



使用 **NVMe** 設定主機

SAN hosts and cloud clients

NetApp
March 29, 2024

目錄

使用 NVMe 設定主機	1
總覽	1
適用於 AIX 與 ONTAP 的 NVMe / FC 主機組態	1
ESXi	7
Oracle Linux	21
RHEL	150
SLES	282
Ubuntu	354
Windows	365
疑難排解	388

使用 NVMe 設定主機

總覽

您可以針對 NVMe over Fabrics (NVMe of) 傳輸協定 (包括 NVMe over Fibre Channel (NVMe / FC) 和 NVMe over TCP (NVMe / TCP)) 設定特定 SAN 主機、並以 ONTAP 作為目標。根據您的主機作業系統和 ONTAP 版本、您可以在主機上設定和驗證 NVMe / FC 或 NVMe / TCP 傳輸協定、或兩者。

適用於 AIX 與 ONTAP 的 NVMe / FC 主機組態

您可以在 IBM AIX 和 VIOS/PowerVM 主機上啟用 NVMe over Fibre Channel (NVMe / FC) 、將 ONTAP 儲存設備作為目標。如需支援組態的詳細資訊、請參閱 "[NetApp 互通性對照表工具](#)"。

下列支援可用於具有 ONTAP 的 AIX 主機的 NVMe / FC 主機組態：

- 從 ONTAP 9.13.1 開始、已新增適用於 IBM AIX 7.2 TL5 SP6 、 AIX 7.3 TL1 SP2 和 VIOS 3.1.4.21 版本的 NVMe / FC 支援、同時支援實體和虛擬堆疊的 SAN 開機。如需設定 SAN 開機支援的詳細資訊、請參閱 IBM 文件。
- Power9 和 Power10 IBM 伺服器支援 NVMe / FC 。
- NVMe 裝置不需要個別的 PCM (路徑控制模組) 、例如 Host Utilities for AIX SCSI Multipath I/O (MPIO) 支援。
- VIOS 3.1.4.21 引進 NetApp (VIOS/PowerVM) 的虛擬化支援。使用 Power10 IBM 伺服器透過 NPIV (N_portID 虛擬化) 儲存虛擬化模式支援這項功能 (僅限 _) 。

您需要的產品

- 確認您擁有 32 GB FC Emulex 介面卡 (EN1A 、 EN1B 、 EN1L 、 EN1M) 或 64 GB FC 介面卡 (EN1N 、 EN1P) 、以及介面卡韌體 12.4.257.30 及更新版本。
- 如果您有 MetroCluster 組態、NetApp 建議您變更 AIX NVMe / FC 預設 APD (All Path Down) 時間、以支援 MetroCluster 非計畫性切換事件、以避免 AIX 作業系統強制縮短 I/O 逾時。如需更多資訊及建議的預設設定變更、請參閱公開報告 1553249 。
- 根據預設、AIX 主機作業系統的非對稱命名空間存取轉換逾時 (ANATT) 值為 30 秒。IBM 提供一項臨時修復 (iFix) 、可將 ANATT 值上限設為 60 秒；您需要從 IBM 網站安裝 iFix 、以確保所有 ONTAP 工作流程不會中斷營運。



對於 NVMe / FC AIX 支援、您必須在 AIX OS 的 GA 版本上安裝 iFix 。VIOS/PowerVM 作業系統不需要此功能。

iFix 詳細資料如下：

- 對於 AIX 72-TL5-SP6-2320 層級、請安裝 IJ46710s6a.230509.epkg.z 套件：
- 對於 AIX 73-TL1-SP2-2320 層級、請安裝 IJ46711s2a.230509.epkg.z 套件：

如需管理 iFix 的詳細資訊、請參閱 "[管理 AIX 上的臨時修復](#)"。



您需要在 AIX 版本上安裝 iFix 、但先前未安裝與相關的 iFix devices.pciex.pciexclass.010802.rte 在系統上。如果存在這些 iFix 、則會與新安裝發生衝突。

下表說明指派給 AIX LPAR （AIX 邏輯分割區）或實體堆疊的 HBA：

主機作業系統	強大架構	Power FW 版本	模式	註解
AIX 7.2 TL5 SP6.	Power9.	FW 950 或更新版本	實體堆疊	可透過 TS012877410 取得 iFix 。
	Power10	FW 1010 或更新版本	實體堆疊	支援 SAN 開機。可透過 TS012877410 取得 iFix 。
AIX 7.3 TL1 SP2	Power9.	FW 950 或更新版本	實體堆疊	可透過 TS012877410 取得 iFix 。
	Power10	FW 1010 或更新版本	實體與虛擬堆疊	可透過 TS012877410 取得 iFix 。

下表示範在虛擬化模式下、指派給 VIOS 且支援 NPIV 的 HBA：

主機作業系統	強大架構	Power FW 版本	模式	註解
Vios / PowerVM 3.1.4.21	Power10	FW 1010 或更新版本	虛擬堆疊	支援從適用於 VIOC 的 AIX 7.3 TL1 SP2 開始

已知限制

適用於 AIX （含 ONTAP ）的 NVMe / FC 主機組態具有下列已知限制：

- AIX 主機上的 QLogic/Marvel 32G FC HBA 不支援 NVMe / FC 。
- 使用 Power9 IBM 伺服器的 NVMe / FC 裝置不支援 SAN 開機。

多重路徑

當您安裝 AIX OS 時、預設會提供用於 NVMe 多重路徑的 IBM MPIO （多重路徑 I/O ）。

您可以使用驗證是否已為 AIX 主機啟用 NVMe 多重路徑 `lsmpio` 命令：

```
#[root@aix_server /]: lsmpio -l hdisk1
```

- 輸出範例 *

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

設定NVMe/FC

您可以使用下列程序來設定適用於 Broadcom / Emulex 介面卡的 NVMe / FC。

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。
2. 根據預設、實體 FC 會啟用 NVMe / FC 傳輸協定支援；不過、虛擬 I/O 伺服器（VIOS）上的虛擬光纖通道（VFC）會停用 NVMe / FC 傳輸協定支援。

擷取虛擬介面卡清單：

```
$ lsmap -all -npiv
```

◦ 輸出範例 *

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

3. 在介面卡上執行以啟用對 NVMe / FC 傳輸協定的支援 `ioscli vfcctrl` 在 VIOS 上執行命令：

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

◦ 輸出範例 *

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

4. 確認已在介面卡上啟用支援：

```
# lsattr -El vfchost0
```

◦ 輸出範例 *

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

5. 為所有目前的介面卡或選取的介面卡啟用 NVMe / FC 傳輸協定：

a. 為所有介面卡啟用 NVMe / FC 傳輸協定：

- i. 變更 `dflt_enabl_nvme` 的屬性值 `viosnpiv0` 將虛擬裝置傳送至 `yes`。
- ii. 設定 `enable_nvme` 屬性值至 `yes` 適用於所有 VFC 主機裝置。

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

```
# lsattr -El viosnpiv0
```

▪ 輸出範例 *

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

a. 變更以啟用所選介面卡的 NVMe / FC 傳輸協定 `enable_nvme` VFC 主機裝置屬性的值 `yes`。

6. 請確認 FC-NVMe Protocol Device 已在伺服器上建立：

```
# [root@aix_server /]: lsdev |grep fcnvme
```

◦ 輸出 *

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

7. 從伺服器記錄主機 NQN :

```
# [root@aix_server /]: lsattr -El fcnvme0
```

◦ 輸出範例 *

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

```
[root@aix_server /]: lsattr -El fcnvme1
```

◦ 輸出範例 *

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

8. 檢查主機 NQN 、並確認它符合 ONTAP 陣列上對應子系統的主機 NQN 字串 :

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_s922-55-lpar2
```

◦ 輸出範例 *

```

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

```

9. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、您可以看到目標生命體。

驗證 NVMe/FC

您需要驗證 ONTAP 命名空間是否正確反映在主機上。執行下列命令以執行：

```
# [root@aix_server /]: lsdev -Cc disk |grep NVMe
```

• 輸出範例 *

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

您可以檢查多重路徑狀態：

```
#[root@aix_server /]: lsmPIO -l hdisk1
```

• 輸出範例 *

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

已知問題

適用於 AIX 與 ONTAP 的 NVMe / FC 主機組態有下列已知問題：

Burt ID	標題	說明
1553249)	要修改的 AIX NVMe / FC 預設 APD 時間、以支援 MCC 非計畫性切換事件	根據預設、AIX 作業系統會針對 NVMe / FC 使用 20 秒的 All path Down (APD) 逾時值。然而、ONTAP MetroCluster 自動非計畫性切換 (AUSO) 和 tiebreaker 啟動的切換工作流程、可能會比 APD 逾時時間長一點、導致 I/O 錯誤。

Burt ID	標題	說明
1546017.	AIX NVMe / FC CAP ANATT 為 60s 、而非 ONTAP 所宣傳的 120s	ONTAP 在控制器識別中通告 ANA （非對稱式命名空間存取）轉換逾時時間為 120 秒。目前、透過 iFix 、 AIX 會從控制器識別讀取 ANA 轉換逾時、但如果超過該限制、則有效地將其鎖定至 60 秒。
1541386	AAIX NVMe / FC 在 ANATT 到期後符合 EIO	對於任何儲存容錯移轉（ SFO ）事件、如果 ANA （非對稱式命名空間存取）轉換超過指定路徑上的 ANA 轉換逾時上限、則 AIX NVMe / FC 主機會失敗、並出現 I/O 錯誤、儘管命名空間有其他可用的健全路徑。
1541380	AIX NVMe / FC 會等待半 / 全 ANATT 過期、然後在 ANA AEN 之後恢復 I/O	IBM AIX NVMe / FC 不支援 ONTAP 發佈的部分非同步通知（ AENs ）。這種低於最佳的全日空處理將導致 SFO 作業期間的效能不佳。

疑難排解

在疑難排解任何 NVMe / FC 故障之前、請確認您執行的組態符合互通性對照表工具（ IMT ）規格。如果您仍面臨問題、請聯絡 ["NetApp支援"](#) 進一步分類。

ESXi

適用於 ESXi 8.x 與 ONTAP 的 NVMe 主機組態

您可以在執行 ESXi 8.x 和 ONTAP 的啟動器主機上設定 NVMe over Fabrics （ NVMe of ）作為目標。

支援能力

- 從 ONTAP 9.10.1 開始、ONTAP 支援 NVMe / TCP 傳輸協定。
- 從 ONTAP 9.9.1 P3 開始、ESXi 8 及更新版本支援 NVMe / FC 傳輸協定。

功能

- ESXi 啟動器主機可透過相同的介面卡連接埠、同時執行 NVMe / FC 和 FCP 流量。請參閱 ["Hardware Universe"](#) 以取得支援的 FC 介面卡和控制器的清單。請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得最新的支援組態和版本清單。
- 對於 ESXi 8.0 及更新版本、HPP （高效能外掛程式）是 NVMe 裝置的預設外掛程式。

已知限制

- 不支援 RDM 對應。

啟用 NVMe/FC

在 vSphere 版本中、NVMe / FC 預設為啟用。

驗證主機 NQN

您必須檢查 ESXi 主機 NQN 字串、並確認其與 ONTAP 陣列上對應子系統的主機 NQN 字串相符。

```
# esxcli nvme info get
```

輸出範例：

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

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

輸出範例：

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

如果主機 NQN 字串不相符、您應該使用 `vservice nvme subsystem host add` 用於更新對應 ONTAP NVMe 子系統上正確主機 NQN 字串的命令。

設定 **Broadcom/Emulex** 和 **Marvell/Qlogic**

- `lpfc` 驅動程式和 `qlnativefc` vSphere 8.x 中的驅動程式預設會啟用 NVMe / FC 功能。

請參閱 "[NetApp 互通性對照表工具](#)" 檢查驅動程式或韌體是否支援組態。

驗證 NVMe/FC

您可以使用下列程序來驗證 NVMe / FC 。

步驟

1. 確認 ESXi 主機上已列出 NVMe / FC 介面卡：

```
# esxcli nvme adapter list
```

輸出範例：

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

2. 確認已正確建立 NVMe / FC 命名空間：

下列範例中的UUID代表NVMe / FC命名空間裝置。

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

在 ONTAP 9.7 中、NVMe / FC 命名空間的預設區塊大小為 4K。此預設大小與 ESXi 不相容。因此、在為 ESXi 建立命名空間時、您必須將命名空間區塊大小設為 **512B**。您可以使用執行此動作 `vserver nvme namespace create` 命令。



範例：

```
「Vserver NVMe命名空間create -vserver vvs 1 -path /vol/nslov/namespace1 -size 100g
-osttype VMware -block-size 512B」
```

請參閱 ["指令手冊頁ONTAP"](#) 以取得更多詳細資料。

3. 驗證個別NVMe / FC命名空間裝置的個別ANA路徑狀態：

```
# esxcli storage hpp path list -d uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2005d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2008d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=AO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2006d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2007d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=AO, health=UP}
```

設定NVMe/TCP

在 ESXi 8.x 中、預設會載入所需的 NVMe / TCP 模組。若要設定網路和 NVMe / TCP 介面卡、請參閱 VMware vSphere 文件。

驗證NVMe/TCP

您可以使用下列程序來驗證 NVMe / TCP 。

步驟

1. 驗證 NVMe / TCP 介面卡的狀態：

```
esxcli nvme adapter list
```

輸出範例：

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

2. 擷取 NVMe / TCP 連線清單：

```
esxcli nvme controller list
```

輸出範例：

Name	Adapter	Transport	Type	Is Online	Is VVOL	Controller	Number

nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba64#192.168.100.166:8009	256						
vmhba64	TCP			true	false		
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.165:4420							
258	vmhba64	TCP	true	false			
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.168:4420							
259	vmhba64	TCP	true	false			
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.166:4420							
260	vmhba64	TCP	true	false			
nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba64#192.168.100.165:8009	261						
vmhba64	TCP			true	false		
nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba65#192.168.100.155:8009	262						
vmhba65	TCP			true	false		
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.167:4420							
264	vmhba64	TCP	true	false			

3. 擷取 NVMe 命名空間的路徑數量清單：

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

輸出範例：

```

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

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

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

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

```

已知問題

ESXi 8.x 搭配 ONTAP 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明
"1420654"	ONTAP 節點在 ONTAP 9.9.1 版中使用 NVMe / FC 傳輸協定時無法運作	ONTAP 9.9.1 已推出 NVMe 「中止」命令支援。當 ONTAP 收到「中止」命令以中止正在等待其合作夥伴命令的 NVMe 融合命令時、ONTAP 節點就會中斷。只有使用 NVMe 融合命令（例如 ESX）和光纖通道（FC）傳輸的主機才會發生此問題。
1543660	當使用 vNVMe 介面卡的 Linux VM 遇到長時間的 All Paths Down （APD）視窗時、就會發生 I/O 錯誤	執行 vSphere 8.x 及更新版本、並使用虛擬 NVMe （vNVMe）介面卡的 Linux VM 會發生 I/O 錯誤、因為根據預設、vNVMe 重試作業會停用。為了避免在所有路徑停機（APD）或大量 I/O 負載期間、在執行舊版核心的 Linux VM 上造成中斷、VMware 推出了可調整的「VSCSIDisableNvmeRetry」來停用 vNVMe 重試作業。

相關資訊

["TR-4597- VMware vSphere搭配ONTAP VMware"](#)

["VMware vSphere 5.x、6.x及7.x支援NetApp MetroCluster 功能（2031038）"](#)

["VMware vSphere 6.x與7.x支援搭配NetApp®SnapMirror®營運不中斷（SMBC）"](#)

適用於ESXi 7.x的NVMe主機組態、ONTAP 含功能不全

支援能力

- 從ONTAP 支援VMware vSphere 9.7開始、將新增支援NVMe over Fibre Channel（NVMe / FC）的VMware vSphere版本。
- 從7.0U3c開始、支援ESXi Hypervisor的NVMe/TCP功能。
- 從ONTAP 支援的功能部件號為E59.10.1開始、ONTAP 支援的功能為NVMe/TCP。

功能

- ESXi啟動器主機可透過相同的介面卡連接埠、同時執行NVMe/FC和FCP流量。請參閱 ["Hardware Universe"](#) 以取得支援的FC介面卡和控制清單。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援組態和版本清單。
- 從VMware支援的版本號為0、99.1、P3開始ONTAP、ESXi 7.0更新版本3支援NVMe / FC功能。
- 對於ESXi 7.0及更新版本、HPP（高效能外掛程式）是NVMe裝置的預設外掛程式。

已知限制

不支援下列組態：

- RDM對應
- VVols

啟用NVMe/FC

1. 檢查ESXi主機NQN字串、並確認其與ONTAP VMware ESXi陣列上對應子系統的主機NQN字串相符：

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

# vservers nvme subsystem host show -vservers vservers_nvme
Vserver Subsystem          Host NQN
-----
vservers_nvme ss_vservers_nvme nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx
```

設定Broadcom / Emulex

1. 請參閱、檢查所需的驅動程式/韌體是否支援該組態 ["NetApp 互通性對照表"](#)。
2. 設定lffc驅動程式參數「lffc_enable_FC4_type=3」、以便在「lffc」驅動程式中啟用nvme/FC支援、然後重新啟動主機。



從vSphere 7.0更新3開始、「brcmnvme」驅動程式已無法使用。因此、「lffc」驅動程式現在包含先前隨「brcmnvme」驅動程式提供的NVMe over Fibre Channel (NVMe / FC) 功能。



LPe35000系列介面卡預設會設定「lffc_enable_FC4_type=3」參數。您必須針對LPe32000系列和LPe31000系列介面卡手動設定下列命令。

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

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

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

設定Marvell / QLogic

步驟

1. 請參閱、檢查所需的驅動程式/韌體是否支援組態 "[NetApp 互通性對照表](#)"。
2. 將「qlnativefc」驅動程式參數「ql2xnvmesupport=1」設定為在「qlnativefc」驅動程式中啟用nvm/FC支援、然後重新啟動主機。

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



QLE 277x系列介面卡預設會設定「qlnativefc」驅動程式參數。您必須執行下列命令、以手動設定QLE 277x系列介面卡。

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

3. 檢查介面卡是否已啟用NVMe：

```
#esxcli storage core adapter list
```

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

驗證NVMe/FC

1. 確認ESXi主機上已列出NVMe / FC介面卡：

```
# esxcli nvme adapter list
```

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

2. 確認已正確建立NVMe / FC命名空間：

下列範例中的UUID代表NVMe / FC命名空間裝置。

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



在支援支援支援的支援區塊9.7中ONTAP、NVMe / FC命名空間的預設區塊大小為4K。此預設大小與ESXi不相容。因此、在建立ESXi命名空間時、您必須將命名空間區塊大小設為512B。您可以使用「vserver NVMe命名空間create」命令來執行此動作。

範例

「Vserver NVMe命名空間create -vserver vvs 1 -path /vol/nslov/namespace1 -size 100g -osttype VMware -block-size 512B」

請參閱 ["指令手冊頁ONTAP"](#) 以取得更多詳細資料。

3. 驗證個別NVMe / FC命名空間裝置的個別ANA路徑狀態：

```

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

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

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

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

```

設定NVMe/TCP

從7.0U3c開始、預設會載入所需的NVMe/TCP模組。如需設定網路和NVMe/TCP介面卡、請參閱VMware vSphere文件。

驗證NVMe/TCP

步驟

1. 驗證NVMe / TCP介面卡的狀態。

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

2. 若要列出NVMe / TCP連線、請使用下列命令：

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

3. 若要列出NVMe命名空間的路徑數目、請使用下列命令：

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

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

已知問題

使用 ONTAP 的 ESXi 7.x 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	因應措施
"1420654"	ONTAP 節點在 ONTAP 9.9.1 版中使用 NVMe / FC 傳輸協定時無法運作	檢查並修正主機架構中的任何網路問題。如果這沒有幫助、請升級至可修正此問題的修補程式。

相關資訊

["TR-4597- VMware vSphere搭配ONTAP VMware"](#)

["VMware vSphere 5.x、6.x及7.x支援NetApp MetroCluster 功能 \(2031038\) "](#)

["VMware vSphere 6.x與7.x支援搭配NetApp®SnapMirror®營運不中斷 \(SMBC\) "](#)

Oracle Linux

ol 9.

