

FAMILIA DE ALMACENAMIENTO VMAX ALL FLASH

Descripción general detallada



RESUMEN

Los recientes avances de ingeniería en la tecnología flash con mayor densidad, verticalidad y de varias capas de celdas han conducido al desarrollo de discos flash de mayor capacidad de varios terabytes. La incorporación de estos discos flash de mayor capacidad ha acelerado en gran medida el punto de inflexión donde los discos flash tienen una rentabilidad equivalente a la de los discos duros tradicionales, ya que funcionan como los medios de almacenamiento primario para las aplicaciones empresariales en el centro de datos. Los ingenieros de Dell EMC anticiparon este punto de inflexión y ahora tienen el agrado de presentar la familia VMAX® All Flash. Este informe técnico proporciona al lector una descripción general detallada de la familia VMAX All Flash, ya que proporciona detalles sobre la teoría de operación, la presentación y las características únicas que lo convierten en un producto de almacenamiento todo flash de primer nivel para el centro de datos moderno.

Septiembre de 2016

La información de esta publicación se proporciona "tal cual". EMC Corporation no se hace responsable ni ofrece garantía de ningún tipo con respecto a la información de esta publicación y específicamente renuncia a toda garantía implícita de comerciabilidad o capacidad para un propósito determinado.

El uso, la copia y la distribución de cualquier software de EMC descrito en esta publicación requieren la licencia de software correspondiente.

EMC², EMC y el logotipo de EMC son marcas registradas o marcas comerciales de EMC Corporation en los Estados Unidos y en otros países. Todas las demás marcas comerciales incluidas/utilizadas en este documento pertenecen a sus respectivos propietarios.
© Copyright 2016 EMC Corporation. Todos los derechos reservados. Publicado en México. 09/16, informe técnico, número de referencia H14920.1

EMC considera que la información de este documento es precisa en el momento de su publicación. La información está sujeta a cambios sin previo aviso.

EMC ahora forma parte del grupo de empresas de Dell.

ÍNDICE

RESUMEN	5
PÚBLICO AL QUE VA DIRIGIDO	5
FAMILIA VMAX ALL FLASH	5
Antecedentes	5
Presentación de los arreglos VMAX All Flash	5
Descripción general del sistema VMAX All Flash.....	7
Una arquitectura de componentes modulares básicos	7
Descripción general del brick.....	7
Motores de brick	8
Configuraciones principales de CPU del motor Brick	8
Configuraciones de la caché del motor Brick	9
Gabinetes de arreglos de unidades de brick (DAE)	9
DAE de V-Brick del modelo VMAX 250F	9
DAE de brick de los modelos VMAX 450F y VMAX 850F	10
Notas importantes sobre la capacidad del DAE de brick para VMAX All Flash.....	11
OPTIMIZACIÓN DE FLASH EN VMAX ALL FLASH	11
Algoritmos de almacenamiento en caché y arquitectura de caché de VMAX All Flash.....	12
Nociones básicas de la resistencia de las celdas flash.....	12
Reducción de la amplificación de escritura de VMAX All Flash	12
Aumento del rendimiento flash con FlashBoost	13
HYPERMAX OS	13
SERVICIOS DE DATOS DE VMAX ALL FLASH	13
Replicación remota con SRDF	13
Replicación local con TimeFinder SnapVX	14
Consolidación del almacenamiento de bloques y de archivos usando eNAS	14
Administración integrada (Unisphere for VMAX integrada).....	15
VMAX ALL FLASH: ALTA DISPONIBILIDAD Y RESISTENCIA	15
CONFIGURACIONES DE VMAX ALL FLASH PARA SISTEMAS ABIERTOS	16
Configuraciones del sistema V-Brick de sistemas abiertos para el VMAX 250F	16
Configuración del sistema V-Brick de sistemas abiertos para el VMAX 450F y para el VMAX 850F	17
Opciones de conectividad de front-end del V-Brick de sistemas abiertos	18
Presentación de software para VMAX All Flash de sistema abierto	20
VMAX ALL FLASH PARA MAINFRAME	21
Configuraciones del sistema zBrick de mainframe para el VMAX 450F y el VMAX 850F.....	21
Opciones de conectividad de front-end del zBrick de mainframe	22
Presentación de software VMAX All Flash para mainframe.....	24

RESUMEN 24

REFERENCIAS..... 24

RESUMEN

En 2016, se alcanzó un punto de inflexión en el cual el almacenamiento flash tiene ahora una densidad y una rentabilidad equivalentes a las de los medios de disco duro (HDD) giratorios tradicionales. Este punto de inflexión ha cambiado fundamentalmente el panorama de almacenamiento de datos en el centro de datos empresarial. Para satisfacer las exigencias del ambiente de almacenamiento empresarial todo flash, Dell EMC se complace en brindar una nueva oferta todo flash denominada familia VMAX All Flash.

La familia VMAX All Flash expande la conversación en el espacio todo flash para incluir la resistencia de misión crítica, los servicios de datos empresariales nativos y de confianza, y la consolidación de cargas de trabajo más allá del almacenamiento de bloques. VMAX All Flash se distingue de los otros competidores en el espacio de almacenamiento flash empresarial, ya que proporciona a los clientes lo siguiente:

- Una arquitectura confiable que ofrece una disponibilidad inigualable de seis nueves para requisitos de almacenamiento flash de nivel empresarial
- Los servicios de datos más confiables del sector, incluidos SRDF y TimeFinder SnapVX, que son los máximos estándares para las tecnologías de replicación remota y local
- Densidad de flash inigualable por placa para piso falso con cargas de trabajo de bloques y de archivos que coexisten dentro del mismo sistema

Cuando de planificación, pedidos y administración se trata, VMAX All Flash ofrece simplicidad inigualable para los clientes. Hay tres modelos VMAX All Flash: VMAX 250F, VMAX 450F y VMAX 850F. Los clientes pueden realizar un escalamiento vertical y un escalamiento horizontal utilizando una arquitectura modular simple. Cada modelo VMAX All Flash se puede pedir con un paquete de software previamente empaquetado: el paquete de entrada "F", o el paquete "FX", el cual es más amplio. Todos los modelos VMAX All Flash vienen en versión estándar con Unisphere for VMAX integrada para una administración y un monitoreo del almacenamiento más fácil y simple. Además, VMAX All Flash ofrece simplicidad inigualable en cuanto al mantenimiento y otorgamiento de licencias, lo que ayuda a disminuir considerablemente el costo total de propiedad (TCO) del producto para el cliente.

La familia VMAX All Flash verdaderamente ha cambiado el panorama del centro de datos empresarial. Los beneficios y componentes principales de este producto revolucionario se analizarán en detalle en las siguientes secciones de este documento.

PÚBLICO AL QUE VA DIRIGIDO

Este informe técnico está destinado a los clientes y posibles clientes de Dell EMC, al personal de servicio al cliente y ventas de Dell EMC, a los partners y a cualquier persona interesada en comprender mejor el arreglo de almacenamiento VMAX All Flash y sus características.

Familia VMAX All Flash

Antecedentes

Los requisitos de rendimiento del almacenamiento y de capacidad de almacenamiento empresarial han aumentado considerablemente en los últimos años con la necesidad de brindar compatibilidad a millones de dispositivos virtuales y máquinas virtuales. A pesar de que los medios de discos giratorios tradicionales aún pueden satisfacer los requisitos de capacidad de almacenamiento, tienen dificultades para cumplir con los requisitos de rendimiento (que ahora se mide en millones de IOPS) para estos ambientes.

Hasta hace poco, el sector estuvo en un dilema, dado que la rentabilidad de los almacenamientos todo flash era aún prohibitiva; sin embargo, los avances recientes en tecnología flash, específicamente en el desarrollo de arquitecturas NAND de trampa de carga, de 3 bits y verticales, han generado un avance en la capacidad y rentabilidad del almacenamiento flash. Este avance ha acelerado en gran medida el punto de inflexión en el cual el almacenamiento flash tiene la misma rentabilidad de los medios de discos giratorios tradicionales. Actualmente, el lanzamiento de estas unidades nuevas está permitiendo que el centro de datos empresarial cumpla con los requisitos de capacidad y rendimiento de almacenamiento para ambientes altamente virtualizados a precios accesibles.

Presentación de los arreglos VMAX All Flash

A fin de cumplir con los requisitos emergentes del ambiente de almacenamiento empresarial, Dell EMC se complace en presentar una nueva oferta todo flash denominada VMAX All Flash. VMAX All Flash ofrecerá tres modelos base diferentes: VMAX 250F, VMAX 450F y VMAX 850F. Los arreglos VMAX All Flash tienen en su base HYPERMAX OS y Dynamic Virtual Matrix Architecture de confianza; sin

embargo, se diferencian de los arreglos híbridos VMAX por ser realmente arreglos todo flash. Los productos VMAX están diseñados específicamente para cumplir con los requisitos de rendimiento y capacidad de almacenamiento del centro de datos empresarial todo flash. Los productos VMAX All Flash son ofertas todo flash enriquecidas que cuentan con funcionalidades específicas diseñadas para aprovechar los nuevos discos flash de mayor capacidad utilizados en la configuración más densa posible. Los arreglos VMAX All Flash ofrecen a los clientes empresariales los servicios de datos confiables de VMAX, la simplicidad, la capacidad y el rendimiento mejorados que exigen sus ambientes altamente virtualizados, al mismo tiempo que satisfacen los aspectos económicos de las cargas de trabajo de almacenamiento más tradicionales.

La línea de productos VMAX All Flash ha sido diseñada para cumplir con los siguientes objetivos de diseño clave:

