SUSE Linux Enterprise Server 15

ONTAP SAN Host Utilities

NetApp
December 19, 2025

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/zh-tw/ontap-sanhost/nvme_sles15_sp7.html on December 19, 2025. Always check docs.netapp.com for the latest.

目錄

SUSE Linux Enterprise Server 15 . . . 1
適用於 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 的 NVMe 主機組態 . . . 1
步驟 1 ：選擇性啟用 SAN 開機 . . . 1
步驟 2：驗證軟體版本 . . . 2
步驟3：設定NVMe/FC . . . 3
步驟 4：可選，啟用 1MB I/O . . . 7
步驟 5：驗證 NVMe 啟動服務 . . . 8
步驟 6：設定 NVMe/TCP . . . 9
步驟 7：驗證 NVMe-oF . . . 13
步驟 8：建立持久發現控制器 . . . 17
步驟 9：設定安全帶內身份驗證 . . . 22
步驟 10：設定傳輸層安全性 . . . 28
步驟 11 ：檢閱已知問題 . . . 33
適用於 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 的 NVMe 主機組態 . . . 33
功能 . . . 34
已知限制 . . . 34
設定NVMe/FC . . . 34
設定NVMe/TCP . . . 40
驗證NVMe . . . 44
建立持續探索控制器 . . . 48
設定安全的頻內驗證 . . . 53
設定傳輸層安全性 . . . 59
已知問題 . . . 64
適用於 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 的 NVMe 主機組態 . . . 65
功能 . . . 65
已知限制 . . . 65
設定NVMe/FC . . . 65
設定NVMe/TCP . . . 71
驗證NVMe . . . 74
建立持續探索控制器 . . . 77
設定安全的頻內驗證 . . . 84
已知問題 . . . 89
適用於 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 的 NVMe 主機組態 . . . 89
功能 . . . 90
已知限制 . . . 90
設定NVMe/FC . . . 90
設定NVMe/TCP . . . 96
驗證NVMe . . . 99
建立持續探索控制器 . . . 102

設定安全的頻內驗證 109
已知問題 115
適用於SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3的NVMe主機組態搭配ONTAP 功能 115
功能 115
已知限制 115
啟用內核NVMe多重路徑 115
NVMe啟動器套件 115
設定NVMe/FC 117
設定NVMe/TCP 120
驗證NVMe 122
已知問題 126
適用於SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 with ONTAP ESS.的NVMe/FC主機組態 126
已知限制 127
在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 上啟用 NVMe / FC 127
設定適用於NVMe / FC的Broadcom FC介面卡 127
驗證NVMe/FC 129
已知問題 131
啟用Broadcom NVMe / FC的1MB I/O大小 131
lffc詳細記錄 132
適用於SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1的NVMe/FC主機組態、ONTAP 含 132
已知限制 133
在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 上啟用 NVMe / FC 133
設定適用於NVMe / FC的Broadcom FC介面卡 133
驗證NVMe/FC 135
已知問題 136
啟用Broadcom NVMe / FC的1MB I/O大小 137
lffc詳細記錄 137

SUSE Linux Enterprise Server 15

適用於 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 的 NVMe 主機組態

SUSE Linux Enterprise Server 主機支援具有非對稱命名空間存取 (ANA) 的 NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) 和 NVMe over TCP (NVMe/TCP) 協定。 ANA 提供與 iSCSI 和 FCP 環境中的非對稱邏輯單元存取 (ALUA) 等效的多路徑功能。

關於這項工作

您可以將以下支援和功能與 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 的 NVMe-oF 主機配置一起使用。在開始配置過程之前，您還應該查看已知的限制。

- 可用支援：
  - 除了 NVMe over Fibre Channel （ NVMe / FC ）之外，還支援 NVMe over TCP （ NVMe / TCP ）。原生套件中的 NetApp 外掛程式 `nvme-cli`會同時顯示 NVMe / FC 和 NVMe / TCP 命名空間的 ONTAP 詳細資料。
  - 在同一部主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 流量。例如，您可以為 SCSI LUN 的 SCSI mpath 裝置設定 dm-multipath ，並使用 NVMe 多重路徑在主機上設定 NVMe 命名空間裝置。
  - 支援使用 NVMe / FC 傳輸協定進行 SAN 開機。
  - 從ONTAP 9.12.1 開始，引入了對 NVMe/TCP 和 NVMe/FC 安全帶內身份驗證的支援。您可以使用 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 對 NVMe/TCP 和 NVMe/FC 進行安全帶內驗證。
  - 支援使用唯一發現 NQN 的持久發現控制器 (PDC)。
  - NVMe/TCP 的 TLS 1.3 加密支援。
  - NetApp `sanlun` SUSE Linux Enterprise Server15 SP7 主機上的 NVMe-oF 不支援主機實用程式。相反，您可以依賴本機中包含的NetApp插件 `nvme-cli`適用於所有 NVMe-oF 傳輸的套件。

    如需支援組態的其他詳細資訊，請參閱"互通性對照表工具"。
- 可用功能：
  - 沒有可用的新功能。
- 已知限制
  - 避免發布 `nvme disconnect-all`命令，因為它會斷開根檔案系統和資料檔案系統的連接，並可能導致系統不穩定。

步驟 1 ：選擇性啟用 SAN 開機

您可以將主機設定為使用 SAN 開機，以簡化部署並改善擴充性。

開始之前

使用"互通性對照表工具"驗證您的 Linux 作業系統，主機匯流排介面卡（ HBA ）， HBA 韌體， HBA 開機 BIOS 和 ONTAP 版本是否支援 SAN 開機。

步驟

1. 建立 SAN 啟動命名空間並將其對應到主機。

   請參閱。 "配置NVMe儲存設備"

2. 在伺服器 BIOS 中為 SAN 啟動命名空間對應到的連接埠啟用 SAN 啟動。

   如需如何啟用HBA BIOS的相關資訊、請參閱廠商專屬的文件。

3. 重新啟動主機並驗證作業系統是否正常運作，以確認組態是否成功。

步驟 2：驗證軟體版本

使用下列步驟驗證最低支援的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝SUSE Linux Enterprise Server15 SP7。安裝完成後，請驗證您是否正在執行指定的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 核心：

   ```
   uname -r
   ```

   以下範例顯示了 SUSE Linux Enterprise Server 核心版本：

   ```
   6.4.0-150700.53.3-default
   ```

2. 安裝「NVMe-CLI（NVMe - CLI）套件：

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

   下面的例子展示了 `nvme-cli`軟體包版本：

   ```
   nvme-cli-2.11+22.gd31b1a01-150700.3.3.2.x86_64
   ```

3. 安裝 `libnvme` 套件：

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

   下面的例子展示了 `libnvme`軟體包版本：

   ```
   libnvme1-1.11+4.ge68a91ae-150700.4.3.2.x86_64
   ```

4. 在主機上，檢查 hostnqn 字串 `/etc/nvme/hostnqn` ：

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

下面的例子展示了 `hostnqn`版本：

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
```

5. 確認 `hostnqn` 字串符合 `hostnqn` ONTAP 陣列上對應子系統的字串：

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

顯示範例

```
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.
```

> 如果是 `hostnqn` 字串不相符、請使用 `vserver modify` 命令來更新 `hostnqn` 對應 ONTAP 陣列子系統上的字串、以符合 `hostnqn` 字串來源 `/etc/nvme/hostnqn` 在主機上。

步驟3：設定NVMe/FC

您可以使用 Broadcom/Emulex FC 或 Marvell/Qlogic FC 介面卡來設定 NVMe / FC 。您還需要手動發現 NVMe/TCP 子系統和命名空間。

Broadcom / Emulex

為 Broadcom / Emulex FC 介面卡設定 NVMe / FC 。

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型：

   a. 顯示模型名稱：

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

   您應該會看到下列輸出：

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

   b. 顯示模型描述：

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

   您應該會看到類似以下範例的輸出：

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

2. 驗證您使用的是建議的Broadcom `lpfc` 韌體與收件匣驅動程式：

   a. 顯示韌體版本：

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

   以下範例顯示韌體版本：

   ```
   14.4.393.25, sli-4:2:c
   14.4.393.25, sli-4:2:c
   ```

   b. 顯示收件匣驅動程式版本：

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

以下範例顯示了驅動程式版本：

```
0:14.4.0.8
```

如需支援的介面卡驅動程式和韌體版本的最新清單，請參閱"互通性對照表工具"。

3. 驗證的預期輸出是否 `lpfc_enable_fc4_type`設置爲 `3`：

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

4. 確認您可以檢視啟動器連接埠：

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

以下範例顯示連接埠標識：

```
0x10000090fae0ec88
0x10000090fae0ec89
```

5. 驗證啟動器連接埠是否在線上：

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

您應該會看到下列輸出：

```
Online
Online
```

6. 確認已啟用 NVMe / FC 啟動器連接埠、且目標連接埠可見：

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

顯示範例輸出

```
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
ffffffffffffff8
        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
ffffffffffffffffd
        abort 0000018a noxri 00000000 nondlp 0000012e qdepth
00000000 wqerr 00000004 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000018a Err 000005ca
```

Marvell / QLogic

為 Marvell/QLogic 介面卡設定 NVMe / FC 。

步驟

1. 確認您執行的是支援的介面卡驅動程式和韌體版本：

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

以下範例顯示了驅動程式和韌體版本：

```
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. 請確認 `ql2xnvmeenable` 已設定。這可讓 Marvell 介面卡作為 NVMe / FC 啟動器運作：

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

預期輸出為 1 。

步驟 4：可選，啟用 1MB I/O

ONTAP在識別控制器資料中報告最大資料傳輸大小 (MDTS) 為 8。這意味著最大 I/O 請求大小可達 1MB。若要向 Broadcom NVMe/FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求，您應該會增加 `lpfc`的價值 `lpfc_sg_seg_cnt`參數從預設值 64 更改為 256。

> 這些步驟不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

步驟

1. 將 `lpfc_sg_seg_cnt`參數設定為 256 ：

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

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 執行 `dracut -f`命令，然後重新啟動主機。
3. 確認的值 `lpfc_sg_seg_cnt`為 256 ：

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

步驟 5：驗證 NVMe 啟動服務

使用 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7， `nvmefc-boot-connections.service`和 `nvmf-autoconnect.service`NVMe/FC 中包含的啟動服務 `nvme-cli`軟體包將在系統啟動時自動啟用。系統啟動完成後，驗證啟動服務是否已啟用。

步驟

1. 確認 `nvmf-autoconnect.service`已啟用：

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

顯示範例輸出

```
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. 確認 `nvmefc-boot-connections.service`已啟用：

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

顯示範例輸出

```
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.
```

步驟 6：設定 NVMe/TCP

NVMe / TCP 傳輸協定不支援此 `auto-connect`作業。您可以改為透過手動執行 `NVMe / TCP` 或 `connect-all`作業來探索 `NVMe / TCP` 子系統和命名空間 `connect`。

步驟

1. 確認啟動器連接埠可在支援的NVMe/TCP LIF中擷取探索記錄頁面資料：

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

顯示範例輸出