適用於 **ONTAP** 的 **Oracle Linux 9.2** 的 **NVMe** 主機組態

透過非對稱命名空間存取（ANA）的 Oracle Linux （OL） 9.2 支援 NVMe over Fabrics （NVMe over Fabric、NVMe over Fibre Channel、NVMe / FC）和其他傳輸。在 NVMe 環境中、ANA 等同於 iSCSI 和 FC 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

下列支援適用於 OL 9.2 搭配 ONTAP 的 NVMe 主機組態：

- 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。
- 在指定主機匯流排介面卡（HBA）上的同一主機上使用 NVMe 和 SCSI 共存流量、而不使用明確的 dm-multipath 設定、以避免使用 NVMe 命名空間。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

功能

- Oracle Linux 9.2 預設已啟用 NVMe 命名空間的核心內建 NVMe 多重路徑、因此不需要明確的設定。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

驗證軟體版本

您可以使用下列程序來驗證支援的最低 OL 9.2 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝 OL 9.2 GA。安裝完成後、請確認您正在執行指定的 OL 9.2 GA 核心。

```
# uname -r
```

◦ 輸出範例：*

```
5.15.0-101.103.2.1.el9uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

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

◦ 輸出範例：*

```
nvme-cli-2.2.1-2.el9.x86_64
```

3. 安裝 libnvme 套件：

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

◦ 輸出範例 *


```
libnvme-1.2-2.el9.x86_64
```

4. 在 Oracle Linux 9.2 主機上、請檢查 hostnqn 字串at /etc/nvme/hostnqn：

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

◦ 輸出範例：*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

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_ol_nvme
```

◦ 輸出範例：*

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f

+



如果是 hostnqn 字串不相符、您可以使用 `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。

設定NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型：

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

- 輸出範例： *

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

```
# 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
```

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

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.5
```

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 "[NetApp 互通性對照表工具](#)"。

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標LIF：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

適用於 NVMe / FC 的 Marvell/QLogic FC 介面卡

步驟

1. OL 9.2 GA 核心隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新上游修正程式。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
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
```

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
1
```

啟用1MB I/O大小（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 192.168.167.5 -a 192.168.167.22

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.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.23
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.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.22
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.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.167.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
.....
```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合可以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 192.168.8.1 -a 192.168.8.48
# nvme discover -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.49
# nvme discover -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.48
# nvme discover -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.49
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命週期執行命令、並將控制器遺失逾時週期設為至少 30 分鐘或 1800 秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 輸出範例：*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.48 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.49 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.48 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.49 -l 1800
```

驗證NVMe

您可以使用下列程序來驗證 NVMe。

步驟

1. 確認 OL 9.2 主機上的下列 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

◦ 輸出範例： *

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 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/nvme0n1
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe / TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

◦ 輸出範例 *


```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\  
+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized
```

4. 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
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

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

◦ 輸出範例 *

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}

```

已知問題

沒有已知問題。

適用於 **ONTAP** 的 **Oracle Linux 9.1** 的 **NVMe** 主機組態

Oracle Linux (OL) 9.1 搭配非對稱命名空間存取 (ANA) 支援 NVMe over Fabrics (NVMe over Fabric、NVMe over Fibre Channel、NVMe / FC) 和其他傳輸。在 NVMe 環境中、ANA 等同於 iSCSI 和 FC 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重

路徑來實作。

下列支援適用於 OL 9.1 搭配 ONTAP 的 NVMe 主機組態：

- 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。
- 在指定主機匯流排介面卡（HBA）上的同一主機上使用 NVMe 和 SCSI 共存流量、而不使用明確的 dm-multipath 設定、以避免使用 NVMe 命名空間。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

功能

- Oracle Linux 9.1 預設已啟用 NVMe 命名空間的核心內建 NVMe 多重路徑、因此不需要明確的設定。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

驗證軟體版本

您可以使用下列程序來驗證支援的最低 OL 9.1 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝 OL 9.1 GA。安裝完成後、請確認您正在執行指定的 OL 9.1 GA 核心。

```
# uname -r
```

◦ 輸出範例：*

```
5.15.0-3.60.5.1.el9uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI（NVMe - CLI）套件：

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

◦ 輸出範例：*

```
nvme-cli-2.0-4.el9.x86_64
```

3. 安裝 libnvme 套件：

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

◦ 輸出範例 *

```
libnvme-1.0-5.el9.x86_64.rpm
```

4. 在 Oracle Linux 9.1 主機上、請檢查 `hostnqn` 字串於 `/etc/nvme/hostnqn`：

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

◦ 輸出範例： *

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

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_ol_nvme
```

◦ 輸出範例： *

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f

+



如果是 `hostnqn` 字串不相符、您可以使用 `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。

設定 NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型：

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

- 輸出範例： *

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

```
# 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
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.1
```

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 "[NetApp 互通性對照表工具](#)"。

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標LIF：

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```

適用於 **NVMe / FC** 的 **Marvell/QLogic FC** 介面卡
步驟

1. OL 9.1 GA 核心隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新上游修正程式。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
QLE2742 FW:v9.18.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.18.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

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
1
```

啟用1MB I/O大小（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS （MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
```

```
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合可以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 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命週期執行命令、並將控制器遺失逾時週期設為至少 30 分鐘或 1800 秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 輸出範例：*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

驗證NVMe

您可以使用下列程序來驗證 NVMe。

步驟

1. 確認 OL 9.1 主機上的下列 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

◦ 輸出範例： *

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 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/nvme0n1
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live  
inaccessible  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live  
inaccessible  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe / TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

◦ 輸出範例 *

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized
```

4. 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
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

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

◦ 輸出範例 *

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

已知問題

OL 9.1 搭配 ONTAP 版本的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
1536937	nvme list-subsys 命令會列印子系統的重複 NVMe 控制器	<ul style="list-style-type: none"> nvme list-subsys 命令應傳回與指定子系統相關聯的 NVMe 控制器唯一清單。在 Oracle Linux 9.1 中 nvme list-subsys 命令會針對屬於指定子系統的所有命名空間、傳回具有各自非對稱命名空間存取（ANA）狀態的 NVMe 控制器。不過、如果您列出指定命名空間的子系統命令語法、則以路徑狀態顯示唯一的 NVMe 控制器項目會很有用、因為 ANA 狀態是每個命名空間的屬性。 	"17998"
1539101	Oracle Linux 9.1 NVMe 主機無法建立持續探索控制器	在 Oracle Linux 9.1 NVMe 主機上、您可以使用 nvme discover -p 建立持續探索控制器（PD）的命令。使用此命令時、應針對每個啟動器目標組合建立一個 PDC。不過、如果您在 NVMe 主機上執行 Oracle Linux 9.1、則在建立時、PDC 會失敗 nvme discover -p 命令即會執行。	"18196"

適用於 **ONTAP** 的 **Oracle Linux 9.0** 的 **NVMe / FC** 主機組態

Oracle Linux （OL） 9.0 支援 NVMe over Fabrics （NVMe of）、包括 NVMe / FC 和其他傳輸、並提供非對稱命名空間存取（ANA）。在 NVMe 環境中、ANA 等同於 iSCSI 和 FC 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

功能

- Oracle Linux 9.0 預設已啟用 NVMe 命名空間的核心內建 NVMe 多重路徑、因此不需要明確的設定。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

驗證軟體版本

您可以使用下列程序驗證支援的最低 OL 9.0 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝 OL 9.0 GA 。安裝完成後、請確認您正在執行指定的 OL 9.0 GA 核心。

```
# uname -r
```

◦ 輸出範例： *

```
5.15.0-0.30.19.el9uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

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

◦ 輸出範例： *

```
nvme-cli-1.16-3.el9.x86_64
```

3. 在 Oracle Linux 9.0 主機上、請檢查 hostnqn 字串at /etc/nvme/hostnqn：

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

◦ 輸出範例： *

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
```

4. 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_ol_nvme
```

◦ 輸出範例： *

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132

+



如果是 `hostnqn` 字串不相符、您可以使用 `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。

設定 NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型。

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

- 輸出範例： *

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

```
# 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
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.505.11, sli-4:2:c  
14.0.505.11, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.11
```

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 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標LIF：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

適用於 **NVMe / FC** 的 **Marvell/QLogic FC** 介面卡

步驟

1. OL 9.0 GA 核心中隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新上游修正程式。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
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 請確認 `ql2xnvmeenable` 設為可讓Marvell介面卡做為NVMe / FC啟動器運作：

```
# 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的 MDTs （ MAX Data 傳輸大小）為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值 `lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「`lpfc_sg_seg_cnt`」參數設為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. 驗證「`lpfc_sg_seg_cnt`」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
```

```
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合能夠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 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命週期執行命令、並將控制器遺失逾時週期設為至少 30 分鐘或 1800 秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 輸出範例： *

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

驗證NVMe

您可以使用下列程序來驗證 NVMe 。

步驟

1. 確認 OL 9.0 主機上的下列 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

◦ 輸出範例： *

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 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/nvme0n1
```

◦ 輸出範例： *


```

nvme-subsys0 - NQN=ngn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized

```

4. 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：

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

◦ 輸出範例：*

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

+

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

已知問題

適用於 ONTAP 的 Oracle Linux 9.0 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
1517321	Oracle Linux 9.0 NVMe 主機建立重複的持續探索控制器	在 Oracle Linux 9.0 NVMe over Fabrics (NVMe over Fabric) 主機上、您可以使用 <code>nvme discover -p</code> 建立持續探索控制器 (PD) 的命令。使用此命令時、每個啟動器目標組合只能建立一個PDC。不過、如果您執行的是 ONTAP 9.10.1 和 Oracle Linux 9.0 搭配 NVMe 主機、則每次都會建立重複的 PDC <code>nvme discover -p</code> 已執行。這會導致主機和目標上的資源使用不必要。	"18118."

ol 8.

適用於 **ONTAP** 的 **Oracle Linux 8.8** 版 **NVMe** 型主機組態

Oracle Linux (OL) 8.8 支援 NVMe over Fabrics (NVMe over Fabric 、 NVMe over Fibre Channel 、 NVMe / FC) 和其他傳輸、並支援非對稱命名空間存取 (ANA) 。在 NVMe 環境中、ANA 等同於 iSCSI 和 FC 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

下列支援可用於 OL 8.8 搭配 ONTAP 的 NVMe 主機組態：

- 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。
- NVMe和SCSI流量都可以在相同的共存主機上執行。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。
- 不支援NVMe的sanlun。因此、OL 8.8 主機上不支援 NVMe 型主機公用程式。您可以仰賴原生內建的 NetApp 外掛程式 `nvme-cli` 適用於所有 NVMe 傳輸的套件。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

功能

Oracle Linux 8.8 預設已啟用 NVMe 命名空間的核心內建 NVMe 多重路徑、因此不需要明確的設定。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

驗證軟體版本

您可以使用下列程序來驗證支援的最低 OL 8.8 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝 OL 8.8 GA 。安裝完成後、請確認您正在執行指定的 OL 8.8 GA 核心。

```
# uname -r
```

◦ 輸出範例： *

```
5.15.0-101.103.2.1.el8uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

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

◦ 輸出範例： *

```
nvme-cli-1.16-7.el8.x86_64
```

3. 在 Oracle Linux 8.8 主機上、請檢查 hostnqn 字串at /etc/nvme/hostnqn：

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

◦ 輸出範例： *

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

4. 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_ol_nvme
```

◦ 輸出範例： *

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f

+



如果是 `hostnqn` 字串不相符、您可以使用 `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。

5. 重新啟動主機。

如果您打算在同一部主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 流量、NetApp 建議您在 ONTAP 命名空間和上使用核心內建 NVMe 多重路徑 `dm-multipath` 分別用於 ONTAP 支援的 LUN。這表示 ONTAP 命名空間應排除在外 `dm-multipath` 預防 `dm-multipath` 並宣告這些命名空間裝置。您可以新增 `enable_foreign` 設定為 `/etc/multipath.conf` 檔案：



```
# cat /etc/multipath.conf

defaults {
    enable_foreign      NONE
}
```

執行以重新啟動多路徑常駐程式 `systemctl restart multipathd` 命令。這可讓新設定生效。

設定 NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型：

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

◦ 輸出範例： *

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

```
# 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
```

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

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.5
```

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 "[NetApp 互通性對照表工具](#)"。

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標LIF：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

適用於 NVMe / FC 的 Marvell/QLogic FC 介面卡

步驟

1. OL 8.8 GA 核心隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新修正程式。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
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
```

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
1
```

啟用1MB I/O大小（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
```

```
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合可以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 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命週期執行命令、並將控制器遺失逾時週期設為至少 30 分鐘或 1800 秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 輸出範例：*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

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. 確認適當的 NVMe 設定（例如 `model` 設定為 NetApp ONTAP Controller 和負載平衡 `iopolicy` 設定為 `round-robin`）對於相應的 ONTAP 命名空間，正確地反映在主機上：

```
# 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

◦ 輸出範例： *

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 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/nvme0n1
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe / TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

◦ 輸出範例 *

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
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
```

◦ 輸出範例：*

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns	

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

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

◦ 輸出範例 *

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

已知問題

OL 8.8 搭配 ONTAP 版本的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
1517321	Oracle Linux 8.8 NVMe 主機建立重複的 PDF	在 OL 8.8 NVMe 型主機上、持續探索控制器（PDC）是透過傳遞建立的 -p 選項 nvme discover 命令。對於指定的啟動器目標組合、每次啟動時、只會建立一個 PDC nvme discover 命令。不過、從 OL 8.x 開始、NVMe 型主機會在每次呼叫時建立重複的 PDF nvme discover 命令 -p 選項。這會浪費主機和目標上的資源。	"18118."

適用於 **ONTAP** 的 **Oracle Linux 8.7** 的 **NVMe** 主機組態

NVMe over Fabrics（NVMe of）（包括 NVMe over Fibre Channel（NVMe / FC）和其他傳輸）均支援使用非對稱命名空間存取（ANA）的 Oracle Linux（OL）8.7。在 NVMe 環境中、ANA 等同於 iSCSI 和 FC 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

下列支援適用於 OL 8.7 搭配 ONTAP 的 NVMe / FC 主機組態：

- 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。
- 在指定主機匯流排介面卡（HBA）上的同一主機上使用 NVMe 和 SCSI 共存流量、而不使用明確的 `dm-multipath` 設定、以避免使用 NVMe 命名空間。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

功能

- 根據預設、OL 8.7 已啟用 NVMe 命名空間的核心內建 NVMe 多重路徑、因此不需要明確的設定。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

驗證軟體版本

您可以使用下列程序來驗證支援的最低 OL 8.7 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝 OL 8.7 GA。安裝完成後、請確認您正在執行指定的 OL 8.7 GA 核心。

```
# uname -r
```


◦ 輸出範例： *

```
5.15.0-3.60.5.1.el8uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

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

◦ 輸出範例： *

```
nvme-cli-1.16-5.el8.x86_64
```

3. 在 Oracle Linux 8.7 主機上、請檢查 hostnqn 字串at /etc/nvme/hostnqn：

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

◦ 輸出範例： *

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:791c54eb-545d-4ed3-8d41-91a0a53d4b24
```

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

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_ol_nvme
```

◦ 輸出範例： *

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:791c54eb-545d-4ed3-8d41-91a0a53d4b24

+



如果是 hostnqn 字串不相符、您可以使用 `vservers 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。

5. 重新啟動主機。

如果您打算在相同的 Oracle Linux 8.7 主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 流量、NetApp 建議分別使用內建 NVMe 多重路徑來處理 ONTAP 命名空間、以及將 dm-multipath 用於 ONTAP LUN。這也表示 ONTAP 應在 dm-multipaths 中列入清單以防止 dm-multipaths 宣告這些命名空間裝置。您可以新增來執行此作業 `enable_foreign` 設定為 `/etc/multipath.conf` 檔案：



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

執行以重新啟動多路徑精靈 `systemctl restart multipathd` 套用新設定的命令。

設定 NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型。

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

◦ 輸出範例： *

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

```
# 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
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.1
```

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 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標LIF：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b3c081f WWNN x200000109b3c081f DID
x060300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2010d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x061f0e
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2011d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x06270f
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000a71 Cmpl 0000000a71 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000558611c6 Issue 000000005578bb69 OutIO
ffffffffffff2a9a3
abort 0000007a noxri 00000000 nondlp 00000447 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000a8e Err 0000e2a8
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b3c0820 WWNN x200000109b3c0820 DID
x060200 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2015d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x062e0c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2014d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x06290f
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000a69 Cmpl 0000000a69 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000055814701 Issue 0000000055744b1c OutIO
ffffffffffff3041b
abort 00000046 noxri 00000000 nondlp 0000043f qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000a89 Err 0000e2f3
```

適用於 NVMe / FC 的 Marvell/Qlogic FC 介面卡

步驟

1. OL 8.7 GA 核心隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新上游修正程式。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:v9.10.11 DVR:v10.02.06.200-k
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.06.200-k
```

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
1
```

啟用 1MB I/O（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTs（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為 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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為 256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定 NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則

NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
====Discovery Log Entry 3=====
```

```
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合能夠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 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命週期執行命令、並將控制器遺失逾時週期設為至少 30 分鐘或 1800 秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 輸出範例： *

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

驗證NVMe

您可以使用下列程序來驗證 NVMe 。

步驟

1. 檢查以下項目、確認已啟用核心內建 NVMe 多重路徑：

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

2. 確認適當的 NVMe 設定（例如 model 設定為 NetApp ONTAP Controller 和負載平衡 iopolicy 設定為 round-robin）對於相應的 ONTAP 命名空間，正確地反映在主機上：

```
# 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

◦ 輸出範例：*

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 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/nvme0n1
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe / TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n40
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
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
```

◦ 輸出範例： *

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

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

◦ 輸出範例 *

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

已知問題

ONTAP 版本 OL 8.7 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
1517321	Oracle Linux 8.7 NVMe 型主機會建立重複的持續探索控制器	在 OL 8.7 NVMe 型主機上、持續探索控制器（PDC）是透過傳遞建立的 -p 選項 nvme discover 命令。對於指定的啟動器目標組合、每次啟動時、只會建立一個 PDC nvme discover 命令。不過、從 OL 8.x 開始、NVMe 型主機會在每次呼叫時建立重複的 PDF nvme discover 命令 -p 選項。這會浪費主機和目標上的資源。	"18118."

適用於Oracle Linux 8.6的NVMe / FC主機組態、ONTAP 含功能

支援能力

NVMe over Fabrics或NVMe（包括NVMe / FC和NVMe / TCP）可搭配Oracle Linux 8・6搭配非對稱命名空間存取（ANA）支援、ONTAP 而非對稱陣列上的儲存容錯移轉（SFO）則需要此功能。ANA是NVMe環境中的非對稱邏輯單元存取（ALUA）、目前是以核心內建NVMe多重路徑來實作。本文件詳細說明如何在Oracle Linux 8.6和ONTAP 以之為目標的Oracle Linux上使用ANA啟用NVMe與內核NVMe多重路徑。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 和 ["Amazon FSX for ONTAP S"](#)。

功能

- Oracle Linux 8・6預設會啟用NVMe名稱的內核NVMe多重路徑。
- 使用Oracle Linux 8.6、nvme-fc auto-connect 指令碼包含在原生中 nvme-cli 套件：您可以仰賴這些原生的自動連線指令碼、而非安裝外部廠商提供的外接式自動連線指令碼。
- Oracle Linux 8・6是原生的 udev 規則是在中提供的一部分 nvme-cli 套件、可針對NVMe多重路徑啟用循環資源負載平衡。因此、您不再需要手動建立此規則。
- 有了Oracle Linux 8・6、NVMe和SCSI流量都可以在相同的共存主機上執行。事實上、這是通常部署的主機組態。因此、您可以像往常一樣為SCSI LUN設定dm-multipaths、以產生mpath裝置、而NVMe多重路徑則可用來設定NVMe多重路徑裝置（例如、/dev/nvmeXnY）。
- 使用Oracle Linux 8・6、原生的NetApp外掛程式 nvme-cli 套件能夠顯示ONTAP 各種細節及ONTAP 功能不完整的命名空間。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

組態需求

請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 如需支援組態的詳細資訊、請參閱。

步驟

1. 在伺服器上安裝Oracle Linux 8.6GA。安裝完成後、請確認您執行的是指定的Oracle Linux 8.6 GA核心。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援版本清單。

```
# uname -r
5.4.17-2136.307.3.1.el8uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. 在Oracle Linux 8.6主機上、檢查 hostnqn 字串at /etc/nvme/hostnqn 並驗證其是否與ONTAP 支援該子系統的hostnqn字串相符。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_ol_nvme   nvme_ss_ol_1    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



如果是 hostnqn 字串不相符、您應該使用 `vserver modify` 命令來更新 hostnqn 字串、以ONTAP 符合 hostnqn 字串來源 /etc/nvme/hostnqn 在主機上：

4. 重新啟動主機。

如果您打算在相同的Oracle Linux 8.6共存主機上同時執行NVMe和SCSI流量、NetApp建議您分別使用核心內建NVMe多重路徑ONTAP 來執行支援對象名稱空間和支援ONTAP 對象LUN的dm多重路徑。這也表示ONTAP 應在dm-multipaths中列入清單以防止dm-multipaths宣告這些命名空間裝置。您可以新增來完成此作業 `enable_foreign` 設定為 /etc/multipath.conf 檔案：



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

執行以重新啟動多路徑精靈 `systemctl restart multipathd` 命令讓新設定生效。

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"：

```
# 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. 驗證您使用的是建議的Broadcom lpfc 韌體與內建驅動程式。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 "[NetApp 互通性對照表](#)"：

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

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.11
```

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標LIF：

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```

啟用1MB I/O大小

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS （ MAX Data 傳輸大小）為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「lfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定適用於**NVMe / FC**的**Marvell / QLogic FC**介面卡

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。OL 8.6GA核心隨附的原生內建qla2xxx驅動程式、提供ONTAP 最新的上游修正程式、可支援下列功能：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 請確認 ql2xnvmeenable 設為可讓Marvell介面卡做為NVMe / FC啟動器運作：

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

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...

