALUA en entornos iSCSI y FC y se implementa con NVMe multivía en kernel.

Se ofrece la siguiente compatibilidad para la configuración de host de NVMe-oF para Ubuntu 22,04 con ONTAP:

- El plugin de NetApp en el paquete nvme-cli nativo muestra detalles de ONTAP para espacios de nombres de NVMe/FC.
- Uso del tráfico coexistente de NVMe y SCSI en el mismo host en un adaptador de bus de host (HBA) determinado, sin la configuración multivía explícita de dm para evitar la reclamación de espacios de nombres de NVMe.

Si quiere más información sobre las configuraciones compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

Funciones

Ubuntu 22,04 tiene la multivía NVMe en kernel habilitada para espacios de nombres NVMe de forma predeterminada. Por lo tanto, no hay necesidad de configuraciones explícitas.

Limitaciones conocidas

Actualmente no se admite el arranque SAN mediante el protocolo NVMe-oF.

Validación de versiones de software

Puede utilizar el siguiente procedimiento para validar las versiones mínimas de software soportadas de Ubuntu 22,04.

Pasos

1. Instale Ubuntu 22,04 en el servidor. Una vez completada la instalación, verifique que está ejecutando el kernel de Ubuntu 22,04 especificado:

   ```
   # uname -r
   ```

   Ejemplo de salida:

   ```
   5.15.0-101-generic
   ```

2. Instale el `nvme-cli` paquete:

   ```
   # apt list | grep nvme
   ```

   Ejemplo de salida:

```
nvme-cli/jammy-updates,now 1.16-3ubuntu0.1 amd64
```

3. En el host Ubuntu 22,04, compruebe la cadena hostnqn en `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Ejemplo de salida

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:063a9fa0-438a-4737-b9b4-95a21c66d041
```

4. Compruebe que el `hostnqn` la cadena coincide con `hostnqn` Cadena para el subsistema correspondiente en la cabina de ONTAP:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_106_fc_nvme
```

Ejemplo de salida:

```
Vserver     Subsystem          Host NQN
----------- ---------------
------------------------------------------------------------
vs_106_fc_nvme ub_106 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c04702c8-e91e-
4353-9995-ba4536214631
```

Si la `hostnqn` las cadenas no coinciden, utilice `vserver modify` comando para actualizar el `hostnqn` En el subsistema de cabina ONTAP correspondiente de que coincida con `hostnqn` cadena desde `/etc/nvme/hostnqn` en el host.

Configure NVMe/FC

Puede configurar NVMe/FC para adaptadores Broadcom/Emulex o Marvell/Qlogic.

Broadcom/Emulex

1. Compruebe que está utilizando el modelo de adaptador admitido.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Ejemplo de salida:

```
LPe36002-M64
LPe36002-M64
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Ejemplo de salida:

```
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Compruebe que está utilizando la Broadcom recomendada `lpfc` controlador de firmware y bandeja de entrada.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev

14.2.673.40, sli-4:6:d
14.2.673.40, sli-4:6:d

# cat /sys/module/lpfc/version
0: 14.0.0.4
```

Para obtener la lista actual de versiones de firmware y controladores de adaptador compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

3. Compruebe que `lpfc_enable_fc4_type` se establece en `3`:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. Compruebe que los puertos del iniciador están en funcionamiento y que puede ver los LIF de destino:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109bf0447c
0x100000109bf0447b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
        NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c DID
x022300 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200cd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021509 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x2010d039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021108 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000005238 Issue 000000000000523a OutIO
0000000000000002
        abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b DID
x022600 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200bd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021409 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT       WWPN x200fd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021008 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000000523c Issue 000000000000523e OutIO
0000000000000002
        abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000
```

Adaptador FC Marvell/QLogic para NVMe/FC

El controlador de bandeja de entrada nativa qla2xxx incluido en el kernel Ubuntu 22,04 GA tiene las

últimas correcciones ascendentes. Estas correcciones son esenciales para la compatibilidad con ONTAP.

1. Compruebe que está ejecutando las versiones de firmware y controlador del adaptador compatibles:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

Ejemplo de salida

```
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k
```

2. Compruebe que `ql2xnvmeenable` está configurado. Esto permite que el adaptador Marvell funcione como iniciador NVMe/FC:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

Habilitar 1MB I/O (opcional)

ONTAP informa un tamaño máximo de transferencia de datos (MDTS) de 8 en los datos del controlador de identificación. Esto significa que el tamaño máximo de solicitud de E/S puede ser de hasta 1 MB. Para emitir solicitudes de E/S de tamaño 1 MB para un host Broadcom NVMe/FC, debe aumentar el `lpfc` valor de la `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro a 256 desde el valor predeterminado de 64.

Estos pasos no se aplican a los hosts Qlogic NVMe/FC.

Pasos

1. Defina el `lpfc_sg_seg_cnt` parámetro en 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Ejecute `dracut -f` el comando y reinicie el host.
3. Compruebe que el valor de `lpfc_sg_seg_cnt` es 256:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Configure NVMe/TCP

NVMe/TCP no tiene la funcionalidad de conexión automática. Por lo tanto, si una ruta deja de funcionar y no se restablece en el tiempo de espera predeterminado de 10 minutos, no se puede volver a conectar automáticamente NVMe/TCP. Para evitar que se agote el tiempo de espera, debe definir el período de reintento para los eventos de conmutación por error en al menos 30 minutos.