```
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.sample_t
cp_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.sample_t
cp_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.sample_t
```

```
cp_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.sample_t
cp_sub
traddr:  192.168.111.70
eflags:  none
sectype: none
localhost:~ #
```

2. 確認所有其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合都能成功擷取探索記錄頁面資料：

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

顯示範例

```
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. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命體執行命令：

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

顯示範例

```
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
```

> 從 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 開始，NVMe/TCP 的預設設定 `ctrl-loss-tmo`超時已關閉。這意味著重試次數沒有限制（無限重試），並且您不需要手動配置特定的 `ctrl-loss-tmo`使用時的超時持續時間 `nvme connect`或者 `nvme connect-all`命令（選項 `-l`）。此外，NVMe/TCP 控制器在發生路徑故障時不會逾時，並會無限期地保持連線。

步驟 7：驗證 NVMe-oF

驗證核心內建 NVMe 多重路徑狀態， ANA 狀態和 ONTAP 命名空間是否適用於 NVMe 組態。

步驟

1. 確認已啟用核心內建 NVMe 多重路徑：

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

   您應該會看到下列輸出：

   ```
   Y
   ```

2. 驗證個別 ONTAP 命名空間的適當 NVMe 設定（例如、模型設定為 NetApp ONTAP 控制器、負載平衡 iopolicing 設定為循環）是否正確反映在主機上：

   a. 顯示子系統：

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

      您應該會看到下列輸出：

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

   b. 顯示策略：

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

您應該會看到下列輸出：

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

3. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
nvme list
```

顯示範例

```
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. 確認每個路徑的控制器狀態均為有效、且具有正確的ANA狀態：

NVMe / FC

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

顯示範例輸出

```
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
```

顯示範例輸出

```
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. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個版本名稱空間裝置的正確值：

欄位

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

顯示範例

```
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
```

顯示範例

```
{
      "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,
    }
  ]
}
```

步驟 8：建立持久發現控制器

從ONTAP 9.11.1 開始，您可以為 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 主機建立持久性發現控制器 (PDC)。需要 PDC 來自動偵測 NVMe 子系統的新增或刪除操作以及發現日誌頁面資料的變更。

步驟

1. 確認探索記錄頁面資料可用、並可透過啟動器連接埠和目標 LIF 組合擷取：

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

顯示範例輸出

```
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. 建立探索子系統的 PDC ：

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

您應該會看到下列輸出：

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.66 -p
```

3. 從 ONTAP 控制器、確認已建立 PDC ：

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver <vserver_name>
```

顯示範例輸出

```
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
```

步驟 9：設定安全帶內身份驗證

從 ONTAP 9.12.1 開始，主機和 ONTAP 控制器之間透過 NVMe/TCP 和 NVMe/FC 支援安全帶內身份驗證。

若要設定安全驗證、每個主機或控制器都必須與相關聯 `DH-HMAC-CHAP` 金鑰、這是 NVMe 主機或控制器的 NQN 組合、以及管理員設定的驗證密碼。若要驗證其對等端點、 NVMe 主機或控制器必須識別與對等端點相關的金鑰。

您可以使用 CLI 或組態 JSON 檔案來設定安全的頻內驗證。如果您需要為不同的子系統指定不同的 dhchap 金鑰、則必須使用組態 JSON 檔案。

CLI

使用 CLI 設定安全的頻內驗證。

步驟

1. 取得主機 NQN ：

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

2. 為主機產生 dhchap 金鑰。

   下列輸出說明 `gen-dhchap-key`命令參數：

```
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
```

   在下列範例中、會產生一個隨機的 dhchap 金鑰、其中 HMAC 設為 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. 在 ONTAP 控制器上、新增主機並指定兩個 dhchap 金鑰：

```
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. 主機支援兩種驗證方法：單向和雙向。在主機上、連線至 ONTAP 控制器、並根據所選的驗證方法指定 dhchap 金鑰：

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

5. 驗證 `nvme connect authentication` 命令驗證主機和控制器 dhchap 金鑰：
   a. 驗證主機 dhchap 金鑰：

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

   顯示單向組態的輸出範例

   ```
   # 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. 驗證控制器 dhchap 按鍵：

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

   顯示雙向組態的輸出範例

   ```
   # 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 檔案

當 ONTAP 控制器組態上有多個 NVMe 子系統可供使用時、您可以搭配命令使用該 `/etc/nvme/config.json`檔案 `nvme connect-all`。

若要產生 JSON 檔案，您可以使用 `-o`選項。如需更多語法選項，請參閱 NVMe Connect All 手冊頁。

步驟

1. 設定Json檔案：

顯示範例輸出

```
# 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=:"
                }
            ]
        }
    ]
  }
]
```

> 在上述範例中，`dhchap_key`對應於 `dhchap_secret`，並 `dhchap_ctrl_key`對應至 `dhchap_ctrl_secret`。

2. 使用組態 JSON 檔案連線至 ONTAP 控制器：

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

顯示範例輸出

```
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. 確認已為每個子系統的個別控制器啟用 dhchap 機密：

   a. 驗證主機 dhchap 金鑰：

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

您應該會看到下列輸出：

```
DHHC-1:01:i4i789R11sMuHLCY27RVI8XloC/GzjRwyhxip5hmIELsHrBq:
```

b. 驗證控制器 dhchap 按鍵：

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

您應該會看到下列輸出：

```
DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef8lAvhYS0P
NK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:
```

步驟 10：設定傳輸層安全性

傳輸層安全性（TLS）可為 NVMe 主機和 ONTAP 陣列之間的 NVMe 連線提供安全的端對端加密。從 ONTAP 9 。 16.1 開始，您可以使用 CLI 和設定的預先共用金鑰（PSK）來設定 TLS 1.3 。

關於這項工作

您可以在 SUSE Linux Enterprise Server 主機上執行此程序中的步驟，除非它指定您在 ONTAP 控制器上執行某個步驟。

步驟

1. 檢查您是否具有以下內容 `ktls-utils` ， `openssl` ， 和 `libopenssl`主機上安裝的軟體包：

   a. 驗證 `ktls-utils` ：

   ```
   rpm -qa | grep ktls
   ```

   您應該會看到顯示以下輸出：

   ```
   ktls-utils-0.10+33.g311d943-150700.1.5.x86_64
   ```

   a. 驗證 SSL 套件：

   ```
   rpm -qa | grep ssl
   ```

顯示範例輸出

```
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. 請確認您的設定是否正確 `/etc/tlshd.conf`：

```
cat /etc/tlshd.conf
```

顯示範例輸出

```
[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. 啟用 `tlshd`以在系統開機時啟動：

```
systemctl enable tlshd
```

4. 驗證守護程序是否 `tlshd`正在運行：

```
systemctl status tlshd
```

顯示範例輸出

```
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. 使用產生 TLS PSK `nvme gen-tls-key`：

   a. 驗證主機：

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

   您應該會看到下列輸出：

   ```
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
   ```

   b. 驗證金鑰：

   ```
   nvme gen-tls-key --hmac=1 --identity=1 --subsysnqn= nqn.1992-
   08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
   ```

   您應該會看到下列輸出：

```
NVMeTLSkey-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

6. 在 ONTAP 控制器上，將 TLS PSK 新增至 ONTAP 子系統：

顯示範例輸出

```
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. 將 TLS PSK 插入主機核心金鑰環：

```
nvme check-tls-key --identity=1 --subsysnqn=nqn.1992
-08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
--keydata=NVMeTLSkey
-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj: --insert
```

您應該會看到以下 TLS 金鑰：

```
Inserted TLS key 22152a7e
```

> PSK 顯示為 `NVMe1R01`因為它使用 `identity v1`來自 TLS 握手演算法。Identity v1 是 ONTAP 唯一支援的版本。

8. 確認 TLS PSK 已正確插入：

```
cat /proc/keys | grep NVMe
```

顯示範例輸出

```
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. 使用插入的 TLS PSK 連線至 ONTAP 子系統：

   a. 驗證 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
```

您應該會看到下列輸出：

```
connecting to device: nvme0
```

a. 驗證列表子系統：

```
nvme list-subsys
```

顯示範例輸出

```
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. 新增目標，並驗證 TLS 連線至指定的 ONTAP 子系統：

```
nvme subsystem controller show -vserver sles15_tls -subsystem sles15
-instance
```

顯示範例輸出

```
(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
```

步驟 11 ：檢閱已知問題

沒有已知問題。

適用於 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 的 NVMe 主機組態

含非對稱命名空間存取（ANA）的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 支援 NVMe

over Fabrics （NVMe over Fabric ， NVMe of），包括 NVMe over Fibre Channel （NVMe / FC）和其他傳輸。在 NVMe 環境中、 ANA 等同於 iSCSI 和 FCP 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

以下支援適用於採用 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 的 NVMe 主機組態：

- 在同一部主機上執行 NVMe 和 SCSI 流量。例如，您可以為 SCSI LUN 的 SCSI 裝置設定 dm-multipath `mpath` ，並使用 NVMe 多重路徑在主機上設定 NVMe 命名空間裝置。
- 支援 NVMe over TCP （NVMe / TCP）和 NVMe / FC 。這讓原生套件中的 NetApp 外掛程式 `nvme-cli`能夠同時顯示 NVMe / FC 和 NVMe / TCP 命名空間的 ONTAP 詳細資料。

如需支援組態的其他詳細資訊，請參閱"互通性對照表工具"。

功能

- 支援 NVMe 安全頻內驗證
- 使用獨特的探索 NQN 支援持續探索控制器（PDC）
- 支援 NVMe / TCP 的 TLS 1.3 加密

已知限制

- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。
- 在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 主機上， NetApp `sanlun` 主機公用程式不支援 NVMe 型。您可以改用原生套件中的 NetApp 外掛程式 `nvme-cli`來執行所有 NVMe 傳輸。

設定**NVMe/FC**

您可以為採用 ONTAP 組態的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 設定使用 Broadcom/Emulex FC 或 Marvell/Qlogic FC 介面卡的 NVMe / FC 。

Broadcom / Emulex

為 Broadcom / Emulex FC 介面卡設定 NVMe / FC 。

步驟

1. 確認您使用的是建議的介面卡機型：

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

輸出範例

```
LPe32002 M2
LPe32002-M2
```

2. 驗證介面卡型號說明：

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

輸出範例

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

3. 確認您使用的是建議的 Emulex 主機匯流排介面卡（ HBA ）韌體版本：

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

輸出範例

```
14.2.673.40, sli-4:2:c
14.2.673.40, sli-4:2:c
```

4. 確認您使用的是建議的 lpfc 驅動程式版本：

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

輸出範例

```
0:14.4.0.1
```

5. 確認您可以檢視啟動器連接埠：

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

輸出範例

```
0x10000090fae0ec88
0x10000090fae0ec89
```

6. 驗證啟動器連接埠是否在線上：

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

輸出範例

```
Online
Online
```

7. 確認已啟用 NVMe / FC 啟動器連接埠、且目標連接埠可見：

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

在以下範例中、會啟用一個啟動器連接埠、並與兩個目標生命體連線。

顯示範例輸出

```
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 x2070d039ea359e4a WWNN x206bd039ea359e4a DID
x0a0a05 TARGET DISCSRVC
ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 00000003ba Cmpl 00000003ba Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000014e3dfb8 Issue 0000000014e308db OutIO
fffffffffffff2923
 abort 00000845 noxri 00000000 nondlp 00000063 qdepth 00000000
wqerr 00000003 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000847 Err 00027f33
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 x2071d039ea359e4a WWNN x206bd039ea359e4a DID
x0a0305 TARGET DISCSRVC
ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 00000003ba Cmpl 00000003ba Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000014e39f78 Issue 0000000014e2b832 OutIO
fffffffffffff18ba
 abort 0000082d noxri 00000000 nondlp 00000028 qdepth 00000000
wqerr 00000007 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000082d Err 000283bb
```