```

2. 同樣地、請確認其他的NVMe/TCP啟動器目標LIF組合能夠成功擷取探索記錄頁面資料。範例：

```
#nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# 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. 現在執行 `nvme connect-all` 跨節點執行所有支援的NVMe/TCP啟動器目標LIF命令。請確保您通過的時間更長 `ctrl_loss_tmo` 期間（例如30分鐘、可設定至 `-l 1800`） `connect-all` 如此一來、當路徑遺失時、它會重試更長的時間。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/FC

步驟

1. 驗證Oracle Linux 8・6主機上的下列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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

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

3. 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/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. 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：

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

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

已知問題

OL 8.6 搭配 ONTAP 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
1517321	Oracle Linux 8.6NVMe主機建立重複的持續探索控制器	在Oracle Linux 8.6NVMe over Fabrics (NVMe) 主機上、您可以使用 <code>nvme discover -p</code> 建立持續探索控制器 (PD) 的命令。使用此命令時、每個啟動器目標組合只能建立一個PDC。不過、如果您執行ONTAP 的是採用NVMe的主機、則每次都會建立一個重複的資料中心 <code>nvme discover -p</code> 已執行。這會導致主機和目標上的資源使用不必要。	"18118."

NVMe / FC主機組態、適用於Oracle Linux 8.5 with ONTAP Fisc

支援能力

NVMe over Fabrics或NVMe（包括NVMe / FC和NVMe / TCP）可搭配Oracle Linux 8.5搭配非對稱命名空間存取（ANA）支援、ONTAP 而非對稱式命名空間存取（非對稱式命名空間存取）則是在不間斷儲存容錯移轉（SFO）上所需的功能。ANA是NVMe環境中的非對稱邏輯單元存取（ALUA）、目前是以核心內建NVMe多重路徑來實作。本文件詳細說明如何在Oracle Linux 8.5和ONTAP 以ANA為目標的內核NVMe多重路徑上啟用NVMe。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 和 ["Amazon FSX for ONTAP S"](#)。

功能

- Oracle Linux 8.5預設為NVMe名稱套用內核NVMe多重路徑。
- 使用Oracle Linux 8.5、`nvme-fc auto-connect` 指令碼包含在原生中 `nvme-cli` 套件：您可以仰賴這些原生的自動連線指令碼、而非安裝外部廠商提供的外接式自動連線指令碼。
- Oracle Linux 8.5是原生的 `udev` 規則是在中提供的一部分 `nvme-cli` 套件、可針對NVMe多重路徑啟用循環資源負載平衡。因此、您不再需要手動建立此規則。
- 有了Oracle Linux 8.5、NVMe和SCSI流量都可以在相同的共存主機上執行。事實上、這是通常部署的主機組態。因此、您可以像往常一樣為SCSI LUN設定dm-multipaths、以產生mpath裝置、而NVMe多重路徑則可用來設定NVMe多重路徑裝置（例如、`/dev/nvmeXnY`）。
- 使用Oracle Linux 8.5、原生的NetApp外掛程式 `nvme-cli` 套件能夠顯示ONTAP 各種細節及ONTAP 功能不完整的命名空間。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

組態需求

請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)" 如需支援組態的詳細資訊、請參閱。

使用Oracle Linux 8.5啟用NVMe/FC

步驟

1. 在伺服器上安裝Oracle Linux 8.5 General Availability (GA)。安裝完成後、請確認您執行的是指定的Oracle Linux 8.5 GA核心。請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)" 以取得最新的支援版本清單。

```
# uname -r
5.4.17-2136.309.4.el8uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe - CLI」套件。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. 在Oracle Linux 8.5主機上、檢查 `hostnqn` 字串at `/etc/nvme/hostnqn` 並驗證是否符合 `hostnqn` 字串、代表ONTAP 位於整個過程中的各個子系統。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1



如果是 `hostnqn` 字串不相符、您應該使用 `vserver modify` 命令來更新 `hostnqn` 字串、以ONTAP 符合 `hostnqn` 字串來源 `/etc/nvme/hostnqn` 在主機上。

4. 重新啟動主機。

如果您打算在相同的Oracle Linux 8.5共存主機上同時執行NVMe和SCSI流量、NetApp建議您分別使用核心內建NVMe多重路徑ONTAP 來執行支援對象名稱空間和支援ONTAP 對象LUN的dm多重路徑。這也表示ONTAP 應在dm-multipaths中列入清單以防止dm-multipaths宣告這些命名空間裝置。您可以新增來完成此作業 `enable_foreign` 設定為 `/etc/multipath.conf` 檔案：



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

重新啟動 `multipathd` 透過執行來監控 `systemctl restart multipathd` 命令讓新設定生效。

設定適用於**NVMe / FC**的**Broadcom FC**介面卡

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 ["NetApp 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韌體和收件匣驅動程式。如需支援的介面卡驅動程式和韌體版本的最清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

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

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. 請確認 `lpfc_enable_fc4_type` 設為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、您可以看到目標LIF。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b213a00
0x100000109b2139ff
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b213a00 WWNN x200000109b213a00 DID
x031700      ONLINE
NVME RPORT WWPN x208cd039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03180a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2090d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03140a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000079efc Issue 0000000000079eeb OutIO
ffffffffffffffffef
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b2139ff WWNN x200000109b2139ff DID
x031300      ONLINE
NVME RPORT WWPN x208ed039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03230c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2092d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03120c
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000029ba0 Issue 0000000000029ba2 OutIO
0000000000000002
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

```

啟用1MB I/O大小

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTs (MAX Data 傳輸大小) 為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值 `lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「`lpfc_sg_seg_cnt`」參數設為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. 驗證「`lpfc_sg_seg_cnt`」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定適用於NVMe / FC的Marvell / QLogic FC介面卡

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。OL 8.5 GA核心隨附的原生內建`qla2xxx`驅動程式、提供ONTAP 最新的上游修正程式、可支援下列功能：

```
# 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 `ql2xnvmeenable` 設定可讓Marvell介面卡作為NVMe / FC啟動器運作。

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

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

步驟

1. 驗證啟動器連接埠是否能夠在支援的NVMe / TCP生命期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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...

```

2. 同樣地、請確認其他的NVMe/TCP啟動器目標LIF組合能夠成功擷取探索記錄頁面資料。範例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# 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. 現在執行 `nvme connect-all` 跨節點執行所有支援的NVMe/TCP啟動器目標LIF命令。請務必提供更長的時間 `ctrl_loss_tmo` 定時器期間（例如30分鐘、可設定為新增 `-l 1800`） `connect-all` 如此一來、當路徑遺失時、它會重試更長的時間。範例：

```
# 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/FC

步驟

1. 驗證Oracle Linux 8.5主機上的下列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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間。

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

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

3. 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/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個支援的名稱空間裝置的正確值。

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

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns	

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB

```

3          264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4      85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

已知問題

OL 8.5 搭配 ONTAP 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
1517321	Oracle Linux 8.5 NVMe主機建立重複的持續探索控制器	在Oracle Linux 8.5 NVMe over Fabrics (NVMe) 主機上、您可以使用 <code>nvme discover -p</code> 建立持續探索控制器 (PD) 的命令。使用此命令時、每個啟動器目標組合只能建立一個PDC。不過、如果您是以ONTAP NVMe型主機執行EFlash 9.10.1和Oracle Linux 8.5、則每次都會建立一個重複的資料中心 <code>nvme discover -p</code> 已執行。這會導致主機和目標上的資源使用不必要。	"18118."

適用於**Oracle Linux 8.4**的**NVMe/FC**主機組態、**ONTAP** 含功能性

支援能力

NVMe over Fabrics或NVMe（包括NVMe / FC和NVMe / TCP）可搭配Oracle Linux 8.4搭配非對稱命名空間存取（ANA）支援、ONTAP 而非對稱式命名空間存取（ANA）則是在不間斷儲存容錯移轉（SFO）上運作所需的功能。ANA是NVMe環境中的非對稱邏輯單元存取（ALUA）、目前是以核心內建NVMe多重路徑來實作。本主題詳細說明如何在Oracle Linux 8.4上使用ANA搭配ONTAP 以支援以NVMe為目標的內核NVMe多重路徑來啟用NVMe。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 "[Cloud Volumes ONTAP](#)" 和 "[Amazon FSX for ONTAP S1](#)"。

功能

- Oracle Linux 8.4預設會啟用NVMe名稱區的內核NVMe多重路徑。
- 搭配Oracle Linux 8.4、`nvme-fc auto-connect` 指令碼包含在原生中 `nvme-cli` 套件：您可以仰賴這些原生的自動連線指令碼、而非安裝外部廠商提供的外接式自動連線指令碼。
- Oracle Linux 8.4是原生的 `udev` 規則是在中提供的一部分 `nvme-cli` 套件、可針對NVMe多重路徑啟用循環資源負載平衡。因此、您不再需要手動建立此規則。
- 有了Oracle Linux 8.4、NVMe和SCSI流量都可以在相同的共存主機上執行。事實上、這是通常部署的主機組態。因此、您可以像往常一樣為SCSI LUN設定dm-multipaths、以產生mpath裝置、而NVMe多重路徑則可用來設定NVMe多重路徑裝置（例如、`/dev/nvmeXnY`）。
- 使用Oracle Linux 8.4、原生NetApp外掛程式 `nvme-cli` 套件能夠顯示ONTAP 各種細節及ONTAP 功能不完整的命名空間。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

組態需求

請參閱 "[NetApp互通性對照表IMT（僅限部分）](#)" 以取得支援組態的確切詳細資料。

啟用NVMe/FC

步驟

1. 在伺服器上安裝Oracle Linux 8.4 GA。安裝完成後、請確認您執行的是指定的Oracle Linux 8.4 GA核心。請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)" 以取得最新的支援版本清單。

```
# uname -r
5.4.17-2102.206.1.el8uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe - CLI」套件。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-3.el8.x86_64
```

3. 在Oracle Linux 8.4主機上、檢查hostnqn字串、網址為 `/etc/nvme/hostnqn` 並驗證其是否與ONTAP 支援該子系統的hostnqn字串相符。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:8b43c7c6-e98d-4cc7-a699-d66a69aa714e
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_2

Vserver          Subsystem Host NQN
-----
-----
vs_coexistence_2 nvme_1    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:753881b6-3163-46f9-8145-0d1653d99389
```



如果hostnqn字串不相符、您應該使用 `vserver modify` 用於更新對應ONTAP 的BIOS陣列子系統上hostnqn字串的命令、以符合中的hostnqn字串 `/etc/nvme/hostnqn` 在主機上。

4. 重新啟動主機。

如果您打算在相同的Oracle Linux 8.4共存主機上同時執行NVMe和SCSI流量、NetApp建議您分別使用核心內建NVMe多重路徑ONTAP 來執行支援對象名稱空間和支援ONTAP 對象LUN的dm多重路徑。這也表示ONTAP 應在dm-multipaths中列入清單以防止dm-multipaths宣告這些命名空間裝置。您可以新增來完成此作業 `enable_foreign` 設定為 `/etc/multipath.conf` 檔案：



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

執行以重新啟動多路徑精靈 `systemctl restart multipathd` 命令讓新設定生效。

設定適用於**NVMe / FC**的**Broadcom FC**介面卡

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 ["NetApp 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 lfiit韌體和收件匣驅動程式。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 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. 請確認 `lpfc_enable_fc4_type` 設為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、您可以看到目標LIF。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b213a00
0x100000109b2139ff

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

# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b213a00 WWNN x200000109b213a00 DID
x031700 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208cd039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03180a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2090d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03140a
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000079efc Issue 0000000000079eeb OutIO
fffffffffffffffffffef
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b2139ff WWNN x200000109b2139ff DID
x031300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208ed039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03230c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2092d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03120c
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000029ba0 Issue 0000000000029ba2 OutIO
0000000000000002
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

```

啟用1MB I/O大小

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTs (MAX Data 傳輸大小) 為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值 `lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「`lpfc_sg_seg_cnt`」參數設為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. 驗證「`lpfc_sg_seg_cnt`」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定適用於NVMe / FC的Marvell / QLogic FC介面卡

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。OL 8.4 GA核心隨附的原生內建`qla2xxx`驅動程式、提供ONTAP 最新的上游修正程式、是支援此功能的重要關鍵。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.103-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.103-k
```

2. 確認 `ql2xnvmeenable` 此參數可讓Marvell介面卡做為NVMe / FC啟動器運作。

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

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

步驟

1. 驗證啟動器連接埠是否能夠擷取支援的NVMe / TCP LIF上的探索記錄頁面資料：

```
# 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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 同樣地、請確認其他的NVMe/TCP啟動器目標LIF組合能夠成功擷取探索記錄頁面資料。範例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
#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. 現在執行 `nvme connect-all` 跨節點執行所有支援的NVMe/TCP啟動器目標LIF命令。請務必提供更長的時間 `ctrl_loss_tmo` 定時器期間（30分鐘以上、可設定為新增 `-l 1800`） `connect-all` 如此一來、當路徑遺失時、它會重試更長的時間。範例：

```
# 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/FC

步驟

1. 驗證Oracle Linux 8.4主機上的下列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. 確認已在主機上建立命名空間並正確探索：

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
Namespace		

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
1		
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
2		
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
3		

Usage	Format	FW Rev

85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 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/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. 驗證NetApp外掛程式是否為每ONTAP 個不支援的名稱空間裝置顯示正確的值。


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

Device	Vserver	Namespace Path
--------	---------	----------------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns		
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns		
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns		

NSID	UUID	Size
------	------	------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

已知問題

OL 8.4 搭配 ONTAP 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
1517321	Oracle Linux 8.4 NVMe主機會建立重複的持續探索控制器	在Oracle Linux 8.4 NVMe over Fabrics (NVMe / of) 主機上、您可以使用「NVMe探索-p」命令來建立持續探索控制器 (PD)。使用此命令時、每個啟動器目標組合只能建立一個PDC。不過、如果您執行ONTAP 的是採用NVMe的主機執行的支援功能、則每次執行「NVMe探索-p」時、都會建立一個重複的資料中心。這會導致主機和目標上的資源使用不必要。	"18118."

適用於Oracle Linux 8.3的NVMe / FC主機組態 (ONTAP 含功能性)

支援能力

NVMe over Fabrics或NVMe (包括NVMe / FC) 可搭配Oracle Linux 8.3 (非對稱命名空間存取 (ANA)) 支援ONTAP、以在整個過程中在整個過程中維持儲存容錯移轉 (SFO)。ANA是NVMe環境中的ALUA等效產品、目前是以內核NVMe多重路徑來實作。本文件詳細說明如何使用ANA on OL 8.3和ONTAP 以支援NVMe為目標的內核NVMe多重路徑來啟用NVMe。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 和 ["Amazon FSX for ONTAP S1"](#)。

功能

- Oracle Linux 8.3預設為NVMe命名空間啟用內核NVMe多重路徑。
- 使用Oracle Linux 8.3、`nvme-fc auto-connect` 指令碼包含在原生的NVMe-CLI套件中。您可以仰賴這些原生的自動連線指令碼、而非安裝外部廠商提供的外接式自動連線指令碼。
- Oracle Linux 8.3 (原生) `udev` 規則是在中提供的一部分 `nvme-cli` 套件、可針對NVMe多重路徑啟用循環資源負載平衡。因此、您不再需要手動建立此規則。
- 有了Oracle Linux 8.3、NVMe和SCSI流量都可以在相同的共存主機上執行。事實上、這是通常部署的主機組態。因此、對於SCSI、您可以像往常一樣為SCSI LUN設定dm-multipaths、以產生mpath裝置、而NVMe多重路徑則可用於設定NVMe型多重路徑裝置 (例如、`/dev/nvmeXnY`)。
- 使用Oracle Linux 8.3、原生的NetApp外掛程式 `nvme-cli` 套件能夠顯示ONTAP 各種細節及ONTAP 功能不完整的命名空間。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

組態需求

請參閱 ["NetApp互通性對照表工具IMT \(不含\)"](#) 以取得目前支援的組態清單。

使用Oracle Linux 8.3啟用NVMe / FC

步驟

1. 在伺服器上安裝Oracle Linux 8.3 GA。安裝完成後、請確認您執行的是指定的Oracle Linux 8.3 GA核心。請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得最新的支援版本清單。

```
# uname -r
5.4.17-2011.7.4.el8uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe - CLI」套件。

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

nvme-cli-1.12-2.el8.x86_64_
```

3. 在Oracle Linux 8.3主機上、檢查hostnqn字串、網址為 /etc/nvme/hostnqn 並驗證是否符合 hostnqn 字串、代表ONTAP 位於整個過程中的各個子系統。

```
#cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:446c21ab-f4c1-47ed-9a8f-1def96f3fed2

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_2
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_coexistence_2 nvme_1 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:446c21ab-f4c1-47ed-9a8f-1def96f3fed2
```



如果hostnqn字串不相符、您應該使用 `vserver modify` 用於更新對應ONTAP 的BIOS陣列子系統上hostnqn字串的命令、以符合中的hostnqn字串 /etc/nvme/hostnqn 在主機上。

4. 重新啟動主機。

如果您打算在相同的Oracle Linux 8.3共存主機上同時執行NVMe和SCSI流量、NetApp建議您使用核心內建NVMe多重路徑ONTAP 來執行不含任何名稱空間的命名空間和 `dm-multipath` 分別用於ONTAP 支援的LUN。這也表示ONTAP 應在中列入不符合需求的命名空間 `dm-multipath` 預防 `dm-multipath` 並宣告這些命名空間裝置。您可以將 `_enable外部_` 設定新增至來完成此作業 /etc/multipath.conf 檔案：



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

執行 `_systemctl restart多路徑d_` 命令、讓新設定生效、以重新啟動多路徑d精靈。

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表工具](#)"。

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname  
LPe36002-M2  
LPe36002-M2
```

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc  
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 請確認您使用的是建議的Broadcom lfit韌體和收件匣驅動程式。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 "[NetApp 互通性對照表工具](#)"。

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.351.49, sli-4:6:d  
12.8.351.49, sli-4:6:d
```

```
#cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.6.0.3
```

3. 確認 lpfc_enable_fc4_type 參數設為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、以及您是否可以看到目標LIF。

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109bf0447b  
0x100000109bf0447c
```

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

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

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b DID
x022400 ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e1d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0314
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e4d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0713
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000003b6 Cmpl 00000003b6 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000be1425e8 Issue 00000000be1425f2 OutIO
0000000000000000a
abort 00000251 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000c5b Err 0000d176

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c DID
x021600 ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e2d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0213
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e3d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0614
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000419 Cmpl 0000000419 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000be37ff65 Issue 00000000be37ff84 OutIO
0000000000000001f
abort 0000025a noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000c89 Err 0000cd87
```

啟用1MB I/O大小

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS （ MAX Data 傳輸大小） 為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「lfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定適用於**NVMe / FC**的**Marvell / QLogic FC**介面卡

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。OL 8.3 GA核心隨附的原生內建qla2xxx驅動程式、提供ONTAP 最新的上游修正程式、是支援此功能的重要關鍵。

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.01.00.25-k
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.01.00.25-k
```

2. 確認 ql2xnvmeenable 此參數可讓Marvell介面卡做為NVMe / FC啟動器運作。

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

驗證NVMe/FC

步驟

1. 驗證Oracle Linux 8.3主機上的下列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. 確認已在主機上建立命名空間並正確探索。


```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace Usage
Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n10 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 10     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n11 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 11     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n12 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 12     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n13 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 13     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n14 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 14     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n15 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 15     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n16 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 16     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n17 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 17     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n18 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 18     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n19 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 19     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n2 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 2      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n20 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 20     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n3 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 3      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n4 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 4      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n5 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 5      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n6 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 6      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n7 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 7      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n8 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 8      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n9 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 9      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. 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/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.b79f5c6e4d0911edb3a0d039ea243511:subsystem.nvme_1
\ +
+- nvme214 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e4d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447b:pn-0x100000109bf0447b live non-
optimized
+- nvme219 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e2d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447c:pn-0x100000109bf0447c live optimized
+- nvme223 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e1d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447b:pn-0x100000109bf0447b live optimized
+- nvme228 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e3d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447c:pn-0x100000109bf0447c live non-
optimized
```

4. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個支援的名稱空間裝置的正確值。

```
#nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver      Namespace Path      NSID UUID
Size
-----
-----
/dev/nvme0n1 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_0/fcnvme_ns 1 ae10e16d-1fa4-49c2-8594-02bf6f3b1af1 37.58GB
/dev/nvme0n10 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_9/fcnvme_ns 10 2cf00782-e2bf-40fe-8495-63e4501727cd 37.58GB
/dev/nvme0n11 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_9/fcnvme_ns 11 fbefbe6c-90fe-46a2-8a51-47bad9e2eb95 37.58GB
/dev/nvme0n12 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns 12 0e9cc8fa-d821-4f1c-8944-3003dcded864 37.58GB
/dev/nvme0n13 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns 13 31f03b13-aaf9-4a3f-826b-d126ef007991 37.58GB
/dev/nvme0n14 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_8/fcnvme_ns 14 bcf4627c-5bf9-4a51-a920-5da174ec9876 37.58GB
/dev/nvme0n15 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_7/fcnvme_ns 15 239fd09d-11db-46a3-8e94-b5ebe6eb2421 37.58GB
/dev/nvme0n16 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_2/fcnvme_ns 16 1d8004df-f2e8-48c8-8ccb-ce45f18a15ae 37.58GB
/dev/nvme0n17 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_3/fcnvme_ns 17 4f7afbcb-3ace-4e6c-9245-cbf5bd155ef4 37.58GB
/dev/nvme0n18 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_4/fcnvme_ns 18 b022c944-6ebf-4986-a28c-8d9e8ec130c9 37.58GB
/dev/nvme0n19 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_5/fcnvme_ns 19 c457d0c7-bfea-43aa-97ef-c749d8612a72 37.58GB
/dev/nvme0n2 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_1/fcnvme_ns 2 d2413d8b-e82e-4412-89d3-c9a751ed7716 37.58GB
/dev/nvme0n20 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_6/fcnvme_ns 20 650e0d93-967d-4415-874a-36bf9c93c952 37.58GB
/dev/nvme0n3 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_2/fcnvme_ns 3 09d89d9a-7835-423f-93e7-f6f3ece1dcbc 37.58GB
/dev/nvme0n4 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_3/fcnvme_ns 4 d8e99326-a67c-469f-b3e9-e0e4a38c8a76 37.58GB
/dev/nvme0n5 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_4/fcnvme_ns 5 c91c71f9-3e04-4844-b376-30acab6311f1 37.58GB
/dev/nvme0n6 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_5/fcnvme_ns 6 4e8b4345-e5b1-4aa4-ae1a-adf0de2879ea 37.58GB
/dev/nvme0n7 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_6/fcnvme_ns 7 ef715a16-a946-4bb8-8735-74f214785874 37.58GB
/dev/nvme0n8 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_7/fcnvme_ns 8 4b038502-966c-49fd-9631-a17f23478ae0 37.58GB
/dev/nvme0n9 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_8/fcnvme_ns 9 f565724c-992f-41f6-83b5-da1fe741c09b 37.58GB
```

```
#nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_0_0/fcnvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "ae10e16d-1fa4-49c2-8594-02bf6f3b1af1",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n10",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_0_9/fcnvme_ns",
      "NSID" : 10,
      "UUID" : "2cf00782-e2bf-40fe-8495-63e4501727cd",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n11",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_9/fcnvme_ns",
      "NSID" : 11,
      "UUID" : "fbefbe6c-90fe-46a2-8a51-47bad9e2eb95",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n12",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns",
      "NSID" : 12,
      "UUID" : "0e9cc8fa-d821-4f1c-8944-3003dcded864",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n13",
```