Pasos

1. Compruebe que el puerto del iniciador pueda recuperar los datos de la página de registro de detección en las LIF NVMe/TCP admitidas:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Ejemplo de salida:

```
# nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47-a 10.10.10.122

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  10.10.10.122
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992
08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  10.10.10.124
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype:  tcp
```

2. Compruebe que las demás combinaciones de LIF iniciador-destino NVMe/TCP puedan recuperar

correctamente los datos de la página de registro de detección:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Ejemplo de salida:

```
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.122
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.
```

3. Ejecute el comando nvme connect-all en todos los LIF objetivo iniciador NVMe/TCP admitidos en todos los nodos y establezca el tiempo de espera de pérdida de la controladora durante al menos 30 minutos o 1800 segundos:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Ejemplo de salida:

```
#   nvme    connect-all -t  tcp -w  10.10.10.47 -a  10.10.10.122 -l 1800
#   nvme    connect-all -t  tcp -w  10.10.10.47 -a  10.10.10.124 -l 1800
#   nvme    connect-all -t  tcp -w  10.10.11.47 -a  10.10.11.122 -l 1800
#   nvme    connect-all -t  tcp -w  10.10.11.47 -a  10.10.11.124 -l 1800
```

Valide NVMe-of

Puede usar el siguiente procedimiento para validar NVME-oF.

Pasos

1. Compruebe que la multivía NVMe en kernel esté habilitada:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Compruebe que la configuración NVMe-oF adecuada (como, por ejemplo, el modelo configurado en la controladora NetApp ONTAP y la política de balanceo de carga establecida en round-robin) en los respectivos espacios de nombres de ONTAP se reflejen correctamente en el host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Verifique que los espacios de nombres se hayan creado y detectado correctamente en el host:

```
# nvme list
```

Ejemplo de salida:

```
Node         SN                   Model
------------------------------------------------------------
/dev/nvme0n1 81CZ5BQuUNfGAAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller


Namespace Usage    Format             FW             Rev
------------------------------------------------------------
1                 21.47 GB / 21.47 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

4. Compruebe que el estado de la controladora de cada ruta sea activo y que tenga el estado de ANA correcto:

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Ejemplo de salida:

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem. ub_106
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-
0x100000109b1b95ef live optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-
0x100000109b1b95f0 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-
0x100000109b1b95f0 live non-optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-
0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

NVME/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Ejemplo de salida:

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992- 08.com.netapp:sn.
bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=10.10.10.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10
.10.10.47 live
+- nvme2 tcp
traddr=10.10.10.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10
.10.10.47 live
+- nvme3 tcp
traddr=10.10.11.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10
.10.11.47 live
+- nvme4 tcp
traddr=10.10.11.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10
.10.11.47 live
```

5. Confirmar que el complemento de NetApp muestra los valores correctos para cada dispositivo de espacio de nombres ONTAP:

Columna

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Ejemplo de salida:

```
Device        Vserver   Namespace Path
--------------------- ------------------------------
/dev/nvme0n1 co_iscsi_tcp_ubuntu /vol/vol1/ns1



NSID       UUID                                   Size
-------------------------------------------------------------
1          79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84 21.47GB
```

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Ejemplo de salida

```
{

"ONTAPdevices" : [
{

"Device" : "/dev/nvme0n1",
"Vserver" : "co_iscsi_tcp_ubuntu",
"Namespace_Path" : "/vol/nvmevol1/ns1",
"NSID" : 1,
"UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
"Size" : "21.47GB",
"LBA_Data_Size" : 4096,
"Namespace_Size" : 5242880
},

]
}
```

Problemas conocidos

La configuración de host de NVMe-oF para Ubuntu 22,04 con ONTAP tiene el siguiente problema conocido:

ID de error de NetApp	Título	Descripción
CONTAPEXT-2037	Los hosts NVMe-oF de Ubuntu 22,04 crean controladores de detección persistentes duplicados	En los hosts de NVMe-oF, puede utilizar el comando «nvme discover -p» para crear controladoras de detección persistente (PDCs). Este comando solo debe crear un PDC para cada combinación iniciador-destino. Sin embargo, si ejecuta Ubuntu 22,04 en un host NVMe-oF, se crea un PDC duplicado cada vez que se ejecuta «nvme discover -p». Esto lleva a un uso innecesario de recursos tanto en el host como en el destino.

Windows

Configure Windows Server 2025 con NVMe/FC para ONTAP

Es posible configurar NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) en hosts que ejecutan Windows Server 2025 para operar con LUN de ONTAP.

Acerca de esta tarea

Es posible usar el siguiente soporte con la configuración de host de NVMe/FC para Windows 2025. También debe revisar las limitaciones conocidas antes de iniciar el proceso de configuración.

- Soporte disponible:

  A partir de ONTAP 9.10.1, se admite NVMe/FC para Windows Server 2025.

  Si desea obtener una lista de los adaptadores y controladoras de FC compatibles, consulte la "Hardware Universe". Para obtener la lista actual de configuraciones y versiones compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

- Limitaciones conocidas:

  El clúster de conmutación al nodo de respaldo de Windows no es compatible con NVMe/FC, ya que ONTAP no admite reservas persistentes con NVMe/FC.

> Broadcom incluye un controlador externo para Windows NVMe/FC que es un controlador SCSI □ NVMe traslacional y no un verdadero controlador NVMe/FC. La sobrecarga de transacción no afecta necesariamente al rendimiento, pero anula las ventajas en cuanto al rendimiento de NVMe/FC. Como resultado, el rendimiento de NVMe/FC y FCP es el mismo en los servidores Windows, a diferencia de otros sistemas operativos como Linux, donde el rendimiento de NVMe/FC es significativamente mejor que el de FCP.

Habilite NVMe/FC

Habilite FC/NVMe en el host iniciador de Windows.

Pasos

1. Instale la utilidad Emulex HBA Manager en el host de Windows.

2. En cada puerto de iniciador del HBA, establezca los siguientes parámetros del controlador del HBA:
   - EnableNVMe = 1
   - NVMEMode = 0
3. Reinicie el host.

Configure el adaptador de FC Broadcom

El iniciador de Broadcom puede ofrecer tráfico NVMe/FC y FCP a través de los mismos puertos adaptadores de FC de 32G Gb. Para FCP y FC/NVMe, debe usar el módulo específico del dispositivo (DSM) Microsft como la opción Microsoft Multipath I/O (MPIO).

A `hostnqn` se asocia con cada puerto de adaptador de bus de host (HBA) para el adaptador Broadcom con FC/NVMe en un entorno Windows. El tiene el formato del `hostnqn` que se muestra en el siguiente ejemplo:

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Habilite MPIO para dispositivos NVMe

Debe habilitar MPIO para los dispositivos NVMe para completar la configuración de NVMe en el host de Windows.