Marvell / QLogic

SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 核心中隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有最新的修正程式。這些修正對於 ONTAP 支援至關重要。

為 Marvell/QLogic 介面卡設定 NVMe / FC 。

步驟

1. 確認您執行的是支援的介面卡驅動程式和韌體版本：

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

輸出範例

```
QLE2742 FW:v9.14.01 DVR: v10.02.09.200-k
QLE2742 FW:v9.14.01 DVR: v10.02.09.200-k
```

2. 確認 `ql2xnvmeenable` 參數設為 1 ：

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

預期值為 1 。

啟用**1MB I/O**大小（選用）

ONTAP在識別控制器資料中報告最大資料傳輸大小 (MDTS) 為 8。這意味著最大 I/O 請求大小可達 1MB。若要向 Broadcom NVMe/FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求，您應該會增加 `lpfc`的價值 `lpfc_sg_seg_cnt`參數從預設值 64 更改為 256。

> 這些步驟不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

步驟

1. 將 `lpfc_sg_seg_cnt`參數設定為 256 ：

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

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 執行 `dracut -f`命令，然後重新啟動主機。
3. 確認的值 `lpfc_sg_seg_cnt`為 256 ：

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

驗證 **NVMe** 服務

從 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 開始， `nvmefc-boot-connections.service` NVMe / FC 套件隨附的和 `nvmf-autoconnect.service`開機服務 `nvme-cli`會在系統開機期間自動啟用。系統開機完成後，您應該確認開機服務已啟用。

步驟

1. 確認 `nvmf-autoconnect.service`已啟用：

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

顯示範例輸出

```
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. 確認 `nvmefc-boot-connections.service`已啟用：

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

顯示範例輸出

```
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.
```

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。您可以改為透過手動執行 NVMe / TCP 或 `connect-all`作業來探索 `NVMe / TCP` 子系統和命名空間 `connect`。

步驟

1. 確認啟動器連接埠可在支援的NVMe/TCP LIF中擷取探索記錄頁面資料：

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

顯示範例輸出

```
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.211.67
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.111.67
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.211.66
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.111.66
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.211.67
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.111.67
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
```

```
traddr: 192.168.211.66
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.111.66
eflags: none
sectype: none
```

2. 確認所有其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合都能成功擷取探索記錄頁面資料：

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

輸出範例

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.66
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.67
nvme discover -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.66
nvme discover -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.67
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命體執行命令：

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

輸出範例

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.66
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.67
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.66
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.67
```

> 從 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 開始、 NVMe / TCP 逾時的預設設定 `ctrl-loss-tmo`就會關閉。這表示重試次數沒有限制（無限期重試），而且您不需要在使用或 `nvme connect-all`命令（選項 `-l`）時手動設定特定的 `ctrl-loss-tmo`逾時時間 `nvme connect`。此外、在發生路徑故障時、 NVMe / TCP 控制器不會發生逾時、也不會無限期保持連線。

驗證NVMe

請使用下列程序來驗證具有 ONTAP 組態的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 的 NVMe 型。

步驟

1. 確認已啟用核心內建 NVMe 多重路徑：

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

   預期值為「Y」。

2. 確認主機具有適用於 ONTAP NVMe 命名空間的正確控制器機型：

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

   輸出範例

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

3. 確認個別 ONTAP NVMe I/O 控制器的 NVMe I/O 原則：

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

   輸出範例

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

4. 確認主機可以看到 ONTAP 命名空間：

```
nvme list -v
```

顯示範例輸出

```
Subsystem        Subsystem-NQN
Controllers
----------------
------------------------------------------------------------------
----------------- ---------------------
nvme-subsys0     nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hcha p  nvme0, nvme1, nvme2, nvme3

Device   SN                   MN
FR       TxPort Asdress        Subsystem    Namespaces
-------- --------------------
---------------------------------------- --------
----------------------------------------------
nvme0    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.111.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.79 nvme-
subsys0 nvme0n1
nvme1    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.111.67,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.79 nvme-
subsys0 nvme0n1
nvme2    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.211.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.211.79 nvme-
subsys0 nvme0n1
nvme3    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.211.67,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.211.79 nvme-
subsys0 nvme0n1
Device        Generic     NSID       Usage                 Format
Controllers
------------ ------------ ----------
--------------------------------------------------------------
/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1   0x1     1.07  GB /   1.07  GB    4 KiB +
0 B   nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

5. 確認每個路徑的控制器狀態均為有效、且具有正確的ANA狀態：

```
nvme list-subsys /dev/<subsystem_name>
```

NVMe / FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme2n1
```

顯示範例輸出

```
nvme-subsys2 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.06303c519d8411eea468d039ea36a106:subs
ystem.nvme
 hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0056-5410-8048-c6c04f425633
 iopolicy=round-robin
\
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208fd039ea359e4a:pn-
0x210dd039ea359e4a,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7ab:pn-
0x2100f4c7aa0cd7ab live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208fd039ea359e4a:pn-
0x210ad039ea359e4a,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7aa:pn-
0x2100f4c7aa0cd7aa live optimized
```

NVMe / TCP

```
nvme list-subsys
```

顯示範例輸出

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme
_tcp_1
 hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-
804b-b2c04f444d33
 iopolicy=round-robin
\
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.111.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.79,sr
c_addr=192.168.111.79 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.211.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.211.79,sr
c_addr=192.168.111.79 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.111.67,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.79,sr
c_addr=192.168.111.79 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.211.67,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.211.79,sr
c_addr=192.168.111.79 live
```

6. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個版本名稱空間裝置的正確值：

欄位

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

輸出範例

```
Device            Vserver    Namespace Path
NSID UUID                                        Size
---------------- ---------- ------------------------------------
----------------------------------------- --------
/dev/nvme0n1      vs_192     /vol/fcnvme_vol_1_1_0/fcnvme_ns      1
c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33   20GB
```

JSON

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

顯示範例輸出


```
{
"ONTAPdevices":[
{
"Device":"/dev/nvme0n1",
"Vserver":"vs_192",
"Namespace_Path":"/vol/fcnvme_vol_1_1_0/fcnvme_ns",
"NSID":1,
"UUID":"c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
"Size":"20GB",
"LBA_Data_Size":4096,
"Namespace_Size":262144
}
]
}
```


建立持續探索控制器

從 ONTAP 9 。 11.1 開始，您可以為 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 主機建立持續探索控制器（PDC）。需要有 PDC 才能自動偵測 NVMe 子系統新增或移除作業，以及探索記錄頁面資料的變更。

步驟

1. 確認探索記錄頁面資料可用、並可透過啟動器連接埠和目標 LIF 組合擷取：

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

顯示範例輸出

```
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.211.67
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.111.67
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.211.66
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.111.66
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.211.67
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.111.67
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
```

```
traddr: 192.168.211.66
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.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.111.66
eflags: none
sectype: none
```

2. 建立探索子系統的 PDC ：

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

輸出範例

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.666 -p
```

3. 從 ONTAP 控制器、確認已建立 PDC ：

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver <vserver_name>
```

顯示範例輸出

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme79
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23cbb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical
Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0c1afc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth:
32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

設定安全的頻內驗證

從 ONTAP 9 。 12.1 開始，在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 主機和 ONTAP 控制器之間，透過 NVMe / TCP 和 NVMe / FC 支援安全頻內驗證。

若要設定安全驗證、每個主機或控制器都必須與相關聯 `DH-HMAC-CHAP` 金鑰、這是 NVMe 主機或控制器的 NQN 組合、以及管理員設定的驗證密碼。若要驗證其對等端點、 NVMe 主機或控制器必須識別與對等端點相關的金鑰。

您可以使用 CLI 或組態 JSON 檔案來設定安全的頻內驗證。如果您需要為不同的子系統指定不同的 dhchap 金鑰、則必須使用組態 JSON 檔案。

CLI

使用 CLI 設定安全的頻內驗證。

步驟

1. 取得主機 NQN ：

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

2. 為 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 主機產生 dhchap 金鑰。

   下列輸出說明 `gen-dhchap-key`命令參數：

```
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
```

   在下列範例中、會產生一個隨機的 dhchap 金鑰、其中 HMAC 設為 3 （ SHA-512 ）。

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a- ac8d-4d88-b46a-174ac235139b
DHHC-
1:03:J2UJQfj9f0pLnpF/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fGl5VSjbeDF1n
1DEh3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

3. 在 ONTAP 控制器上、新增主機並指定兩個 dhchap 金鑰：

```
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. 主機支援兩種驗證方法：單向和雙向。在主機上、連線至 ONTAP 控制器、並根據所選的驗證方法指定 dhchap 金鑰：

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

5. 驗證 `nvme connect authentication` 命令驗證主機和控制器 dhchap 金鑰：
   a. 驗證主機 dhchap 金鑰：

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

   顯示單向組態的輸出範例

   ```
   cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
   DHHC-
   1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjO
   Hg8wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
   DHHC-
   1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjO
   Hg8wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
   DHHC-
   1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjO
   Hg8wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
   DHHC-
   1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjO
   Hg8wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
   ```

   b. 驗證控制器 dhchap 按鍵：

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

顯示雙向組態的輸出範例

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crX
eTUB8fCwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crX
eTUB8fCwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crX
eTUB8fCwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crX
eTUB8fCwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

Json 檔案

當 ONTAP 控制器組態上有多個 NVMe 子系統可供使用時、您可以搭配命令使用該 `/etc/nvme/config.json`**檔案** `nvme connect-all`。

若要產生 JSON 檔案，您可以使用 `-o`選項。如需更多語法選項，請參閱 NVMe Connect All 手冊頁。

步驟

1. 設定Json檔案：

顯示範例輸出

```
cat /etc/nvme/config.json
[
 {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-
4d1b-be09-74362c0c1afc",
    "hostid":"3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key":"DHHC-
1:03:Cu3ZZfIz1WMlqZFnCMqpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4w
fk2EptWpna1rpwG5CndpOgxpRxh9m41w=:"
 },
 {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-
4d1b-be09-74362c0c1afc",
    "subsystems":[
        {
            "nqn":"nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subs
ys_CLIENT116",
            "ports":[
               {
                    "transport":"tcp",
                    "traddr":" 192.168.111.66 ",
                    "host_traddr":" 192.168.111.79",
                    "trsvcid":"4420",
                    "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
               },
               {
                    "transport":"tcp",
                    "traddr":" 192.168.111.66 ",
                    "host_traddr":" 192.168.111.79",
                    "trsvcid":"4420",
                    "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
               },
               {
                    "transport":"tcp",
                   "traddr":" 192.168.111.66 ",
                    "host_traddr":" 192.168.111.79",
                    "trsvcid":"4420",
                    "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
               },
```

```
                {
                      "transport":"tcp",
                      "traddr":" 192.168.111.66 ",
                      "host_traddr":" 192.168.111.79",
                      "trsvcid":"4420",
                      "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
                }
            ]
        }
    ]
  }
]
```