- **Rendimiento:** independientemente de la carga de trabajo y de la utilización de la capacidad de almacenamiento, VMAX All Flash está diseñado para proporcionar un alto rendimiento predecible de manera coherente para el centro de datos empresarial y ofrecer hasta 4 millones de IOPS con una latencia inferior a 0.5 ms a un ancho de banda de 150 Gb/s.
- **Alta disponibilidad y resistencia:** VMAX All Flash está diseñado con una arquitectura confiable que no soporta puntos únicos de falla y tiene una trayectoria de disponibilidad comprobada de seis nueves. La capacidad de uso de SRDF brinda a los clientes opciones completas de replicación de múltiples sitios para lograr una recuperación ante desastres y un reinicio rápido.
- **Compresión en línea:** la compresión es una función que ahorra espacio y está diseñada para permitir que HYPERMAX OS administre la capacidad de la manera más eficiente posible. La compresión se realiza mediante HYPERMAX OS dentro del sistema y utiliza múltiples rangos de compresión a fin de lograr el promedio de 2:1 para el sistema.
- **Migración no disruptiva (NDM):** la NDM está diseñada para ayudar a automatizar el proceso de migración de hosts y aplicaciones a un arreglo VMAX All Flash nuevo sin tiempo muerto en absoluto.
- **Mejoras en la resistencia del disco flash:** VMAX All Flash tiene funcionalidades únicas para minimizar significativamente la amplificación de escritura en los discos flash. Emplea grandes cantidades de caché para almacenar las escrituras y, a continuación, utiliza algoritmos inteligentes de desmontaje para fusionar las escrituras en una operación de escritura secuencial más grande, minimizando la cantidad de I/O de escritura aleatoria al back-end. VMAX All Flash también emplea algoritmos comprobados de agrupamiento de escrituras que reducen considerablemente la cantidad de I/O de escritura al back-end.
- **Densidad de flash:** mediante los discos flash de alta capacidad, VMAX All Flash ofrecerá las IOPS, los TB y las placas para piso falso más altos del sector. El soporte de VMAX All Flash para discos flash de alta capacidad proporciona una funcionalidad diferenciada en comparación con muchas de las alternativas todo flash. Permite al sistema aprovechar los aumentos en las densidades del disco flash, las economías de escala y el tiempo de ingreso al mercado rápido, proporcionados por los proveedores para la tecnología de disco flash estándar del sector.
- **Escalabilidad:** las configuraciones de VMAX All Flash están diseñadas con componentes modulares básicos llamados "bricks". Un Brick incluye un motor y dos DAE de unidades preconfigurados con una capacidad útil inicial total. La capacidad del Brick se puede escalar verticalmente en incrementos específicos de capacidad útil denominados paquetes de capacidad flash.
- **Servicios de datos:** soporte completo para los estándares de oro del sector en la replicación remota con SRDF y en la replicación local con TimeFinder SnapVX. VMAX All Flash también tendrá una integración total con Dell EMC AppSync para simplificar la administración de replicación local de las aplicaciones críticas.
- **Consolidación:** los VMAX All Flash son los únicos productos de almacenamiento todo flash en el sector que pueden consolidar almacenamientos de bloques y archivos de sistema abierto en una única placa para piso falso. VMAX All Flash es compatible con muchas opciones de conectividad front-end, incluidos Fibre Channel, iSCSI y FICON para mainframe.
- **Presentación optimizada:** la familia VMAX All Flash brindará opciones de paquetes "F" y "FX". La diferencia entre los modelos se relaciona específicamente con la presentación de software simplificada en gran medida para la línea de productos VMAX All Flash. Siempre se hará referencia a los modelos base de VMAX All Flash como VMAX 250F, 450F y 850F. El modelo base "F" ofrecerá una presentación de software de nivel de entrada que incluirá funciones tales como Unisphere incorporada; mientras que el "FX" incluye la presentación del "F" de nivel de entrada, además de las ofertas de software más avanzadas, como SRDF.
- **Facilidad de administración:** Unisphere for VMAX integrada se proporciona en ambos paquetes, el F y el FX. La interfaz de administración intuitiva Unisphere for VMAX permite a los administradores de TI maximizar la productividad reduciendo considerablemente el tiempo necesario para aprovisionar, administrar y monitorear los recursos de almacenamiento de VMAX All Flash. El hecho de que Unisphere for VMAX se integre dentro de VMAX All Flash permite esta simplicidad de administración sin necesidad de hardware o servidores adicionales. El paquete FX también incluye Unisphere 360, que proporciona a los administradores de almacenamiento la capacidad de ver informes de estado a nivel del sitio para cada VMAX en el centro de datos y también de coordinar el cumplimiento de normas respecto de los niveles de código y de otros requisitos de mantenimiento de la infraestructura.

Descripción general del sistema VMAX All Flash

VMAX All Flash está diseñado para admitir la configuración de flash más densa posible. El soporte de VMAX All Flash para discos flash de alta capacidad proporciona una funcionalidad diferenciada en comparación con muchas de las alternativas todo flash. Permite a VMAX All Flash aprovechar los aumentos en las densidades del disco flash, las economías de escala y el tiempo de ingreso al mercado más rápido, proporcionados por los proveedores para la tecnología de discos flash estándares del sector.

El cambio a discos flash de mayor capacidad proporciona una alternativa atractiva para los arreglos híbridos en términos de costos de adquisición y del costo total de propiedad general. Otras ventajas de VMAX All Flash, como mayor rendimiento, latencia predecible, mayor densidad, menos alimentación y enfriamiento, y reducción del reemplazo de unidades, acelerarán la implementación de los sistemas de almacenamiento VMAX basados en todo flash en el futuro.

Una arquitectura de componentes modulares básicos

VMAX All Flash emplea una presentación simplificada del software basado en dispositivos y una configuración modular de componentes modulares básicos para reducir la complejidad y facilitar así la configuración e implementación. Esta arquitectura le permite escalar para brindar un alto rendimiento predecible donde sea necesario. Estos componentes básicos se denominan “bricks”.

Existen dos tipos de bricks disponibles para VMAX All Flash:

- El **V-Brick**, el cual es compatible con configuraciones de sistema abierto con conectividad Fibre Channel o iSCSI y con el formato de dispositivo FBA.
- El **zBrick**, el cual es compatible con configuraciones de mainframe con conectividad FICON y con el formato de dispositivo CKD.

Nota: En este documento, se utilizará el término “brick” cuando se analicen las características y funciones que se aplican tanto al V-Brick como al zBrick. El zBrick se analizará más detalladamente en la parte de compatibilidad con mainframe de VMAX All Flash de este documento.

Descripción general del brick

El elemento principal de VMAX All Flash es el brick. Cada brick tiene los siguientes componentes:

- Un motor con Dynamic Virtual Matrix Architecture que ejecuta HYPERMAX OS
- Hardware completamente redundante con múltiples fuentes de alimentación y los fabrics de interconexión
 - Arquitectura sin puntos únicos de falla
 - Disponibilidad comprobada de seis nueves
- 2 gabinetes de arreglos de discos (DAE) con slots para unidades de 2.5 in
 - El VMAX 250F cuenta con 2 unidades de 2.5 in de 25 slots; el VMAX 450F y el 850F cuentan con 2 unidades de 2.5 in de 120 slots
 - La configuración de Starter Brick de VMAX All Flash tiene una cantidad fija de capacidad útil
 - Se agrega capacidad adicional de almacenamiento de V-Brick en incrementos definidos denominados “paquetes de capacidad flash”, mientras que se agrega capacidad adicional de almacenamiento de zBrick en incrementos definidos denominados “paquetes de zCapacity”
- Hasta 32 puertos de conectividad de front-end
- Hasta 2 TB de caché por brick

La siguiente tabla detalla las diversas especificaciones de brick del modelo VMAX All Flash:

Tabla 1. Especificaciones de brick por modelo VMAX All Flash

Componente	Especificación	VMAX 250F	VMAX 450F	VMAX 850F
Diseño del sistema	Espacio de placa para piso falso requerido	1	De 1 a 2	De 1 a 4
Procesamiento	Cant. de bricks por sistema	De 1 a 2	De 1 a 4	De 1 a 8
	Compatibilidad con zBrick de mainframe	No	Sí	Sí
	Cantidad máxima de cores por sistema	96	128	384
Caché	Opciones de caché por brick	512 GB, 1 TB y 2 TB	1 TB y 2 TB	
	Compatibilidad con caché mixta	Sí	No	No
Puertos y módulos	Cant. máxima de módulos de FE por V-Brick	8 (32 puertos FE en total por V-Brick)	6 (24 puertos FE en total por V-Brick)	

	Cant. máxima de módulos de FE por zBrick	N/D	6 (24 puertos FICON en total por zBrick) (1)	
	Cant. máxima de puertos FE por sistema	64	96	192
Unidades y capacidad	Cant. y tipo de DAE de brick	Dos de 25 slots, 2.5 in (DAE25)	Dos de 120 slots, 2.5 in	
	Cant. máxima de unidades por sistema	100	960	1,920
	Capacidad real máxima de sistemas abiertos por sistema (1)	1 PBe	2 PBe	4 PBe
	Capacidad útil máxima de mainframe por sistema (2)	N/D	800 TBu	1.7 PBU
	Capacidad útil de Starter Brick	11 TBu	53 TBu	
	Tamaño de incremento de paquete de capacidad flash	11 TBu	13 TBu	
	Opciones de RAID	RAID 5 (3+1), RAID 6 (6+2)	RAID 5 (7+1), RAID 6 (14+2)	
	Tamaños compatibles de discos flash V-Brick	960 GB, 1.92 TB, 3.84 TB, 7.68 TB, 15.36 TB	960 GB, 1.92 TB, 3.84 TB	
	Tamaños compatibles de discos flash zBrick	N/D	960 GB, 1.92 TB, 3.84 TB	

- (1) El zBrick predeterminado incluye 2 módulos FICON. Se pueden solicitar módulos FICON adicionales a pedido.
- (2) Dell EMC utiliza PBU (y TBu) para definir la capacidad de almacenamiento útil en ausencia de la compresión; es decir, hace referencia a la cantidad de almacenamiento físico proporcionado. Dell EMC usa PBe (y TBe) para definir la capacidad de almacenamiento real en presencia de la compresión;
- (a) es decir, si un cliente tiene 50 TBu de almacenamiento físico y se puede comprimir a 2:1, entonces tiene 100 TBe (almacenamiento real).

El concepto de brick le permite a VMAX All Flash un “escalamiento vertical” y un “escalamiento horizontal”. Los clientes pueden escalar verticalmente mediante la adición de paquetes de capacidad flash. Cada uno de estos paquetes tiene un múltiplo de 13 TBu de almacenamiento útil para los modelos VMAX 450F y VMAX 850F, y 11 TBu para el modelo VMAX 250F. VMAX All Flash escala horizontalmente mediante la agregación de dos bricks para el VMAX 250F y ocho bricks para el VMAX 450F y 850F, como máximo, en un solo sistema con recursos de conectividad, procesamiento y capacidad totalmente compartidos. El escalamiento horizontal de un sistema VMAX All Flash mediante la agregación de bricks adicionales produce una mejora del rendimiento lineal y predecible, independientemente de la carga de trabajo.

Motores Brick

El motor Brick es la unidad central de procesamiento de I/O, diseñada de manera redundante para garantizar una alta disponibilidad. Consta de directores redundantes, cada uno de los cuales contiene CPU multi-core, módulos de memoria e interfaces de conexión a módulos de I/O universales, como módulos de I/O front-end, back-end, InfiniBand y flash.

La base del motor Brick es la Dynamic Virtual Matrix Architecture de confianza. Fundamentalmente, la matriz virtual permite la comunicación entre directores a través de fabrics redundantes de InfiniBand internos. El fabric de InfiniBand proporciona una base para un componente principal de gran ancho de banda que es altamente escalable, de extrema baja latencia y esencial para un arreglo todo flash. Esta funcionalidad también es fundamental para permitir que el concepto de brick escale vertical y horizontalmente de la manera en que lo hace.

Configuraciones principales de CPU del motor Brick

Cada motor Brick tiene dos directores, y cada director tiene sockets de CPU dobles compatibles con los procesadores Intel multi-core y multiproceso. En la siguiente tabla, se detalla el diseño principal de CPU del motor para cada modelo VMAX All Flash:

Tabla 2. Cores de CPU del motor Brick por cada modelo VMAX All Flash

Modelo de VMAX All Flash	Tipo de CPU del motor	Cores por director	Cores por brick	Cant. máx. de cores por sistema
250F (solo V-Brick)	Doble procesador Intel Broadwell de 12 cores	24	48	96 (máx. de 2 bricks)

450F	Doble procesador Intel Ivy Bridge de 8 cores	16	32	128 (máx. de 4 bricks)
850F	Doble procesador Intel Ivy Bridge de 12 cores	24	48	384 (máx. de 8 bricks)

El motor Brick utiliza un mecanismo de agrupamiento de cores en pools que puede balancear dinámicamente la carga de los cores, distribuyéndolos al front-end, al back-end y a los servicios de datos (como SRDF, eNAS y la administración integrada) que se ejecutan en el motor. Los pools de cores se pueden ajustar dinámicamente para cambiar la preferencia de los pools en cualquier momento a cargas de trabajo front-end o back-end intensas, a fin de optimizar aún más la solución para un caso de uso específico.