Pasos

1. Instale "Kit de utilidades de host de Windows 7.1" Para configurar los parámetros de controlador que son comunes a FC y NVMe.
2. Abra las propiedades de MPIO.
3. En la pestaña **Discover Multi-paths**, agregue el identificador de dispositivo indicado para NVMe.

   MPIO detecta los dispositivos NVMe, que se ven bajo la gestión de discos.

4. Abra **Administración de discos** y vaya a **Propiedades de disco**.
5. En la pestaña **MPIO**, selecciona **Details**.
6. Establezca los siguientes ajustes de Microsoft DSM:
   - PathVerifiedPeriod: **10**
   - PathVerifyEnabled: **Habilitar**
   - Número de retryCount: **6**
   - RetryInterval: **1**
   - PDORemovedPeriod: **130**
7. Seleccione la directiva MPIO **Round Robin with Subset**.
8. Cambie los valores del Registro:

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInter
val DWORD -> 30

HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\
UseCustomPathRecoveryInterval  DWORD-> 1
```

9. Reinicie el host.

Valide la configuración de NVMe/FC

Compruebe que los subsistemas de NVMe se hayan detectado y que los espacios de nombres de ONTAP sean los correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que el tipo de puerto es `FC+NVMe`:

   ```
   listhba
   ```

Muestra el ejemplo

```
Port WWN       : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN       : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name    : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags          : 8000e300
Host Name      : INTEROP-57-159
Mfg            : Emulex Corporation
Serial No.     : FC71367217
Port Number    : 0
Mode           : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 0
Port Type      : FC+NVMe
Model          : LPe32002-M2

Port WWN       : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN       : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name    : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags          : 8000e300
Host Name      : INTEROP-57-159
Mfg            : Emulex Corporation
Serial No.     : FC71367217
Port Number    : 1
Mode           : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 1
Port Type      : FC+NVMe
Model          : LPe32002-M2
```

2. Compruebe que se han detectado los subsistemas NVMe/FC:
   - `nvme-list`

Muestra el ejemplo

```
NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0180
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0181
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

- nvme-list

Muestra el ejemplo

```
NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0140
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0141
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

3. Verifique que se han creado los espacios de nombres:

```
nvme-list-ns
```

Muestra el ejemplo

```
Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

                                          SCSI           SCSI
SCSI
   NSID           DeviceName         Bus Number    Target Number
OS LUN
-----------  --------------------  ------------  ---------------
---------
0x00000001   \\.\PHYSICALDRIVE9          0                1
0
0x00000002   \\.\PHYSICALDRIVE10         0                1
1
0x00000003   \\.\PHYSICALDRIVE11         0                1
2
0x00000004   \\.\PHYSICALDRIVE12         0                1
3
0x00000005   \\.\PHYSICALDRIVE13         0                1
4
0x00000006   \\.\PHYSICALDRIVE14         0                1
5
0x00000007   \\.\PHYSICALDRIVE15         0                1
6
0x00000008   \\.\PHYSICALDRIVE16         0                1
7
```

Configure Windows Server 2022 con NVMe/FC para ONTAP

Es posible configurar NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) en hosts que ejecutan Windows Server 2022 para operar con LUN de ONTAP.

Acerca de esta tarea

Es posible usar el siguiente soporte con la configuración de host de NVMe/FC para Windows 2022. También debe revisar las limitaciones conocidas antes de iniciar el proceso de configuración.

- Soporte disponible:

  A partir de ONTAP 9,7, se admite NVMe/FC para Windows Server 2022.

  Si desea obtener una lista de los adaptadores y controladoras de FC compatibles, consulte la "Hardware Universe". Para obtener la lista actual de configuraciones y versiones compatibles, consulte la "Herramienta de matriz de interoperabilidad".

- Limitaciones conocidas:

El clúster de conmutación al nodo de respaldo de Windows no es compatible con NVMe/FC, ya que ONTAP no admite reservas persistentes con NVMe/FC.

> Broadcom incluye un controlador externo para Windows NVMe/FC que es un controlador SCSI □ NVMe traslacional y no un verdadero controlador NVMe/FC. La sobrecarga de transacción no afecta necesariamente al rendimiento, pero anula las ventajas en cuanto al rendimiento de NVMe/FC. Como resultado, el rendimiento de NVMe/FC y FCP es el mismo en los servidores Windows, a diferencia de otros sistemas operativos como Linux, donde el rendimiento de NVMe/FC es significativamente mejor que el de FCP.

Habilite NVMe/FC

Habilite FC/NVMe en el host iniciador de Windows.

Pasos

1. Instale la utilidad Emulex HBA Manager en el host de Windows.
2. En cada puerto de iniciador del HBA, establezca los siguientes parámetros del controlador del HBA:
   - EnableNVMe = 1
   - NVMEMode = 0
3. Reinicie el host.

Configure el adaptador de FC Broadcom

El iniciador de Broadcom puede ofrecer tráfico NVMe/FC y FCP a través de los mismos puertos adaptadores de FC de 32G Gb. Para FCP y FC/NVMe, debe usar el módulo específico del dispositivo (DSM) Microsft como la opción Microsoft Multipath I/O (MPIO).

A `hostnqn` se asocia con cada puerto de adaptador de bus de host (HBA) para el adaptador Broadcom con FC/NVMe en un entorno Windows. El tiene el formato del `hostnqn` que se muestra en el siguiente ejemplo:

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Habilite MPIO para dispositivos NVMe

Debe habilitar MPIO para los dispositivos NVMe para completar la configuración de NVMe en el host de Windows.

Pasos

1. Instale "Kit de utilidades de host de Windows 7.1" Para configurar los parámetros de controlador que son comunes a FC y NVMe.
2. Abra las propiedades de MPIO.
3. En la pestaña **Discover Multi-paths**, agregue el identificador de dispositivo indicado para NVMe.

   MPIO detecta los dispositivos NVMe, que se ven bajo la gestión de discos.

4. Abra **Administración de discos** y vaya a **Propiedades de disco**.
5. En la pestaña **MPIO**, selecciona **Details**.

6. Establezca los siguientes ajustes de Microsoft DSM:
   - PathVerifiedPeriod: **10**
   - PathVerifyEnabled: **Habilitar**
   - Número de retryCount: **6**
   - RetryInterval: **1**
   - PDORemovedPeriod: **130**
7. Seleccione la directiva MPIO **Round Robin with Subset**.
8. Cambie los valores del Registro:

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInter
val DWORD -> 30

HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\
UseCustomPathRecoveryInterval  DWORD-> 1
```