+

> 在上述範例中，`dhchap_key`對應於 `dhchap_secret`，並 `dhchap_ctrl_key`對應至 `dhchap_ctrl_secret`。

2. 使用組態 JSON 檔案連線至 ONTAP 控制器：

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

顯示範例輸出

```
traddr=192.168.111.66 is already connected
traddr=192.168.211.66 is already connected
traddr=192.168.111.66 is already connected
traddr=192.168.211.66 is already connected
traddr=192.168.111.66 is already connected
traddr=192.168.211.66 is already connected
traddr=192.168.111.67 is already connected
traddr=192.168.211.67 is already connected
traddr=192.168.111.67 is already connected
traddr=192.168.211.67 is already connected
traddr=192.168.111.67 is already connected
traddr=192.168.111.67 is already connected
```

3. 確認已為每個子系統的個別控制器啟用 dhchap 機密：
   a. 驗證主機 dhchap 金鑰：

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

輸出範例

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9HOjIr6nOHEkxJg:
```

b. 驗證控制器 dhchap 按鍵：

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

輸出範例

```
DHHC-
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pV
YxN6S5fOAtaU3DNi12rieRMfdbg3704=:
```

設定傳輸層安全性

傳輸層安全性（TLS）可為 NVMe 主機和 ONTAP 陣列之間的 NVMe 連線提供安全的端對端加密。從 ONTAP 9 。 16.1 開始，您可以使用 CLI 和設定的預先共用金鑰（PSK）來設定 TLS 1.3 。

關於這項工作

您可以在 SUSE Linux Enterprise Server 主機上執行此程序中的步驟，除非它指定您在 ONTAP 控制器上執行某個步驟。

步驟

1. 檢查主機上是否安裝了以下 ktls-utils ， openssl 和 libopenssl 軟件包：

   a. `rpm -qa | grep ktls`

      輸出範例

      ```
      ktls-utils-0.10+12.gc3923f7-150600.1.2.x86_64
      ```

   b. `rpm -qa | grep ssl`

      輸出範例

      ```
      openssl-3-3.1.4-150600.5.7.1.x86_64
      libopenssl1_1-1.1.1w-150600.5.3.1.x86_64
      libopenssl3-3.1.4-150600.5.7.1.x86_64
      ```

2. 請確認您的設定是否正確 `/etc/tlshd.conf`：

```
cat /etc/tlshd.conf
```

顯示範例輸出

```
[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. 啟用 `tlshd`以在系統開機時啟動：

```
systemctl enable tlshd
```

4. 驗證守護程序是否 `tlshd`正在運行：

```
systemctl status tlshd
```

顯示範例輸出

```
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. 使用產生 TLS PSK `nvme gen-tls-key`：
   a. `cat /etc/nvme/hostnqn`

      輸出範例

      ```
      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-3a68dd3b5c5f
      ```

   b. `nvme gen-tls-key --hmac=1 --identity=1 --subsysnqn=nqn.1992-08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15`

      輸出範例

      ```
      NVMeTLSkey-1:01:dNcby017axByCko8GivzOO9zGlgHDXJCN6KLzvYoA+NpT1uD:
      ```

6. 在 ONTAP 陣列上，將 TLS PSK 加入到 ONTAP 子系統：

```
vserver nvme subsystem host add -vserver sles15_tls -subsystem sles15
-host-nqn nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f -tls-configured-psk NVMeTLSkey-
1:01:dNcby017axByCko8GivzOO9zGlgHDXJCN6KLzvYoA+NpT1uD:
```

7. 在 SUSE Linux Enterprise Server 主機上，將 TLS PSK 插入主機核心金鑰環：

```
nvme check-tls-key --identity=1 --subsysnqn =nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15
--keydata=NVMeTLSkey
-1:01:dNcby017axByCko8GivzOO9zGlgHDXJCN6KLzvYoA+NpT1uD: --insert
```

輸出範例

```
Inserted TLS key 22152a7e
```

> PSK 顯示為「 NVMe1R01 」，因為它使用 TLS 交握演算法的「 identity v1 」。Identity v1 是 ONTAP 唯一支援的版本。

8. 確認 TLS PSK 已正確插入：

```
cat /proc/keys | grep NVMe
```

輸出範例

```
22152a7e I--Q---     1 perm 3b010000     0     0 psk       NVMe1R01
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:ffa0c815-e28b-4bb1-8d4c-7c6d5e610bfc
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15
UoP9dEfvuCUzzpS0DYxnshKDapZYmvA0/RJJ8JAqmAo=: 32
```

9. 在 SUSE Linux Enterprise Server 主機上，使用插入的 TLS PSK 連線到 ONTAP 子系統：

   a. `nvme connect -t tcp -w 20.20.10.80 -a 20.20.10.14 -n nqn.1992-08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15 --tls_key=0x22152a7e --tls`

      輸出範例

      ```
      connecting to device: nvme0
      ```

   b. `nvme list-subsys`

輸出範例

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15
               hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:ffa0c815-e28b-
4bb1-8d4c-7c6d5e610bfc
               iopolicy=round-robin
\
 +- nvme0 tcp
traddr=20.20.10.14,trsvcid=4420,host_traddr=20.20.10.80,src_addr=20.2
0.10.80 live
```

10. 新增目標，並驗證 TLS 連線至指定的 ONTAP 子系統：

```
nvme subsystem controller show -vserver sles15_tls -subsystem sles15 -instance
```

顯示範例輸出

```
  (vserver nvme subsystem controller show)
                       Vserver Name: sles15_tls
                          Subsystem: sles15
                      Controller ID: 0040h
                  Logical Interface: sles15t_e1a_1
                               Node: A900-17-174
                           Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:ffa0c815-e28b-4bb1-8d4c-7c6d5e610bfc
                  Transport Protocol: nvme-tcp
        Initiator Transport Address: 20.20.10.80
                     Host Identifier:
ffa0c815e28b4bb18d4c7c6d5e610bfc
               Number of I/O Queues: 4
                   I/O Queue Depths: 128, 128, 128, 128
                  Admin Queue Depth: 32
              Max I/O Size in Bytes: 1048576
          Keep-Alive Timeout (msec): 5000
                       Vserver UUID: 1d59a6b2-416b-11ef-9ed5-
d039ea50acb3
                     Subsystem UUID: 9b81e3c5-5037-11ef-8a90-
d039ea50ac83
             Logical Interface UUID: 8185dcac-5035-11ef-8abb-
d039ea50acb3
              Header Digest Enabled: false
                Data Digest Enabled: false
       Authentication Hash Function: -
Authentication Diffie-Hellman Group: -
                Authentication Mode: none
       Transport Service Identifier: 4420
                       TLS Key Type: configured
                   TLS PSK Identity: NVMe1R01 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:ffa0c815-e28b-4bb1-8d4c-7c6d5e610bfc
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15
UoP9dEfvuCUzzpS0DYxnshKDapZYmvA0/RJJ8JAqmAo=
                         TLS Cipher: TLS-AES-128-GCM-SHA256
```

已知問題

沒有已知問題。

適用於 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 的 NVMe 主機組態

含非對稱命名空間存取（ANA）的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 支援 NVMe over Fabrics （NVMe over Fabrics）（NVMe over Fibre Channel ， NVMe / FC）和其他傳輸。在 NVMe 環境中、 ANA 等同於 iSCSI 和 FCP 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

以下支援適用於採用 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 的 NVMe 主機組態：

- NVMe 和 SCSI 流量都可以在同一部主機上執行。因此、對於 SCSI LUN 、您可以為 SCSI mpath 裝置設定 dm-multipath 、而您可以使用 NVMe 多重路徑在主機上設定 NVMe 命名空間裝置。
- 支援 NVMe over TCP （NVMe / TCP）、以及 NVMe / FC 。原生的 NetApp 外掛程式 `nvme-cli` 套件會同時顯示 NVMe / FC 和 NVMe / TCP 命名空間的 ONTAP 詳細資料。

如需支援組態的其他詳細資訊，請參閱"互通性對照表工具"。

功能

- 支援 NVMe 安全頻內驗證
- 使用獨特的探索 NQN 支援持續探索控制器（PDC）

已知限制

- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。
- NVMe 不 `sanlun`支援。因此、在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 主機上、 NVMe 無法使用主機公用程式支援。您可以使用原生 NVMe CLI 套件中的 NetApp 外掛程式來傳輸所有 NVMe 傳輸。

設定NVMe/FC

您可以為 Broadcom / Emulex FC 或 Marvell/Qlogic FC 介面卡設定 NVMe / FC 。

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是建議的介面卡機型：

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

   - 輸出範例 * ：

```
LPe32002 M2
LPe32002-M2
```

2. 驗證介面卡型號說明：

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

   - 輸出範例 * ：

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

3. 確認您使用的是建議的 Emulex 主機匯流排介面卡（ HBA ）韌體版本：

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

   - 輸出範例 * ：

```
14.0.639.20, sli-4:2:c
14.0.639.20, sli-4:2:c
```

4. 確認您使用的是建議的 lpfc 驅動程式版本：

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

   - 輸出範例 * ：

```
0:14.2.0.13
```

5. 確認您可以檢視啟動器連接埠：

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

- 輸出範例 * ：

```
0x100000109b579d5e
0x100000109b579d5f
```

6. 驗證啟動器連接埠是否在線上：

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

- 輸出範例 * ：

```
Online
Online
```

7. 確認已啟用 NVMe / FC 啟動器連接埠、且目標連接埠可見：

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

- 輸出範例 * ：

  在以下範例中、會啟用一個啟動器連接埠、並與兩個目標生命體連線。

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRVC *ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
fffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

8. 重新啟動主機。

Marvell / QLogic

SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 核心中隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有最新的修正程式。這些修正對於 ONTAP 支援至關重要。

步驟

1. 確認您執行的是支援的介面卡驅動程式和韌體版本：

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

- 輸出範例 * ：

```
QLE2742 FW:v9.12.01 DVR: v10.02.08.300-k
QLE2742 FW:v9.12.01 DVR: v10.02.08.300-k
```

2. 確認 `ql2xnvmeenable` 參數設為 1 ：

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

啟用**1MB I/O**大小（選用）

ONTAP在識別控制器資料中報告最大資料傳輸大小 (MDTS) 為 8。這意味著最大 I/O 請求大小可達 1MB。若要向 Broadcom NVMe/FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求，您應該會增加 `lpfc`的價值 `lpfc_sg_seg_cnt`參數從預設值 64 更改為 256。