Además de poder ajustar dinámicamente los pools de cores, los arreglos VMAX All Flash tienen la funcionalidad de implementar una calidad de servicio (QoS) avanzada, como configurar la cantidad máxima de IOPS para un grupo de almacenamiento en particular. Esto es extremadamente útil en la correcta administración del consumo principal del sistema, de modo que un host o una máquina virtual “ruidosa” no utilicen en demasía los recursos del sistema. QoS ayuda a garantizar que todas las máquinas virtuales y todos los hosts conectados reciban una cantidad de recursos distribuida equitativamente para brindar el máximo rendimiento posible en términos de IOPS y de rendimiento.

Configuraciones de la caché del motor Brick

Cada director de brick tiene 16 slots de memoria que pueden equiparse con 32 GB y con DIMM DDR4 de 64 GB para lograr hasta 1 TB de caché por director (un máximo de 2 TB de caché por motor Brick).

Tabla 3. Configuración de la caché del motor Brick por modelo de VMAX All Flash

Modelo de VMAX All Flash	Caché por brick	Máx. de caché por sistema
250F (solo V-Brick)	512 GB, 1 TB, 2 TB	4 TB (máx. de 2 bricks)
450F	1 TB o 2 TB	8 TB (máx. de 4 bricks)
850F	1 TB o 2 TB	16 TB (máx. de 8 bricks)

Para los modelos VMAX All Flash 250F de brick doble, el sistema puede usar motores con diferentes tamaños de caché (memoria mixta). Por ejemplo, la caché para el motor en el brick A puede ser de 1 TB, mientras que la caché para el motor del brick B puede ser de 512 TB. Esto generaría un tamaño de caché total del sistema de 1.5 TB. La diferencia en los tamaños de la caché entre los motores debe ser un tamaño de la capacidad mayor o menor. En la siguiente tabla, se muestran las configuraciones válidas de memorias mixtas para VMAX 250F:

Tabla 4. Configuraciones de tamaños de la caché mixta del motor de VMAX 250F

Configuración de la memoria mixta	Tamaño más pequeño de la caché del motor	Tamaño más grande de la caché del motor	Caché total del sistema
Configuración 1	512 GB	1 TB	1.5 TB
Configuración 2	1 TB	2 TB	3 TB

Nota: Los modelos VMAX 450F y 850F no son compatibles con los tamaños de caché mixta entre motores. En estos sistemas, el tamaño de caché entre los motores debe ser igual.

La familia VMAX All Flash es compatible con el particionamiento dinámico de caché (DCP) en los motores del sistema. DCP es una función de QoS que permite el bloqueo de cantidades específicas de caché para ambientes particulares, como “producción” desde “desarrollo”. Otro ejemplo sería la separación de recursos de la caché para los “datos en archivos” desde “datos en bloques” en los sistemas que utilizan servicios de eNAS. Poder bloquear y aislar los recursos de la caché es un activador clave para ambientes de múltiples grupos de usuarios.

Gabinetes de arreglos de unidades de brick (DAE)

DAE de V-Brick del modelo VMAX 250F

Para el VMAX 250F, cada brick viene con 2 DAE de carga frontal de 2 U, de unidades de 2.5 in y 25 slots, con una capacidad inicial preconfigurada de 11 TBu que puede usar la protección de RAID 5 (3+1) o de RAID 6 (6+2). El DAE de VMAX 250F es compatible con la conectividad de discos SAS de 12 Gb/s y requiere discos flash SAS de 12 Gb/s. Los discos flash que utilizan la conectividad de

discos SAS de 6 Gb/s no son compatibles con el VMAX 250F. El DAE del VMAX 250F tiene slots de unidades con puertos dobles y zonas de alimentación dobles para brindar alta disponibilidad.

Figura 1. DAE de V-Brick completamente equipado del VMAX 250F



Al sistema VMAX 250F se agrega la capacidad adicional de escalamiento vertical mediante incrementos de 11 TBu denominados paquetes de capacidad flash. Esto genera un escalamiento vertical de hasta un máximo de capacidad real de 500 TBe por brick. Un VMAX 250F de doble brick puede escalar hasta un 1 PBe de capacidad total usando medio rack (20 U) dentro de un espacio físico único de placas para piso falso.

DAE de brick de los modelos VMAX 450F y VMAX 850F

Para el VMAX 450F y el VMAX 850F, cada brick viene con 2 DAE de cajones de 3 U, de unidades de 2.5 in y 120 slots, con una capacidad inicial preconfigurada de 53 TBu que puede usar la protección de RAID 5 (7+1) o de RAID 6 (14+2). Cada DAE de brick del VMAX 450F y del VMAX 850F usa slots de unidades con puertos dobles y cuatro zonas de alimentación independientes para eliminar cualquier punto único de falla. El diseño del DAE de brick del VMAX 450F y del VMAX 850F se muestra en el siguiente diagrama:

Figura 2. Diseño del DAE de brick del VMAX 450F y del VMAX 850F: slots de unidades y zonas de alimentación



Se agrega al sistema capacidad de escalamiento vertical adicional en incrementos de múltiplos de 13 TBu denominados “paquetes de capacidad flash” para los V-Bricks y “paquetes de zCapacity” para los zBricks. El concepto de paquete de capacidad permite un crecimiento considerable de la capacidad interna durante la vida útil de los arreglos VMAX 450F y VMAX 850F, especialmente cuando se utilizan discos flash de mayor capacidad. Cada uno de estos sistemas, VMAX 450F y VMAX 850F, puede comenzar con tan solo 53 TBu de capacidad y luego escalar hasta 500 TBu de capacidad útil utilizando solo un motor de caché de 2 TB. La capacidad adicional puede agregarse en los slots vacíos de los DAE. Esto facilita la expansión, dado que no es necesario agregar DAE

adicionales a la bahía de sistema. Cuando se implementa una bahía de sistema de dos bricks para VMAX 450F o VMAX 850F con motores de 2 TB de caché y utilizando la compresión (2:1), un cliente puede tener hasta 1 PBe de capacidad flash real en una sola placa para piso falso y, a la vez, utilizar solo 500 TB del almacenamiento físico. Si se utiliza un promedio de compresión de 2:1, el sistema VMAX 450F puede escalar hasta 2 PBe y el sistema VMAX 850F puede escalar hasta 4 PBe.

Figura 3. DAE de brick de VMAX 450F y 850F completamente equipado



Notas importantes sobre la capacidad del DAE de brick para VMAX All Flash

- Los arreglos VMAX All Flash utilizarán un solo esquema de protección RAID para todo el sistema. El esquema de protección específico se determina mediante la capacidad útil inicial del sistema. Todas las adiciones de brick y de capacidad posteriores usarán el mismo esquema de protección RAID que la capacidad útil inicial (53 TBu para el VMAX 450F y el VMAX 850F, y 11 TBu para el VMAX 250F), independientemente del tamaño de la unidad utilizada por el paquete de capacidad flash adicional.
- La capacidad direccionable de VMAX All Flash, el espacio disponible para I/O de host, se rige según la cantidad de caché total en el sistema. Por lo general, 1 TB de caché del motor de V-Brick puede admitir hasta 250 TB de almacenamiento direccionable por host del sistema abierto; mientras que 1 TB de caché del motor de zBrick puede admitir hasta 100 TB de almacenamiento direccionable por host de mainframe. Esto se vuelve importante cuando se trata de dimensionar correctamente un sistema VMAX All Flash con compresión. Por ejemplo, si un cliente requiere 1 PBe de almacenamiento direccionable comprimido en una relación de 2:1, esto significa que el sistema requerirá 4 TB de caché del sistema y 500 TB de almacenamiento físico.
- Varios tamaños de discos flash pueden coexistir dentro del DAE de brick para VMAX 250F, VMAX 450F y VMAX 850F.
- Los grupos RAID de brick se distribuyen en ambos DAE.
- VMAX All Flash ofrecerá el nivel de servicio “Diamante” para el almacenamiento interno y el nivel de servicio “Optimizado” para el almacenamiento de discos externos como el arreglo de nube.
- Los requisitos de las unidades de repuesto se calculan con 1 repuesto por cada 50 unidades de un tipo determinado, según el motor.
- Los DAE de brick de mainframe serán compatibles con discos flash de 960 GB, de 1.92 TB y de 3.84 TB.

OPTIMIZACIÓN DE FLASH EN VMAX ALL FLASH

Los sistemas de almacenamiento todo flash demandan los niveles más altos de rendimiento y resistencia de las plataformas de almacenamiento empresarial con las que son compatibles. La base de un verdadero arreglo todo flash es una arquitectura que puede aprovechar al máximo el rendimiento agregado de los discos flash modernos de alta densidad, y al mismo tiempo maximizar sus vidas útiles. VMAX All Flash tiene varias funciones incorporadas en la arquitectura del producto diseñado específicamente para maximizar el rendimiento de discos flash y su longevidad. Esta sección analizará estas funciones en detalle.

Algoritmos de almacenamiento en caché y arquitectura de caché de VMAX All Flash

La familia VMAX se crea a partir de una arquitectura basada en una caché DRAM muy grande y de alta velocidad, impulsada por algoritmos altamente complejos y optimizados. Estos algoritmos aceleran el acceso a los datos evitando el acceso físico al back-end, siempre que sea posible.

Dell EMC ha dedicado muchos años al desarrollo y a la optimización de los algoritmos de almacenamiento en caché. Los algoritmos de caché de VMAX optimizan las lecturas y escrituras para maximizar las I/O que se gestionan desde la caché y minimizar el acceso a los discos flash de back-end. El sistema también llega lejos en su intento por predecir qué datos pueden ser necesarios en el futuro para las aplicaciones mediante la localización de un I/O de referencia. Estos datos se extraen también en la memoria caché.

Algunas de las técnicas utilizadas por los algoritmos de caché a fin de minimizar el acceso al disco son las siguientes:

- El total de la escrituras del host se almacenan en la caché;
- Más del 50 % de las lecturas se almacenan en la caché;
- Los datos recientes se conservan en la caché durante períodos prolongados, dado que son los datos con más probabilidades de que se soliciten nuevamente.
 - Los algoritmos inteligentes se desmontan de manera secuencial.

Nociones básicas de la resistencia de las celdas flash

La administración de la caché de escritura es esencial para mejorar el rendimiento, pero también es la parte clave de cómo VMAX All Flash ayuda a ampliar la resistencia de los discos flash. La resistencia y la longevidad de los discos flash se ven afectadas principalmente por las escrituras, en especial por las escrituras aleatorias de bloques pequeños. Hacer una escritura en una celda flash requiere que primero se borren de esta todos los datos antiguos y, a continuación, que se programe con los datos nuevos. Este proceso se denomina Program and Erase Cycle (P/E Cycle). Cada celda flash tiene una cantidad limitada de P/E Cycle que puede soportar antes de desgastarse (de que ya no pueda conservar los datos). Las celdas flash más modernas pueden soportar varios miles de P/E Cycle.