9. Reinicie el host.

Valide NVMe/FC

Compruebe que los subsistemas de NVMe se hayan detectado y que los espacios de nombres de ONTAP sean los correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que el tipo de puerto es `FC+NVMe`:

```
listhba
```

Muestra el ejemplo

```
Port WWN       : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN       : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name    : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags          : 8000e300
Host Name      : INTEROP-57-159
Mfg            : Emulex Corporation
Serial No.     : FC71367217
Port Number    : 0
Mode           : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 0
Port Type      : FC+NVMe
Model          : LPe32002-M2

Port WWN       : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN       : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name    : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags          : 8000e300
Host Name      : INTEROP-57-159
Mfg            : Emulex Corporation
Serial No.     : FC71367217
Port Number    : 1
Mode           : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 1
Port Type      : FC+NVMe
Model          : LPe32002-M2
```

2. Compruebe que se han detectado los subsistemas NVMe/FC:
   - `nvme-list`

Muestra el ejemplo

```
NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0180
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0181
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

- nvme-list

Muestra el ejemplo

```
NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0140
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0141
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

3. Verifique que se han creado los espacios de nombres:

```
nvme-list-ns
```

Muestra el ejemplo

```
Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

                                          SCSI           SCSI
SCSI
   NSID           DeviceName         Bus Number    Target Number
OS LUN
-----------  --------------------  ------------  ---------------
---------
0x00000001   \\.\PHYSICALDRIVE9          0               1
0
0x00000002   \\.\PHYSICALDRIVE10         0               1
1
0x00000003   \\.\PHYSICALDRIVE11         0               1
2
0x00000004   \\.\PHYSICALDRIVE12         0               1
3
0x00000005   \\.\PHYSICALDRIVE13         0               1
4
0x00000006   \\.\PHYSICALDRIVE14         0               1
5
0x00000007   \\.\PHYSICALDRIVE15         0               1
6
0x00000008   \\.\PHYSICALDRIVE16         0               1
7
```

Configuración de host NVMe/FC para Windows Server 2019 con ONTAP

Es posible configurar NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) en hosts que ejecutan Windows Server 2019 para operar con LUN de ONTAP.

Acerca de esta tarea

Es posible usar el siguiente soporte con la configuración de host de NVMe/FC para Windows 2019. También debe revisar las limitaciones conocidas antes de iniciar el proceso de configuración.

> Puede utilizar los ajustes de configuración proporcionados en este procedimiento para configurar los clientes de nube conectados a "Cloud Volumes ONTAP" y."Amazon FSX para ONTAP"

- Soporte disponible:

  A partir de ONTAP 9,7, se admite NVMe/FC para Windows Server 2019.

  Si desea obtener una lista de los adaptadores y controladoras de FC compatibles, consulte la "Hardware Universe". Para obtener la lista actual de configuraciones y versiones compatibles, consulte la

"Herramienta de matriz de interoperabilidad".

- Limitaciones conocidas:

  El clúster de conmutación al nodo de respaldo de Windows no es compatible con NVMe/FC, ya que ONTAP no admite reservas persistentes con NVMe/FC.

  Broadcom incluye un controlador externo para Windows NVMe/FC que es un controlador SCSI NVMe traslacional y no un verdadero controlador NVMe/FC. La sobrecarga de transacción no afecta necesariamente al rendimiento, pero anula las ventajas en cuanto al rendimiento de NVMe/FC. Como resultado, el rendimiento de NVMe/FC y FCP es el mismo en los servidores Windows, a diferencia de otros sistemas operativos como Linux, donde el rendimiento de NVMe/FC es significativamente mejor que el de FCP.

Habilite NVMe/FC

Habilite FC/NVMe en el host iniciador de Windows.

Pasos

1. Instale la utilidad Emulex HBA Manager en el host de Windows.
2. En cada puerto de iniciador del HBA, establezca los siguientes parámetros del controlador del HBA:
   - EnableNVMe = 1
   - NVMEMode = 0
3. Reinicie el host.

Configure el adaptador de FC Broadcom

El iniciador de Broadcom puede ofrecer tráfico NVMe/FC y FCP a través de los mismos puertos adaptadores de FC de 32G Gb. Para FCP y FC/NVMe, debe usar el módulo específico del dispositivo (DSM) Microsft como la opción Microsoft Multipath I/O (MPIO).

A `hostnqn` se asocia con cada puerto de adaptador de bus de host (HBA) para el adaptador Broadcom con FC/NVMe en un entorno Windows. El tiene el formato del `hostnqn` que se muestra en el siguiente ejemplo:

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Habilite MPIO para dispositivos NVMe

Debe habilitar MPIO para los dispositivos NVMe para completar la configuración de NVMe en el host de Windows.

Pasos

1. Instale "Kit de utilidades de host de Windows 7.1" Para configurar los parámetros de controlador que son comunes a FC y NVMe.
2. Abra las propiedades de MPIO.
3. En la pestaña **Discover Multi-paths**, agregue el identificador de dispositivo indicado para NVMe.

   MPIO detecta los dispositivos NVMe, que se ven bajo la gestión de discos.