> 這些步驟不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

步驟

1. 將 `lpfc_sg_seg_cnt`參數設定為 256 ：

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

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 執行 `dracut -f`命令，然後重新啟動主機。
3. 確認的值 `lpfc_sg_seg_cnt`為 256 ：

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

啟用 **NVMe** 服務

中包含兩個 NVMe / FC 開機服務 `nvme-cli` 不過、套件（ *only* ） `nvmefc-boot-connections.service` 可在系統開機期間啟動； `nvmf-autoconnect.service` 未啟用。因此、您需要手動啟用 `nvmf-autoconnect.service` 以在系統開機期間啟動。

步驟

1. 啟用 `nvmf-autoconnect.service`：

```
# systemctl enable nvmf-autoconnect.service
Created symlink /etc/systemd/system/default.target.wants/nvmf-
autoconnect.service → /usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service.
```

2. 重新啟動主機。
3. 驗證 `nvmf-autoconnect.service`系統開機後及 `nvmefc-boot-connections.service`是否正在執行：
    - 輸出範例： *

```
# systemctl status nvmf-autoconnect.service
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 2023-05-25 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.

# systemctl status nvmefc-boot-connections.service
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 2023-05-25 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.
```

設定NVMe/TCP

您可以使用下列程序來設定 NVMe / TCP 。

步驟

1. 確認啟動器連接埠可在支援的NVMe/TCP LIF中擷取探索記錄頁面資料：

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

◦ 輸出範例 * ：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31

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: 0
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.117
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.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.117
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.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.116
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: 3
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4====== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 0
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
```

```
T116
traddr: 192.168.2.117 eflags: not specified 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.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.117 eflags: not specified 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.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.2.116 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 7====== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 3
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.116 eflags: not specified sectype: none
```

2. 確認所有其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合都能成功擷取探索記錄頁面資料：

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

◦ 輸出範例：*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.36
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.37
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命體執行命令：

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

◦ 輸出範例：*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -1
```

+

> NetApp 建議您設定 `ctrl-loss-tmo` 選項 `-1` 如此一來、一旦路徑遺失、 NVMe / TCP 啟動器就會嘗試無限期重新連線。

驗證NVMe

您可以使用下列程序來驗證 NVMe 。

步驟

1. 確認已啟用核心內建 NVMe 多重路徑：

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

2. 確認主機具有適用於 ONTAP NVMe 命名空間的正確控制器機型：

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

   - 輸出範例：*

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

3. 確認個別 ONTAP NVMe I/O 控制器的 NVMe I/O 原則：

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

   - 輸出範例：*

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

4. 確認主機可以看到 ONTAP 命名空間：

```
nvme list -v
```

- 輸出範例：*

```
Subsystem        Subsystem-NQN
Controllers
----------------
------------------------------------------------------------------------
------------ -----------------------
nvme-subsys0     nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_dhcha
p   nvme0, nvme1, nvme2, nvme3


Device   SN                   MN
FR       TxPort Asdress        Subsystem    Namespaces
-------- -------------------- ----------------------------------------
-------- ----------------------------------------------
nvme0    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme1    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme2    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme3    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1


Device       Generic      NSID       Usage                  Format
Controllers
------------ ------------ ----------
----------------------------------------------------------------
/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1   0x1     1.07  GB /   1.07  GB    4 KiB +  0 B
nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

5. 確認每個路徑的控制器狀態均為有效、且具有正確的ANA狀態：

```
nvme list-subsys /dev/<subsystem_name>
```

NVMe / FC

- 輸出範例 *

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145
_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208200a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208500a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208400a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208300a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live non-optimized
```

NVMe / TCP

- 輸出範例 *

```
# nvme list-subsys
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f
iopolicy=round-robin

 +- nvme0 tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
 +- nvme1 tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
 +- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
 +- nvme3 tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
```

6. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個版本名稱空間裝置的正確值：

欄位

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

- 輸出範例 * ：

```
Device           Vserver                   Namespace Path
NSID UUID                                   Size
---------------- -------------------------
------------------------------------------------------------------
---------------------------
/dev/nvme0n1     vs_CLIENT114
/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10       1    c6586535-da8a-
40fa-8c20-759ea0d69d33   1.07GB
```

JSON

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

- 輸出範例 * ：

```
{
"ONTAPdevices":[
{
"Device":"/dev/nvme0n1",
"Vserver":"vs_CLIENT114",
"Namespace_Path":"/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10",
"NSID":1,
"UUID":"c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
"Size":"1.07GB",
"LBA_Data_Size":4096,
"Namespace_Size":262144
}
]
}
```

建立持續探索控制器

從 ONTAP 9 。 11.1 開始、您可以為 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 主機建立持續探索控制器（ PDC ）。需要有 PDC 才能自動偵測 NVMe 子系統新增或移除案例、以及探索記錄頁面資料的變更。

步驟

1. 確認探索記錄頁面資料可用、並可透過啟動器連接埠和目標 LIF 組合擷取：

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

顯示輸出範例：

```
Discovery Log Number of Records 16, Generation counter 14
=====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.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.214
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:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.215
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:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.2.215
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:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.2.214
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr:  192.168.1.214
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr:  192.168.1.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr:  192.168.2.215
eflags:  none
sectype: none
```

```
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr:  192.168.2.214
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr:  192.168.1.214
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr:  192.168.1.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
```

```
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr:  192.168.2.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr:  192.168.2.214
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.1.214
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.1.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14======
```

```
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.2.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.2.214
eflags:  none
sectype: none
```

2. 建立探索子系統的 PDC ：

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

   - 輸出範例：*

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.16 -a 192.168.1.116 -p
```

3. 從 ONTAP 控制器、確認已建立 PDC ：

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vserver_name
```

   - 輸出範例：*

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme175
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23cbb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0c1afc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

設定安全的頻內驗證

從 ONTAP 9 。 12.1 開始、在您的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 主機和 ONTAP 控制器之間、透過 NVMe / TCP 和 NVMe / FC 支援安全頻內驗證。

若要設定安全驗證、每個主機或控制器都必須與相關聯 `DH-HMAC-CHAP` 金鑰、這是 NVMe 主機或控制器的 NQN 組合、以及管理員設定的驗證密碼。若要驗證其對等端點、 NVMe 主機或控制器必須識別與對等端點相關的金鑰。

您可以使用 CLI 或組態 JSON 檔案來設定安全的頻內驗證。如果您需要為不同的子系統指定不同的 dhchap 金鑰、則必須使用組態 JSON 檔案。

CLI

步驟

1. 取得主機 NQN ：

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

2. 為 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 主機產生 dhchap 金鑰：

```
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
```

在下列範例中、會產生一個隨機的 dhchap 金鑰、其中 HMAC 設為 3 （ SHA-512 ）。

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a- ac8d-4d88-b46a-174ac235139b
DHHC-
1:03:J2UJQfj9f0pLnpF/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fGl5VSjbeDF1n
1DEh3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

3. 在 ONTAP 控制器上、新增主機並指定兩個 dhchap 金鑰：

```
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. 主機支援兩種驗證方法：單向和雙向。在主機上、連線至 ONTAP 控制器、並根據所選的驗證方法指定 dhchap 金鑰：

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

5. 驗證 `nvme connect authentication` 命令驗證主機和控制器 dhchap 金鑰：

   a. 驗證主機 dhchap 金鑰：

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

   - 單向組態的輸出範例：*

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
```

   b. 驗證控制器 dhchap 按鍵：

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

   - 雙向組態輸出範例：*

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

Json 檔案

您可以使用 `/etc/nvme/config.json` 使用檔案 `nvme connect-all` ONTAP 控制器組態上有多個 NVMe 子系統可用時的命令。

您可以使用產生 JSON 檔案 `-o` 選項。如需更多語法選項、請參閱 NVMe CONNECT ALL 手冊頁。

步驟

1. 設定Json檔案：

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
 {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "hostid":"3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key":"DHHC-
1:03:Cu3ZZfIz1WMlqZFnCMqpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpna1rpwG5CndpOgxpRxh9m41w=:"
 },

 {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "subsystems":[
        {
            "nqn":"nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_C
LIENT116",
            "ports":[
               {
                    "transport":"tcp",
                    "traddr":"192.168.1.117",
                    "host_traddr":"192.168.1.16",
                    "trsvcid":"4420",
                    "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
               },
               {
                    "transport":"tcp",
                    "traddr":"192.168.1.116",
                    "host_traddr":"192.168.1.16",
                    "trsvcid":"4420",
                    "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
               },
               {
```

```
                    "transport":"tcp",
                    "traddr":"192.168.2.117",
                    "host_traddr":"192.168.2.16",
                    "trsvcid":"4420",
                    "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
               },
               {
                    "transport":"tcp",
                    "traddr":"192.168.2.116",
                    "host_traddr":"192.168.2.16",
                    "trsvcid":"4420",
                    "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
               }
           ]
       }
   ]
 }
]

[NOTE]
In the preceding example, `dhchap_key` corresponds to
`dhchap_secret` and `dhchap_ctrl_key` corresponds to
`dhchap_ctrl_secret`.
```

2. 使用組態 JSON 檔案連線至 ONTAP 控制器：

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

   - 輸出範例 * ：

```
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
```

3. 確認已為每個子系統的個別控制器啟用 dhchap 機密：

   a. 驗證主機 dhchap 金鑰：

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

   - 輸出範例：*

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9HOjIr6nOHEkxJg:
```

   b. 驗證控制器 dhchap 按鍵：

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

   - 輸出範例：*

```
DHHC-
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pV
YxN6S5fOAtaU3DNi12rieRMfdbg3704=:
```

已知問題

使用 ONTAP 版本的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 沒有已知問題。

適用於 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 的 NVMe 主機組態

含非對稱命名空間存取（ANA）的 SUSE Linux Enterprise Server （SLES） 15 SP4 支援 NVMe over Fabrics （NVMe over Fabric 、 NVMe of）、包括 NVMe over Fibre Channel （NVMe / FC）和其他傳輸。在 NVMe 環境中、 ANA 等同於 iSCSI 和 FCP 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

以下支援適用於採用 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 的 NVMe 主機組態：

- NVMe 和 SCSI 流量都可以在同一部主機上執行。因此、對於 SCSI LUN 、您可以為 SCSI mpath 裝置設定 dm-multipath 、而您可以使用 NVMe 多重路徑在主機上設定 NVMe 命名空間裝置。
- 支援 NVMe over TCP （NVMe / TCP）、以及 NVMe / FC 。原生 NVMe - CLI 套件中的 NetApp 外掛程式會同時顯示 NVMe / FC 和 NVMe / TCP 命名空間的 ONTAP 詳細資料。

如需支援組態的其他詳細資訊，請參閱"互通性對照表工具"。

功能

- 支援 NVMe 安全頻內驗證
- 使用獨特的探索 NQN 支援持續探索控制器（PDC）

已知限制

- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。
- NVMe 不支援 sanlun 。因此、在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 主機上、 NVMe 無法使用主機公用程式支援。您可以仰賴原生 NVMe - CLI 套件中的 NetApp 外掛程式來執行所有 NVMe 傳輸。