```
"Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
"Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns",
"NSID" : 13,
"UUID" : "31f03b13-aaf9-4a3f-826b-d126ef007991",
"Size" : "37.58GB",
"LBA_Data_Size" : 4096,
"Namespace_Size" : 9175040
},
```

已知問題

OL 8.3 搭配 ONTAP 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Oracle Bugzilla
1517321	Oracle Linux 8.3 NVMe主機會建立重複的持續探索控制器	在Oracle Linux 8.3 NVMe over Fabrics (NVMe) 主機上、您可以使用 <code>nvme discover -p</code> 建立持續探索控制器 (PD) 的命令。使用此命令時、每個啟動器目標組合只能建立一個PDC。不過、如果您是以ONTAP NVMe型主機執行EFlash 9.10.1和Oracle Linux 8.3、則每次都會建立一個重複的資料中心 <code>nvme discover -p</code> 已執行。這會導致主機和目標上的資源使用不必要。	"18118."

適用於**Oracle Linux 8.2** (ONTAP 含擴充功能) 的**NVMe/FC**主機組態

支援能力

Oracle Linux 8.2支援NVMe / FC ONTAP、不適用於支援更新版本9.6。Oracle Linux 8.2主機可透過相同的光纖通道 (FC) 啟動器介面卡連接埠、同時執行NVMe/FC和FCP流量。請參閱 ["Hardware Universe"](#) 以取得支援的FC介面卡和控制清單。如需支援組態的最新清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 和 ["Amazon FSx for ONTAP S"](#)。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用NVMe/FC

1. 在伺服器上安裝Oracle Linux 8.2。
2. 安裝完成後、請確認您執行的是支援的Unbreakable Enterprise核心。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。

```
# uname -r
5.4.17-2011.1.2.el8uek.x86_64
```

- 升級NVMe-CLI套件。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《支援循環使用資源的evin規則》、以及ONTAP 適用於各種名稱空間的NetApp外掛程式。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.9-5.el8.x86_64
```

- 在Oracle Linux 8.2主機上、檢查/etc/nvme/hostnqn上的主機NQN字串、並確認其符合ONTAP 位於該等子系統上對應子系統的主機NQN字串。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
Vserver Subsystem Host NQN
-----
vs_ol_nvme
          nvme_ss_ol_1
                                nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

如果+hostnqn+字串不相符、您應該使用vserver modify命令來更新對應ONTAP 的流通位陣列子系統上的主機NQN字串、以符合主機上etc/nvm/hostnqn的主機NQN字串。

設定適用於**NVMe / FC**的**Broadcom FC**介面卡

- 確認您使用的是支援的介面卡。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。

```
# 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
```

- 預設已啟用lffc中的NVMe支援：

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

較新的lfit驅動程式（包括收件匣和發件匣）預設為3。因此、您不需要在/etc/modprobe.d/lfffc.conf中明確設定此項目

3. 確認已啟用NVMe / FC啟動器連接埠、而且能夠看到目標連接埠、而且所有連接埠都已啟動並正在執行。

在以下範例中、只有一個啟動器連接埠已啟用、並與兩個目標LIF連線、如下面輸出所示：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

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
```

在上述範例中、兩個命名空間會對應至Oracle Linux 8.2 ANA主機。這可透過四個目標生命期來查看：兩個本機節點生命期、以及兩個其他合作夥伴/遠端節點生命期。此設定顯示主機上每個命名空間的兩個ANA最佳化路徑和兩個ANA不可存取路徑。

2. 確認已建立命名空間。

```
# nvme list
```

Node	SN		Namespace	Usage
Model				
Format	FW Rev			

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller		
1	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller		
2	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller		
3	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/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 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/nvme0n1      vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns          1          72b887b1-5fb6-
47b8-be0b-33326e2542e2      85.90GB
/dev/nvme0n2      vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns          2          04bf9f6e-9031-
40ea-99c7-a1a61b2d7d08      85.90GB
/dev/nvme0n3      vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns          3          264823b1-8e03-
4155-80dd-e904237014a4      85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
"ONTAPdevices" : [
{
"Device" : "/dev/nvme0n1",
"Vserver" : "vs_ol_nvme",
"Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
"NSID" : 1,
"UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
```

```

    "Size" : "85.90GB",
    "LBA_Data_Size" : 4096,
    "Namespace_Size" : 20971520
  },
  {
    "Device" : "/dev/nvme0n2",
    "Vserver" : "vs_ol_nvme",
    "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
    "NSID" : 2,
    "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
    "Size" : "85.90GB",
    "LBA_Data_Size" : 4096,
    "Namespace_Size" : 20971520
  },
  {
    "Device" : "/dev/nvme0n3",
    "Vserver" : "vs_ol_nvme",
    "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
    "NSID" : 3,
    "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
    "Size" : "85.90GB",
    "LBA_Data_Size" : 4096,
    "Namespace_Size" : 20971520
  },
]
}

```

為 **Broadcom NVMe / FC** 啟用 **1MB I/O** 大小

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTs (MAX Data 傳輸大小) 為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值 `lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「`lpfc_sg_seg_cnt`」參數設為 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. 驗證「`lpfc_sg_seg_cnt`」是否為 256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

適用於Oracle Linux 8.1的NVMe / FC主機組態 (ONTAP 含功能更新)

支援能力

Oracle Linux 8.1支援NVMe/FC ONTAP、支援用在支援的版本為32、6或更新版本。Oracle Linux 8.1主機可透過相同的光纖通道 (FC) 啟動器介面卡連接埠、同時執行NVMe和SCSI流量。請注意、Broadcom啟動器可透過相同的FC介面卡連接埠、同時處理NVMe/FC和FCP流量。請參閱 "[Hardware Universe](#)" 以取得支援的FC介面卡和控制清單。如需支援組態的最新清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 "[Cloud Volumes ONTAP](#)" 和 "[Amazon FSX for ONTAP S1](#)"。

已知限制

- NVMe - CLI套件中不提供原生NVMe / FC自動連線指令碼。使用HBA廠商提供的外部自動連線指令碼。
- 根據預設、NVMe多重路徑中不會啟用循環配置資源負載平衡。您必須撰寫udev,才能啟用此功能。在Oracle Linux 8.1上啟用NVMe/FC一節中提供步驟。
- 不支援NVMe/FC、因此Oracle Linux 8.1不支援Linux Unified Host Utilities (Luhu) NVMe / FC。使用ONTAP NetApp外掛程式隨附於原生NVMe CLI中的支援功能之一、即可取得的支援功能。
- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用NVMe/FC

1. 在伺服器上安裝Oracle Linux 8.1。
2. 安裝完成後、請確認您執行的是支援的Unbreakable Enterprise核心。請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。

```
# uname -r
5.4.17-2011.0.7.el8uek.x86_64
```

3. 升級NVMe-CLI套件。

```
# rpm -qa | grep nvme
nvme-fc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

4. 將下列字串新增為/lib/udev/rule.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules的獨立udev規則。這可為NVMe多重路徑啟用循環配置資源負載平衡。

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

5. 在Oracle Linux 8.1主機上、檢查/etc/nvme/hostnqn上的主機NQN字串、並確認其符合ONTAP 位於該等子系統上對應子系統的主機NQN字串。

```
# 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
-----
-----
Oracle Linux_141_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

如果+hostnqn+字串不相符、您應該使用vserver modify命令來更新對應ONTAP 的流通位陣列子系統上的主機NQN字串、以符合主機上etc/nvm/hostnqn的主機NQN字串。

6. 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。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。

```
# 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. 預設已啟用lpfc中的NVMe支援：

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

較新的lft驅動程式（包括收件匣和發件匣）預設為3。因此、您不需要在/etc/modProbe.d/lffc.conf中明確設定此項目

3. 接下來、安裝建議的lft自動連線指令碼：

```
# rpm -ivh nvme-fc-connect-12.6.61.0-1.noarch.rpm
```

4. 確認已安裝自動連線指令碼。

```
# rpm -qa | grep nvme-fc
nvme-fc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

5. 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
```

6. 確認已啟用NVMe / FC啟動器連接埠、而且能夠看到目標連接埠、而且所有連接埠都已啟動並正在執行。

在以下範例中、只有一個啟動器連接埠已啟用、並與兩個目標LIF連線、如下面輸出所示：

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

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

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
```

在上述範例中、兩個命名空間會對應至Oracle Linux 8.1 ANA主機。這可透過四個目標生命期來查看：兩個本機節點生命期、以及兩個其他合作夥伴/遠端節點生命期。此設定顯示主機上每個命名空間的兩個ANA最佳化路徑和兩個ANA不可存取路徑。

2. 確認已建立命名空間。

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
Namespace Usage	Format	FW Rev

/dev/nvme0n1	814vWBNRwfBCAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
107.37 GB / 107.37 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFF
/dev/nvme0n2	814vWBNRwfBCAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
107.37 GB / 107.37 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFF

3. 驗證全日空路徑的狀態。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5a32407351c711eaaa4800a098df41bd:subsystem.test
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 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/rhel_141_vol_10_0/ol_157_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/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

為 **Broadcom NVMe / FC** 啟用 **1MB I/O** 大小

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS （ MAX Data 傳輸大小）為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。
不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值
`lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「lfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

ol 7.

適用於**Oracle Linux 7.9**的**NVMe / FC**主機組態（**ONTAP** 含功能）

支援能力

Oracle Linux 7.9支援ONTAP NVMe或更新版本的NVMe/FC。Oracle Linux 7.9主機可透過相同的光纖通道（FC）啟動器介面卡連接埠、同時執行NVMe和SCSI流量。請參閱 ["Hardware Universe"](#) 以取得支援的FC介面卡和控制器清單。如需支援組態的最新清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 和 ["Amazon FSX for ONTAP S"](#)。

已知限制

- 原生NVMe / FC自動連線指令碼在「NVMe - CLI」套件中無法使用。使用HBA廠商提供的外部自動連線指令碼。
- 根據預設、NVMe多重路徑中不會啟用循環配置資源負載平衡。您必須撰寫udev,才能啟用此功能。如需在Oracle Linux 7.9上啟用NVMe/FC的步驟、請參閱一節。
- 不支援NVMe/FC、因此Oracle Linux 7.9不支援Linux Unified Host Utilities（Luhu）NVMe / FC。使用ONTAP NetApp外掛程式隨附於原生NVMe CLI中的支援功能之一、即可取得的支援功能。
- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用NVMe/FC

1. 在伺服器上安裝Oracle Linux 7.9。
2. 安裝完成後、請確認您執行的是支援的Unbreakable Enterprise核心。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。

```
# uname -r
5.4.17-2011.6.2.el7uek.x86_64
```

3. 升級「NVMe - CLI」套件。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

4. 請將下列字串新增為單獨的udev規則、網址為：「/lib/udev/raths.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules」。這可為NVMe多重路徑啟用循環配置資源負載平衡。

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

5. 在Oracle Linux L 7.9主機上、檢查位於「/etc/nvme/hostnqn」的主機NQN字串、並驗證其是否與ONTAP 位於該等資料陣列上對應子系統的主機NQN字串相符。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

如果「hostnqn」字串不相符、您應該使用「vserver modify」命令來更新對應ONTAP 的BIOS陣列子系統上的主機NQN字串、以符合主機上「etc/nvm/hostnqn」中的主機NQN字串。

6. 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。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。

```
# 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. 預設已啟用lffc中的NVMe支援：

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

較新的lfit驅動程式（包括收件匣和發件匣）預設為3。因此、您不需要在「/etc/modprobe.d/lffc.conf」中明確設定此項目。

3. 接下來、安裝建議的lfit自動連線指令碼：

```
# rpm -ivh nvmeofc-connect-12.8.264.0-1.noarch.rpm
. 確認已安裝自動連線指令碼。
```

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.8.264.0-1.noarch
```

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. 確認已啟用NVMe / FC啟動器連接埠、而且能夠看到目標連接埠、而且所有連接埠都已啟動並正在執行。

在以下範例中、只有一個啟動器連接埠已啟用、並與兩個目標LIF連線、如下面輸出所示：

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

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

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
```

在上述範例中、兩個命名空間會對應至Oracle Linux 7.9 ANA主機。這可透過四個目標生命期來查看：兩個本機節點生命期、以及兩個其他合作夥伴/遠端節點生命期。此設定顯示主機上每個命名空間的兩個ANA最佳化路徑和兩個ANA不可存取路徑。

2. 確認已建立命名空間。

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnb/JvAAAAAAC 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.ol_157_nvme_
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/rhel_141_vol_10_0/ol_157_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/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

為 **Broadcom NVMe / FC** 啟用 **1MB I/O** 大小

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS （ MAX Data 傳輸大小）為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。
不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值
`lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「lfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

適用於Oracle Linux 7.8的NVMe / FC主機組態、ONTAP 含功能

支援能力

Oracle Linux 7.8的支援在支援NVMe 9.6或更新版本上。ONTAP Oracle Linux 7.8主機可透過相同的光纖通道（FC）啟動器介面卡連接埠、同時執行NVMe和SCSI流量。請注意、Broadcom啟動器可透過相同的FC介面卡連接埠、同時處理NVMe/FC和FCP流量。請參閱 "[Hardware Universe](#)" 以取得支援的FC介面卡和控制清單。如需支援組態的最新清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 "[Cloud Volumes ONTAP](#)" 和 "[Amazon FSX for ONTAP S1](#)"。

已知限制

- NVMe - CLI套件中不提供原生NVMe / FC自動連線指令碼。使用HBA廠商提供的外部自動連線指令碼。
- 根據預設、NVMe多重路徑中不會啟用循環配置資源負載平衡。您必須撰寫udev,才能啟用此功能。在Oracle Linux 7.8上啟用NVMe/FC一節中提供步驟。
- 不支援NVMe/FC、因此Oracle Linux 7.8不支援Linux Unified Host Utilities (Luhu) NVMe / FC。使用ONTAP NetApp外掛程式隨附於原生NVMe CLI中的支援功能之一、即可取得的支援功能。
- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用NVMe/FC

1. 在伺服器上安裝Oracle Linux 7.8。
2. 安裝完成後、請確認您執行的是支援的Unbreakable Enterprise核心。請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。

```
# uname -r
4.14.35-1902.9.2.el7uek
```

3. 升級NVMe-CLI套件。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

4. 將下列字串新增為/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules的獨立udev規則。這可為NVMe多重路徑啟用循環配置資源負載平衡。

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

5. 在Oracle Linux L 7.8主機上、檢查/etc/nvme/hostnqn上的主機NQN字串、並確認其符合ONTAP 位於該等子系統上對應子系統的主機NQN字串。

```
# 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
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

如果+hostnqn+字串不相符、您應該使用vserver modify命令來更新對應ONTAP 的流通位陣列子系統上的主機NQN字串、以符合主機上etc/nvm/hostnqn的主機NQN字串。

6. 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。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。

```
# 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. 預設已啟用lffc中的NVMe支援：

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

較新的lfit驅動程式（包括收件匣和發件匣）預設為3。因此、您不需要在/etc/modprobe.d/lffc.conf中明確設定此項目

3. 接下來、安裝建議的lfit自動連線指令碼：

```
# rpm -ivh nvme-fc-connect-12.4.65.0-1.noarch.rpm
. 確認已安裝自動連線指令碼。
```

```
# rpm -qa | grep nvme-fc
nvme-fc-connect-12.4.65.0-1.noarch
```

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. 確認已啟用NVMe / FC啟動器連接埠、而且能夠看到目標連接埠、而且所有連接埠都已啟動並正在執行。

在以下範例中、只有一個啟動器連接埠已啟用、並與兩個目標LIF連線、如下面輸出所示：

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

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


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
```

在上述範例中、兩個命名空間會對應至Oracle Linux 7.8 ANA主機。這可透過四個目標生命期來查看：兩個本機節點生命期、以及兩個其他合作夥伴/遠端節點生命期。此設定顯示主機上每個命名空間的兩個ANA最佳化路徑和兩個ANA不可存取路徑。

2. 確認已建立命名空間。

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAC 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.ol_157_nvme_
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/rhel_141_vol_10_0/ol_157_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/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

為 **Broadcom NVMe / FC** 啟用 **1MB I/O** 大小

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS （ MAX Data 傳輸大小）為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。
不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值
`lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「lfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

適用於Oracle Linux 7.7的NVMe / FC主機組態 (ONTAP 含功能)

支援能力

下列Oracle Linux版本的NVMe/FC支援ONTAP 在支援下列版本的支援中使用

- ol 7.7

ol 7.7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和SCSI流量。請參閱 "[Hardware Universe](#)" 以取得支援的FC介面卡和控制器清單。

如需支援組態的最新清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 "[Cloud Volumes ONTAP](#)" 和 "[Amazon FSX for ONTAP S1](#)"。

已知限制

- NVMe - CLI套件中不提供原生NVMe / FC自動連線指令碼。您可以使用HBA廠商提供的外部自動連線指令碼。
- 預設不會啟用循環配置資源負載平衡。您必須撰寫udev,才能啟用此功能。在OL 7.7上啟用NVMe/FC一節中提供步驟。
- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

在OL 7.7上啟用NVMe

1. 確定已安裝預設的Oracle Linux 7.7核心。
2. 重新啟動主機、並驗證它是否開機至指定的OL 7.7核心。

```
# uname -r
4.14.35-1902.9.2.el7uek
```

3. 升級至NVMe-CLI/1.8.1-3.el7套件。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

4. 請將下列字串新增為單獨的udev規則、網址為：「/lib/udev/raths.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules」。這可為NVMe多重路徑啟用循環配置資源負載平衡。

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

5. 在OL 7.7主機上、檢查位於「/etc/nape/hostnqn」的主機NQN字串、並驗證其是否與ONTAP 位於該等資料陣列上對應子系統的主機NQN字串相符。

```
# 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
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```



如果主機NQN字串不相符、您應該使用vserver modify命令來更新對應ONTAP 的故障陣列子系統上的主機NQN字串、使其與主機上的「/etc/nvm/hostnqn」主機NQN字串相符。

1. 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。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。

```
# 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. 複製並安裝Broadcom outbox自動連線指令碼套件。

```
# rpm -ivh nvmeofc-connect-12.4.65.0-1.noarch.rpm
```

3. 重新啟動主機。
4. 確認您使用的是建議的Broadcom lfit韌體、原生收件匣驅動程式和外盒自動連線套件版本。如需支援版本的清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。

```
# 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
0:12.0.0.10

# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.4.65.0-1.noarch
```

5. 確認lfc_enable_FC4_type已設定為3。

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

6. 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
```

7. 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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
...
```

正在驗證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 80BADBKkB/JvAAAAAAC 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.ol_157_nvme_
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/rhel_141_vol_10_0/ol_157_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/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

為 **Broadcom NVMe / FC** 啟用 **1MB I/O** 大小

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS （ MAX Data 傳輸大小）為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。
不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值
`lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「lfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

lfc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
```

RHEL

RHEL 9

適用於 **ONTAP** 的 **RHEL 9.3** 的 **NVMe** 主機組態

含非對稱命名空間存取（ANA）的 Red Hat Enterprise Linux （RHEL） 9.3 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 FC 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

下列支援適用於 ONTAP 的 RHEL 9.3 NVMe 主機組態：

- 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。
- 在指定主機匯流排介面卡 (HBA) 上的同一主機上使用 NVMe 和 SCSI 共存流量、而不使用明確的 dm-multipath 設定、以避免使用 NVMe 命名空間。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 "[NetApp 互通性對照表工具](#)"。

功能

根據預設、RHEL 9.3 已啟用 NVMe 命名空間的核心內建 NVMe 多重路徑、因此不需要明確的設定。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

驗證軟體版本

您可以使用下列程序來驗證最低支援的 RHEL 9.3 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝 RHEL 9.3 。安裝完成後、請確認您正在執行指定的 RHEL 9.3 核心：

```
# uname -r
```

◦ 輸出範例： *

```
5.14.0-362.8.1.el9_3.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

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

◦ 輸出範例： *

```
nvme-cli-2.4-10.el9.x86_64
```

3. 安裝 libnvme 套件：

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

◦ 輸出範例 *

```
libnvme-1.4-7.el9.x86_64
```

4. 在 RHEL 9.3 主機上、檢查 hostnqn 字串 /etc/nvme/hostnqn：

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

◦ 輸出範例 *

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:060fd513-83be-4c3e-aba1-52e169056dcf
```

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

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_nvme147
```

◦ 輸出範例： *

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme147	rhel_147_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:060fd513-83be-4c3e-aba1-52e169056dcf

+



如果是 hostnqn 字串不相符、請使用 `vservers 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。

設定 NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型：

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

- 輸出範例： *

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

```
# 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
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.12
```

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 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標生命體：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b3c081f WWNN x200000109b3c081f DID
x062300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2143d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061b15 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2145d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061115 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c4538 Issue 000000001f58da22 OutIO
ffffffffffffc94ea
abort 00000630 noxri 00000000 nondlp 00001071 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000630 Err 0001bd4a
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b3c0820 WWNN x200000109b3c0820 DID
x062c00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2144d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x060215 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2146d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061815 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c3618 Issue 000000001f5967a4 OutIO
fffffffffffd318c
abort 00000629 noxri 00000000 nondlp 0000044e qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000629 Err 0001bd3d
```

適用於 NVMe / FC 的 Marvell/QLogic FC 介面卡

步驟

1. RHEL 9.3 GA 核心中隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新修正程式。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 *

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.08.200-k  
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.08.200-k
```

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  
1
```

啟用 1MB I/O（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為 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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為 256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定 NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則

NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 192.168.167.1 -a 192.168.167.16

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.166.17
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.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.167.17
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.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
```

```

traddr: 192.168.166.16
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.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.167.16
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
...