4. Abra **Administración de discos** y vaya a **Propiedades de disco**.
5. En la pestaña **MPIO**, selecciona **Details**.
6. Establezca los siguientes ajustes de Microsoft DSM:
   - PathVerifiedPeriod: **10**
   - PathVerifyEnabled: **Habilitar**
   - Número de retryCount: **6**
   - RetryInterval: **1**
   - PDORemovedPeriod: **130**
7. Seleccione la directiva MPIO **Round Robin with Subset**.
8. Cambie los valores del Registro:

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInter
val DWORD -> 30

HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\
UseCustomPathRecoveryInterval  DWORD-> 1
```

9. Reinicie el host.

Valide NVMe/FC

Compruebe que los subsistemas de NVMe se hayan detectado y que los espacios de nombres de ONTAP sean los correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que el tipo de puerto es `FC+NVMe`:

```
listhba
```

Muestra el ejemplo

```
Port WWN       : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN       : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name    : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags          : 8000e300
Host Name      : INTEROP-57-159
Mfg            : Emulex Corporation
Serial No.     : FC71367217
Port Number    : 0
Mode           : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 0
Port Type      : FC+NVMe
Model          : LPe32002-M2

Port WWN       : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN       : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name    : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags          : 8000e300
Host Name      : INTEROP-57-159
Mfg            : Emulex Corporation
Serial No.     : FC71367217
Port Number    : 1
Mode           : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 1
Port Type      : FC+NVMe
Model          : LPe32002-M2
```

2. Compruebe que se han detectado los subsistemas NVMe/FC:
   - `nvme-list`

Muestra el ejemplo

```
NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0180
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0181
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

- `nvme-list`

Muestra el ejemplo

```
NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0140
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0141
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

3. Verifique que se han creado los espacios de nombres:

```
nvme-list-ns
```

Muestra el ejemplo

```
Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

                                          SCSI           SCSI
SCSI
   NSID           DeviceName         Bus Number    Target Number
OS LUN
-----------  --------------------  ------------  ---------------
---------
0x00000001   \\.\PHYSICALDRIVE9          0                1
0
0x00000002   \\.\PHYSICALDRIVE10         0                1
1
0x00000003   \\.\PHYSICALDRIVE11         0                1
2
0x00000004   \\.\PHYSICALDRIVE12         0                1
3
0x00000005   \\.\PHYSICALDRIVE13         0                1
4
0x00000006   \\.\PHYSICALDRIVE14         0                1
5
0x00000007   \\.\PHYSICALDRIVE15         0                1
6
0x00000008   \\.\PHYSICALDRIVE16         0                1
7
```

Configure Windows Server 2016 con NVMe/FC para ONTAP

Es posible configurar NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) en hosts que ejecutan Windows Server 2016 para operar con LUN de ONTAP.

Acerca de esta tarea

Es posible usar el siguiente soporte con la configuración de host de NVMe/FC para Windows 2016. También debe revisar las limitaciones conocidas antes de iniciar el proceso de configuración.

> Puede utilizar los ajustes de configuración proporcionados en este procedimiento para configurar los clientes de nube conectados a "Cloud Volumes ONTAP" y."Amazon FSX para ONTAP"

- Soporte disponible:

  A partir de ONTAP 9,7, se admite NVMe/FC para Windows Server 2016.

  Si desea obtener una lista de los adaptadores y controladoras de FC compatibles, consulte la "Hardware Universe". Para obtener la lista actual de configuraciones y versiones compatibles, consulte la

"Herramienta de matriz de interoperabilidad".

- Limitaciones conocidas:

  El clúster de conmutación al nodo de respaldo de Windows no es compatible con NVMe/FC, ya que ONTAP no admite reservas persistentes con NVMe/FC.

  Broadcom incluye un controlador externo para Windows NVMe/FC que es un controlador SCSI NVMe traslacional y no un verdadero controlador NVMe/FC. La sobrecarga de transacción no afecta necesariamente al rendimiento, pero anula las ventajas en cuanto al rendimiento de NVMe/FC. Como resultado, el rendimiento de NVMe/FC y FCP es el mismo en los servidores Windows, a diferencia de otros sistemas operativos como Linux, donde el rendimiento de NVMe/FC es significativamente mejor que el de FCP.

Habilite NVMe/FC

Habilite FC/NVMe en el host iniciador de Windows.

Pasos

1. Instale la utilidad Emulex HBA Manager en el host de Windows.
2. En cada puerto de iniciador del HBA, establezca los siguientes parámetros del controlador del HBA:
   - EnableNVMe = 1
   - NVMEMode = 0
3. Reinicie el host.

Configure el adaptador de FC Broadcom

El iniciador de Broadcom puede ofrecer tráfico NVMe/FC y FCP a través de los mismos puertos adaptadores de FC de 32G Gb. Para FCP y FC/NVMe, debe usar el módulo específico del dispositivo (DSM) Microsft como la opción Microsoft Multipath I/O (MPIO).

A `hostnqn` se asocia con cada puerto de adaptador de bus de host (HBA) para el adaptador Broadcom con FC/NVMe en un entorno Windows. El tiene el formato del `hostnqn` que se muestra en el siguiente ejemplo:

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Habilite MPIO para dispositivos NVMe

Debe habilitar MPIO para los dispositivos NVMe para completar la configuración de NVMe en el host de Windows.

Pasos

1. Instale "Kit de utilidades de host de Windows 7.1" Para configurar los parámetros de controlador que son comunes a FC y NVMe.
2. Abra las propiedades de MPIO.
3. En la pestaña **Discover Multi-paths**, agregue el identificador de dispositivo indicado para NVMe.

   MPIO detecta los dispositivos NVMe, que se ven bajo la gestión de discos.

4. Abra **Administración de discos** y vaya a **Propiedades de disco**.
5. En la pestaña **MPIO**, selecciona **Details**.
6. Establezca los siguientes ajustes de Microsoft DSM:
   - PathVerifiedPeriod: **10**
   - PathVerifyEnabled: **Habilitar**
   - Número de retryCount: **6**
   - RetryInterval: **1**
   - PDORemovedPeriod: **130**
7. Seleccione la directiva MPIO **Round Robin with Subset**.
8. Cambie los valores del Registro:

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInter
val DWORD -> 30

HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\
UseCustomPathRecoveryInterval  DWORD-> 1
```