設定**NVMe/FC**

您可以為 Broadcom / Emulex FC 介面卡或 Marvell/Qlogic FC 介面卡設定 NVMe / FC 。

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是建議的介面卡機型：

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

   - 輸出範例 * ：

```
LPe32002 M2
LPe32002-M2
```

2. 驗證介面卡型號說明：

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

   - 輸出範例 * ：

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

3. 確認您使用的是建議的 Emulex 主機匯流排介面卡（ HBA ）韌體版本：

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

   - 輸出範例 * ：

```
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
```

4. 確認您使用的是建議的 lpfc 驅動程式版本：

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

   - 輸出範例 * ：

```
0:14.2.0.6
```

5. 確認您可以檢視啟動器連接埠：

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

- 輸出範例 * ：

```
0x100000109b579d5e
0x100000109b579d5f
```

6. 驗證啟動器連接埠是否在線上：

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

- 輸出範例 * ：

```
Online
Online
```

7. 確認已啟用 NVMe / FC 啟動器連接埠、且目標連接埠可見：

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

- 輸出範例 * ：

  在以下範例中、會啟用一個啟動器連接埠、並與兩個目標生命體連線。

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
fffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

8. 重新啟動主機。

Marvell / QLogic

SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 核心隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有最新的修正程式。這些修正對於 ONTAP 支援至關重要。

步驟

1. 確認您執行的是支援的介面卡驅動程式和韌體版本：

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

- 輸出範例 * ：

```
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.800-k QLE2742 FW:v9.08.02
DVR:v10.02.07.800-k
```

2. 確認 `ql2xnvmeenable` 參數設為 1 ：

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

啟用**1MB I/O**大小（選用）

ONTAP在識別控制器資料中報告最大資料傳輸大小 (MDTS) 為 8。這意味著最大 I/O 請求大小可達 1MB。若要向 Broadcom NVMe/FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求，您應該會增加 `lpfc`的價值 `lpfc_sg_seg_cnt`參數從預設值 64 更改為 256。

> 這些步驟不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

步驟

1. 將 `lpfc_sg_seg_cnt`參數設定為 256 ：

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

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 執行 `dracut -f`命令，然後重新啟動主機。
3. 確認的值 `lpfc_sg_seg_cnt`為 256 ：

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

啟用 **NVMe** 服務

中包含兩個 NVMe / FC 開機服務 `nvme-cli` 不過、套件（ *only* ） `nvmefc-boot-connections.service` 可在系統開機期間啟動； `nvmf-autoconnect.service` 未啟用。因此、您需要手動啟用 `nvmf-autoconnect.service` 以在系統開機期間啟動。

步驟

1. 啟用 `nvmf-autoconnect.service`：

```
# systemctl enable nvmf-autoconnect.service
Created symlink /etc/systemd/system/default.target.wants/nvmf-
autoconnect.service → /usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service.
```

2. 重新啟動主機。
3. 驗證 `nvmf-autoconnect.service`系統開機後及 `nvmefc-boot-connections.service`是否正在執行：
    - 輸出範例： *

```
# systemctl status nvmf-autoconnect.service
   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 2023-05-25 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.

# systemctl status nvmefc-boot-connections.service
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 2023-05-25 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.
```

設定NVMe/TCP

您可以使用下列程序來設定 NVMe / TCP 。

步驟

1. 確認啟動器連接埠可在支援的NVMe/TCP LIF中擷取探索記錄頁面資料：

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

◦ 輸出範例 * ：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31

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: 0
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.117
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.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.117
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.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.116
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: 3
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4====== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 0
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
```

```
T116
traddr: 192.168.2.117 eflags: not specified 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.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.117 eflags: not specified 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.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.2.116 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 7====== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 3
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.116 eflags: not specified sectype: none
```

2. 確認所有其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合都能成功擷取探索記錄頁面資料：

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

◦ 輸出範例：*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.36
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.37
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命體執行命令：

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

◦ 輸出範例：*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -1
```

+

> NetApp 建議您設定 `ctrl-loss-tmo` 選項 `-1` 如此一來、一旦路徑遺失、 NVMe / TCP 啟動器就會嘗試無限期重新連線。

驗證NVMe

您可以使用下列程序來驗證 NVMe 。

步驟

1. 確認已啟用核心內建 NVMe 多重路徑：

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

2. 確認主機具有適用於 ONTAP NVMe 命名空間的正確控制器機型：

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

   - 輸出範例：*

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

3. 確認個別 ONTAP NVMe I/O 控制器的 NVMe I/O 原則：

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

   - 輸出範例：*

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

4. 確認主機可以看到 ONTAP 命名空間：

```
nvme list -v
```

- 輸出範例：*

```
Subsystem        Subsystem-NQN
Controllers
----------------
------------------------------------------------------------------------
------------ -----------------------
nvme-subsys0     nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_dhcha
p    nvme0, nvme1, nvme2, nvme3


Device   SN                   MN
FR       TxPort Asdress        Subsystem    Namespaces
-------- -------------------- ----------------------------------------
-------- ----------------------------------------------
nvme0    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme1    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme2    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme3    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller   FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1


Device       Generic      NSID       Usage                  Format
Controllers
------------ ------------ ----------
----------------------------------------------------------------
/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1   0x1     1.07  GB /   1.07  GB    4 KiB +  0 B
nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

5. 確認每個路徑的控制器狀態均為有效、且具有正確的ANA狀態：

```
nvme list-subsys /dev/<subsystem_name>
```

NVMe / FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145
_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208200a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208500a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208400a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208300a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live non-optimized
```

NVMe / TCP

```
# nvme list-subsys
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f
iopolicy=round-robin

 +- nvme0 tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
 +- nvme1 tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
 +- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
 +- nvme3 tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
```

6. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個版本名稱空間裝置的正確值：

欄位

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

- 輸出範例 * ：

```
Device           Vserver                   Namespace Path
NSID UUID                                   Size
---------------- -------------------------
------------------------------------------------------------------
---------------------------
/dev/nvme0n1     vs_CLIENT114
/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10       1    c6586535-da8a-
40fa-8c20-759ea0d69d33   1.07GB
```

JSON

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

- 輸出範例 * ：

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme0n1",
      "Vserver":"vs_CLIENT114",
      "Namespace_Path":"/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10",
      "NSID":1,
      "UUID":"c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
      "Size":"1.07GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":262144
    }
  ]
}
```

建立持續探索控制器

從 ONTAP 9 。 11.1 開始、您可以為 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 主機建立持續探索控制器（ PDC ）。需要有 PDC 才能自動偵測 NVMe 子系統新增或移除案例、以及探索記錄頁面資料的變更。

步驟

1. 確認探索記錄頁面資料可用、並可透過啟動器連接埠和目標 LIF 組合擷取：

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

顯示輸出範例：

```
Discovery Log Number of Records 16, Generation counter 14
=====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.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.214
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:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.215
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:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.2.215
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:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.2.214
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 4======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr:  192.168.1.214
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr:  192.168.1.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr:  192.168.2.215
eflags:  none
sectype: none
```

```
=====Discovery Log Entry 7======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr:  192.168.2.214
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr:  192.168.1.214
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr:  192.168.1.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
```

```
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr:  192.168.2.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr:  192.168.2.214
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.1.214
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.1.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14======
```

```
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.2.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15======
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.2.214
eflags:  none
sectype: none
```

2. 建立探索子系統的 PDC ：

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

   - 輸出範例：*

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.16 -a 192.168.1.116 -p
```

3. 從 ONTAP 控制器、確認已建立 PDC ：

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vserver_name
```

   - 輸出範例：*

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme175
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23cbb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0c1afc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

設定安全的頻內驗證

從 ONTAP 9 。 12.1 開始、在您的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 主機和 ONTAP 控制器之間、透過 NVMe / TCP 和 NVMe / FC 支援安全的頻內驗證。

若要設定安全驗證、每個主機或控制器都必須與相關聯 `DH-HMAC-CHAP` 金鑰、這是 NVMe 主機或控制器的 NQN 組合、以及管理員設定的驗證密碼。若要驗證其對等端點、 NVMe 主機或控制器必須識別與對等端點相關的金鑰。

您可以使用 CLI 或組態 JSON 檔案來設定安全的頻內驗證。如果您需要為不同的子系統指定不同的 dhchap 金鑰、則必須使用組態 JSON 檔案。

CLI

步驟

1. 取得主機 NQN ：

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

2. 為 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 主機產生 dhchap 金鑰：

```
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
```

+
在下列範例中、會產生一個隨機的 dhchap 金鑰、其中 HMAC 設為 3 （ SHA-512 ）。

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a-
ac8d-4d88-b46a-174ac235139b
DHHC-
1:03:J2UJQfj9f0pLnpF/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fGl5VSjbeDF1n1DE
h3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

1. 在 ONTAP 控制器上、新增主機並指定兩個 dhchap 金鑰：

```
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}
```

2. 主機支援兩種驗證方法：單向和雙向。在主機上、連線至 ONTAP 控制器、並根據所選的驗證方法指定 dhchap 金鑰：

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

3. 驗證 `nvme connect authentication` 命令驗證主機和控制器 dhchap 金鑰：

   a. 驗證主機 dhchap 金鑰：

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

   - 單向組態的輸出範例：*

   ```
   SR650-14-114:~ # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
   subsys1/nvme*/dhchap_secret
   DHHC-
   1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
   wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
   DHHC-
   1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
   wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
   DHHC-
   1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
   wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
   DHHC-
   1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbzlpuw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
   wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
   ```

   b. 驗證控制器 dhchap 按鍵：

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

   - 雙向組態輸出範例：*

```
SR650-14-114:~ # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eYO53kV4Iel5OpphbX5LAphO3F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

Json 檔案

您可以使用 `/etc/nvme/config.json` 使用檔案 `nvme connect-all` ONTAP 控制器組態上有多個 NVMe 子系統可用時的命令。

您可以使用產生 JSON 檔案 `-o` 選項。如需更多語法選項、請參閱 NVMe CONNECT ALL 手冊頁。

步驟

1. 設定Json檔案：

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
 {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "hostid":"3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key":"DHHC-
1:03:Cu3ZZfIz1WMlqZFnCMqpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpna1rpwG5CndpOgxpRxh9m41w=:"
 },

 {
    "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "subsystems":[
        {
            "nqn":"nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_C
LIENT116",
            "ports":[
```

```
                {
                     "transport":"tcp",
                     "traddr":"192.168.1.117",
                     "host_traddr":"192.168.1.16",
                     "trsvcid":"4420",
                     "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
                },
                {
                     "transport":"tcp",
                     "traddr":"192.168.1.116",
                     "host_traddr":"192.168.1.16",
                     "trsvcid":"4420",
                     "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
                },
                {
                     "transport":"tcp",
                     "traddr":"192.168.2.117",
                     "host_traddr":"192.168.2.16",
                     "trsvcid":"4420",
                     "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
                },
                {
                     "transport":"tcp",
                     "traddr":"192.168.2.116",
                     "host_traddr":"192.168.2.16",
                     "trsvcid":"4420",
                     "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
                }
            ]
        }
    ]
  }
]