```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合能夠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 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23

```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命週期執行命令、並將控制器遺失逾時週期設為至少 30 分鐘或 1800 秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 輸出範例：*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.1 -a 192.168.166.16
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.1 -a 192.168.166.17
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.16
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.17
-l 1800
```

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. 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：

```
# 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

◦ 輸出範例： *

Node	SN	Model

/dev/nvme5n21	81CYrNQlis3WAAAAAAB	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/nvme5n21
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.e80cc121ca6911ed8cbdd039ea165590:subsystem.rhel_  
147_LPE32002  
\  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2144d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c0820:pn-  
0x100000109b3c0820 live optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2145d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c081f:pn-  
0x100000109b3c081f live non-optimized  
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2146d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c0820:pn-  
0x100000109b3c0820 live non-optimized  
+- nvme6 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2143d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c081f:pn-  
0x100000109b3c081f live optimized
```

NVMe / TCP

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

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992- 08.com.netapp:sn.
bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.167.16,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.1,src_add
r=192.168.167.1 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.167.17,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.1,src_add
r=192.168.167.1 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.17,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.1,src_add
r=192.168.166.1 live
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.166.16,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.1,src_add
r=192.168.166.1 live
```

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
```

◦ 輸出範例：*

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp		/vol/vol1/ns1

NSID	UUID	Size
1	6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f	21.47GB

JSON

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

◦ 輸出範例 *

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_95",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

已知問題

使用 ONTAP 版本的 RHEL 9.3 的 NVMe 主機組態沒有已知問題。

適用於 **ONTAP** 的 **RHEL 9.2** 的 **NVMe** 主機組態

含非對稱命名空間存取（ANA）的 Red Hat Enterprise Linux（RHEL）9.2 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 FC 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

下列支援適用於 ONTAP 的 RHEL 9.2 NVMe 主機組態：

- 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。
- 在指定主機匯流排介面卡（HBA）上的同一主機上使用 NVMe 和 SCSI 共存流量、而不使用明確的 dm-multipath 設定、以避免使用 NVMe 命名空間。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 "[NetApp 互通性對照表工具](#)"。

功能

- 根據預設、RHEL 9.2 已啟用 NVMe 命名空間的核心內建 NVMe 多重路徑、因此不需要明確的設定。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

驗證軟體版本

您可以使用下列程序來驗證最低支援的 RHEL 9.2 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝 RHEL 9.2。安裝完成後、請確認您正在執行指定的 RHEL 9.2 核心。

```
# uname -r
```

◦ 輸出範例：*

```
5.14.0-284.11.1.el9_2.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI（NVMe - CLI）套件：

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

◦ 輸出範例：*

```
nvme-cli-2.2.1-2.el9.x86_64
```

3. 安裝 libnvme 套件：

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

◦ 輸出範例 *

```
libnvme-1.2-2.el9.x86_64
```

4. 在 RHEL 9.2 主機上、檢查 hostnqn 字串 /etc/nvme/hostnqn：

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

◦ 輸出範例 *

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
```

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_ol_nvme
```

◦ 輸出範例：*

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	rhel_207_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df

+



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。

設定 NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型。

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

◦ 輸出範例： *

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

```
# 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
```

2. 驗證您使用的是建議的Broadcom lpfc 韌體與內建驅動程式。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.11
```

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 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標生命體：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```


適用於 NVMe / FC 的 Marvell/QLogic FC 介面卡

步驟

1. RHEL 9.2 GA 核心中隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新上游修正。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:v10.02.00.106-k  
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

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  
1
```

啟用 1MB I/O（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTs（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為 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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為 256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定 NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則

NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 192.168.167.5 -a 192.168.167.22

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.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.23
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.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.22
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.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.167.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
.....
```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合能夠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 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命週期執行命令、並將控制器遺失逾時週期設為至少 30 分鐘或 1800 秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 輸出範例： *

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23
-l 1800
```

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. 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：

```
# 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

◦ 輸出範例： *

Node	SN	Model	

/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	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/nvme0n1
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem.rhel_207  
_LB \  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-  
0x100000109b1b95ef live optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-  
0x100000109b1b95f0 live optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-  
0x100000109b1b95f0 live non-optimized  
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-  
0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

NVMe / TCP

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

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:subsystem.rhel_tcp  
97 \  
+- nvme1 tcp  
traddr=192.168.167.23,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live  
non-optimized  
+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.167.22,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live  
non-optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.166.23,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live  
optimized  
+- nvme4 tcp  
traddr=192.168.166.22,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live  
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
```

◦ 輸出範例：*

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp		/vol/vol1/ns1

NSID	UUID	Size
1	79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84	21.47GB

JSON

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

◦ 輸出範例 *

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```


已知問題

沒有已知問題。

適用於 **ONTAP** 的 **RHEL 9.1** 的 **NVMe** 主機組態

RHEL 9.1支援NVMe over Fabrics或NVMe（包括NVMe / FC和NVMe / TCP）、並具備非對稱命名空間存取（ANA）、ONTAP 可在不間斷的儲存容錯移轉（SFO）上執行。ANA 是NVMe環境中的非對稱邏輯單元存取（ALUA）、目前是以核心內建NVMe多重路徑來實作。本文件詳細說明如何在使用ANA on RHEL 9.1和ONTAP 以之為目標的內核NVMe多重路徑上啟用NVMe。

下列支援適用於 ONTAP 的 RHEL 9.1 NVMe 主機組態：

- 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。
- 在指定主機匯流排介面卡（HBA）上的同一主機上使用 NVMe 和 SCSI 共存流量、而不使用明確的 dm-multipath 設定、以避免使用 NVMe 命名空間。

請參閱 "[NetApp 互通性對照表工具](#)" 以取得所支援組態的正確詳細資料。

功能

RHEL 9.1支援預設啟用的NVMe命名空間內核心NVMe多重路徑、不需要明確設定。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用核心內建**NVMe**多重路徑

您可以使用下列程序來啟用核心內建 NVMe 多重路徑。

步驟

1. 在伺服器上安裝 RHEL 9.1 。
2. 安裝完成後、請確認您正在執行指定的RHEL 9.1核心。請參閱 "[NetApp 互通性對照表工具](#)" 以取得最新的支援版本清單。

範例：

```
# uname -r
5.14.0-162.6.1.el9_1.x86_64
```

3. 安裝「NVMe-CLI（NVMe - CLI）套件：

範例：

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-2.0-4.el9.x86_64
```

4. 在主機上、檢查位於「/etc/nvme/hostnqn」的主機NQN字串、並驗證其是否符合ONTAP 位於「the」（子系統）上之對應子系統的主機NQN字串。範例：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df

::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_nvme207
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme207   rhel_207_LPe32002   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df
```



如果主機NQN字串不相符、您應該使用「vservers modify」命令來更新對應ONTAP 的NVMe 子系統上的主機NQN字串、以符合主機上的主機NQN字串「/etc/nvme/hostnqn」。

5. 重新啟動主機。

設定NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得最新的支援介面卡清單。

```
# 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 lfiit韌體和收件匣驅動程式。請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得最新的支援介面卡驅動程式和韌體版本清單。

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.2.0.5
```

3. 確認「lffc_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、以及您是否可以看到目標LIF。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1b95ef
0x100000109b1b95f0
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1b95ef WWNN x200000109b1b95ef DID
x061700 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2035d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062f05 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2083d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062407 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001df6c Issue 000000000001df6e OutIO
0000000000000002
        abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000004

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1b95f0 WWNN x200000109b1b95f0 DID
x061400 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2036d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x061605 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2037d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062007 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001dd28 Issue 000000000001dd29 OutIO
0000000000000001
        abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000004
```

適用於 **NVMe / FC** 的 **Marvell/QLogic FC** 介面卡

原生收件匣 qla2xxx RHEL 9.1 核心中隨附的驅動程式具有最新的修正程式、這些修正程式是 ONTAP 支援所不可或缺的。

步驟

1. 使用下列命令、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
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
```

2. 驗證 `ql2xnvmeenable` 已設定、可讓Marvell介面卡以NVMe / FC啟動器的形式運作、使用下列命令：

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

啟用 1MB I/O （選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTs （ MAX Data 傳輸大小）為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值 `lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「`lpfc_sg_seg_cnt`」參數設為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. 驗證「`lpfc_sg_seg_cnt`」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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組合可以成功擷取探索記錄頁面資料。例如：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# 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。請務必設定更長的時間 `ctrl_loss_tmo` 定時器重試期間（例如30分鐘、可透過設定 `-l 1800`） `connect-all` 命令、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

您可以使用下列程序來驗證 NVMe 。

步驟

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 適當的NVMe設定值（例如、將「model」設為「NetApp還原控制器」、並將負載平衡「iopolicy」設為「循環」）、以正確ONTAP 反映在主機上：

```
# 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	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	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：

範例 (A)：

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys10 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.82e7f9edc72311ec8187d039ea14107d:subsystem.rhel_131_QLe
2742
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x2039d039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d30:pn-
0x21000024ff171d30 live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203cd039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d31:pn-
0x21000024ff171d31 live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203bd039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d30:pn-
0x21000024ff171d30 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203ad039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d31:pn-
0x21000024ff171d31 live non-optimized
```

範例 (b)：


```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bf0691a7c74411ec8187d039ea14107d:subsystem.rhel_tcp_133
\
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.166.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live non-
optimized
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.166.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live
optimized
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live non-
optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.167.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live
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。

範例 (A) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp79      /vol/vol1/ns1

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

範例 (b) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column

Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme1n1    vs_tcp_133       /vol/vol1/ns1

NSID UUID          Size
-----
1      1ef7cb56-bfed-43c1-97c1-ef22eeb92657  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme1n1",
      "Vserver":"vs_tcp_133",
      "Namespace_Path":"/vol/vol1/ns1",
      "NSID":1,
      "UUID":"1ef7cb56-bfed-43c1-97c1-ef22eeb92657",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    },
  ],
}
}
```

已知問題

採用 ONTAP 的 RHEL 9.1 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
1503468	nvme list-subsys Command會針對特定子系統傳回重複的NVMe控制器清單	<p>◦ nvme list-subsys 命令應傳回與特定子系統相關聯的NVMe控制器唯一清單。在RHEL 9.1中 nvme list-subsys Command會針對屬於特定子系統的所有命名空間、傳回NVMe控制器及其各自的ANA狀態。不過、ANA狀態是每個命名空間的屬性、因此如果您列出指定命名空間的子系統命令語法、則最好顯示具有路徑狀態的獨特NVMe控制器項目。</p>	2130106.

RHEL 9.0支援NVMe（包括NVMe / FC和NVMe / TCP）、並具備ONTAP 非對稱命名空間存取（ANA）功能、可在不間斷的儲存容錯移轉（SFO）上執行。ANA是與NVM環境中的ALUA等效產品、目前是以內核NVMe多重路徑來實作。本文件詳細說明如何在RHEL 9.0上啟用NVMe、並ONTAP 將ANA用作目標的內核NVMe多重路徑。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

功能

- 從 RHEL 9.0 開始、NVMe / TCP 不再是技術預覽功能（與 RHEL 8 不同）、而是完全支援的企業功能本身。
- 從 RHEL 9.0 開始、預設會啟用 NVMe 命名空間的核心內建 NVMe 多重路徑、而不需要明確設定（與 RHEL 8 不同）。

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

您可以使用下列程序來啟用核心內建 NVMe 多重路徑。

步驟

1. 在伺服器上安裝RHEL 9.0。
2. 安裝完成後、請確認您執行的是指定的RHEL 9.0核心。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援版本清單。

```
# uname -r
5.14.0-70.13.1.el9_0.x86_64
```

3. 安裝「NVMe - CLI」套件。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el9.x86_64
```

4. 在主機上、檢查位於「/etc/nvme/hostnqn」的主機NQN字串、並驗證其是否符合ONTAP 位於「the」（子系統）上之對應子系統的主機NQN字串。例如、

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem Host      NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



如果主機NQN字串不相符、您應該使用「vserver modify」命令來更新對應ONTAP的NVMe子系統上的主機NQN字串、使其符合主機上的「/etc/nvm/hostnqn」中的主機NQN字串。

5. 重新啟動主機。

設定NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。如需支援介面卡的其他詳細資料、請參閱 "[NetApp 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韌體和收件匣驅動程式。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 "[NetApp 互通性對照表](#)"。

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.4
```

3. 確認「lffc_enable_FC4_type」設定為「3」。

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標LIF。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

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

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

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

Marvell / QLogic

RHEL 9.0 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、是 ONTAP 支援的關鍵。

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
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

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

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

啟用 1MB I/O（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

步驟

1. 驗證啟動器連接埠是否能夠擷取支援的NVMe / TCP LIF上的探索記錄頁面資料：


```
# 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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 同樣地、請確認其他的NVMe/TCP啟動器目標LIF組合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 192.168.1.51
# 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

您可以使用下列程序來驗證 NVMe 。

步驟

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 適當的NVMf設定（例如、設定為「NetApp支援控制器」的模型、以及將「iopolicing」設定為「循環配置資源」的負載平衡）ONTAP、以正確反映在主機上：

```
# 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。

範例 (A)：

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller  1
85.90 GB / 85.90 GB

Format          FW Rev
-----
4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

範例 (b) :

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1   81CZ5BQuUNfGAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller  1
85.90 GB / 85.90 GB

Format          FW Rev
-----
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。

範例 (A) :

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

範例 (b) :

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.1.51 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.56 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live optimized
+- nvme15 tcp traddr=192.168.2.57 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live non-optimized
+- nvme5 tcp traddr=192.168.1.52 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live non-optimized
```

5. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個不支援的名稱空間裝置的正確值。

範例 (A) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
NSID
-----
-----
/dev/nvme0n1    vs_fcnvme_141    /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns    1

UUID                                                    Size
-----
72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2    85.90GB
```

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

範例 (b) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1    vs_tcp_118
/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns

NSID    UUID                                                    Size
-----
1        4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c    85.90GB
```

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_118",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}
}
```

已知問題

採用 ONTAP 的 RHEL 9.0 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 9.0 NVMe主機會建立重複的持續探索控制器	在NVMe over Fabrics (NVMe) 主機上、您可以使用「NVMe Discover-p」命令來建立持續探索控制器 (PD)。使用此命令時、每個啟動器目標組合只能建立一個PDC。不過、如果您執行ONTAP的是以NVMe型主機執行的RHEL 9.10.1和Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 9.0、則每次執行「NVMe探索-p」時、都會建立一個重複的資料中心。這會導致主機和目標上的資源使用不必要。	2087000

RHEL 8

適用於 **ONTAP** 的 **RHEL 8.9** 的 **NVMe** 主機組態

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.9 搭配非對稱命名空間存取 (ANA)、可支援 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 FC 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

下列支援適用於 ONTAP 的 RHEL 8.9 NVMe 主機組態：

- 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。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

已知限制

- 根據預設、RHEL 8.9 NVMe 主機的核心內建 NVMe 多重路徑會停用。因此、您需要手動啟用。
- 在 RHEL 8.9 主機上、NVMe / TCP 是一項技術預覽功能、因為存在開放式問題。
- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用核心內建多重路徑

您可以使用下列程序來啟用核心內建多重路徑。

步驟

1. 在主機伺服器上安裝 RHEL 8.9 。
2. 安裝完成後、請確認您正在執行指定的 RHEL 8.9 核心：

```
# uname -r
```

◦ 輸出範例 *

```
4.18.0-513.5.1.el8_9.x86_64
```

3. 安裝 NVMe CLI 套件：

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

◦ 輸出範例 *

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

4. 啟用核心內建 NVMe 多重路徑：

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-513.5.1.el8_9.x86_64
```

5. 在主機上、檢查主機的 NQN 字串 /etc/nvme/hostnqn：

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

◦ 輸出範例 *

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132
```

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

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_141
```

◦ 輸出範例 *

```
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme101  rhel_101_QLe2772  nqn.2014-08.org.nvmeexpress:
uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132
```

+



如果主機 NQN 字串不相符、您可以使用 `vservers modify` 用於更新對應 ONTAP NVMe 子系統上主機 NQN 字串的命令、以符合主機 NQN 字串 `/etc/nvme/hostnqn` 在主機上。

7. 重新啟動主機。

如果您打算在同一部主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 共存的流量、NetApp 建議分別針對 ONTAP 命名空間使用核心內建 NVMe 多重路徑、以及針對 ONTAP LUN 使用 `dm-multipath`。這應該會從 `dm-multipath` 中排除 ONTAP 命名空間、並防止 `dm-multipath` 宣告這些命名空間裝置。您可以新增來執行此作業 `enable_foreign` 設定為 `/etc/multipath.conf` 檔案：



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

設定 NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型：

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

- 輸出範例： *

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

```
# 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
```

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

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.21
```

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 "[NetApp 互通性對照表工具](#)"。

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標生命體：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec88
0x10000090fae0ec89
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
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 x2049d039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a0c0a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000024 Cmpl 0000000024 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000001aa Issue 00000000000001ab OutIO
0000000000000001
          abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000003
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 x204ad039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a080a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000024 Cmpl 0000000024 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000001ac Issue 00000000000001ad OutIO
0000000000000001
          abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000003
```

適用於 **NVMe / FC** 的 **Marvell/QLogic FC** 介面卡

步驟

1. RHEL 8.9 GA 核心中隨附的原生收件匣 **qla2xxx** 驅動程式具有 **ONTAP** 支援所需的最新上游修正。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: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k  
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k
```

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  
1
```

啟用 1MB I/O（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTs（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值 `lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「`lpfc_sg_seg_cnt`」參數設為 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. 驗證「`lpfc_sg_seg_cnt`」是否為 256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定 NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified.
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:
discovery
traddr: 192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified.
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:
discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none .....
```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合可以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 discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命週期執行命令、並將控制器遺失逾時週期設為至少 30 分鐘或 1800 秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 輸出範例： *

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15 -l 1800
```

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. 確認適當的 NVMe 設定（例如、model 設定為 NetApp ONTAP Controller 和負載平衡 iopolicy 設定為 round-robin）對於相應的 ONTAP 命名空間，正確地反映在主機上：

```
# 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

◦ 輸出範例： *

Node	SN	Model	

/dev/nvme0n1	81Gx7NSiKSQqAAAAAAB	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/nvme3n1
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.8e501f8ebaf11ec9b99d039ea359e4b:subsystem.rhel_163_Qle2742
+- nvme0 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x2050d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live non-optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x2050d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live non-optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x204fd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4995:pn-0x21000024ff7f4995 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x204ed039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live optimized
```

NVMe / TCP

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

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live non-optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live non-optimized
+- nvme3 tcp traddr=192.168.211.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live 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
```

◦ 輸出範例：*

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp79	/vol/vol1/ns

NSID	UUID	Size
1	aa197984-3f62-4a80-97de-e89436360cec	21.47GB

JSON

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

◦ 輸出範例 *

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_tcp79",
      "Namespace Path": "/vol/vol1/ns",
      "NSID": 1,
      "UUID": "aa197984-3f62-4a80-97de-e89436360cec",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

已知問題

採用 ONTAP 版本的 RHEL 8.9 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤 ID	標題	說明	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.9 NVMe 主機建立重複的持續探索控制器	在 NVMe over Fabrics (NVMe) 主機上、您可以使用「NVMe Discover-p」命令來建立持續探索控制器 (PD)。使用此命令時、每個啟動器目標組合只能建立一個 PDC。不過、如果您在 NVMe 主機上執行 Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.9、則每次執行「NVMe 探索 -p」時都會建立重複的 PDC。這會導致主機和目標上的資源使用不必要。	2087000

適用於 **ONTAP** 的 **RHEL 8.8** 的 **NVMe** 主機組態

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.8 搭配非對稱命名空間存取 (ANA) 支援 NVMe over Fabrics (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 FC 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

下列支援適用於 ONTAP 的 RHEL 8.8 NVMe 主機組態：

- 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。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

已知限制

- RHEL 8.8 NVMe 主機的核心內建 NVMe 多重路徑預設為停用。因此、您需要手動啟用。
- 在 RHEL 8.8 主機上、NVMe / TCP 是一項技術預覽功能、因為存在開放式問題。
- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用核心內建多重路徑

您可以使用下列程序來啟用內核心多重路徑。

步驟

1. 在主機伺服器上安裝 RHEL 8.8。
2. 安裝完成後、請確認您正在執行指定的 RHEL 8.8 核心。

```
# uname -r
```

◦ 輸出範例 *

```
4.18.0-477.10.1.el8_8.x86_64
```

3. 安裝 NVMe CLI 套件：

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

◦ 輸出範例 *

```
nvme-cli-1.16-7.el8.x86_64
```

4. 啟用核心內建 NVMe 多重路徑：

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-477.10.1.el8_8.x86_64
```

5. 在主機上、檢查主機的 NQN 字串 /etc/nvme/hostnqn：

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

◦ 輸出範例 *

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

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

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_141
```

◦ 輸出範例 *

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme161	rhel_161_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f

+



如果主機 NQN 字串不相符、您可以使用 `vservers modify` 用於更新對應 ONTAP NVMe 子系統上主機 NQN 字串的命令、以符合主機 NQN 字串 `/etc/nvme/hostnqn` 在主機上。

7. 重新啟動主機。

如果您打算在同一部主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 共存的流量、NetApp 建議分別針對 ONTAP 命名空間使用核心內建 NVMe 多重路徑、以及針對 ONTAP LUN 使用 dm-multipath。這表示 ONTAP 應從 dm-multipaths 中排除支援的對象名稱空間、以避免 dm-multipaths 宣告這些命名空間裝置。您可以新增來完成此作業 `enable_foreign` 設定為 `/etc/multipath.conf` 檔案：



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

設定 NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型：

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

- 輸出範例： *

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

```
# 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
```

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

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.18
```

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 "[NetApp 互通性對照表工具](#)"。

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標生命體：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info 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 x2049d039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a0c0a TARGET DISCRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204bd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a100a TARGET DISCRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000134 Cmpl 0000000134 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000825e567 Issue 000000000825d7ed OutIO
ffffffffffffffff286
abort 0000027c noxri 00000000 nondlp 00000a02 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000782 Err 000130fa

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 x204ad039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a080a TARGET DISCRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204cd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a090a TARGET DISCRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000134 Cmpl 0000000134 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000826ced5 Issue 000000000826c226 OutIO
ffffffffffffffff351
          abort 0000029d noxri 00000000 nondlp 000008df qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000821 Err 00012fcd
```

適用於 NVMe / FC 的 Marvell/QLogic FC 介面卡

步驟

1. RHEL 8.8 GA 核心中隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新上游修正。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 *

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-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
1
```

啟用 1MB I/O（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTs（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為 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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為 256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定 NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則

NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 192.168.111.79 -a 192.168.111.14

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.14
sectype: none
.....
```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合可以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 discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15
```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命週期執行命令、並將控制器遺失逾時週期設為至少 30 分鐘或 1800 秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 輸出範例：*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15 -l 1800
```

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. 確認適當的 NVMe 設定（例如、`model` 設定為 NetApp ONTAP Controller 和負載平衡 `iopolicy` 設定為 `round-robin`）對於相應的 ONTAP 命名空間，正確地反映在主機上：

```
# 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

◦ 輸出範例： *

Node	SN	Model	

/dev/nvme3n1	81Gx7NSiKSQeAAAAAAB	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/nvme3n1
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys3 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.ab4fa6a5ba8b11ecbe3dd039ea359e4b:subsystem.rhel_161_Lpe32002
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204cd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-0x10000090fae0ec89 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204ad039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-0x10000090fae0ec89 live
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204bd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-0x10000090fae0ec88 live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x2049d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-0x10000090fae0ec88 live
optimized
```

NVMe / TCP

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

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live non-optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 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
```