Una de las peculiaridades de la tecnología flash es que las escrituras se distribuyan en una página de flash (por lo general, los tamaños se expresan en KB); sin embargo, antes de la operación de escritura, deben borrarse los datos existentes en todo el bloque de flash (por lo general, los tamaños se expresan en MB) donde se ubica la página. Antes de eliminar la página, el chip de la controladora flash encuentra una ubicación vacía (borrada) en la unidad y copia (escribe) cualquier dato existente desde la página a esa ubicación. Debido a la manera en la que flash escribe los datos, una simple escritura de 4 KB desde un host podría generar que esa cantidad de datos se escriba varias veces y de manera interna en la unidad, y ocasionar que el P/E Cycle se realice en una gran cantidad de celdas. Este efecto de multiplicación de la escritura se denomina “amplificación de la escritura” y es perjudicial para la resistencia de la celda flash. Este efecto es incluso más dramático con cargas de trabajo de escritura aleatoria de bloques pequeños. En esta situación, una gran cantidad de escrituras aleatorias de bloques pequeños tiende a esparcirse a través de la unidad, afectando a un número aún mayor de celdas e invocando procesos de P/E Cycle en un área de celdas mucho más grande. La amplificación de escritura no es tan significativa con escrituras secuenciales más grandes, ya que estos datos se escriben local y secuencialmente en un solo bloque de flash, lo cual permite una mejor alineación con los tamaños de página de flash y limita el proceso de P/E Cycle a un área más pequeña.

Reducción de la amplificación de escritura de VMAX All Flash

La amplificación de escritura debe ser mitigada y controlada adecuadamente a fin de garantizar la longevidad de los dispositivos flash, dado que la amplificación de escritura no controlada es el motivo principal del desgaste prematuro del almacenamiento flash. El control de la amplificación de escritura de celdas flash es una de las mayores fortalezas de VMAX All Flash y lo que lo distingue de los arreglos flash de la competencia. Además de los algoritmos inteligentes de almacenamiento en caché que mantienen los datos en caché el mayor tiempo posible, VMAX All Flash emplea métodos adicionales para minimizar la cantidad de escrituras en la memoria flash. Los métodos que utiliza son los siguientes:

- Agrupamiento de escrituras: el agrupamiento de escrituras evita las I/O de disco innecesarias cuando los hosts reescriben en un rango de direcciones en particular. Estos datos reescritos simplemente se reemplazan en la caché y nunca se escriben en el disco flash. El agrupamiento de escrituras puede reducir las escrituras a los discos flash en hasta un 50 %.
- Fusión de escrituras: la fusión de escrituras une pequeñas escrituras aleatorias subsiguientes de diferentes momentos en una escritura secuencial de gran tamaño. Estas escrituras más grandes a los discos flash se alinean mucho mejor con los tamaños de página dentro del propio disco flash. Mediante la fusión de escrituras, VMAX All Flash puede tomar una carga de trabajo altamente aleatoria de I/O de un host de escritura y hacer que aparezca como una carga de trabajo de escritura secuencial para los discos flash.
- Funcionalidad vinculada de destino No-copy de TimeFinder SnapVX: TimeFinder SnapVX proporciona instantáneas de un punto en el tiempo de muy bajo impacto (uso eficiente del espacio) para los volúmenes de origen. Por lo general, cuando un usuario desea desvincular el volumen de destino de una instantánea, como suele hacerse cuando se configura un ambiente de desarrollo, la operación de desvinculación podría requerir una copia completa de volumen del volumen de origen al de destino, a fin de utilizar este último después de que se desvinculen. Esto también produciría un gran aumento del uso de la capacidad de back-end con una gran cantidad de operaciones de escritura en las unidades de back-end. SnapVX elimina este requisito, ya que es posible acceder a la imagen de un punto en el tiempo aún después de desvincular el volumen de

destino no-copy. Esto evita que los dispositivos flash de back-end deban lidiar con una gran cantidad de actividad de escritura.

- Análítica avanzada sobre el desgaste: VMAX All Flash también incluye una analítica avanzada sobre el desgaste de la unidad, optimizada para discos flash de gran capacidad, a fin de garantizar que las escrituras se distribuyan en todo el pool de flash para balancear la carga y evitar las escrituras excesivas y el desgaste de unidades en particular. Esto no solo ayuda a administrar los discos flash en los pools de almacenamiento, sino que facilita el agregado y rebalanceo de almacenamiento adicional en el sistema.

Todas las técnicas de reducción de amplificación de escritura utilizadas por VMAX All Flash generan una reducción considerable de las escrituras en el back-end, lo cual a su vez aumenta significativamente la longevidad de los discos flash utilizados en el arreglo.

Aumento del rendimiento flash con FlashBoost

Dell EMC siempre busca mejorar el rendimiento en sus productos. Con cada plataforma de hardware y versión de software nuevas, la empresa hace grandes esfuerzos para quitar posibles cuellos de botella que puedan impedir el rendimiento de alguna manera. Una característica que Dell EMC introdujo y que se ha vuelto una parte estándar de HYPERMAX OS es "FlashBoost". FlashBoost maximiza la eficiencia de HYPERMAX OS respondiendo a las solicitudes de lectura directamente desde los discos flash de back-end. Este enfoque elimina los pasos requeridos para procesar las I/O a través de la caché global y reduce la latencia para las operaciones de lectura, en especial para los discos flash. Los clientes con cargas de trabajo que residen en flash y que presentan gran cantidad de errores de lectura pueden ver un rendimiento de IOPS hasta un 100 % mayor.

HYPERMAX OS

Los motores VMAX All Flash aprovechan el HYPERMAX OS comprobado y de confianza. Combina la alta disponibilidad, la administración de la I/O, la calidad de servicio, la validación de la integridad de los datos, la transferencia de datos y la seguridad de datos comprobados y líderes en el sector con una plataforma de aplicaciones de código abierto. HYPERMAX OS incluye el primer hipervisor de almacenamiento no disruptivo en tiempo real que administra y protege los servicios incorporados mediante la extensión de la alta disponibilidad a servicios que tradicionalmente se ejecutarían de manera externa al arreglo. La función más importante de HYPERMAX OS consiste en administrar las operaciones principales que se realizan en el arreglo, tales como:

- Procesamiento de I/O desde los hosts
- Implementación de protección RAID
- Optimización del rendimiento, permitiendo el acceso directo a los recursos de hardware
- Administración y monitoreo del sistema
- Implementación de servicios de datos que incluyen la replicación remota y local

SERVICIOS DE DATOS DE VMAX ALL FLASH

La línea de productos VMAX All Flash incluye los mejores servicios de datos en su clase. En VMAX, los servicios de datos son procesos que ayudan a proteger, administrar y transferir los datos del cliente en el arreglo. Estos servicios se ejecutan de manera nativa y están integrados dentro del VMAX mediante el hipervisor HYPERMAX OS para proporcionar una capa de abstracción de recursos. Esto permite a los servicios de datos compartir recursos en pools (cores de CPU, caché y ancho de banda) dentro del arreglo mismo. Esto permite optimizar el rendimiento en todo el sistema y también reducir la complejidad en el ambiente, dado que los recursos (caché del sistema, cores de CPU y los dispositivos externos) no necesitan estar dedicados.

Algunos de los servicios de datos más solicitados que ofrecerá la línea de productos de VMAX All Flash son los siguientes:

- Replicación remota con SRDF
- Replicación local con TimeFinder SnapVX
- NAS integrado (eNAS)
- eManagement: Unisphere for VMAX integrada

Replicación remota con SRDF

SRDF es quizás el servicio de datos más popular en el centro de datos empresarial, ya que se considera un estándar de oro para la replicación remota. Hasta un 70 % de las empresas de la lista Fortune 500 que ejecutan VMAX usan esta herramienta para replicar sus datos importantes a centros de datos geográficamente dispersos en todo el mundo. SRDF ofrece a los clientes la capacidad de replicar decenas de miles de volúmenes a un máximo de cuatro ubicaciones diferentes a nivel global.

VMAX All Flash ejecuta una versión mejorada de SRDF específica para los casos de uso todo flash. Esta versión utiliza técnicas multi-core y de multiproceso para mejorar el rendimiento; y algoritmos importantes de agrupamiento de escrituras para reducir los requisitos de ancho de banda de la replicación, junto con las escrituras de back-end de los arreglos de origen y destino a discos flash.

Hay tres variantes principales de SRDF entre las que un cliente puede elegir:

- (1) SRDF síncrono (SRDF/S): SRDF/S ofrece espejado remoto sin pérdida de datos entre centros de datos separados por hasta 60 millas (100 km).

- (2) SRDF asíncrono (SRDF/A): SRDF/A ofrece replicación remota asíncrona de datos entre los centros de datos a una distancia de hasta 8,000 millas (12,875 km). SRDF/A puede utilizarse para admitir de tres a cuatro topologías de sitio, según lo requieren las aplicaciones de mayor misión crítica en el mundo.
- (3) SRDF/Metro: SRDF/Metro ofrece alta disponibilidad activo-activo para el acceso a datos sin interrupciones y movilidad de la carga de trabajo dentro de un centro de datos o entre centros de datos separados por hasta 60 millas. SRDF/Metro permite la agrupación en clústeres de los arreglos de almacenamiento, lo que genera incluso más movilidad de datos, resistencia y agilidad. SRDF/Metro permite el acceso de hosts o de clústeres de host a los LUN que se replican entre dos sitios diferentes. Los hosts pueden ver ambas vistas de los LUN replicados Metro (R1 y R2), pero aparece ante el SO del host como si fuese el mismo LUN. Luego, el host puede escribir simultáneamente tanto en el dispositivo R1 como en el R2. Este caso de uso representa la recuperación automatizada y la conmutación por error transparente de las aplicaciones, y por lo tanto evita todos los escenarios de recuperación a la vez. Otras características clave de SRDF Metro son las siguientes:
 - Proporciona acceso simultáneo de los LUN/grupos de almacenamiento para un acceso a datos sin interrupción y una mayor disponibilidad a grandes distancias
 - Ofrece una movilidad de datos más simple y transparente
 - Es compatible con la agrupación en clústeres extendida, lo cual es ideal para ambientes Microsoft y VMware

El software SRDF se incluye en el paquete de software FX de VMAX All Flash, y no posee una licencia basada en la capacidad. Puede pedirse de manera personalizada como complemento para el paquete de software F. Cualquier hardware necesario para admitir SRDF se debe adquirir por separado.

Replicación local con TimeFinder SnapVX

Todos los arreglos VMAX All Flash vienen de manera estándar con el servicio de datos de replicación local TimeFinder SnapVX, ya que se incluye como parte del paquete F. SnapVX proporciona instantáneas y clones de muy bajo impacto para los LUN de VMAX. SnapVX admite hasta 256 instantáneas por volumen de origen y hasta 16 millones de instantáneas por arreglo. Los usuarios pueden asignar nombres para identificar sus instantáneas, y tienen la opción de configurar fechas de vencimiento automáticas en cada instantánea.

SnapVX proporciona la capacidad de administrar copias en un punto en el tiempo coherentes para los grupos de almacenamiento con una sola operación. Se pueden vincular hasta 1,024 volúmenes de destino por volumen de origen, lo que proporciona acceso de lectura/escritura como clones de copias completas o punteros.

La replicación local con SnapVX comienza con la mayor eficacia posible mediante la creación de una instantánea, una estructura basada en punteros que conserva una vista en un punto en el tiempo de un volumen de origen. Las instantáneas no requieren volúmenes de destino, comparten asignaciones de back-end con el volumen de origen y con otras instantáneas del volumen de origen, y solo consumen espacio adicional cuando se modifica el volumen de origen. Un volumen de origen único puede tener hasta 256 instantáneas.