[NOTE]
In the preceding example, `dhchap_key` corresponds to
`dhchap_secret` and `dhchap_ctrl_key` corresponds to
`dhchap_ctrl_secret`.
```

2. 使用組態 JSON 檔案連線至 ONTAP 控制器：

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

- 輸出範例 * ：

```
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
```

3. 確認已為每個子系統的個別控制器啟用 dhchap 機密：

   a. 驗證主機 dhchap 金鑰：

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

   - 輸出範例： *

   ```
   DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9HOjIr6nOHEkxJg:
   ```

   b. 驗證控制器 dhchap 按鍵：

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

   - 輸出範例： *

```
DHHC-
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pVYxN
6S5fOAtaU3DNi12rieRMfdbg3704=:
```

已知問題

SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 with ONTAP 版本並無已知問題。

適用於SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3的NVMe主機組態搭配ONTAP 功能

支援 NVMe over Fabrics 或 NVMe （包括 NVMe / FC 及其他傳輸），適用於含 ANA （非對稱命名空間存取）的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 。ANA 是 NVMe 環境中的 ALUA 等效產品，目前是以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。使用此程序、您可以在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 和 ONTAP 上使用 ANA 作為目標、以核心內建 NVMe 多重路徑來啟用 NVMe 。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱"互通性對照表工具"。

功能

- SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 支援 NVMe / FC 及其他傳輸。
- 不支援NVMe的sanlun。因此， SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 上不支援 NVMe 型 Linux 主機公用程式。您可以仰賴原生 NVMe - CLI 套件中隨附的 NetApp 外掛程式來執行 NVMe - of 。這應該支援所有 NVMe 傳輸。
- NVMe 和 SCSI 流量都可以在同一部主機上執行。事實上、這是客戶最常部署的主機組態。因此，對於 SCSI ，您可以像往常一樣設定 `dm-multipath`導致 mpath 裝置的 SCSI LUN ，而 NVMe 多重路徑則可用於在主機上設定 NVMe 多重路徑裝置。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用內核NVMe多重路徑

在 SUSE Linux Enterprise Server 主機（例如 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 ）上、預設已啟用核心內建 NVMe 多重路徑。因此、此處不需要其他設定。如需支援組態的詳細資訊、請參閱"互通性對照表工具"。

NVMe啟動器套件

如需支援組態的詳細資訊、請參閱"互通性對照表工具"。

1. 確認您已在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 MU 主機上安裝必要的核心和 NVMe CLI MU 套件。

   範例：

```
# uname -r
5.3.18-59.5-default

# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
```

上述的NVMe CLI MU套件現在包含下列項目：

- * NVMe / FC自動連線指令碼*-在還原命名空間的基礎路徑時、以及在主機重新開機期間、NVMe / FC自動（重新）連線所需的指令碼：

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
/etc/nvme
/etc/nvme/hostid
/etc/nvme/hostnqn
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-connect@.service
...
```

- 《支援此規則》-全新的udev*規則、確保NVMe多重路徑循環負載平衡器預設適用於所有的各種名稱空間：ONTAP ONTAP

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
/etc/nvme
/etc/nvme/hostid
/etc/nvme/hostnqn
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service
/usr/lib/systemd/system/nvmf-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvmf-connect@.service
/usr/lib/udev/rules.d/70-nvmf-autoconnect.rules
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-iopolicy-netapp.rules
...
# cat /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-iopolicy-netapp.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP and NetApp E-Series
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp
ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp E-
Series", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

- 適用於**ONTAP** 各種元件的**NetApp**外掛程式：現有的NetApp外掛程式現已經過修改、可處理ONTAP 各種名稱空間。

2. 檢查主機上的hostnqn字串（位於「/etc/nexe/hostnqn」）、並確保其與ONTAP 位於「支援」陣列上對應子系統的hostnqn字串正確相符。例如、

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fcnvme_145
Vserver     Subsystem      Host NQN
-------     ---------      ----------------------------------
vs_nvme_145 nvme_145_1 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-
41a6-a1fd-cf8262c8713f
            nvme_145_2 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-
41a6-a1fd-cf8262c8713f
            nvme_145_3 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-
41a6-a1fd-cf8262c8713f
            nvme_145_4 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-
41a6-a1fd-cf8262c8713f
            nvme_145_5 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-
41a6-a1fd-cf8262c8713f
5 entries were displayed.
```

視主機上使用的FC介面卡而定、繼續執行下列步驟。

設定NVMe/FC

Broadcom / Emulex

1. 確認您擁有建議的介面卡和韌體版本。例如、

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.840.8, sli-4:2:c
```

   - 較新的lpfcc驅動程式（包括收件匣和發件匣）已將lffc_enable _FC4_type預設為3、因此您不再需要在「/etc/modprobe・d/lffc.conf」中明確設定、然後重新建立「initrd」。預設已啟用「lfit NVMe」支援：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

- 現有的原生原生lffc驅動程式已經是最新的、且與NVMe/FC相容。因此、您不需要安裝lffc OOB驅動程式。

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.10
```

2. 驗證啟動器連接埠是否已啟動並正在執行：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b579d5e
0x100000109b579d5f
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

3. 確認已啟用 NVMe / FC 啟動器連接埠、您可以看到目標連接埠、而且所有連接埠都已啟動並在執行中。+ 在下列範例中、只有一個啟動器連接埠已啟用、並與兩個目標生命體連線：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
ffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

4. 重新啟動主機。

啟用**1MB I/O**大小（選用）

在「識別控制器」資料中、若能報告MDTS（不含資料的傳輸大小）為8、表示I/O要求的最大大小應為1 MB。ONTAP MAX Data不過，若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求， lpfc 參數 `lpfc_sg_seg_cnt`也應該從預設值 64 增加到 256 。請依照下列指示操作：

1. 在相應的「modfbe lfc.conf」檔案中附加值256：

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 執行 `dracut -f`命令，然後重新啟動主機。
3. 重新開機後、請檢查對應的Sysfs值、確認已套用上述設定：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

現在、Broadcom NVMe/FC主機應該能夠在ONTAP 支援此功能的支援區裝置上、傳送高達1MB的I/O要求。

Marvell / QLogic

較新的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 MU 核心中隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有最新的上游修正程式。這些修正對於 ONTAP 支援至關重要。

1. 請確認您執行的是支援的介面卡驅動程式和韌體版本、例如：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 驗證是否已設定「ql2xnvmeenable」、以便Marvell介面卡能作為NVMe / FC啟動器運作：

   按每個目錄下的每個目錄、每個目錄、每個單元、每個單元、每個單元、每個單元、每個單元、每個單元、每個單元、每個單元、每個單元

設定NVMe/TCP

不像NVMe / FC、NVMe / TCP沒有自動連線功能。這對Linux NVMe/TCP主機有兩大限制：

- 路徑恢復後不自動重新連線 NVMe/TCP無法自動重新連線至恢復路徑、超過路徑中斷後10分鐘的預設「Ctrl-Loss TMO"定時器。
- 主機開機期間不自動連線 NVMe / TCP也無法在主機開機期間自動連線。

您應將容錯移轉事件的重試期間設為至少30分鐘、以避免逾時。您可以增加Ctrl-Loss _tmo定時器的值來增加重試期間。以下是詳細資料：

步驟

1. 驗證啟動器連接埠是否可在支援的NVMe/TCP LIF中擷取探索記錄頁面資料：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0======
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbaded039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1======
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbaded039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2======
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbaded039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 確認其他NVMe / TCP啟動器目標LIF組合是否能夠成功擷取探索記錄頁面資料。例如、

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨節點執行所有支援的NVMe/TCP啟動器目標LIF命令。請確保設定更長的時間 `ctrl_loss_tmo` 定時器重試期間（例如30分鐘、可透過設定 `-l 1800`）在連線期間、以便在路徑遺失時、重試更長時間。例如、

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

驗證NVMe

1. 檢查下列項目、確認內核NVMe多重路徑確實已啟用：

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

2. 驗證ONTAP 個別ONTAP 的各個支援名稱空間是否正確反映主機上的適當NVMe設定（例如、將「model」設為「NetApp支援控制器」和「負載平衡iopolicy」設定為「循環」）：

```
# 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. 確認ONTAP 支援的名稱空間能正確反映在主機上。例如、

```
# nvme list
Node            SN                    Model                    Namespace
------------    --------------------- ----------------------------------
/dev/nvme0n1    81CZ5BQuUNfGAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller   1

Usage                 Format         FW Rev
-------------------   -----------    --------
85.90 GB / 85.90 GB   4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

另一個範例：

```
# nvme list
Node            SN                    Model                    Namespace
------------    --------------------- ---------------------------------
/dev/nvme0n1    81CYrBQuTHQFAAAAAAAC  NetApp ONTAP Controller   1

Usage                 Format         FW Rev
-------------------   -----------    --------
85.90 GB / 85.90 GB   4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

4. 確認每個路徑的控制器狀態均為有效、且具有適當的ANA狀態。例如、

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live non-
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

另一個範例：

```
#nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.37ba7d9cbfba11eba35dd039ea165514:subsystem.nvme_114_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme11 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme20 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme21 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme30 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
+- nvme31 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
```

5. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個支援的名稱空間設備的正確值。例如、

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device       Vserver          Namespace Path
---------    -------
----------------------------------------------------
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns

NSID  UUID                                   Size
----  ------------------------------         ------
1      23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1  85.90GB


# nvme netapp ontapdevices -o json
{
"ONTAPdevices" : [
     {
       "Device" : "/dev/nvme1n1",
       "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
       "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
       "NSID" : 1,
       "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
       "Size" : "85.90GB",
       "LBA_Data_Size" : 4096,
       "Namespace_Size" : 20971520
     }
  ]
}
```

另一個範例：

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device        Vserver          Namespace Path
---------     -------
----------------------------------------------------
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114       /vol/tcpnvme_114_1_0_1/tcpnvme_114_ns

NSID  UUID                                   Size
----  ------------------------------         ------
1      a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686  85.90GB


# nvme netapp ontapdevices -o json
{
     "ONTAPdevices" : [
     {
          "Device" : "/dev/nvme0n1",
           "Vserver" : "vs_tcp_114",
          "Namespace_Path" : "/vol/tcpnvme_114_1_0_1/tcpnvme_114_ns",
          "NSID" : 1,
          "UUID" : "a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686",
          "Size" : "85.90GB",
          "LBA_Data_Size" : 4096,
          "Namespace_Size" : 20971520
       }
  ]

}
```

已知問題

沒有已知問題。

適用於SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 with ONTAP ESS.的NVMe/FC主機組態

ONTAP 9 6 及更高版本支援 NVMe / FC 搭配 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 。SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 主機可透過相同的光纖通道啟動器介面卡連接埠，同時執行 NVMe / FC 和 FCP 流量。如需支援的 FC 介面卡和控制器清單、請參閱 "Hardware Universe" 。

如需支援組態和版本的最新清單，請參閱"互通性對照表工具"。

> 您可以使用本程序提供的組態設定"Amazon FSX for ONTAP Sf"，來設定連線至和的雲端用戶端"Cloud Volumes ONTAP"。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 上啟用 NVMe / FC