◦ 輸出範例：*

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp		/vol/vol1/ns1

NSID	UUID	Size
1	338d73ce-b5a8-4847-9cc9-b127c75d8855	21.47GB

JSON

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

◦ 輸出範例 *

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "338d73ce-b5a8-4847-9cc9-b127c75d8855",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

已知問題

採用 ONTAP 版本的 RHEL 8.8 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.8 NVMe 主機建立重複的持續探索控制器	在NVMe over Fabrics (NVMe) 主機上、您可以使用「NVMe Discover-p」命令來建立持續探索控制器 (PD)。使用此命令時、每個啟動器目標組合只能建立一個PDC。不過、如果您在 NVMe 主機上執行 Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.8、則每次執行「NVMe 探索 -p」時都會建立重複的 PDC。這會導致主機和目標上的資源使用不必要。	2087000

適用於 **ONTAP RHEL 8.7** 的 **NVMe** 主機組態

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.7 搭配 ANA (非對稱命名空間存取) 支援 NVMe over Fabrics 或 NVMe (包括 NVMe / FC 及其他傳輸)。ANA是NVMe環境中的非對稱邏輯單元存取 (ALUA)、目前是以核心內建NVMe多重路徑來實作。在此程序中、您可以使用 RHEL 8.7 上的 ANA、ONTAP 作為目標、來啟用內核 NVMe 多重路徑的 NVMe。

請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得所支援組態的正確詳細資料。

功能

RHEL 8.7除了支援NVMe / FC、還支援NVMe / TCP (技術預覽功能)。原生NVMe CLI套件中的NetApp外掛程式能夠顯示ONTAP NVMe / FC和NVMe / TCP命名空間的詳細資訊。

已知限制

- 在RHEL 8.7中、內核NVMe多重路徑預設為停用。因此、您需要手動啟用。
- RHEL 8.7上的NVMe/TCP仍是技術預覽功能、因為仍有未解決的問題。請參閱 ["RHEL 8.7版本說明"](#) 以取得詳細資料。
- 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

您可以使用下列程序來啟用核心內建 NVMe 多重路徑。

步驟

1. 在伺服器上安裝RHEL 8.7。
2. 安裝完成後、請確認您執行的是指定的RHEL 8.7核心。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援版本清單。

範例：

```
# uname -r
4.18.0-425.3.1.el8.x86_64
```

3. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

範例：

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-5.el8.x86_64
```

4. 啟用核心內建NVMe多重路徑：

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-425.3.1.el8.x86_64
```

5. 在主機上、檢查位於「/etc/nape/hostnqn」的主機NQN字串、並驗證其是否符合ONTAP 位於「the」（子系統）上之對應子系統的主機NQN字串。範例：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn

nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:a7f7a1d4-311a-11e8-b634-
7ed30aef10b7

::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_nvme167
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme167   rhel_167_LPe35002 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid: a7f7a1d4-
311a-11e8-b634-7ed30aef10b7
```



如果主機NQN字串不相符、您應該使用「vservers modify」命令來更新對應ONTAP 的NVMe 子系統上的主機NQN字串、以符合主機上的主機NQN字串「/etc/nvm/hostnqn」。

6. 重新啟動主機。

如果您打算在同一部主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 共存的流量、NetApp 建議分別針對 ONTAP 命名空間使用核心內建 NVMe 多重路徑、以及針對 ONTAP LUN 使用 dm-multipath。這表示ONTAP 應從dm-multipaths中排除支援的對象名稱空間、以避免dm-multipaths宣告這些命名空間裝置。您可以將啟用外部設定新增至來執行此作業 /etc/multipath.conf 檔案：



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

執行「systemctl restart multipathd」命令重新啟動多路徑精靈、以允許新的設定生效。

設定NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援介面卡清單。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe35002-M2
LPe35002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 請確認您使用的是建議的Broadcom lfiit韌體和收件匣驅動程式。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援介面卡驅動程式和韌體版本清單。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.12, sli-4:6:d
14.0.505.12, sli-4:6:d
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.15
```

3. 確認「lffc_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、以及您是否可以看到目標LIF。


```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b95467c
0x100000109b95467b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b95467c WWNN x200000109b95467c DID
x0a1500 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2071d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0907 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2072d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0805 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001c7 Cmpl 00000001c7 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000004909837 Issue 0000000004908cfc OutIO
ffffffffffff4c5
abort 0000004a noxri 00000000 nondlp 00000458 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000061 Err 00017f43

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b95467b WWNN x200000109b95467b DID
x0a1100 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2070d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a1007 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x206fd039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0c05 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001c7 Cmpl 00000001c7 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000004909464 Issue 0000000004908531 OutIO
ffffffffffff0cd
abort 0000004f noxri 00000000 nondlp 00000361 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000006b Err 00017f99

```

適用於 NVMe / FC 的 Marvell/QLogic FC 介面卡

原生收件匣 `qla2xxx` RHEL 8.7 內核中包含的驅動程序具有最新的修復程序，這些修復程序對 ONTAP 支持至關重要。

步驟

1. 使用下列命令、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
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
```

2. 驗證 `ql2xnvmeenable` 已設定、可讓 Marvell 介面卡以 NVMe / FC 啟動器的形式運作、使用下列命令：

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

啟用 1MB I/O（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTs（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值 `lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「`lpfc_sg_seg_cnt`」參數設為 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. 驗證「`lpfc_sg_seg_cnt`」是否為 256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定 NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 192.168.211.5 -a 192.168.211.14

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10

====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:
nqn.199208.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr:  192.168.211.15
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr:  192.168.111.15
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr:  192.168.211.14
sectype: none
====Discovery Log Entry 3=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 8009
```

```

subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.14
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.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.211.15
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.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.111.15
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.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.211.14
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.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.111.14
sectype: none
[root@R650-13-79 ~]#
```

2. 確認其他NVMe / TCP啟動器目標LIF組合可以成功擷取探索記錄頁面資料。例如：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.15
```

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 192.168.211.5 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.15 -l 1800
```

驗證NVMe

您可以使用下列程序來驗證 NVMe 。

步驟

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 適當的NVMe設定值（例如、將「model」設為「NetApp還原控制器」、並將負載平衡「iopolicy」設為「循環」）、以正確ONTAP 反映在主機上：

```
# 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             81Gx7NSiKSRNAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller   1

Usage                      Format                      FW Rev
-----
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、且具有適當的ANA狀態。例如：

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

nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
\

+- nvme0 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.5 live non-optimized

+- nvme1 tcp traddr=192.168.211.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.5 live optimized

+- nvme2 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.5 live non-optimized

+- nvme3 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.5 live 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/nvme0n1 vs_tcp79      /vol/vol1/ns1

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

已知問題

採用 ONTAP 的 RHEL 8.7 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.7 NVMe主機建立重複的持續探索控制器	在NVMe over Fabrics (NVMe) 主機上、您可以使用「NVMe Discover-p」命令來建立持續探索控制器 (PD)。使用此命令時、每個啟動器目標組合只能建立一個PDC。不過、如果您在ONTAP NVMe主機上執行的是RIS-9.10.1和Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.7、則每次執行「NVMe探索-p」時、都會建立一個重複的資料中心。這會導致主機和目標上的資源使用不必要。	2087000

適用於 **ONTAP** 的 **RHEL 8.6** 的 **NVMe** 主機組態

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.6 搭配 ANA (非對稱命名空間存取) 支援 NVMe over Fabrics 或 NVMe (包括 NVMe / FC 及其他傳輸)。ANA是NVMe環境中的非對稱邏輯單元存取 (ALUA)、目前是以核心內建NVMe多重路徑來實作。在此程序中、您可以使用 RHEL 8.6 上的 ANA、ONTAP 作為目標、來啟用內核 NVMe 多重路徑的 NVMe

請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得所支援組態的正確詳細資料。

功能

- RHEL 8.6除了支援NVMe / FC、還支援NVMe / TCP (技術預覽功能)。原生NVMe CLI套件中的NetApp外掛程式能夠顯示ONTAP NVMe / FC和NVMe / TCP命名空間的詳細資訊。

已知限制

- 對於RHEL 8.6、內核NVMe多重路徑預設為停用。因此、您需要手動啟用。
- RHEL 8.6上的NVMe/TCP仍是技術預覽功能、因為仍有開放式問題。請參閱 ["RHEL 8.6版本說明"](#) 以取得詳細資料。
- 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

您可以使用下列程序來啟用核心內建 NVMe 多重路徑。

步驟

1. 在伺服器上安裝RHEL 8.6。安裝完成後、請確認您執行的是指定的RHEL 8.6核心。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援版本清單。
2. 安裝完成後、請確認您執行的是指定的RHEL 8.6核心。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援版本清單。

範例：


```
# uname -r
4.18.0-372.9.1.el8.x86_64
```

3. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

範例：

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el8.x86_64
```

4. 啟用核心內建NVMe多重路徑：

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-372.9.1.el8.x86_64
```

5. 在主機上、檢查位於「/etc/nvme/hostnqn」的主機NQN字串、並驗證其是否符合ONTAP 位於「the」（子系統）上之對應子系統的主機NQN字串。範例：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



如果主機NQN字串不相符、您應該使用「vserver modify」命令來更新對應ONTAP 的NVMe 子系統上的主機NQN字串、以符合主機上的主機NQN字串「/etc/nvm/hostnqn」。

6. 重新啟動主機。

如果您打算在同一部主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 共存的流量、NetApp 建議分別針對 ONTAP 命名空間使用核心內建 NVMe 多重路徑、以及針對 ONTAP LUN 使用 dm-multipath。這表示 ONTAP 應從 dm-multipaths 中排除支援的對象名稱空間、以避免 dm-multipaths 宣告這些命名空間裝置。您可以將啟用外部設定新增至、以完成此作業 `/etc/multipath.conf` 檔案：



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

執行「`systemctl restart multipathd`」命令重新啟動多路徑精靈、以允許新的設定生效。

設定 NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援介面卡清單。

```
# 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 lfi韌體和收件匣驅動程式。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援介面卡驅動程式和韌體版本清單。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.4
```

3. 確認「lffc_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、以及您是否可以看到目標LIF。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```

適用於 NVMe / FC 的 Marvell/QLogic FC 介面卡

RHEL 8.6核心隨附的原生內建「qla2xxx」驅動程式有最新的上游修正程式、這些修正程式對於ONTAP支援不支援而言非常重要。

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
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

2. 確認已設定「ql2xnvmeenable」、以便Marvell介面卡能以NVMe / FC啟動器的形式運作、請使用下列命令：

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

啟用 1MB I/O（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTs（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時時間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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組合可以成功擷取探索記錄頁面資料。例如：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# 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

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. 驗證ONTAP 適當的NVMe設定值（例如、將「model」設為「NetApp還原控制器」、並將負載平衡「iopolicy」設為「循環」）、以正確ONTAP 反映在主機上：

```
# 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	814vWBNRwf9HAAAAAAB	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 - nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live 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/nvme0n1 vs_fcnvme_141 /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

已知問題

採用 ONTAP 的 RHEL 8.6 的 NVMe 主機組態有下列已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.6 NVMe主機會建立重複的持續探索控制器	在NVMe over Fabrics (NVMe) 主機上、您可以使用「NVMe Discover-p」命令來建立持續探索控制器 (PD)。使用此命令時、每個啟動器目標組合只能建立一個PDC。不過、如果您執行ONTAP的是以NVMe為主機的Ris-9.10.1和Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.6、則每次執行「NVMe探索-p」時、都會建立一個重複的資料中心。這會導致主機和目標上的資源使用不必要。	2087000

適用於 **ONTAP** 的 **RHEL 8.5** 的 **NVMe** 主機組態

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.5 搭配 ANA (非對稱命名空間存取) 支援 NVMe over Fabrics 或 NVMe (包括 NVMe / FC 及其他傳輸)。ANA是NVMe環境中的非對稱邏輯單元存取 (ALUA)、目前是以核心內建NVMe多重路徑來實作。在此程序中、您可以使用 RHEL 8.5 上的 ANA、以及 ONTAP 作為目標、來啟用內核 NVMe 多重路徑的 NVMe。

請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得所支援組態的正確詳細資料。

功能

RHEL 8.5除了支援NVMe / FC、還支援NVMe / TCP (技術預覽功能)。原生NVMe CLI套件中的NetApp外掛程式可顯示ONTAP NVMe / FC和NVMe / TCP命名空間的詳細資訊。

已知限制

- 在RHEL 8.5中、內核NVMe多重路徑預設為停用。因此、您需要手動啟用。
- RHEL 8.5上的NVMe/TCP仍是技術預覽功能、因為仍有未解決的問題。請參閱 ["RHEL 8.5版本說明"](#) 以取得詳細資料。
- 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

您可以使用下列程序來啟用核心內建 NVMe 多重路徑。

步驟

1. 在伺服器上安裝RHEL 8.5 GA。安裝完成後、請確認您執行的是指定的RHEL 8.5 GA核心。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援版本清單。

範例：

```
# uname -r
4.18.0-348.el8.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

範例：

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. 啟用核心內建NVMe多重路徑：

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-348.el8.x86_64
```

4. 在主機上、檢查位於「/etc/nvme/hostnqn」的主機NQN字串、並驗證其是否符合ONTAP 位於「the」（子系統）上之對應子系統的主機NQN字串。範例：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



如果主機NQN字串不相符、您應該使用「vserver modify」命令來更新對應ONTAP 的NVMe子系統上的主機NQN字串、以符合主機上的主機NQN字串「/etc/nvm/hostnqn」。

5. 重新啟動主機。

如果您打算在同一部主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 共存的流量、NetApp 建議分別針對 ONTAP 命名空間使用核心內建 NVMe 多重路徑、以及針對 ONTAP LUN 使用 dm-multipath。這表示ONTAP 應從dm-multipaths中排除支援的對象名稱空間、以避免dm-multipaths宣告這些命名空間裝置。您可以將啟用外部設定新增至來執行此作業 /etc/multipath.conf 檔案：



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

執行「systemctl restart multipathd」命令重新啟動多路徑精靈、以允許新的設定生效。

設定NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援介面卡清單。

```
# 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 lfiit韌體和收件匣驅動程式。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援介面卡驅動程式和韌體版本清單。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.10
```

3. 確認「lffc_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、以及您是否可以看到目標LIF。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205

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

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

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```

Marvell / QLogic

原生收件匣 qla2xxx RHEL 8.5 GA 核心中隨附的驅動程式具有最新的修正程式、這些修正程式是 ONTAP 支援的必要條件。

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
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：

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

啟用 1MB I/O （選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS （MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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組合可以成功擷取探索記錄頁面資料。例如：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# 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較長時間。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

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. 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	814vWBNRwf9HAAAAAAB	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/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live 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/nvme0n1 vs_fcnvme_141 vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

已知問題

沒有已知問題。

適用於**RHEL 8.4 ONTAP** 的**NVMe**主機組態、含功能不全

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.4 搭配 ANA (非對稱命名空間存取) 支援 NVMe over Fabrics 或 NVMe (包括 NVMe / FC 及其他傳輸)。ANA是NVMe環境中的非對稱邏輯單元存取 (ALUA)、目前是以核心內建NVMe多重路徑來實作。您可以使用 RHEL 8.4 上的 ANA、以及 ONTAP 做為目標、來啟用內建 NVMe 多重路徑的 NVMe。

功能

此版本沒有新功能。

已知限制

- 對於 RHEL 8.4、預設會停用核心內建 NVMe 多重路徑。因此、您需要手動啟用。

- RHEL 8.4上的NVMe/TCP仍是技術預覽功能、因為仍有未解決的問題。請參閱 ["RHEL 8.4版本資訊"](#) 以取得詳細資料。
- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用核心內建**NVMe**多重路徑

您可以使用下列程序來啟用核心內建 NVMe 多重路徑。

步驟

1. 在伺服器上安裝RHEL 8.4 GA。
2. 安裝完成後、請確認您執行的是指定的RHEL 8.4核心。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得最新的支援版本清單。

範例：

```
# uname -r
4.18.0-305.el8.x86_64
```

3. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

範例：

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-3.el8.x86_64
```

4. 啟用核心內建NVMe多重路徑：

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-305.el8.x86_64
```

5. 在主機上、檢查位於「/etc/nape/hostnqn」的主機NQN字串、並驗證其是否符合ONTAP 位於「the」（子系統）上之對應子系統的主機NQN字串。範例：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



如果主機NQN字串不相符、您應該使用「vserver modify」命令來更新對應ONTAP的NVMe子系統上的主機NQN字串、以符合主機上的主機NQN字串「/etc/nvm/hostnqn」。

6. 重新啟動主機。

如果您打算在同一部主機上同時執行NVMe與SCSI共存的流量、建議您分別使用核心內建NVMe多重路徑ONTAP來執行支援的名稱空間、ONTAP以及針對支援的LUN執行dm多重路徑。這表示ONTAP應從dm-multipaths中排除支援的對象名稱空間、以避免dm-multipaths宣告這些命名空間裝置。您可以將啟用外部設定新增至「/etc/multipath.conf」檔案來完成此作業：



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

執行「systemctl restart multipathd」命令重新啟動多路徑精靈、以允許新的設定生效。

設定NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得最新的支援介面卡清單。

```
# 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 lfiit韌體和收件匣驅動程式。請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得最新的支援介面卡驅動程式和韌體版本清單。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為3。

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標LIF。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

適用於 **NVMe / FC** 的 **Marvell/QLogic FC** 介面卡

原生收件匣 qla2xxx RHEL 8.4 GA 核心中隨附的驅動程式具有最新的修正程式、這些修正程式是 ONTAP 支援的必要條件。

步驟

1. 使用下列命令、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
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.104-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.104-k
```

2. 確認已設定「ql2xnvmeenable」、以便Marvell介面卡能以NVMe / FC啟動器的形式運作、請使用下列命令：

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

啟用 1MB I/O（選用）

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS（MAX Data 傳輸大小）為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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

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. 驗證ONTAP 適當的NVMe設定值（例如、將「model」設為「NetApp還原控制器」、並將負載平衡「iopolicy」設為「循環」）、以正確ONTAP 反映在主機上：

```
# 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、

範例（A）：

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81CZ5BQuUNfGAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller    1

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

範例 (b) :

```
# 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、

範例 (A) :

```
# 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
```

範例 (b) :

```
#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、

範例 (A) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fc_nvme_145 /vol/fc_nvme_145_vol_1_0_0/fc_nvme_145_ns

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

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fc_nvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fc_nvme_145_vol_1_0_0/fc_nvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

範例 (b) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114          /vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_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/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_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 **ONTAP** 的 **RHEL 8.3** 的 **NVMe / FC** 主機組態

適用於 Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.3 的 ONTAP 9.6 或更新版本支援 NVMe / FC。RHEL 8.3 主機透過相同的 FC 啟動器介面卡連接埠、同時執行 NVMe 和 SCSI 流量。請參閱 "[Hardware Universe](#)" 以取得支援的 FC 介面卡和控制器清單。

請參閱 "[NetApp 互通性對照表工具](#)" 以取得最新的支援組態清單。

功能

此版本沒有新功能。

已知限制

- 對於 RHEL 8.3 、預設會停用核心內建 NVMe 多重路徑。您可以手動啟用。
- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

在RHEL 8.3上啟用NVMe / FC

您可以使用下列程序來啟用 NVMe / FC 。

步驟

1. 在伺服器上安裝Red Hat Enterprise Linux 8.3 GA 。
2. 如果您要使用從 RHEL 8.2 升級至 RHEL 8.3 yum update/upgrade 命令、您的 /etc/nvme/host* 檔案可能會遺失。若要避免檔案遺失、請使用下列程序：

步驟

- a. 備份您的「/etc/NVMe / host*」檔案。
- b. 如果您有手動編輯的「udev"規則、請將其移除：

```
/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
```

- c. 執行升級。
- d. 升級完成後、請執行下列命令：

```
yum remove nvme-cli
```

- e. 將主機檔案還原至「/etc/NVMe /」 。

```
yum install nvmecli
```

- f. 將原始的「/etc/NVMe / host*」內容從備份複製到實際的主機檔案、網址為：「etc/NVMe /」 。

3. 安裝完成後、請確認您正在執行指定的 RHEL 核心：

```
# uname -r  
4.18.0-240.el8.x86_64
```

請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得最新的支援版本清單。

4. 安裝 NVMe CLI 套件：

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-2.el8.x86_64
```

5. 啟用核心內建NVMe多重路徑。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-240.el8.x86_64
```

6. 在 RHEL 8.3 主機上、檢查主機 NQN 字串 /etc/nvme/hostnqn 驗證它是否與 ONTAP 陣列上對應子系統的主機 NQN 字串相符：

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

◦ 輸出範例 *：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

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

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
```

◦ 輸出範例 *

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver          Subsystem          Host          NQN
-----
vs_fc_nvme_141   nvme_141_1          nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

+



如果主機 NQN 字串不相符、請使用 `vserver modify` 用於更新對應 ONTAP 陣列子系統上主機 NQN 字串的命令、以符合的主機 NQN 字串 /etc/nvme/hostnqn 在主機上。

8. 重新啟動主機。

9. 您也可以選擇更新 `enable_foreign` 設定：

如果您打算在相同的 RHEL 8.3 共存主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 流量、NetApp 建議您分別使用內核心 NVMe 多重路徑來處理 ONTAP 命名空間、以及使用 dm-multipath 來處理 ONTAP LUN。您也應該將 ONTAP dm-multipaths 中的等化命名空間列入黑名單、以防止 dm-multipaths 宣告這些命名空間裝置。您可以新增來執行此作業 `enable_foreign` 設定為 `/etc/multipath.conf`、如下所示：



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

執行「`systemctl`重新啟動多路徑d」來重新啟動多路徑精靈。

驗證NVMe/FC

您可以使用下列程序來驗證 NVMe / FC。

步驟

1. 確認下列 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間。

```
/dev/nvme0n1      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
1                 85.90 GB / 85.90 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
/dev/nvme0n2      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
2                 85.90 GB / 85.90 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
/dev/nvme0n3      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
3                 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/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. 驗證 ONTAP 裝置的 NetApp 外掛程式：

欄位

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

◦ 輸出範例 *

Device NSID	Vserver UUID	Namespace	Path Size
-----	-----		
-----	-----	-----	-----
/dev/nvme0n1	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns		1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2 85.90GB
/dev/nvme0n2	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns		2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08 85.90GB
/dev/nvme0n3	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns		3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4 85.90GB

JSON

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

◦ 輸出範例 *

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
]