A cada instantánea se le asigna un nombre definido por el usuario y se le puede asignar opcionalmente una fecha de vencimiento; ambos pueden modificarse posteriormente. Las interfaces de administración nuevas proporcionan al usuario la capacidad de tomar una instantánea de un Grupo de almacenamiento entero con un solo comando.

Es posible acceder a una instantánea de un punto en el tiempo mediante su vinculación con un volumen de host accesible, denominado de destino. Los volúmenes de destino son LUN estándares delgados. Se pueden vincular hasta 1,024 volúmenes de destino a las instantáneas de un volumen de origen único. Este límite puede alcanzarse mediante la vinculación de los 1,024 volúmenes de destino a la misma instantánea desde el volumen de origen, o mediante la vinculación de varios volúmenes de destino a varias instantáneas desde el mismo volumen de origen. No obstante, un volumen de destino solo se puede vincular a una sola instantánea a la vez.

De manera predeterminada, los destinos están vinculados en el modo no-copy. Esta funcionalidad vinculada de destino no-copy reduce en gran medida la cantidad de escrituras a los discos flash de back-end, ya que esto elimina el requisito de llevar a cabo una copia completa del volumen de origen durante la operación de desvinculación a fin de utilizar el volumen de destino para la I/O del host. Esto evita que los dispositivos flash de back-end tengan que lidiar con una gran cantidad de actividad de escritura durante la operación de desvinculación, y reduce aún más la posible amplificación de escritura en el arreglo VMAX All Flash.

Consolidación del almacenamiento de bloques y de archivos usando eNAS

El servicio de datos de NAS integrado (eNAS) amplía el valor de VMAX All Flash al almacenamiento de archivos, permitiendo a los clientes aprovechar funcionalidades empresariales vitales, incluido el rendimiento de nivel de flash para el almacenamiento de bloques y de archivos, además de simplificar la administración y de reducir los costos de implementación hasta en un 33 %. VMAX All Flash, junto con el servicio de datos eNAS, se convierte en una plataforma unificada de bloques y archivos, utilizando una solución NAS transaccional de múltiples controladores diseñada para los clientes que requieren hiperconsolidación para el almacenamiento de bloques (el caso de uso tradicional de VMAX) combinada con el almacenamiento, de capacidad moderada y de alto rendimiento, de archivos en ambientes de misión crítica. Los casos de uso más frecuentes de eNAS incluyen la ejecución de Oracle® en NFS, VMware® en NFS, Microsoft® SQL en SMB 3.0, directorios principales y la consolidación de Windows Server.

El NAS integrado (eNAS) utiliza el hipervisor proporcionado en HYPERMAX OS para crear y ejecutar un conjunto de máquinas virtuales dentro del arreglo VMAX All Flash. Estas máquinas virtuales alojan dos elementos principales de eNAS: Control Stations y administradores de transferencia de datos de software. Las Control Stations y los administradores de transferencia de datos integrados

tienen acceso a los pools de recursos compartidos del sistema, de modo que pueden consumir uniformemente los recursos de VMAX All Flash para un mejor rendimiento y una mayor capacidad.

Además del rendimiento y la consolidación, a continuación se mencionan algunos de los beneficios que VMAX All Flash, junto con eNAS, puede proporcionarle a un cliente:

- Escalabilidad: sirve con facilidad a más de 6,000 conexiones de SMB activas
- Sistema de archivos de registro de metadatos, ideal para un ambiente todo flash
- Replicación remota asíncrona en el nivel de archivos integrada con File Replicator
- Integración con SRDF/S
- Pequeña superficie de ataque: no vulnerable a los virus destinados a los sistemas operativos de uso general

El servicio de datos eNAS se incluye en el paquete de software FX. Puede pedirse de manera personalizada como complemento adicional para el paquete de software F. Todo el hardware requerido para admitir eNAS en el VMAX All Flash se debe adquirir por separado.

Administración integrada (Unisphere for VMAX integrada)

Los clientes de VMAX All Flash pueden aprovechar la administración simplificada del arreglo mediante Unisphere for VMAX integrada. Unisphere for VMAX es una interfaz de administración intuitiva que permite a los administradores de TI maximizar la productividad de los recursos humanos reduciendo significativamente el tiempo necesario para aprovisionar, administrar y monitorear los recursos de almacenamiento de VMAX All Flash.

Unisphere integrada permite a los clientes simplificar la administración, reducir los costos y aumentar la disponibilidad mediante la ejecución del software de administración VMAX All Flash directamente en el arreglo. La administración integrada se configura de fábrica a fin de garantizar el tiempo mínimo de configuración en el sitio. La funcionalidad se ejecuta como un contenedor dentro del hipervisor de HYPERMAX OS, lo que elimina la necesidad de que el cliente asigne su propio equipo para administrar sus arreglos. Además de Unisphere, otros elementos clave del servicio de datos de eManagement incluyen el software de administración de SMI-S, Solutions Enabler y Database Storage Analyzer.

Unisphere for VMAX satisface los requisitos clave de simplificación, flexibilidad y automatización necesarios para acelerar la transformación hacia el centro de datos todo flash. Para los clientes que crean y eliminan configuraciones completas de almacenamiento con frecuencia, Unisphere for VMAX facilita aún más la reconfiguración del arreglo mediante la reducción de los pasos necesarios para eliminar y replanificar volúmenes. Con VMAX All Flash, el aprovisionamiento de almacenamiento a un host o máquina virtual se realiza con un proceso simple de cuatro pasos utilizando el nivel de servicio de almacenamiento de clase Diamante predeterminado. Esto garantiza que todas las aplicaciones recibirán tiempos de respuesta inferiores a un milisegundo. Con Unisphere for VMAX, el cliente puede establecer una configuración SRDF de múltiples sitios en cuestión de minutos.

Unisphere integrada es una excelente manera de administrar un único arreglo VMAX All Flash; sin embargo, para los clientes que requieren un panel de vista más amplio de todo su centro de datos, Dell EMC ofrece Unisphere 360. El software de Unisphere 360 agrega y monitorea hasta 200 arreglos VMAX All Flash/VMAX en un solo centro de datos. Esta solución es una excelente opción para clientes que ejecutan arreglos VMAX All Flash con administración incorporada (eManagement) y que buscan formas de obtener más información valiosa de todo su centro de datos. Unisphere 360 proporciona a los administradores de almacenamiento la capacidad de ver informes de estado a nivel del sitio para cada VMAX o de coordinar el cumplimiento de normas respecto de los niveles de código y otros requisitos de mantenimiento de la infraestructura. Los clientes pueden aprovechar la simplificación de la administración de VMAX All Flash, ahora a escala del centro de datos.

Unisphere integrada y Database Storage Analyzer están disponibles con todos los arreglos VMAX All Flash, ya que están incluidos en el paquete de software F. Unisphere 360 se incluye en el paquete de software FX o se puede solicitar a pedido con el paquete de software F. Unisphere 360 no se ejecuta en un ambiente integrado y requerirá hardware de servidor adicional suministrado por el cliente.

VMAX All Flash: Alta disponibilidad y resistencia

Las características de confiabilidad, disponibilidad y capacidad de servicio (RAS) de VMAX All Flash lo convierten en la plataforma ideal para los ambientes que requieren disponibilidad continua. Estos arreglos están diseñados para ofrecer disponibilidad de seis nueves en los ambientes de misión crítica más exigentes. Las características de seguridad, redundancia y disponibilidad de VMAX All Flash se enumeran a continuación:

- Ausencia de un punto de falla: todos los componentes son completamente redundantes para resistir la falla de cualquiera de ellos
- Unidades de reemplazo en sitio (FRU) con capacidad para conectarse en caliente y completamente redundantes para garantizar la reparación sin tener que colocar el sistema fuera de línea
- Opciones de implementación de RAID 5 o RAID 6 para proporcionar el mayor nivel de protección, según lo desee
- Caché espejeada, donde las copias de las entradas de caché se distribuyen para maximizar la disponibilidad
- Monitoreo de la resistencia del disco flash con HYPERMAX OS: la naturaleza de los discos flash es que se puede escribir en sus celdas flash NAND una cantidad limitada de veces. Esto se conoce como resistencia del disco flash, y el firmware de la unidad lo informa como el "porcentaje de vida utilizada". HYPERMAX OS recopila y monitorea regularmente esta información

y la utiliza para alertar al departamento de servicio al cliente de Dell EMC cuando una unidad en particular está por llegar al final de su vida útil

- Transferencia del vault a flash con batería de respaldo para permitir la descarga de la caché a flash y el apagado ordenado para lograr la protección de datos en caso de que se produzca una falla en la energía
- La replicación remota activa-activa mediante SRDF/Metro con acceso de lectura/escritura al sitio A y el sitio B asegura acceso instantáneo a datos durante una falla del sitio
- Actualizaciones completamente no disruptivas, que incluyen la carga de software de HYPERMAX OS desde actualizaciones pequeñas hasta versiones más importantes
- Monitoreo constante del sistema, notificación “Call Home” y diagnóstico remoto avanzado.
- Cifrado de datos en reposo (D@RE) con administrador de claves RSA® integrado, en conformidad con los estándares FIPS 140-2 para satisfacer los requisitos normativos exigentes
- Codificación de datos T10 de DIF, con extensiones para la protección contra la pérdida de escrituras
- Análisis modal de fallos y efectos (FMEA) detallado durante el diseño de cada componente para garantizar que las condiciones de falla se puedan manejar correctamente
- Capacidad amplia de detección y aislamiento de fallas, lo que permite una detección temprana del desgaste y evita el paso de datos inválidos como válidos
- Servicio definido y con scripts para garantizar el éxito, incluidos el cableado codificado con colores, el posicionamiento de cables, los pasos con scripts y las comprobaciones de parámetros clave en dichos scripts
- Vault de datos de caché todo flash capaz de superar dos fallas clave, lo que garantiza que el sistema se restablezca incluso cuando algo se rompió antes del vault y cuando otro elemento falla al volver del ciclo de apagado y encendido
- Compatibilidad con desplazamientos térmicos con apagado correcto si, por ejemplo, un centro de datos pierde aire acondicionado
- **Protección de datos integrada mediante la rápida restauración y el respaldo de Dell EMC ProtectPoint, que combina los estándares de oro en respaldo con la tecnología de replicación de SRDF líder del sector**