1. 升級至建議的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 MU 核心版本。
2. 升級原生的NVMe-CLI套件。

   這套原生的NVMe CLI套件包含NVMe / FC自動連線指令碼ONTAP 、即支援NVMe多重路徑循環負載平衡的支援、以及ONTAP NetApp的用於擴充名稱空間的外掛程式。

   ```
   # rpm -qa|grep nvme-cli
   nvme-cli-1.10-2.38.x86_64
   ```

3. 在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 主機上、檢查主機 NQN 字串 `/etc/nvme/hostnqn`、並確認它符合 ONTAP 陣列上對應子系統的主機 NQN 字串。例如：

   ```
   # cat /etc/nvme/hostnqn
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
   ```

   ```
   ::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fcnvme_145
   Vserver Subsystem Host NQN
   ------- ---------
   ------------------------------------------------------------
   vs_fcnvme_145
   nvme_145_1
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
   nvme_145_2
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
   nvme_145_3
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
   nvme_145_4
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
   nvme_145_5
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
   5 entries were displayed.
   ```

4. 重新啟動主機。

設定適用於NVMe / FC的Broadcom FC介面卡

1. 確認您使用的是支援的介面卡。如需支援介面卡的目前清單，請參閱"互通性對照表工具"。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 請確認您使用的是建議的Broadcom lfit韌體和原生收件匣驅動程式版本。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.6.240.40, sli-4:2:c
12.6.240.40, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.2
```

3. 確認lfc_enable _FC4_type已設定為3。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 驗證啟動器連接埠是否已啟動並正在執行。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b579d5e
0x100000109b579d5f
```

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

5. 確認NVMe / FC啟動器連接埠已啟用、正在執行、而且能夠查看目標LIF。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
ffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

驗證NVMe/FC

1. 驗證下列NVMe / FC設定。

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

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
```

2. 確認已建立命名空間。

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
---------------- --------------------
---------------------------------------- ---------
-------------------------- ---------------- --------
/dev/nvme1n1 814vWBNRwfBGAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1 85.90 GB /
85.90 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. 驗證全日空路徑的狀態。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live
inaccessible
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live
inaccessible
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

4. 驗證NetApp外掛ONTAP 程式是否適用於各種不實裝置。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device Vserver Namespace Path NSID UUID Size
---------------- -------------------------
---------------------------------------------------- ----
---------------------------------------- ---------
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns
1 23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1 85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
"ONTAPdevices" : [
     {
       "Device" : "/dev/nvme1n1",
       "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
       "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
       "NSID" : 1,
       "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
       "Size" : "85.90GB",
       "LBA_Data_Size" : 4096,
       "Namespace_Size" : 20971520
     },
  ]
}
```

已知問題

沒有已知問題。

啟用Broadcom NVMe / FC的1MB I/O大小

ONTAP在識別控制器資料中報告最大資料傳輸大小 (MDTS) 為 8。這意味著最大 I/O 請求大小可達 1MB。若要向 Broadcom NVMe/FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求，您應該會增加 `lpfc`的價值 `lpfc_sg_seg_cnt`參數從預設值 64 更改為 256。

> 這些步驟不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

步驟

1. 將 `lpfc_sg_seg_cnt`參數設定為 256 ：

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

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 執行 `dracut -f`命令，然後重新啟動主機。
3. 確認的值 `lpfc_sg_seg_cnt`為 256 ：

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

lffc詳細記錄

設定適用於 NVMe / FC 的 lpfc 驅動程式。

步驟

1. 設定 `lpfc_log_verbose` 將驅動程式設定為下列任一值、以記錄NVMe/FC事件。

```
#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. 設定值之後、請執行 `dracut-f` 命令並重新啟動主機。
3. 驗證設定。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

適用於SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1的NVMe/FC主機組態、ONTAP 含

您可以在執行 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 和 ONTAP 的主機上、設定 NVMe over Fibre Channel （NVMe / FC）作為目標。

從 ONTAP 9.6 開始，下列版本的 SUSE Linux Enterprise Server 支援 NVMe / FC ：

- SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1

  SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 主機可透過相同的光纖通道啟動器介面卡連接埠、同時執行 NVMe / FC 和 FCP 流量。如需支援的 FC 介面卡和控制器清單、請參閱 "Hardware Universe" 。

  如需支援組態和版本的最新清單，請參閱"互通性對照表工具"。

- NVMe - CLI套件中包含原生的NVMe / FC自動連線指令碼。您可以在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 上使用原生收件匣 lpfc 驅動程式。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 上啟用 NVMe / FC

1. 升級至建議的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 MU 核心
2. 升級至建議的NVMe-CLI MU版本。

   此 NVMe - CLI 套件包含原生的 NVMe / FC 自動連線指令碼、因此您不需要在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 主機上安裝 Broadcom 提供的外部 NVMe / FC 自動連線指令碼。此套件也包含ONTAP 啟用NVMe多重路徑循環負載平衡的「支援」（esrose-round-load balancing）規則、ONTAP 以及適用於各種類型的NetApp外掛程式。

   ```
   # rpm -qa | grep nvme-cli
   nvme-cli-1.8.1-6.9.1.x86_64
   ```

3. 在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 主機上、檢查主機 NQN 字串 `/etc/nvme/hostnqn`、並確認它符合 ONTAP 陣列上對應子系統的主機 NQN 字串。例如：

   ```
   # cat /etc/nvme/hostnqn
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
   ```

   ```
   *> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
   Vserver Subsystem Host NQN
   ------- --------- ---------------------------------------- -----------
   sles_117_nvme_ss_10_0
   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
   ```

4. 重新啟動主機。

設定適用於NVMe / FC的Broadcom FC介面卡

1. 確認您使用的是支援的介面卡。如需支援介面卡的目前清單，請參閱"互通性對照表工具"。

   ```
   # cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
   LPe32002-M2
   LPe32002-M2
   ```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 請確認您使用的是建議的Broadcom lfit韌體和原生收件匣驅動程式版本。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.17, sil-4.2.c
12.4.243.17, sil-4.2.c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.0
```

3. 確認lfc_enable _FC4_type已設定為3。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 驗證啟動器連接埠是否已啟動並正在執行。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

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

5. 確認NVMe / FC啟動器連接埠已啟用、正在執行、而且能夠查看目標LIF。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 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
NVME Statistics
…
```

驗證NVMe/FC

1. 驗證下列NVMe / FC設定。

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

```
# 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
```

2. 確認已建立命名空間。

```
# nvme list
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
```

3. 驗證全日空路徑的狀態。

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.sles_117_nvm
e_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
```

4. 驗證NetApp外掛ONTAP 程式是否適用於各種不實裝置。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device   Vserver  Namespace Path             NSID   UUID   Size
-------  -------- -------------------------  ------ ----- -----
/dev/nvme0n1   vs_nvme_10       /vol/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0
1        55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad   53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
   "ONTAPdevices" : [
   {
        Device" : "/dev/nvme0n1",
        "Vserver" : "vs_nvme_10",
        "Namespace_Path" : "/vol/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0",
         "NSID" : 1,
         "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
         "Size" : "53.69GB",
         "LBA_Data_Size" : 4096,
         "Namespace_Size" : 13107200
    }
]
```

已知問題

沒有已知問題。

啟用Broadcom NVMe / FC的1MB I/O大小

ONTAP在識別控制器資料中報告最大資料傳輸大小 (MDTS) 為 8。這意味著最大 I/O 請求大小可達 1MB。若要向 Broadcom NVMe/FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求，您應該會增加 `lpfc`的價值 `lpfc_sg_seg_cnt`參數從預設值 64 更改為 256。

> 這些步驟不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

步驟

1. 將 `lpfc_sg_seg_cnt`參數設定為 256 ：

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

   您應該會看到類似以下範例的輸出：

   ```
   options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
   ```

2. 執行 `dracut -f`命令，然後重新啟動主機。
3. 確認的值 `lpfc_sg_seg_cnt`為 256 ：

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

lffc詳細記錄

設定適用於 NVMe / FC 的 lpfc 驅動程式。

步驟

1. 設定 `lpfc_log_verbose` 將驅動程式設定為下列任一值、以記錄NVMe/FC事件。

   ```
   #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. 設定值之後、請執行 `dracut-f` 命令並重新啟動主機。
3. 驗證設定。

   ```
   # cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

   # cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
   ```

版權資訊

Copyright © 2025 NetApp, Inc. 版權所有。台灣印製。非經版權所有人事先書面同意，不得將本受版權保護文件的任何部分以任何形式或任何方法（圖形、電子或機械）重製，包括影印、錄影、錄音或儲存至電子檢索系統中。

由 NetApp 版權資料衍伸之軟體必須遵守下列授權和免責聲明：

此軟體以 NETAPP「原樣」提供，不含任何明示或暗示的擔保，包括但不限於有關適售性或特定目的適用性之擔保，特此聲明。於任何情況下，就任何已造成或基於任何理論上責任之直接性、間接性、附隨性、特殊性、懲罰性或衍生性損害（包括但不限於替代商品或服務之採購；使用、資料或利潤上的損失；或企業營運中斷），無論是在使用此軟體時以任何方式所產生的契約、嚴格責任或侵權行為（包括疏忽或其他）等方面，NetApp 概不負責，即使已被告知有前述損害存在之可能性亦然。

NetApp 保留隨時變更本文所述之任何產品的權利，恕不另行通知。NetApp 不承擔因使用本文所述之產品而產生的責任或義務，除非明確經過 NetApp 書面同意。使用或購買此產品並不會在依據任何專利權、商標權或任何其他 NetApp 智慧財產權的情況下轉讓授權。

本手冊所述之產品受到一項（含）以上的美國專利、國外專利或申請中專利所保障。

有限權利說明：政府機關的使用、複製或公開揭露須受 DFARS 252.227-7013（2014 年 2 月）和 FAR 52.227-19（2007 年 12 月）中的「技術資料權利 - 非商業項目」條款 (b)(3) 小段所述之限制。

此處所含屬於商業產品和 / 或商業服務（如 FAR 2.101 所定義）的資料均為 NetApp, Inc. 所有。根據本協議提供的所有 NetApp 技術資料和電腦軟體皆屬於商業性質，並且完全由私人出資開發。 美國政府對於該資料具有非專屬、非轉讓、非轉授權、全球性、有限且不可撤銷的使用權限，僅限於美國政府為傳輸此資料所訂合約所允許之範圍，並基於履行該合約之目的方可使用。除非本文另有規定，否則未經 NetApp Inc. 事前書面許可，不得逕行使用、揭露、重製、修改、履行或展示該資料。美國政府授予國防部之許可權利，僅適用於 DFARS 條款 252.227-7015(b)（2014 年 2 月）所述權利。

商標資訊

NETAPP、NETAPP 標誌及 http://www.netapp.com/TM 所列之標章均為 NetApp, Inc. 的商標。文中所涉及的所有其他公司或產品名稱，均為其各自所有者的商標，不得侵犯。