```

設定適用於**NVMe / FC**的**Broadcom FC**介面卡

您可以使用下列程序來設定 Broadcom FC 介面卡。

如需最新的支援介面卡清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。

```
# 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. 確認「lffc_enable_FC4_type」已設定為「* 3*」。

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

3. 驗證啟動器連接埠是否已啟動並正在執行、並且可以看到目標LIF。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b1c1204  
0x100000109b1c1205
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

4. 啟用1 MB I/O大小 (選用) _。

需要將"lfc_sg_seg_cnt"參數設為256、以便lfc驅動程式發出大小高達1 MB的I/O要求。

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

5. 執行「dracut -f」命令、然後重新啟動主機。

6. 主機開機後、請確認lfc_sg_seg_cnts已設定為256。

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

7. 確認您使用的是推薦的 Broadcom lpfc 韌體和內建驅動程式：

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.1
```

適用於 **ONTAP** 的 **RHEL 8.2** 的 **NVMe / FC** 主機組態

適用於 Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.2 的 ONTAP 9.6 或更新版本支援 NVMe / FC。RHEL 8.2 主機透過相同的光纖通道 (FC) 啟動器介面卡連接埠、同時執行 NVMe 和 SCSI 流量。請參閱 "[Hardware Universe](#)" 以取得支援的 FC 介面卡和控制器清單。

請參閱 "[NetApp 互通性對照表工具](#)" 以取得最新的支援組態清單。

功能

- 從 RHEL 8.2 開始、`nvme-fc auto-connect` 指令碼包含在原生中 `nvme-cli` 套件：您可以仰賴這些原生的自動連線指令碼、而不必安裝外部廠商提供的外接式自動連線指令碼。
- 從原生 RHEL 8.2 開始 `udev` 規則已在中提供 `nvme-cli` 套件、可針對 NVMe 多重路徑啟用循環資源負載平衡。您不需要再手動建立此規則（如 RHEL 8.1 所做）。
- 從 RHEL 8.2 開始、NVMe 和 SCSI 流量都可以在相同的共存主機上執行。事實上、這是預期部署的主機組態。因此、對於 SCSI、您可以設定 `dm-multipath` 與往常一樣、SCSI LUN 也會產生 `mpath` 裝置、而 NVMe 多重路徑可用於在主機上設定 NVMe 多重路徑裝置。
- 從 RHEL 8.2 開始、即原生的 NetApp 外掛程式 `nvme-cli` 套件能夠顯示 ONTAP 命名空間的 ONTAP 詳細資料。

已知限制

- 對於 RHEL 8.2、預設會停用核心內建 NVMe 多重路徑。因此、您需要手動啟用。
- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用 NVMe/FC

您可以使用下列程序來啟用 NVMe / FC。

步驟

1. 在伺服器上安裝 Red Hat Enterprise Linux 8.2 GA。

2. 如果您使用從 RHEL 8.1 升級至 RHEL 8.2 `yum update/upgrade`、您的 `/etc/nvme/host*` 檔案可能會遺失。若要避免檔案遺失、請執行下列步驟：

- a. 備份您的「`/etc/NVMe / host*`」檔案。
- b. 如果您有手動編輯的「`udev`」規則、請將其移除：

```
/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
```

- c. 執行升級。
- d. 升級完成後、請執行下列命令：

```
yum remove nvme-cli
```

- e. 將主機檔案還原至「`/etc/NVMe /`」。

```
yum install nvmecli
```

- f. 將原始的「`/etc/NVMe / host*`」內容從備份複製到實際的主機檔案、網址為：「`/etc/NVMe /`」。

3. 安裝完成後、請確認您執行的是指定的Red Hat Enterprise Linux核心。

```
# uname -r
4.18.0-193.el8.x86_64
```

請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得最新的支援版本清單。

4. 安裝NVMe-CLI套件。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.9.5.el8.x86_64
```

5. 啟用核心內建NVMe多重路徑。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-193.el8.x86_64
```

6. 在 RHEL 8.2 主機上、檢查主機 NQN 字串位於 `/etc/nvme/hostnqn` 並確認它符合 ONTAP 陣列上對應子系統的主機 NQN 字串。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1

::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_141
Vserver          Subsystem          Host          NQN
-----
vs_fc_nvme_141
  nvme_141_1
    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-
1b5d986345d1
```

如果主機 NQN 字串不相符、請使用 `vservers modify` 用於更新對應 ONTAP 陣列子系統上主機 NQN 字串的命令、以符合的主機 NQN 字串 `/etc/nvme/hostnqn` 在主機上。

7. 重新啟動主機。
8. 更新「啟用外部」設定（選用）_。

如果您打算在同一個 RHEL 8.2 共存的主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 流量、NetApp 建議分別針對 ONTAP 命名空間使用核心內建 NVMe 多重路徑、以及針對 ONTAP LUN 使用 `dm-multipath`。您也應該將 ONTAP `dm-multipaths` 中的等化命名空間列入黑名單、以防止 `dm-multipaths` 宣告這些命名空間裝置。您可以新增來執行此作業 `enable_foreign` 設定為 `/etc/multipath.conf`，如下所示。

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

9. 執行「`systemctl`重新啟動多路徑d」來重新啟動多路徑精靈。

設定適用於**NVMe / FC**的**Broadcom FC**介面卡

您可以使用下列程序來設定 Broadcom FC 介面卡。

如需最新的支援介面卡清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。

```
# 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. 確認「lffc_enable_FC4_type」已設定為「* 3*」。

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

3. 驗證啟動器連接埠是否已啟動並正在執行、並且可以看到目標LIF。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

4. 啟用1 MB I/O大小 (選用) _。

需要將"lfc_sg_seg_cnt"參數設為256、以便lfc驅動程式發出大小高達1 MB的I/O要求。

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

5. 執行「dracut -f」命令、然後重新啟動主機。

6. 主機開機後、請確認lfc_sg_seg_cnts已設定為256。

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

7. 請確認您使用的是建議的Broadcom lfit韌體和內建驅動程式。

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.2
```

8. 確認「lffc_enable_FC4_type」已設定為「* 3*」。

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

9. 驗證啟動器連接埠是否已啟動並正在執行、並且可以看到目標LIF。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

10. 啟用1 MB I/O大小 (選用) _。

需要將"lfc_sg_seg_cnt"參數設為256、以便lfc驅動程式發出大小高達1 MB的I/O要求。

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

11. 執行「dracut -f」命令、然後重新啟動主機。

12. 主機開機後、請確認lfc_sg_seg_cnts已設定為256。

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

驗證NVMe/FC

您可以使用下列程序來驗證 NVMe / FC 。

步驟

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/JvAAAAAAC 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.rhel_141_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/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_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/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

適用於 **ONTAP** 的 **RHEL 8.1** 的 **NVMe / FC** 主機組態

適用於 Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.1 的 ONTAP 9.6 或更新版本支援 NVMe / FC。RHEL 8.1 主機可透過相同的 FC 啟動器介面卡連接埠、同時執行 NVMe 和 SCSI 流量。請參閱 ["Hardware Universe"](#) 以取得支援的FC介面卡和控制器清單。

請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得最新的支援組態清單。

已知限制

- 原生 NVMe / FC 自動連線指令碼在中無法使用 `nvme-cli` 套件：您可以使用主機匯流排介面卡（HBA）廠商提供的外部自動連線指令碼。
- NVMe 多重路徑預設為停用。因此、您需要手動啟用。
- 預設不會啟用循環配置資源負載平衡。您可以撰寫來啟用此功能 `udev` 規則。
- 目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

啟用NVMe/FC

您可以使用下列程序來啟用 NVMe / FC 。

步驟

1. 在伺服器上安裝Red Hat Enterprise Linux 8.1。
2. 安裝完成後、請確認您正在執行指定的 RHEL 核心：

```
# uname -r
4.18.0-147.el8.x86_64
```

請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#) 以取得最新的支援版本清單。

3. 安裝 `nvme-cli-1.8.1-3.el8` 套件：

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el8.x86_64
```

4. 啟用核心內建NVMe多重路徑：

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-147.el8.x86_64
```

5. 將下列字串新增為另一個位於的 `udev` 規則 `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules`。這可為 NVMe 多重路徑啟用循環負載平衡：

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

6. 在 RHEL 8.1 主機上、檢查主機 NQN 字串位於 `/etc/nvme/hostnqn` 並確認它符合 ONTAP 陣列上對應子系統的主機 NQN 字串：

```
# 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
-----
rhel_141_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```



如果主機 NQN 字串不相符、請使用 `vserver modify` 用於更新對應 ONTAP 陣列子系統上主機 NQN 字串的命令、以符合的主機 NQN 字串 `/etc/nvme/hostnqn` 在主機上。

7. 重新啟動主機。

設定適用於 **NVMe / FC** 的 **Broadcom FC** 介面卡

您可以使用下列程序來設定 Broadcom FC 介面卡。

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡。請參閱 "[NetApp 互通性對照表工具](#)" 以取得最新的支援介面卡清單。

```
# 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. 複製並安裝 Broadcom lpfc 外盒驅動程式和自動連線指令碼：

```
# tar -xvzf elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.243.20-ds-1.tar.gz
# cd elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.2453.20-ds-1
# ./elx_lpfc_install-sh -i -n
```



與作業系統搭售的原生驅動程式稱為收件匣驅動程式。如果您下載的是外箱驅動程式（作業系統版本未隨附的驅動程式）、則下載中會包含自動連線指令碼、並應作為驅動程式安裝程序的一部分進行安裝。

3. 重新啟動主機。

4. 確認您使用的是推薦的 Broadcom lpfc 韌體、外箱驅動程式和自動連線套件版本：

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.4.243.20
```

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

5. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

6. 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
```

7. 確認 NVMe / FC 啟動器連接埠已啟用、正在執行、而且您可以看到目標生命：

```
# 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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
...
```

啟用Broadcom NVMe / FC的1MB I/O大小

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS （ MAX Data 傳輸大小）為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

驗證NVMe/FC

您可以使用下列程序來驗證 NVMe / FC 。

步驟

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/JvAAAAAAC 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.rhel_141_nvme_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/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_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/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

SLES

SLES 15

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（SLES）15 SP5 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。

下列支援適用於 ONTAP 15 SP5 的 NVMe 主機組態：

- NVMe和SCSI流量都可以在相同的共存主機上執行。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。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 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。
- 沒有 `sanlun` 支援 NVMe。因此、在 SLES 15 SP5 主機上、無法為 NVMe 提供主機公用程式支援。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 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 * :

在此範例中、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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV *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
ffffffffffffb046f
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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV 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
fffffffffffffaf794
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

步驟

1. SLES 15 SP5 核心隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新修正程式。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的 MDTs (MAX Data 傳輸大小) 為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值 `lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「`lpfc_sg_seg_cnt`」參數設為 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. 驗證「`lpfc_sg_seg_cnt`」是否為 256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

啟用 NVMe 服務

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

步驟

1. 啟用 `nvme-fc-autoconnect.service`：

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

2. 重新啟動主機。

3. 請確認 `nvme-autoconnect.service` 和 `nvme-fc-boot-connections.service` 系統開機後正在執行：

◦ 輸出範例：*

```
# systemctl status nvme-autoconnect.service
nvme-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-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]: nvme-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.

# systemctl status nvme-fc-boot-connections.service
nvme-fc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME
devices found during boot
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-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]: nvme-fc-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 -l  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -l  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -l  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -l
```

+



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 Address          Subsystem    Namespaces
-----
-----

nvme0      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme1      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme2      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme3      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE 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、您可以使用下列程序、為 SLES 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>
```

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-
74362c0cla1fc
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 SLES 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 SLES15 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:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/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:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
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:Cu3ZZfIz1Wm1qZFmCmpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2EptWpna1rpwG5CndpOgxpRxh9m4lw=: "
  },
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-74362c0c1afc",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIENT116",
        "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

在 ONTAP 版本中、SLES 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。

下列支援適用於 ONTAP 15 SP4 的 NVMe 主機組態：

- NVMe和SCSI流量都可以在相同的共存主機上執行。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。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 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 SLES15 SP5 主機上、無法為 NVMe 提供主機公用程式支援。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 * :

在此範例中、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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV 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
ffffffffffffb046f
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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV 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
fffffffffffffaf794
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

步驟

1. SLES 15 SP4 核心隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新修正程式。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的 MDTS (MAX Data 傳輸大小) 為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 `lpfc` 的價值 `lpfc_sg_seg_cnt` 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「`lpfc_sg_seg_cnt`」參數設為 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. 驗證「`lpfc_sg_seg_cnt`」是否為 256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

啟用 NVMe 服務

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

步驟

1. 啟用 `nvme-fc-autoconnect.service`：

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

2. 重新啟動主機。

3. 請確認 `nvmmf-autoconnect.service` 和 `nvmmefc-boot-connections.service` 系統開機後正在執行：

◦ 輸出範例：*

```
# systemctl status nvmmf-autoconnect.service
nvmmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmmf-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]: nvmmf-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.

# systemctl status nvmmefc-boot-connections.service
nvmmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME
devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmmefc-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]: nvmmefc-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 -l  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -l  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -l  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -l
```

+



NetApp 建議您設定 `ctrl-loss-tmo` 選項 `-l` 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 Address      Subsystem    Namespaces
-----
-----

nvme0      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme1      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme2      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme3      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE 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、您可以使用下列程序、為 SLES 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>
```

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.nvmeexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0cla1fc
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 SLES 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 SLES15 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/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fG15VSjbeDF1n1DE  
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  
DHC-  
1:03:je1nQcmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHC-  
1:03:je1nQcmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHC-  
1:03:je1nQcmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHC-  
1:03:je1nQcmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/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
DHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
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": "DHC-
1:03:Cu3ZzfIz1Wm1qZFncMqpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpna1rpwG5CndpOgxPRxh9m4lw=: "
  },
  {
    "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:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9H0jIr6nOHEkxJg:
```

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

在 ONTAP 版本中、SLES 15 SP4 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

採用ANA（非對稱命名空間存取）的SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3（SLES15 SP3）支援NVMe over Fabric或NVMe（包括NVMe/FC及其他傳輸）。ANA是NVMe環境中的ALUA等效產品、目前是以內核NVMe多重路徑來實作。如需啟用NVMe的詳細資料、請ONTAP 參閱此處以ANA on SLES15 SP3和以之為目標的內核NVMe多重路徑。

請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得所支援組態的正確詳細資料。

功能

- SLES15 SP3支援NVMe/FC及其他傳輸。
- 不支援NVMe的sanlun。因此、在SLES15 SP3上、不支援NVMe的Luhu。您可以改用原生NVMe CLI中隨附的NetApp外掛程式來取得相同的功能。這應該適用於所有NVMe傳輸。
- NVMe和SCSI流量都可以在相同的共存主機上執行。事實上、這是客戶最常部署的主機組態。因此、對於SCSI而言、您可以像往常一樣為SCSI LUN設定「dm-multipath」、以產生mpath裝置、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

核心內建NVMe多重路徑已在SLES主機（例如、SLES15 SP3）上預設啟用。因此、此處不需要其他設定。請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得所支援組態的正確詳細資料。

NVMe啟動器套件

請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#) 以取得所支援組態的正確詳細資料。

1. 確認您已在SLES15 SP3 MU主機上安裝必要的核心與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/nvme-fc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-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/nvme-fc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-autoconnect.service
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect@.service
/usr/lib/udev/rules.d/70-nvme-fc-autoconnect.rules
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvme-fc-iopolicy-netapp.rules
...
# cat /usr/lib/udev/rules.d/71-nvme-fc-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/nvme/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_fc_nvme_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NVMe / FC啟動器連接埠已啟用、而且您可以看到目標連接埠、而且所有連接埠都已啟動並正在執行。在此範例中、只會啟用1個啟動器連接埠、並與輸出中所示的兩個目標LIF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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003 TARGET DISCSRV 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
ffffffffffffb046f
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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03 TARGET DISCSRV 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
fffffffffffffaf794
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主機發出大小為1 MB的I/O要求、則lfc參數「lffc_sg_seg_cnt」也應該從預設值64增加至256。請依照下列指示操作：

1. 在相應的「modfbc 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

較新版本的SLES15 SP3 MU核心隨附的原生內建qla2xxx驅動程式、具有最新的上游修正程式、是ONTAP 支援此功能不可或缺的元素。

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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc: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iopoly」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	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	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/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_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/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_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

支援NVMe/FC ONTAP 的版本可在支援使用支援支援支援支援支援支援支援支援支援的版本9.6及更新版本（含SLES15 SP2）。SLES15 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。請參閱 "[Hardware Universe](#)" 以取得支援的FC介面卡和控制清單。

如需支援的組態與版本最新清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 "[Cloud Volumes ONTAP](#)" 和 "[Amazon FSx for ONTAP S](#)"。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

在SLES15 SP2上啟用NVMe / FC

1. 升級至建議的SLES15 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SLES15 SP2主機上、檢查位於「/etc/nvme/hostnqn」的主機NQN字串、並驗證其是否與ONTAP 位於該支援陣列上對應子系統的主機NQN字串相符。例如：

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

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_145
Vserver Subsystem Host NQN
-----
vs_fc_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.
```

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。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。

```
# 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 lfiit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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV 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
ffffffffffffb046f
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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV 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
fffffffffffffaf794
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 814vWBNRwfbGAAAAAAB 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的 MDTS （ MAX Data 傳輸大小）為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。
不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值
lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

lpfc 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。

下列版本的 SLES 支援 NVMe 或 FC ONTAP：

- SLES15 SP1

SLES15 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。請參閱 ["Hardware Universe"](#) 以取得支援的 FC 介面卡和控制器清單。

如需支援的組態與版本最新清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。

- NVMe - CLI 套件中包含原生的 NVMe / FC 自動連線指令碼。您可以在 SLES15 SP1 上使用原生的內建 `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SLES15 SP1上啟用NVMe/FC

1. 升級至建議的SLES15 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SLES15 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NS15 SP1主機上、檢查位於「/etc/nape/hostnqn」的主機NQN字串、並確認其符合ONTAP 位於該支援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
```

```
*> vservers 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。如需最新的支援介面卡清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。

```
# 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 DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV 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/JvAAAAAAC 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_nvme_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的 MDTS （ MAX Data 傳輸大小）為 8 、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB 。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256 。

步驟

1. 將「lfc_sg_seg_cnt」參數設為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. 驗證「lfc_sg_seg_cnt」是否為256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

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
```

Ubuntu

適用於 ONTAP 的 Ubuntu 22.04 的 NVMe 主機組態

含非對稱命名空間存取（ANA）的 Ubuntu 22.04 支援 NVMe over Fabrics（NVMe over Fabric、NVMe over Fibre Channel、NVMe / FC）和其他傳輸。在 NVMe 環境中、ANA 等同於 iSCSI 和 FC 環境中的 ALUA 多重路徑、並以核心內建 NVMe 多重路徑來實作。

下列支援適用於 ONTAP 的 Ubuntu 22.04 NVMe 主機組態：

- 原生 NVMe - CLI 套件中的 NetApp 外掛程式會顯示 NVMe / FC 命名空間的 ONTAP 詳細資料。
- 在指定主機匯流排介面卡（HBA）上的同一主機上使用 NVMe 和 SCSI 共存流量、而不使用明確的 `dm-multipath` 設定、以避免使用 NVMe 命名空間。

如需支援組態的詳細資訊、請參閱 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

功能

根據預設、Ubuntu 22.04 已啟用 NVMe 命名空間的核心內建 NVMe 多重路徑。因此、不需要明確的設定。

已知限制

目前不支援使用 NVMe 型傳輸協定進行 SAN 開機。

驗證軟體版本

您可以使用下列程序來驗證最低支援的 Ubuntu 22.04 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝 Ubuntu 22.04 。安裝完成後、請確認您正在執行指定的 Ubuntu 22.04 核心：

```
# uname -r
```

◦ 輸出範例： *

```
5.15.0-101-generic
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

```
# apt list | grep nvme
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-cli/jammy-updates,now 1.16-3ubuntu0.1 amd64
```

3. 在 Ubuntu 22.04 主機上、請在中檢查 hostnqn 字串 /etc/nvme/hostnqn：

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

◦ 輸出範例 *

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:063a9fa0-438a-4737-b9b4-95a21c66d041
```

4. 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_106_fc_nvme
```

◦ 輸出範例： *

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_106_fc_nvme	ub_106	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c04702c8-e91e-4353-9995-ba4536214631

+



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。

設定NVMe/FC

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

Broadcom / Emulex

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型。

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

- 輸出範例： *

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

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

- 輸出範例： *

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

2. 驗證您使用的是建議的Broadcom lpfc 韌體與內建驅動程式。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0: 14.0.0.4
```

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 ["NetApp 互通性對照表工具"](#)。

3. 請確認 lpfc_enable_fc4_type 設為 3：

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

4. 確認啟動器連接埠已啟動並正在執行、而且您可以看到目標生命體：

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109bf0447c
0x100000109bf0447b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
    NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c DID
x022300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200cd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021509 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2010d039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021108 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000005238 Issue 000000000000523a OutIO
00000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b DID
x022600 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200bd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021409 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200fd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021008 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000000523c Issue 000000000000523e OutIO
00000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

```

適用於 NVMe / FC 的 Marvell/QLogic FC 介面卡

步驟

1. Ubuntu 22.04 GA 核心中隨附的原生收件匣 qla2xxx 驅動程式具有 ONTAP 支援所需的最新上游修正程式。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 *

```
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k
```

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
1
```

啟用 1MB I/O (選用)

ONTAP 在識別控制器資料中報告的 MDTS (MAX Data 傳輸大小) 為 8、表示最大 I/O 要求大小可達 1MB。不過、若要針對 Broadcom NVMe / FC 主機發出大小為 1 MB 的 I/O 要求、您必須增加 lpfc 的價值 lpfc_sg_seg_cnt 從預設值 64 到 256。