Configuraciones de VMAX All Flash para sistemas abiertos

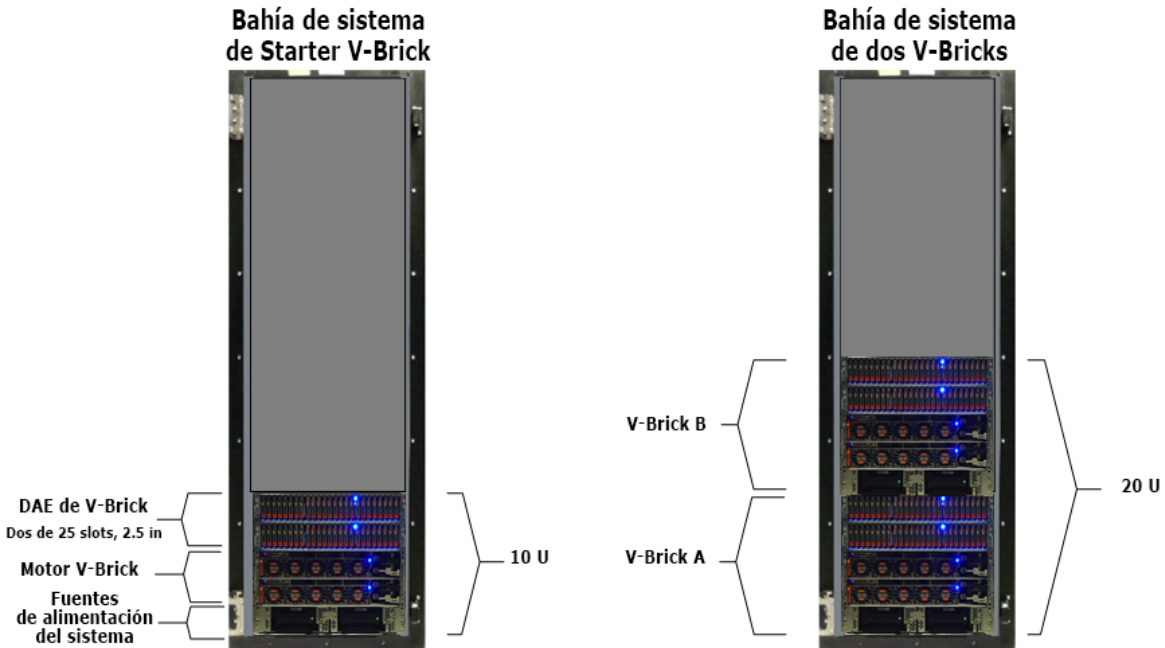
Para las configuraciones de sistemas abiertos, el brick de VMAX All Flash se conoce como “V-Brick”. Cada V-Brick inicial de sistemas abiertos viene preconfigurado de fábrica de Dell EMC con su propia bahía de sistema. Las configuraciones de bahías de sistema de dos motores se utilizan de forma exclusiva, dado que se incorporan V-Bricks adicionales al sistema. De manera opcional, los racks específicos del cliente pueden utilizarse siempre que sean racks estándares de 19 pulgadas NEMA y que cumplan con los estándares de Dell EMC en relación con el acceso a los cables y el enfriamiento.

Configuraciones del sistema V-Brick de sistemas abiertos para el VMAX 250F

Todos los V-Bricks del VMAX 250F incluyen una capacidad base de 11 TBu. La capacidad se brinda a través de tamaños de discos flash de 960 GB, 1.92 TB, 3.84 TB, 7.68 TB y 15.36 TB, y se puede actualizar en paquetes de capacidad flash en incrementos de 11 TBu. Los motores Brick del VMAX 250F contienen 2 directores cada uno con 512 GB, 1 TB o 2 TB de memoria y dos procesadores de 12 cores por director. El VMAX 250F se envía en una configuración de gabinete de dos motores. Un gabinete del sistema VMAX 250F puede escalar horizontalmente para admitir un máximo de 2 V-Bricks completos y 100 unidades por placa para piso falso, lo que genera hasta 1 PBU en solo 20 U de espacio de rack. El espacio de rack restante puede ser ocupado por un sistema VMAX 250F adicional o por el hardware del cliente, como servidores y switches.

El siguiente diagrama muestra la configuración de bahía de sistema Starter V-Brick de VMAX 250F junto con una configuración de bahía de sistema de dos V-Bricks:

Figura 4. Bahía de sistema con dos V-Bricks y configuración de Starter V-Brick del VMAX 250F

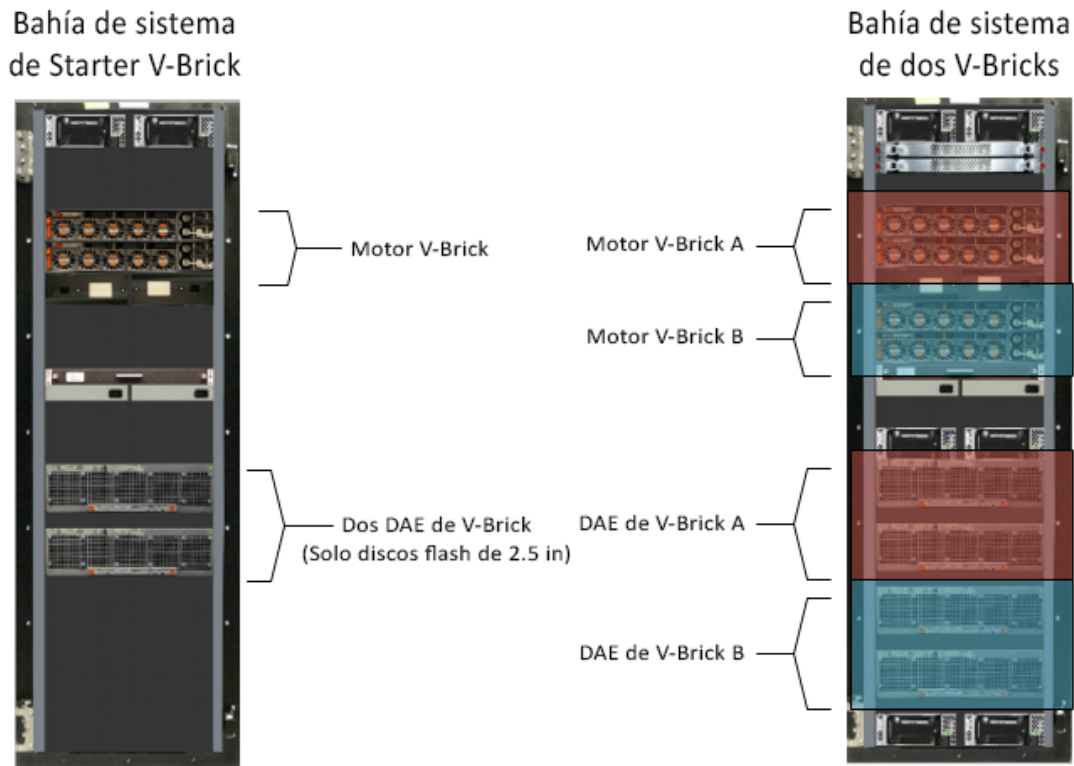


Configuración del sistema V-Brick de sistemas abiertos para el VMAX 450F y para el VMAX 850F

Todas las configuraciones de VMAX 450F/850F de sistemas abiertos también están diseñadas con V-Bricks, que incluyen el procesamiento y una capacidad base de 53 TBu. La capacidad se brinda a través de tamaños de discos flash de 960 GB, 1.92 TB y 3.84 TB, y se puede actualizar en incrementos de paquetes de capacidad flash de 13 TBu. Los motores de 450F y 850F contienen 2 directores cada uno con 1 TB o 2 TB de memoria y con dos procesadores por director (8 cores a 2.6 GHz para el 450F y 12 cores a 2.7 GHz para el 850F) y se envían en gabinetes de dos motores. Un solo gabinete puede admitir hasta 2 V-Bricks completos y 480 unidades por placa para piso falso con hasta 1 PB utilizable por gabinete. El VMAX 450F escala hasta 4 V-Bricks y 2 PBu por sistema, y el 850F hasta 8 V-Bricks y 4 PBu por sistema.

El siguiente diagrama muestra la configuración de bahía de sistema Starter V-Brick de VMAX 450F/850F junto con una configuración de bahía de sistema con dos V-Bricks:

Figura 5. Bahía de sistema con dos V-Bricks y configuración del Starter V-Brick para VMAX 450F/850F



El modelo VMAX 450F puede escalar horizontalmente a cuatro V-Bricks, que requerirían dos bahías de sistema (dos placas para piso falso), mientras que el VMAX 850F puede escalar horizontalmente a ocho V-Bricks, que requerirían cuatro bahías de sistema (cuatro placas para piso falso). Las bahías de sistema se pueden separar hasta 25 metros mediante conectores ópticos.

Opciones de conectividad de front-end del V-Brick de sistemas abiertos

Para el caso de los V-Bricks, se puede acceder a los ventiladores de enfriamiento y a las fuentes de alimentación del motor desde la parte delantera, mientras que a los módulos de I/O, a los módulos de administración y a la Control Station se puede acceder desde la parte posterior. Debido a que la cantidad de módulos universales de I/O usados en el motor V-Brick depende de la funcionalidad requerida por el cliente, algunos slots pueden permanecer sin utilizarse.

Existen múltiples conexiones de front-end del V-Brick compatibles que están disponibles para admitir varios protocolos y velocidades. La siguiente tabla destaca los diferentes módulos de conectividad de front-end disponibles para el V-Brick de VMAX All Flash:

Tabla 5. Módulos de conectividad de front-end del motor V-Brick de sistemas abiertos de VMAX All Flash

Tipo de conectividad	Tipo de módulo	Cantidad de puertos	Combinación con protocolos	Velocidades compatibles (Gb/s)
Fibre Channel	FC de 8 Gb/s	4	SRDF	2/4/8
Fibre Channel	FC de 16 Gb/s	4	SRDF	2/8/16
SRDF	10 GigE	4	iSCSI	10
SRDF	Gigabit Ethernet	2	Ninguno	1
iSCSI	10 GigE	4	SRDF	10
Arreglo de nube (CA)	FC de 8 Gb/s	4	FC, SRDF	2/4/8
eNAS	10 GigE	2	Ninguno	10
eNAS	10 GigE (Cobre)	2	Ninguno	10
Respaldo a cintas de eNAS	FC de 8 Gb/s	4	Ninguno	2/4/8

La cantidad de puertos de front-end del V-Brick escala, según el tipo de protocolo, a un máximo de 32 para el VMAX 250F y de 24 para el VMAX 450F/850F.

En los módulos de I/O Fibre Channel de 8 Gb/s y 16 Gb/s de cuatro puertos, un cliente puede combinar la conectividad de host Fibre Channel y SRDF utilizando diferentes puertos. Lo mismo es válido para el módulo de I/O de 10 GigE de cuatro puertos donde se puede combinar la conectividad iSCSI del host y GigE SRDF utilizando diferentes puertos en el módulo. Un cliente también puede combinar la conectividad Fibre Channel en el arreglo de nube de DELL EMC, junto con la conectividad Fibre Channel del host, y SRDF mediante los módulos Fibre Channel de 8 Gb/s. Los módulos de I/O de GigE destinados para eNAS están dedicados y no se puede usar para ningún otro tipo de conectividad GigE, como iSCSI y SRDF.