9. Reinicie el host.

Valide NVMe/FC

Compruebe que los subsistemas de NVMe se hayan detectado y que los espacios de nombres de ONTAP sean los correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que el tipo de puerto es `FC+NVMe`:

```
listhba
```

Muestra el ejemplo

```
Port WWN       : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN       : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name    : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags          : 8000e300
Host Name      : INTEROP-57-159
Mfg            : Emulex Corporation
Serial No.     : FC71367217
Port Number    : 0
Mode           : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 0
Port Type      : FC+NVMe
Model          : LPe32002-M2

Port WWN       : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN       : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name    : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags          : 8000e300
Host Name      : INTEROP-57-159
Mfg            : Emulex Corporation
Serial No.     : FC71367217
Port Number    : 1
Mode           : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 1
Port Type      : FC+NVMe
Model          : LPe32002-M2
```

2. Compruebe que se han detectado los subsistemas NVMe/FC:
   - `nvme-list`

Muestra el ejemplo

```
NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0180
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0181
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

° `nvme-list`

Muestra el ejemplo

```
NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0140
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0141
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

3. Verifique que se han creado los espacios de nombres:

```
nvme-list-ns
```

Muestra el ejemplo

```
Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

                                          SCSI           SCSI
SCSI
   NSID           DeviceName         Bus Number    Target Number
OS LUN
-----------  --------------------  ------------  ---------------
---------
0x00000001   \\.\PHYSICALDRIVE9          0               1
0
0x00000002   \\.\PHYSICALDRIVE10         0               1
1
0x00000003   \\.\PHYSICALDRIVE11         0               1
2
0x00000004   \\.\PHYSICALDRIVE12         0               1
3
0x00000005   \\.\PHYSICALDRIVE13         0               1
4
0x00000006   \\.\PHYSICALDRIVE14         0               1
5
0x00000007   \\.\PHYSICALDRIVE15         0               1
6
0x00000008   \\.\PHYSICALDRIVE16         0               1
7
```

Configure Windows Server 2012 R2 con NVMe/FC para ONTAP

Es posible configurar NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) en hosts que ejecutan Windows Server 2012 R2 para operar con LUN de ONTAP.

Acerca de esta tarea

Es posible usar el siguiente soporte con la configuración de host de NVMe/FC para Windows 2012 R2. También debe revisar las limitaciones conocidas antes de iniciar el proceso de configuración.

> Puede utilizar los ajustes de configuración proporcionados en este procedimiento para configurar los clientes de nube conectados a "Cloud Volumes ONTAP" y."Amazon FSX para ONTAP"

- Soporte disponible:

  A partir de ONTAP 9,7, se admite NVMe/FC para Windows Server 2012 R2.

  Si desea obtener una lista de los adaptadores y controladoras de FC compatibles, consulte la "Hardware Universe". Para obtener la lista actual de configuraciones y versiones compatibles, consulte la

"Herramienta de matriz de interoperabilidad".

- Limitaciones conocidas:

  El clúster de conmutación al nodo de respaldo de Windows no es compatible con NVMe/FC, ya que ONTAP no admite reservas persistentes con NVMe/FC.

  Broadcom incluye un controlador externo para Windows NVMe/FC que es un controlador SCSI NVMe traslacional y no un verdadero controlador NVMe/FC. La sobrecarga de transacción no afecta necesariamente al rendimiento, pero anula las ventajas en cuanto al rendimiento de NVMe/FC. Como resultado, el rendimiento de NVMe/FC y FCP es el mismo en los servidores Windows, a diferencia de otros sistemas operativos como Linux, donde el rendimiento de NVMe/FC es significativamente mejor que el de FCP.

Habilite NVMe/FC

Habilite FC/NVMe en el host iniciador de Windows.

Pasos

1. Instale la utilidad Emulex HBA Manager en el host de Windows.
2. En cada puerto de iniciador del HBA, establezca los siguientes parámetros del controlador del HBA:
   - EnableNVMe = 1
   - NVMEMode = 0
3. Reinicie el host.

Configure el adaptador de FC Broadcom

El iniciador de Broadcom puede ofrecer tráfico NVMe/FC y FCP a través de los mismos puertos adaptadores de FC de 32G Gb. Para FCP y FC/NVMe, debe usar el módulo específico del dispositivo (DSM) Microsft como la opción Microsoft Multipath I/O (MPIO).

A `hostnqn` se asocia con cada puerto de adaptador de bus de host (HBA) para el adaptador Broadcom con FC/NVMe en un entorno Windows. El tiene el formato del `hostnqn` que se muestra en el siguiente ejemplo:

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Habilite MPIO para dispositivos NVMe

Debe habilitar MPIO para los dispositivos NVMe para completar la configuración de NVMe en el host de Windows.

Pasos

1. Instale "Kit de utilidades de host de Windows 7.1" Para configurar los parámetros de controlador que son comunes a FC y NVMe.
2. Abra las propiedades de MPIO.
3. En la pestaña **Discover Multi-paths**, agregue el identificador de dispositivo indicado para NVMe.

   MPIO detecta los dispositivos NVMe, que se ven bajo la gestión de discos.