步驟

1. 將「lpfc_sg_seg_cnt」參數設為 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. 驗證「lpfc_sg_seg_cnt」是否為 256。

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



這不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

設定 NVMe/TCP

NVMe / TCP 沒有自動連線功能。因此、如果某個路徑發生故障、且在 10 分鐘的預設逾時期間內未恢復、則 NVMe / TCP 無法自動重新連線。若要避免逾時、您應該將容錯移轉事件的重試期間設為至少 30 分鐘。

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 10.10.11.47-a 10.10.10.122

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 10.10.10.122
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 10.10.10.124
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合能夠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 10.10.10.47 -a 10.10.10.122
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.
```

3. 在節點上所有支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命週期上執行 NVMe connect -all 命令、並將控制器遺失逾時時間設定至少 30 分鐘或 1800 秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 輸出範例：*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.122 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.124 -l 1800
```

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. 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：

```
# 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. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
# nvme list
```

◦ 輸出範例： *

```
Node          SN                      Model
-----
/dev/nvme0n1  81CZ5BQuUNfGAAAAAAB  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/nvme0n1
```

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem. ub_106
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-0x100000109b1b95ef live optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-0x100000109b1b95f0 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-0x100000109b1b95f0 live non-optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

NVMe / TCP

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

◦ 輸出範例： *

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=10.10.10.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10.10.10.47 live
+- nvme2 tcp
traddr=10.10.10.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10.10.10.47 live
+- nvme3 tcp
traddr=10.10.11.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10.10.11.47 live
+- nvme4 tcp
traddr=10.10.11.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10.10.11.47 live
```

5. 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

/dev/nvme0n1	co_iscsi_tcp_ubuntu	/vol/vol1/ns1	

NSID	UUID	Size

1	79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84	21.47GB

JSON

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

◦ 輸出範例 *

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "co_iscsi_tcp_ubuntu",
      "Namespace_Path" : "/vol/nvmevol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

已知問題

在含 ONTAP 版本的 Ubuntu 22.04 中、NVMe 主機組態並無已知問題。

Windows

適用於Windows Server 2022的NVMe / FC主機組態、ONTAP 含功能更新

您可以使用 ONTAP 做為目標、在執行 Windows Server 2022 的主機上設定 NVMe over Fibre Channel （ NVMe / FC ）。

適用於Windows Server 2022的NVMe 9.7或更新版本支援NVMe / FC ONTAP 。

請注意、Broadcom啟動器可透過相同的32G FC介面卡連接埠、同時處理NVMe/FC和FCP流量。對於FCP和FC/NVMe、請使用MSDSM做為Microsoft多重路徑I/O（MPIO）選項。

請參閱 "[Hardware Universe](#)" 以取得支援的FC介面卡和控制器清單。如需支援的組態與版本最新清單、請參閱 "[NetApp 互通性對照表](#)"。

已知限制

不支援ONTAP Windows容錯移轉叢集（WFC）搭配使用不支援使用NVMe / FC、因為ONTAP 目前不支援使用NVMe / FC的持續保留。



Broadcom為Windows NVMe / FC提供的外部驅動程式並非真正的NVMe / FC驅動程式、而是轉譯式SCSI非NVMe驅動程式。這種轉譯負荷並不一定會影響效能、但確實會抵消NVMe / FC的效能優勢。因此、在Windows伺服器上、NVMe / FC和FCP的效能是一樣的、這與其他作業系統（例如Linux）不同、因為NVMe / FC的效能明顯優於FCP。

在Windows啟動器主機上啟用NVMe/FC

請遵循下列步驟、在Windows啟動器主機上啟用FC/NVMe：

步驟

1. 在Windows主機上安裝OneCommand Manager公用程式。
2. 在每個HBA啟動器連接埠上、設定下列HBA驅動程式參數：
 - 啟用NVMe = 1
 - NVMEMode = 0
 - LemTransferSize=1
3. 重新啟動主機。

在Windows中設定適用於NVMe / FC的Broadcom FC介面卡

在Windows環境中使用適用於FC/NVMe的Broadcom介面卡時、每個主機匯流排介面卡（HBA）連接埠都會產生一個「hostnqn」。「hostnqn」格式如下。

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

在Windows主機上啟用NVMe裝置的MPIO

1. 安裝 "[Windows主機公用程式套件7.1](#)" 設定FC和NVMe通用的驅動程式參數。
2. 開啟MPIO內容。
3. 從*探索多重路徑*索引標籤、新增NVMe所列的裝置ID。

MPIO會感知NVMe裝置、這些裝置可在磁碟管理下看到。

4. 打開* Disk Management (磁碟管理) 、然後移至 Disk Properties (磁碟內容) *。
5. 在「* MPIO 」索引標籤中、按一下「 Details *」。
6. 設定下列MSDSM設定：
 - PathVerifiedPeriod:* 10*
 - PathVerifyEnabled:* Enabled*
 - 重試計數：* 6 *
 - 重試時間間隔：* 1*
 - PDORemovedPeriod:* 130*
7. 選擇MPIO Policy * Round Robin with Subscal*。
8. 變更登錄值：

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. 重新啟動主機。

NVMe組態現在已在Windows主機上完成。

驗證NVMe/FC

1. 驗證連接埠類型是否為FC+NVMe。

啟用NVMe之後、您應該看到「連接埠類型」列示為「+FC+NVMe +」、如下所示。


```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. 驗證是否已探索到NVMe/FC子系統。

「NVMe清單」命令會列出NVMe / FC探索到的子系統。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

NVMe Qualified Name : nqn.1992-08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159

Port WWN : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID : 0x0180
Model Number : NetApp ONTAP Controller
Serial Number : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version : FFFFFFFF
Total Capacity : Not Available
Unallocated Capacity : Not Available

NVMe Qualified Name : nqn.1992-08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159

Port WWN : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID : 0x0181
Model Number : NetApp ONTAP Controller
Serial Number : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version : FFFFFFFF
Total Capacity : Not Available
Unallocated Capacity : Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. 驗證是否已建立命名空間。

「+nNVMe清單-ns +」 命令會列出指定NVMe目標的命名空間、列出連接至主機的命名空間。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

適用於Windows Server 2019的NVMe / FC主機組態、ONTAP 含更新功能

您可以使用 ONTAP 做為目標、在執行 Windows Server 2019 的主機上設定 NVMe over Fibre Channel （ NVMe / FC ）。

適用於2019年Windows Server的NVMe 9.7或更新版本支援NVMe / FC ONTAP 。

請注意、Broadcom啟動器可透過相同的32G FC介面卡連接埠、同時處理NVMe/FC和FCP流量。對於FCP和FC/NVMe、請使用MSDSM做為Microsoft多重路徑I/O（MPIO）選項。

請參閱 ["Hardware Universe"](#) 以取得支援的FC介面卡和控制器清單。如需支援的組態與版本最新清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 和 ["Amazon FSX for ONTAP S"](#)。

已知限制

不支援ONTAP Windows容錯移轉叢集（WFC）搭配使用不支援使用NVMe / FC、因為ONTAP 目前不支援使用NVMe / FC的持續保留。



Broadcom為Windows NVMe / FC提供的外部驅動程式並非真正的NVMe / FC驅動程式、而是轉譯式SCSI非NVMe驅動程式。這種轉譯負荷並不一定會影響效能、但確實會抵消NVMe / FC的效能優勢。因此、在Windows伺服器上、NVMe / FC和FCP的效能是一樣的、這與其他作業系統（例如Linux）不同、因為NVMe / FC的效能明顯優於FCP。

在Windows啟動器主機上啟用NVMe/FC

請遵循下列步驟、在Windows啟動器主機上啟用FC/NVMe：

步驟

1. 在Windows主機上安裝OneCommand Manager公用程式。
2. 在每個HBA啟動器連接埠上、設定下列HBA驅動程式參數：
 - 啟用NVMe = 1
 - NVMeMode = 0
 - LemTransferSize=1
3. 重新啟動主機。

在Windows中設定適用於NVMe / FC的Broadcom FC介面卡

在Windows環境中使用適用於FC/NVMe的Broadcom介面卡時、每個主機匯流排介面卡（HBA）連接埠都會產生一個「hostnqn」。「hostnqn」格式如下。

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

在Windows主機上啟用NVMe裝置的MPIO

1. 安裝 "[Windows主機公用程式套件7.1](#)" 設定FC和NVMe通用的驅動程式參數。
2. 開啟MPIO內容。
3. 從*探索多重路徑*索引標籤、新增NVMe所列的裝置ID。

MPIO會感知NVMe裝置、這些裝置可在磁碟管理下看到。

4. 打開* Disk Management（磁碟管理）、然後移至 Disk Properties（磁碟內容）*。
5. 在「* MPIO」索引標籤中、按一下「Details *」。
6. 設定下列MSDSM設定：
 - PathVerifiedPeriod:* 10*
 - PathVerifyEnabled:* Enabled*
 - 重試計數：* 6 *
 - 重試時間間隔：* 1*
 - PDORemovedPeriod:* 130*
7. 選擇MPIO Policy * Round Robin with Subscal*。

8. 變更登錄值：

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. 重新啟動主機。

NVMe組態現在已在Windows主機上完成。

驗證NVMe/FC

1. 驗證連接埠類型是否為FC+NVMe。

啟用NVMe之後、您應該看到「連接埠類型」列示為「+FC+NVMe +」、如下所示。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

2. 驗證是否已探索到NVMe/FC子系統。

「NVMe清單」命令會列出NVMe / FC探索到的子系統。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
```

```
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                   : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID              : 0x0180
Model Number               : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version           : FFFFFFFF
Total Capacity             : Not Available
Unallocated Capacity       : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
```

```
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                   : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID              : 0x0181
Model Number               : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version           : FFFFFFFF
Total Capacity             : Not Available
Unallocated Capacity       : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.


```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. 驗證是否已建立命名空間。

「+nNVMe清單-ns +」 命令會列出指定NVMe目標的命名空間、列出連接至主機的命名空間。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

適用於Windows Server 2016 ONTAP 的NVMe / FC主機組態搭配使用

您可以使用 ONTAP 做為目標、在執行 Windows Server 2016 的主機上設定 NVMe over Fibre Channel （ NVMe / FC ）。

適用於Windows Server 2016的NVMe 9.7或更新版本支援NVMe / FC ONTAP 。

請注意、Broadcom啟動器可透過相同的32G FC介面卡連接埠、同時處理NVMe/FC和FCP流量。對於FCP和FC/NVMe、請使用MSDSM做為Microsoft多重路徑I/O（MPIO）選項。

請參閱 ["Hardware Universe"](#) 以取得支援的FC介面卡和控制器清單。如需支援的組態與版本最新清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 和 ["Amazon FSX for ONTAP S1"](#)。

已知限制

不支援ONTAP Windows容錯移轉叢集（WFC）搭配使用不支援使用NVMe / FC、因為ONTAP 目前不支援使用NVMe / FC的持續保留。



Broadcom為Windows NVMe / FC提供的外部驅動程式並非真正的NVMe / FC驅動程式、而是轉譯式SCSI非NVMe驅動程式。這種轉譯負荷並不一定會影響效能、但確實會抵消NVMe / FC的效能優勢。因此、在Windows伺服器上、NVMe / FC和FCP的效能是一樣的、這與其他作業系統（例如Linux）不同、因為NVMe / FC的效能明顯優於FCP。

在Windows啟動器主機上啟用NVMe/FC

請遵循下列步驟、在Windows啟動器主機上啟用FC/NVMe：

步驟

1. 在Windows主機上安裝OneCommand Manager公用程式。
2. 在每個HBA啟動器連接埠上、設定下列HBA驅動程式參數：
 - 啟用NVMe = 1
 - NVMEMode = 0
 - LemTransferSize=1
3. 重新啟動主機。

在Windows中設定適用於NVMe / FC的Broadcom FC介面卡

在Windows環境中使用適用於FC/NVMe的Broadcom介面卡時、每個主機匯流排介面卡（HBA）連接埠都會產生一個「hostnqn」。「hostnqn」格式如下。

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

在Windows主機上啟用NVMe裝置的MPIO

1. 安裝 "[Windows主機公用程式套件7.1](#)" 設定FC和NVMe通用的驅動程式參數。
2. 開啟MPIO內容。
3. 從*探索多重路徑*索引標籤、新增NVMe所列的裝置ID。

MPIO會感知NVMe裝置、這些裝置可在磁碟管理下看到。

4. 打開* Disk Management（磁碟管理）、然後移至 Disk Properties（磁碟內容）*。
5. 在「* MPIO」索引標籤中、按一下「Details *」。
6. 設定下列MSDSM設定：
 - PathVerifiedPeriod:* 10*
 - PathVerifyEnabled:* Enabled*
 - 重試計數：* 6 *
 - 重試時間間隔：* 1*
 - PDORemovedPeriod:* 130*
7. 選擇MPIO Policy * Round Robin with Subscal*。

8. 變更登錄值：

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. 重新啟動主機。

NVMe組態現在已在Windows主機上完成。

驗證NVMe/FC

1. 驗證連接埠類型是否為FC+NVMe。

啟用NVMe之後、您應該看到「連接埠類型」列示為「+FC+NVMe +」、如下所示。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. 驗證是否已探索到NVMe/FC子系統。

「NVMe清單」命令會列出NVMe / FC探索到的子系統。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
```

```
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                   : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID              : 0x0180
Model Number               : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version           : FFFFFFFF
Total Capacity             : Not Available
Unallocated Capacity       : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
```

```
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                   : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID              : 0x0181
Model Number               : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version           : FFFFFFFF
Total Capacity             : Not Available
Unallocated Capacity       : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. 驗證是否已建立命名空間。

「+nNVMe清單-ns +」命令會列出指定NVMe目標的命名空間、列出連接至主機的命名空間。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

適用於Windows Server 2012 R2 ONTAP 的NVMe / FC主機組態搭配使用

您可以使用 ONTAP 做為目標、在執行 Windows Server 2012 R2 的主機上設定 NVMe over Fibre Channel (NVMe / FC) 。

適用於Windows Server 2012的NVMe 9.7或更新版本支援NVMe / FC ONTAP 。

請注意、Broadcom啟動器可透過相同的32G FC介面卡連接埠、同時處理NVMe/FC和FCP流量。對於FCP和FC/NVMe、請使用MSDSM做為Microsoft多重路徑I/O (MPIO) 選項。

請參閱 ["Hardware Universe"](#) 以取得支援的FC介面卡和控制器清單。如需支援的組態與版本最新清單、請參閱 ["NetApp 互通性對照表"](#)。



您可以使用本文所提供的組態設定來設定連線至的雲端用戶端 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 和 ["Amazon FSX for ONTAP S1"](#)。

已知限制

不支援ONTAP Windows容錯移轉叢集 (WFC) 搭配使用不支援使用NVMe / FC、因為ONTAP 目前不支援使用NVMe / FC的持續保留。



Broadcom為Windows NVMe / FC提供的外部驅動程式並非真正的NVMe / FC驅動程式、而是轉譯式SCSI非NVMe驅動程式。這種轉譯負荷並不一定會影響效能、但確實會抵消NVMe / FC的效能優勢。因此、在Windows伺服器上、NVMe / FC和FCP的效能是一樣的、這與其他作業系統（例如Linux）不同、因為NVMe / FC的效能明顯優於FCP。

在Windows啟動器主機上啟用NVMe/FC

請遵循下列步驟、在Windows啟動器主機上啟用FC/NVMe：

步驟

1. 在Windows主機上安裝OneCommand Manager公用程式。
2. 在每個HBA啟動器連接埠上、設定下列HBA驅動程式參數：
 - 啟用NVMe = 1
 - NVMEMode = 0
 - LemTransferSize=1
3. 重新啟動主機。

在Windows中設定適用於NVMe / FC的Broadcom FC介面卡

在Windows環境中使用適用於FC/NVMe的Broadcom介面卡時、每個主機匯流排介面卡（HBA）連接埠都會產生一個「hostnqn」。「hostnqn」格式如下。

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

在Windows主機上啟用NVMe裝置的MPIO

1. 安裝 "[Windows主機公用程式套件7.1](#)" 設定FC和NVMe通用的驅動程式參數。
2. 開啟MPIO內容。
3. 從*探索多重路徑*索引標籤、新增NVMe所列的裝置ID。

MPIO會感知NVMe裝置、這些裝置可在磁碟管理下看到。

4. 打開* Disk Management（磁碟管理）、然後移至 Disk Properties（磁碟內容）*。
5. 在「* MPIO」索引標籤中、按一下「Details *」。
6. 設定下列MSDSM設定：
 - PathVerifiedPeriod:* 10*
 - PathVerifyEnabled:* Enabled*
 - 重試計數：* 6 *
 - 重試時間間隔：* 1*
 - PDORemovedPeriod:* 130*
7. 選擇MPIO Policy * Round Robin with Subscal*。

8. 變更登錄值：

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. 重新啟動主機。

NVMe組態現在已在Windows主機上完成。

驗證NVMe/FC

1. 驗證連接埠類型是否為FC+NVMe。

啟用NVMe之後、您應該看到「連接埠類型」列示為「+FC+NVMe +」、如下所示。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

2. 驗證是否已探索到NVMe/FC子系統。

「NVMe清單」命令會列出NVMe / FC探索到的子系統。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0180
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0181
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.
```

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. 驗證是否已建立命名空間。

「+nNVMe清單-ns +」命令會列出指定NVMe目標的命名空間、列出連接至主機的命名空間。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

疑難排解

針對 RHEL、OL 和 SLES 主機的任何 NVMe 故障進行疑難排解之前、請先確認您執行的組態符合互通性對照表工具（IMT）規格、然後繼續後續步驟、以偵錯任何主機端問題。



疑難排解指示不適用於 AIX、Windows 和 ESXi 主機。

啟用詳細記錄

如果您的組態有問題、詳細記錄可提供疑難排解的必要資訊。

設定 Qlogic（qla2xxx）詳細記錄的程序與設定 lpfc 詳細記錄的程序不同。

lpfc

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
```

qla2xxx

NVMe / FC 沒有類似於的特定 qla2xxx 記錄 lpfc 驅動程式：請改為設定一般 qla2xxx 記錄層級。

步驟

1. 將「ql2xextend_error_logging=x1e400000」值附加至對應的「modf探測qla2xxx conf」檔案。
2. 執行 dracut -f 命令、然後重新啟動主機。
3. 重新開機後、請確認已啟用詳細資訊記錄：

```
# cat /etc/modprobe.d/qla2xxx.conf
```

輸出範例：

```
options qla2xxx ql2xnvmeeenable=1
ql2xextended_error_logging=0x1e400000
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xextended_error_logging
507510784
```

常見的NVMe-CLI錯誤和因應措施

顯示的錯誤 nvme-cli 期間 nvme discover、nvme connect、或 `nvme connect-all 作業與因應措施如下表所示：

錯誤訊息	可能原因	因應措施
「寫入/dev/NVMe架構失敗：無效的引數」	語法不正確	請確認您使用的語法正確 nvme discover、nvme connect、和 `nvme connect-all 命令。

錯誤訊息	可能原因	因應措施
「寫入/dev/NVMe架構失敗：沒有這類檔案或目錄」	例如、多個問題可能會觸發這種情況、例如為NVMe命令提供錯誤的引數是常見原因之一。	<ul style="list-style-type: none"> • 確認您已將正確的引數（例如、正確的WWNN字串、WWPN字串等）傳遞給命令。 • 如果引數正確、但您仍看到此錯誤、請檢查是否有 <code>/sys/class/scsi_host/host*/nvme_info</code> 命令輸出正確、NVMe啟動器顯示為 `Enabled` 和 NVMe / FC 目標LIF會正確顯示在遠端連接埠區段下方。範例： <div data-bbox="810 449 1461 1646" data-label="Text"> <pre># cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec9d WWNN x20000090fae0ec9d DID x012000 ONLINE NVME RPORT WWPN x200b00a098c80f09 WWNN x200a00a098c80f09 DID x010601 TARGET DISCSRV ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 00000000000000006 Cmpl 00000000000000006 FCP: Rd 00000000000000071 Wr 00000000000000005 IO 00000000000000031 Cmpl 000000000000000a6 Outstanding 00000000000000001 NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec9e WWNN x20000090fae0ec9e DID x012400 ONLINE NVME RPORT WWPN x200900a098c80f09 WWNN x200800a098c80f09 DID x010301 TARGET DISCSRV ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 00000000000000006 Cmpl 00000000000000006 FCP: Rd 00000000000000073 Wr 00000000000000005 IO 00000000000000031 Cmpl 000000000000000a8 Outstanding 00000000000000001</pre> </div> • 如果目標生命量未如上述所示顯示於 <code>nvme_info</code> 命令輸出、請檢查 <code>/var/log/messages</code> 和 <code>dmesg</code> 針對任何可疑的NVMe/FC故障、提供命令輸出、並據此報告或修正。

錯誤訊息	可能原因	因應措施
「沒有要擷取的探索記錄項目」	一般在下列情況下觀察 /etc/nvme/hostnqn 字串尚未新增至NetApp陣列上的對應子系統、或是不正確 hostnqn 字串已新增至各自的子系統。	確認正確無誤 /etc/nvme/hostnqn 字串會新增至NetApp陣列上的對應子系統（請使用 <code>vserver nvme subsystem host show</code> 命令）。
「寫入/dev/NVMe架構失敗：作業已在進行中」	觀察控制器關聯或指定作業已建立或正在建立的過程。這可能是上述安裝之自動連線指令碼的一部分。	無。請嘗試執行 <code>nvme discover</code> 一段時間後再次命令。適用於 <code>nvme connect</code> 和 <code>connect-all</code> 、執行 <code>nvme list</code> 命令來驗證命名空間裝置是否已建立並顯示在主機上。

何時聯絡技術支援

如果您仍面臨問題、請收集下列檔案和命令輸出及聯絡人 ["NetApp支援"](#) 進一步分類：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
/var/log/messages
dmesg
nvme discover output as in:
nvme discover --transport=fc --traddr=nn-0x200a00a098c80f09:pn
-0x200b00a098c80f09 --host-traddr=nn-0x20000090fae0ec9d:pn
-0x10000090fae0ec9d
nvme list
nvme list-subsys /dev/nvmeXnY
```

版權資訊

Copyright © 2024 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。