En la siguiente tabla, se muestran otros módulos utilizados por el V-Brick:

Tabla 6. Otros módulos del motor V-Brick de sistemas abiertos para VMAX 250F/450F/850F

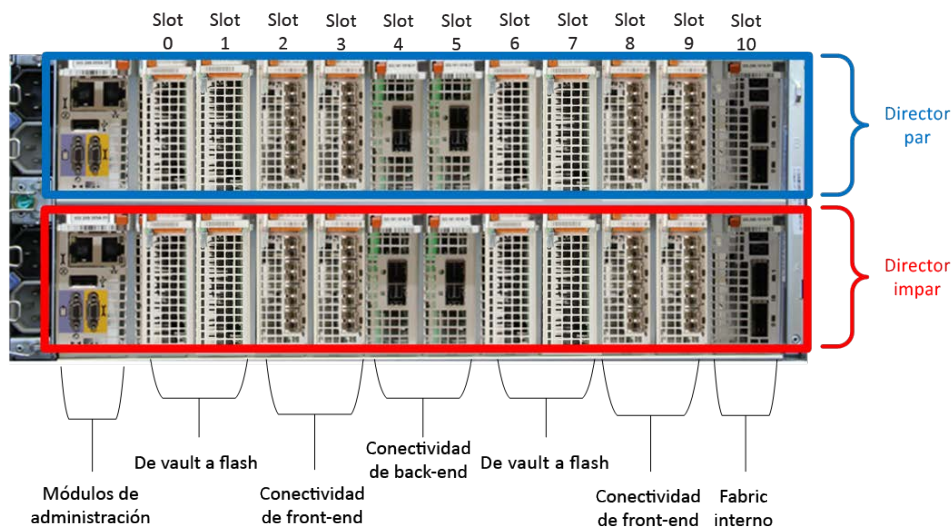
Tipo de módulo	Propósito
De vault a flash	Flash para vault y metadatos (4 de 800 GB para VMAX 450F/850F, 3 de 400 GB o de 800 GB para el VMAX 250F)
Fabric interno	Conexiones de fabric interno InfiniBand
SAS de back-end	Conexión de SAS de back-end a los DAE (12 Gb/s para el VMAX 250F, 6 Gb/s para VMAX 450F/850F)
Compresión	Motor de compresión adaptable (ACE) y compresión de SRDF

El VMAX 250F usará hasta 3 módulos de vault a flash, mientras que los sistemas VMAX 450F y VMAX 850F usan hasta 4 módulos de vault a flash. El módulo flash adicional requerido para los sistemas VMAX 450F y VMAX 850F se debe a las capacidades útiles superiores a las que VMAX 450F y VMAX 850F pueden escalar. Los módulos de vault a flash por lo general ocuparán los slots 0, 1 y 6 en el motor V-Brick VMAX 250F, mientras que los módulos vault a flash por lo general ocuparán los slots 0, 1, 6 y 7 en el motor V-Brick VMAX 450F y VMAX 850F.

Los módulos de compresión ejecutan todas las operaciones para el motor de compresión adaptable (ACE), al igual que la compresión de SRDF para los sistemas VMAX All Flash. Esto genera una descarga de la tarea de compresión por el uso de los ciclos de cores de la CPU del motor. Cada V-Brick utilizará un par de módulos de compresión (uno por cada director de V-Brick). Los módulos de compresión por lo general se encuentran en el slot 7 en el VMAX 250F y en el slot 9 en el VMAX 450F y en el 850F.

La siguiente figura ilustra el diseño típico de un motor V-Brick para el VMAX 250F:

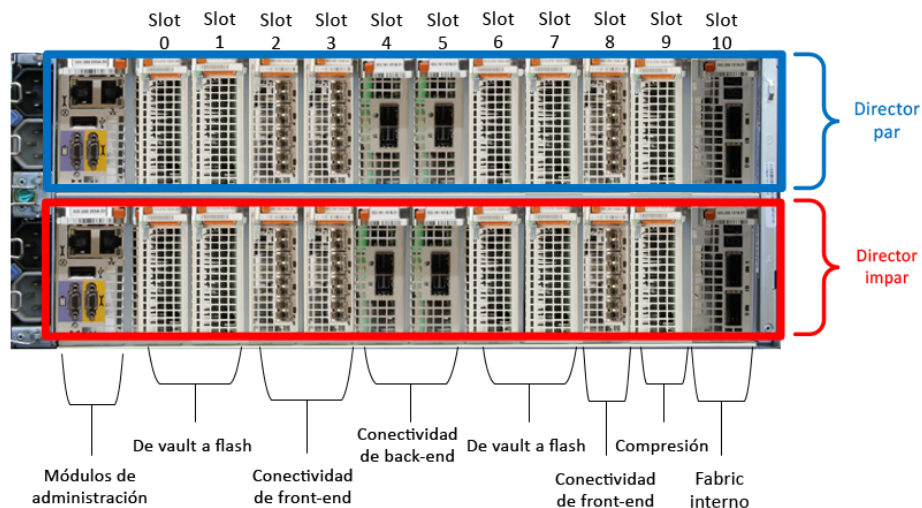
Figura 6. Diseño típico del motor V-Brick para el VMAX 250F



Nota: En el VMAX 250F, el slot 5 se deja vacío (sin usar).

La siguiente figura ilustra el diseño típico de un motor V-Brick para el VMAX 450F y el 850F:

Figura 7. Diseño típico del motor Brick para el VMAX 450F y el 850F



Presentación de software para VMAX All Flash de sistema abierto

A fin de simplificar el proceso de administración y pedido del software, VMAX All Flash ofrecerá dos paquetes de software diferentes para el VMAX 250F, VMAX 450F y VMAX 850F en los ambientes de sistemas abiertos.

La primera opción se conoce como el “paquete F”, que se puede considerar un paquete de inicio. El paquete F incluye HYPERMAX OS, administración integrada, SnapVX y un paquete de inicio de AppSync. Cualquier título de software compatible con VMAX All Flash se puede agregar al paquete F como una incorporación de software a pedido. Los modelos de VMAX All Flash que utilizan el paquete F se conocen como VMAX 250F, VMAX 450F y VMAX 850F.

La segunda opción, el paquete más amplio, se conoce como “el paquete FX”. El paquete FX incluye todo lo que está en el paquete F, además de SRDF/S, SRDF/A, SRDF/STAR, SRDF/Metro, CloudArray Enabler, D@RE, eNAS, Unisphere 360 y la ViPR Suite. El precio del FX incluye un descuento en paquete respecto de la opción F equivalente, la cual posee muchos títulos adicionales que se pueden solicitar a pedido. Los clientes pueden agregar cualquier título compatible con VMAX All Flash al FX a pedido, incluidos ProtectPoint, la suite completa de AppSync y EMC Storage Analytics. Los modelos de VMAX All Flash que utilizan el paquete FX se conocen como VMAX 250FX, VMAX 450FX y VMAX 850FX. En la tabla a continuación se detallan los software que se incluyen en cada paquete de VMAX All Flash:

Tabla 7. Paquetes de software de sistemas abiertos para VMAX All Flash

Función	Paquete F incluido	Paquete F a pedido	Paquete FX incluido	Paquete FX a pedido	Notas
HYPERMAX OS	✓		✓		Incluye herramientas de migración, VVols, QoS (3)
Administración incorporada	✓		✓		Incluye Unisphere for VMAX, Database Storage Analyzer, Solutions Enabler, SMI-S
Replicación local	✓		✓		Incluye TimeFinder SnapVX
Paquete de inicio de AppSync	✓		✓		
Remote Replication Suite (1)		✓	✓		Incluye SRDF/S/A/STAR
SRDF/Metro (1)		✓	✓		
Unisphere 360		✓	✓		
Activador de arreglo de nube (1)		✓	✓		
D@RE (2)		✓	✓		
eNAS (1) (2)		✓	✓		
ViPR Suite		✓	✓		Incluye ViPR Controller y ViPR SRM

ProtectPoint		✓		✓	
PowerPath		✓		✓	
Suite completa de AppSync		✓		✓	
DELL EMC Storage Analytics		✓		✓	

- (1) El paquete FX incluye licencias de software. El hardware requerido necesita pedirse por separado
- (2) Configurado de fábrica. Debe estar activado durante el proceso de pedido
- (3) Incluye los límites de I/O del host

VMAX All Flash para mainframe

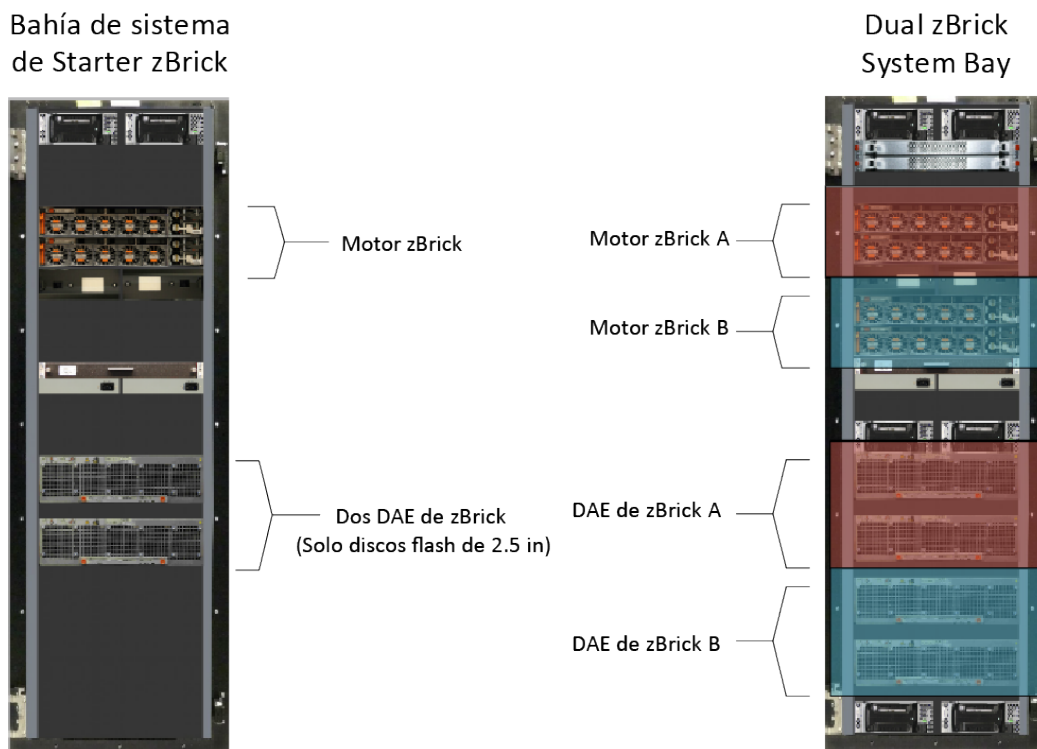
Para las configuraciones de mainframe, el brick de VMAX All Flash se conoce como “zBrick”. Cada zBrick inicial de mainframe viene preconfigurado de fábrica de Dell EMC con su propia bahía de sistema. Las configuraciones de bahías de sistema de dos motores se utilizan de forma exclusiva, dado que se incorporan V-Bricks adicionales al sistema.

VMAX All Flash para mainframe está restringido a los productos VMAX 450F y 850F. Ambos deben ejecutar las cargas de trabajo que sean completamente de mainframe, dado que no se permiten las combinaciones de cargas de trabajo de mainframe y de sistemas abiertos. El VMAX 250F no es compatible con las cargas de trabajo de mainframe.

Configuraciones del sistema zBrick de mainframe para el VMAX 450F y el VMAX 850F

Todos los zBricks de mainframe de VMAX 450F/850F incluyen una capacidad base de 53 TBu. La capacidad se brinda a través de tamaños de discos flash de 960 GB, 1.92 TB y 3.84 TB, y se puede actualizar en incrementos de paquetes de zCapacity de 13 TBu. Los motores de zBrick del 450F y del 850F contienen 2 directores cada uno con 1 TB o 2 TB de memoria y con dos procesadores por director (8 cores a 2.6 GHz para el 450F y 12 cores a 2.7 GHz para el 850F) y se envían en gabinetes de dos motores. Un solo gabinete puede admitir dos zBricks completos y 480 unidades por placa para piso falso con hasta 400 PBU por gabinete. El VMAX 450F escala hasta cuatro zBricks y 800 TBu por sistema y el 850F hasta ocho zBricks y 1.7 PBU por sistema. El zBrick de mainframe no es compatible con el motor de compresión adaptable (ACE), por lo tanto todas las capacidades del sistema se expresan en capacidad útil.