4. Abra **Administración de discos** y vaya a **Propiedades de disco**.
5. En la pestaña **MPIO**, selecciona **Details**.
6. Establezca los siguientes ajustes de Microsoft DSM:
   - PathVerifiedPeriod: **10**
   - PathVerifyEnabled: **Habilitar**
   - Número de retryCount: **6**
   - RetryInterval: **1**
   - PDORemovedPeriod: **130**
7. Seleccione la directiva MPIO **Round Robin with Subset**.
8. Cambie los valores del Registro:

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInter
val DWORD -> 30

HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\
UseCustomPathRecoveryInterval  DWORD-> 1
```

9. Reinicie el host.

Valide NVMe/FC

Compruebe que los subsistemas de NVMe se hayan detectado y que los espacios de nombres de ONTAP sean los correctos para la configuración de NVMe-oF.

Pasos

1. Compruebe que el tipo de puerto es `FC+NVMe`:

```
listhba
```

Muestra el ejemplo

```
Port WWN       : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN       : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name    : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags          : 8000e300
Host Name      : INTEROP-57-159
Mfg            : Emulex Corporation
Serial No.     : FC71367217
Port Number    : 0
Mode           : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 0
Port Type      : FC+NVMe
Model          : LPe32002-M2

Port WWN       : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN       : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name    : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags          : 8000e300
Host Name      : INTEROP-57-159
Mfg            : Emulex Corporation
Serial No.     : FC71367217
Port Number    : 1
Mode           : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 1
Port Type      : FC+NVMe
Model          : LPe32002-M2
```

2. Compruebe que se han detectado los subsistemas NVMe/FC:
   - `nvme-list`

Muestra el ejemplo

```
NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0180
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0181
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

° `nvme-list`

Muestra el ejemplo

```
NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0140
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

NVMe Qualified Name     :  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                :  20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                :  20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           :  0x0141
Model Number            :  NetApp ONTAP Controller
Serial Number           :  81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version        :  FFFFFFFF
Total Capacity          :  Not Available
Unallocated Capacity    :  Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

3. Verifique que se han creado los espacios de nombres:

```
nvme-list-ns
```

Muestra el ejemplo

```
Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

                                          SCSI            SCSI
SCSI
   NSID           DeviceName         Bus Number     Target Number
OS LUN
-----------  --------------------  ------------  ---------------
---------
0x00000001   \\.\PHYSICALDRIVE9          0                1
0
0x00000002   \\.\PHYSICALDRIVE10         0                1
1
0x00000003   \\.\PHYSICALDRIVE11         0                1
2
0x00000004   \\.\PHYSICALDRIVE12         0                1
3
0x00000005   \\.\PHYSICALDRIVE13         0                1
4
0x00000006   \\.\PHYSICALDRIVE14         0                1
5
0x00000007   \\.\PHYSICALDRIVE15         0                1
6
0x00000008   \\.\PHYSICALDRIVE16         0                1
7
```

Solución de problemas de NVMe-oF con almacenamiento ONTAP para utilidades de host de Linux

Solucione fallas de NVMe-oF para hosts Oracle Linux, RHEL, Rocky Linux y SUSE Linux Enterprise Server con almacenamiento ONTAP .

Antes de comenzar a solucionar problemas, verifique que esté ejecutando una configuración que cumpla con las "Herramienta de matriz de interoperabilidad" especificaciones y luego proceda con los siguientes pasos para depurar cualquier problema del lado del host.

> Las instrucciones de solución de problemas no se aplican a los hosts AIX, ESXi, Proxmox y Windows.

Active el registro detallado

Si tiene algún problema con la configuración, el registro detallado puede proporcionar información esencial para la solución de problemas.

Pasos

Establecer el registro detallado para LPFC o Qlogic (Qla2xxx).

LPFC

Establezca el controlador lpfc para NVMe/FC.

1. Ajuste la `lpfc_log_verbose` Configuración del controlador en cualquiera de los siguientes valores para registrar los eventos de NVMe/FC.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events.
*/
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. Después de ajustar los valores, ejecute la `dracut-f` command y reinicie el host.
3. Verificar la configuración:

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc
lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

qla2xxx

No hay ningún registro qla2xxx específico para NVMe/FC similar al para el `lpfc` controlador. En su lugar, defina el nivel de registro general de qla2xxx.

1. Añada el `ql2xextended_error_logging=0x1e400000` valor para el correspondiente `modprobe qla2xxx conf` archivo.
2. Ejecute el `dracut -f` reinicie el host.
3. Después del reinicio, compruebe que el registro detallado se ha habilitado:

```
# cat /etc/modprobe.d/qla2xxx.conf
```

Debería ver un resultado similar al siguiente ejemplo:

```
options qla2xxx ql2xnvmeenable=1
ql2xextended_error_logging=0x1e400000
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xextended_error_logging
507510784
```

Errores comunes de "nvme-cli" y soluciones alternativas

Los errores mostrados por `nvme-cli` durante `nvme discover`, `nvme connect`, o. `nvme connect-all` las operaciones y las soluciones alternativas se muestran en la siguiente tabla:

Mensaje de error	Causa probable	Solución alternativa
`Failed to write to /dev/nvme-fabrics: Invalid argument`	Sintaxis incorrecta	Compruebe que está utilizando la sintaxis correcta para el `nvme discover`, `nvme connect`, y. `nvme connect-all` comandos.

Mensaje de error	Causa probable	Solución alternativa

`Failed to write to /dev/nvme-fabrics: No such file or directory`	Varios problemas pueden desencadenar esto, por ejemplo, proporcionar argumentos incorrectos en los comandos NVMe es una de las causas comunes.	• Verifique que haya pasado los argumentos correctos (como, una cadena WWNN, una cadena WWPN correcta y otros) a los comandos.
		• Si los argumentos son correctos, pero sigue viendo este error, compruebe si `/sys/class/scsi_host/host*/nvme_info` El resultado del comando es correcto, el iniciador de NVMe se muestra como `Enabled`, Y las LIF de destino NVMe/FC se muestran correctamente bajo las secciones de puertos remotos. Ejemplo:
		`# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info`
		`NVME Initiator Enabled`
		`NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec9d WWNN x20000090fae0ec9d DID x012000 ONLINE`
		`NVME RPORT WWPN x200b00a098c80f09 WWNN x200a00a098c80f09 DID x010601 TARGET DISCSRVC ONLINE`
		`NVME Statistics`
		`LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006`
		`FCP: Rd 0000000000000071 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 00000000000000a6 Outstanding 0000000000000001`
		`NVME Initiator Enabled`
		`NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec9e WWNN x20000090fae0ec9e DID x012400 ONLINE`
		`NVME RPORT WWPN x200900a098c80f09 WWNN x200800a098c80f09 DID x010301 TARGET DISCSRVC ONLINE`
		`NVME Statistics`
		`LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006`
		`FCP: Rd 0000000000000073 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 00000000000000a8 Outstanding 0000000000000001`
		• Si `nvme_info` el resultado del comando no muestra las LIF de destino como se muestra en el ejemplo anterior, compruebe los `/var/log/messages` resultados del comando y `dmesg` en busca de cualquier fallo NVMe/FC sospechoso y notifique o corrija según corresponda.

Mensaje de error	Causa probable	Solución alternativa
`No discovery log entries to fetch`	Generalmente observado cuando `/etc/nvme/hostnqn` No se ha añadido la cadena al subsistema correspondiente en la cabina de NetApp o una incorrecta `hostnqn` la cadena se ha agregado al subsistema correspondiente.	Compruebe que el valor es exacto `/etc/nvme/hostnqn` La cadena se añade al subsistema correspondiente en la cabina de NetApp (compruebe mediante la `vserver nvme subsystem host show`).
`Failed to write to /dev/nvme-fabrics: Operation already in progress`	Se observa cuando las asociaciones de controladores o la operación especificada ya se han creado o se está creando. Esto podría suceder como parte de los scripts de conexión automática instalados anteriormente.	Ninguno. Intente ejecutar el `nvme discover` comando de nuevo después de un tiempo. Para `nvme connect` y.. `connect-all`, ejecute el `nvme list` comando para verificar que los dispositivos de espacio de nombres ya se han creado y se muestran en el host.

Cuándo ponerse en contacto con el soporte técnico

Si continúa teniendo problemas, recopile los siguientes archivos y salidas de comandos y comuníquese con "Soporte de NetApp" Para mayor triaje:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
/var/log/messages
dmesg
nvme discover output as in:
nvme discover --transport=fc --traddr=nn-0x200a00a098c80f09:pn
-0x200b00a098c80f09 --host-traddr=nn-0x20000090fae0ec9d:pn
-0x10000090fae0ec9d
nvme list
nvme list-subsys /dev/nvmeXnY
```