Figura 8. Bahía de sistema con dos zBricks y configuración de Starter zBrick para VMAX 450F/850F



El modelo VMAX 450F puede escalar horizontalmente a cuatro zBricks, que requerirían dos bahías de sistema (dos placas para piso falso), mientras que el VMAX 850F puede escalar horizontalmente a ocho zBricks, que requerirían cuatro bahías de sistema (cuatro placas para piso falso). Las bahías de sistema se pueden separar hasta 25 metros mediante conectores ópticos.

Opciones de conectividad de front-end del zBrick de mainframe

Para el caso de los zBricks, se puede acceder a los ventiladores de enfriamiento y a las fuentes de alimentación del motor desde la parte delantera, mientras que a los módulos de I/O, a los módulos de administración y a la Control Station se puede acceder desde la parte posterior. Debido a que la cantidad de módulos universales de I/O usados en el motor zBrick depende de la funcionalidad requerida por el cliente, algunos slots pueden permanecer sin utilizarse.

El zBrick es compatible con la conectividad de front-end FICON y SRDF. La siguiente tabla destaca los diferentes módulos de conectividad de front-end disponibles para el zBrick de VMAX All Flash:

Tabla 8. Módulos de conectividad de front-end del motor V-Brick de sistemas abiertos de VMAX All Flash

Tipo de conectividad	Tipo de módulo	Cantidad de puertos	Combinación con protocolos	Velocidades compatibles (Gb/s)
FICON	FICON de 16 Gb/s	4	Modo único/múltiple	4/8/16
SRDF	Fibre Channel de 16 Gb/s	4	Ninguno	4/8/16
SRDF	Fibre Channel de 8 Gb/s	4	Ninguno	4/4/8
SRDF	10 GigE	4	Ninguno	10
SRDF	Gigabit Ethernet	2	Ninguno	1

La cantidad de puertos de front-end zBrick escala a un máximo de 32 cuando no se utiliza SRDF. Cuando se utiliza SRDF en la configuración, el módulo de compresión de SRDF toma uno de los slots de front-end en cada director del motor. Esto limita la cantidad de puertos de front-end zBrick disponibles a 24. De forma predeterminada, cada zBrick incluye dos módulos FICON.

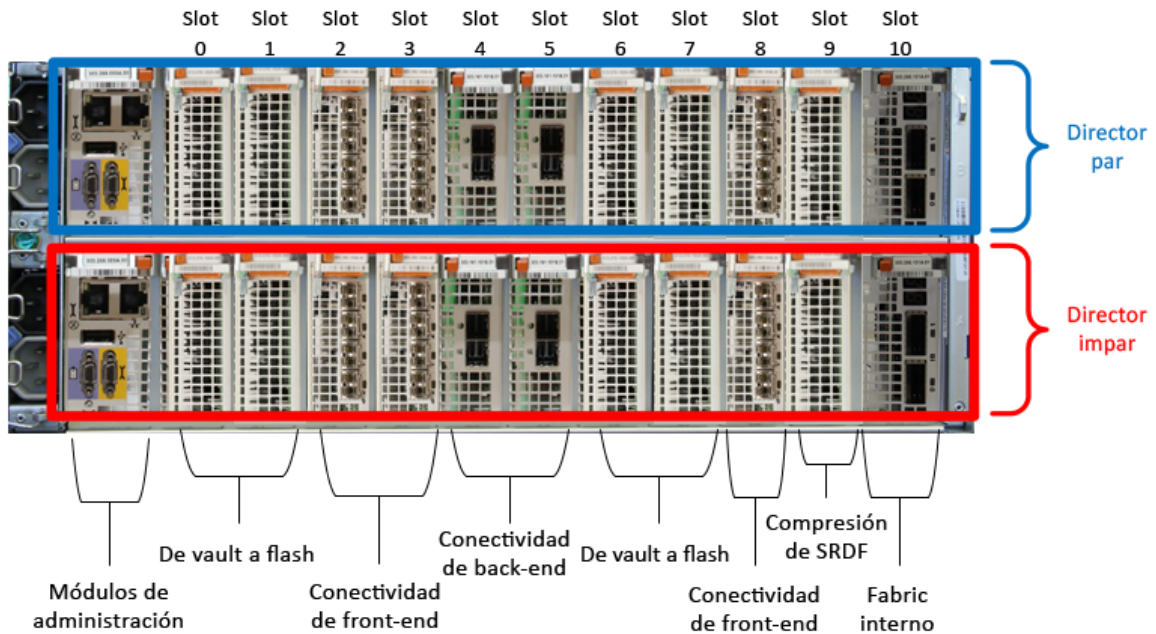
Tabla 9. Otros módulos del motor zBrick de mainframe para VMAX 450F/850F

Tipo de módulo	Propósito
De vault a flash	Flash para vault y metadatos (4 de 800 GB para VMAX 450F/850F)
Fabric interno	Conexiones de fabric interno InfiniBand
SAS de back-end	Conexión de SAS de back-end a los DAE (6 Gb/s para VMAX 450F/850F)
Compresión (opcional)	Solo la compresión de SRDF

Los sistemas VMAX 450F y VMAX 850F utilizan hasta cuatro módulos vault a flash. El módulo flash adicional requerido para los sistemas VMAX 450F y VMAX 850F se debe a las capacidades útiles superiores a las que VMAX 450F y VMAX 850F pueden escalar. Por lo general, los módulos vault a flash ocuparán los slots 0, 1, 6 y 7 en el motor zBrick del VMAX 450F y del VMAX 850F.

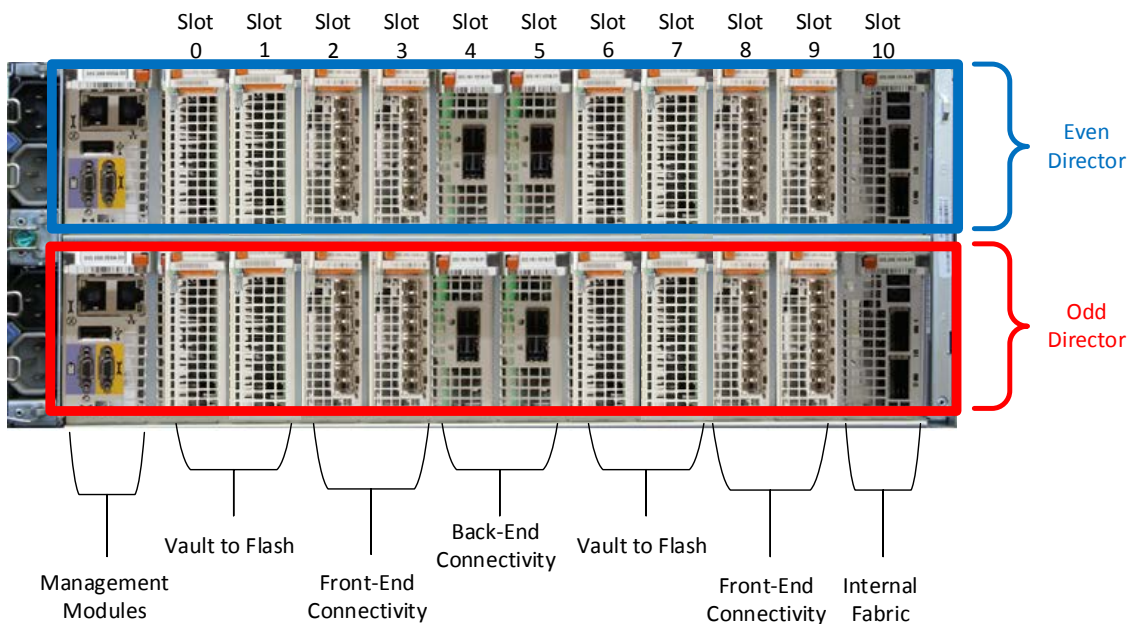
La siguiente figura muestra un motor zBrick típico para VMAX 450F/850F configurado para SRDF:

Figura 9. Diseño de motor zBrick típico para VMAX 450F/850F con SRDF



Cuando se utiliza SRDF en la configuración, cada zBrick utilizará un par de módulos de compresión de SRDF (uno por cada director zBrick). Los módulos de compresión de SRDF por lo general se encuentran en el slot 9 en el VMAX 450F y en el VMAX 850F. Cuando no se utiliza SRDF en la configuración del zBrick, un módulo de front-end puede colocarse en el slot 9 y proporcionar conectividad de front-end adicional. El siguiente diagrama muestra una configuración típica del motor zBrick sin SRDF:

Figura 10. Diseño típico del motor de zBrick sin SRDF para VMAX 450F/850F



Presentación de software VMAX All Flash para mainframe

La compatibilidad del software para mainframe viene en dos paquetes: z/F, el paquete básico y z/FX, un paquete de mayor tamaño y con funciones más avanzadas. Además, es posible solicitar muchas funciones de software para mainframe “a pedido”. Los paquetes son diferentes a los paquetes todo flash estándares y representan las funcionalidades principales utilizadas por el cliente de mainframe. La siguiente tabla destaca la presentación de software VMAX All Flash para mainframe:

Tabla 10. Paquetes de Software VMAX All Flash para mainframe

Función	Paquete zF incluido	Paquete zF a pedido	Paquete zFX incluido	Paquete zFX a pedido	Notas
HYPERMAX OS	✓		✓		Incluye herramientas de migración, QoS
Administración incorporada	✓		✓		Incluye Unisphere for VMAX, Database Storage Analyzer, Solutions Enabler, SMI-S
Replicación local	✓		✓		Incluye TimeFinder SnapVX
Mainframe Essentials	✓		✓		
Remote Replication Suite (1)(3)		✓	✓		Incluye SRDF/S/A/STAR
Unisphere 360		✓	✓		
AutoSwap		✓	✓		
D@RE (2)		✓	✓		
zDP		✓	✓		
GDDR (3)		✓		✓	

- (1) El paquete zFX incluye licencias de software. Cualquier hardware adicional requerido debe pedirse por separado
- (2) Configurado de fábrica. Debe estar activado durante el proceso de pedido
- (3) El uso de SRDF/STAR para mainframe requiere GDDR

RESUMEN

VMAX All Flash es un arreglo todo flash innovador diseñado para las cargas de trabajo más exigentes y críticas en el centro de datos empresarial. Su arquitectura modular única le permite escalar masivamente y al mismo tiempo ofrecer un alto rendimiento predecible, independientemente de la carga de trabajo. En el arreglo se incorporan algoritmos complejos que maximizan el rendimiento flash, mientras que mejoran en gran medida la resistencia de los discos flash. Sus servicios de datos únicos y la arquitectura de alta disponibilidad de seis nueves lo convierten en una opción fundamental para el ambiente empresarial, donde la facilidad de uso y la confiabilidad son un requisito esencial.

REFERENCIAS

[Nota técnica sobre la replicación local de DELL EMC VMAX – P/N H13697](#)

[Nota técnica sobre el NAS integrado unificado de DELL EMC VMAX – P/N H13904](#)

[Nota técnica sobre la confiabilidad, disponibilidad y capacidad de servicio de DELL EMC VMAX – P/N H13807](#)

[Nota técnica sobre la descripción general y las mejores prácticas de DELL EMC VMAX SRDF/Metro – P/N H14556](#)

[Controles de calidad de servicio de DELL EMC VMAX3 y VMAX All Flash para ambientes de múltiples grupos de usuarios](#)