Información de copyright

Copyright © 2026 NetApp, Inc. Todos los derechos reservados. Imprimido en EE. UU. No se puede reproducir este documento protegido por copyright ni parte del mismo de ninguna forma ni por ningún medio (gráfico, electrónico o mecánico, incluidas fotocopias, grabaciones o almacenamiento en un sistema de recuperación electrónico) sin la autorización previa y por escrito del propietario del copyright.

El software derivado del material de NetApp con copyright está sujeto a la siguiente licencia y exención de responsabilidad:

ESTE SOFTWARE LO PROPORCIONA NETAPP «TAL CUAL» Y SIN NINGUNA GARANTÍA EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUYENDO, SIN LIMITAR, LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZACIÓN O IDONEIDAD PARA UN FIN CONCRETO, CUYA RESPONSABILIDAD QUEDA EXIMIDA POR EL PRESENTE DOCUMENTO. EN NINGÚN CASO NETAPP SERÁ RESPONSABLE DE NINGÚN DAÑO DIRECTO, INDIRECTO, ESPECIAL, EJEMPLAR O RESULTANTE (INCLUYENDO, ENTRE OTROS, LA OBTENCIÓN DE BIENES O SERVICIOS SUSTITUTIVOS, PÉRDIDA DE USO, DE DATOS O DE BENEFICIOS, O INTERRUPCIÓN DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL) CUALQUIERA SEA EL MODO EN EL QUE SE PRODUJERON Y LA TEORÍA DE RESPONSABILIDAD QUE SE APLIQUE, YA SEA EN CONTRATO, RESPONSABILIDAD OBJETIVA O AGRAVIO (INCLUIDA LA NEGLIGENCIA U OTRO TIPO), QUE SURJAN DE ALGÚN MODO DEL USO DE ESTE SOFTWARE, INCLUSO SI HUBIEREN SIDO ADVERTIDOS DE LA POSIBILIDAD DE TALES DAÑOS.

NetApp se reserva el derecho de modificar cualquiera de los productos aquí descritos en cualquier momento y sin aviso previo. NetApp no asume ningún tipo de responsabilidad que surja del uso de los productos aquí descritos, excepto aquello expresamente acordado por escrito por parte de NetApp. El uso o adquisición de este producto no lleva implícita ninguna licencia con derechos de patente, de marcas comerciales o cualquier otro derecho de propiedad intelectual de NetApp.

Es posible que el producto que se describe en este manual esté protegido por una o más patentes de EE. UU., patentes extranjeras o solicitudes pendientes.

LEYENDA DE DERECHOS LIMITADOS: el uso, la copia o la divulgación por parte del gobierno están sujetos a las restricciones establecidas en el subpárrafo (b)(3) de los derechos de datos técnicos y productos no comerciales de DFARS 252.227-7013 (FEB de 2014) y FAR 52.227-19 (DIC de 2007).

Los datos aquí contenidos pertenecen a un producto comercial o servicio comercial (como se define en FAR 2.101) y son propiedad de NetApp, Inc. Todos los datos técnicos y el software informático de NetApp que se proporcionan en este Acuerdo tienen una naturaleza comercial y se han desarrollado exclusivamente con fondos privados. El Gobierno de EE. UU. tiene una licencia limitada, irrevocable, no exclusiva, no transferible, no sublicenciable y de alcance mundial para utilizar los Datos en relación con el contrato del Gobierno de los Estados Unidos bajo el cual se proporcionaron los Datos. Excepto que aquí se disponga lo contrario, los Datos no se pueden utilizar, desvelar, reproducir, modificar, interpretar o mostrar sin la previa aprobación por escrito de NetApp, Inc. Los derechos de licencia del Gobierno de los Estados Unidos de América y su Departamento de Defensa se limitan a los derechos identificados en la cláusula 252.227-7015(b) de la sección DFARS (FEB de 2014).

Información de la marca comercial

NETAPP, el logotipo de NETAPP y las marcas que constan en http://www.netapp.com/TM son marcas comerciales de NetApp, Inc. El resto de nombres de empresa y de producto pueden ser marcas comerciales de sus respectivos propietarios.