



Unità SSD del sistema operativo mantenuta più fresca* di 33 °C

in condizioni ambientali di 25 °C



Funzionamento continuativo senza guasti nelle condizioni a 35 °C

in cui il server Supermicro SYS-621C-TN12R si è guastato



Unità SSD del sistema operativo mantenuta più fresca* di 34°C

durante uno scenario di malfunzionamento HVAC

*Temperature medie nel corso del carico di lavoro di due ore rispetto a quelle del server Supermicro SYS-621C-TN12R

Miglioramento dell'efficienza energetica nel data center: maggiore resistenza alle temperature più elevate con i server Dell PowerEdge HS5620

In scenari di test ad alta temperatura, un server Dell PowerEdge HS5620 ha continuato a eseguire un carico di lavoro intensivo senza avvertenze o guasti dei componenti, mentre un server Supermicro SYS-621C-TN12R si è guastato

Il funzionamento di un data center a temperature più elevate può aiutare le aziende a risparmiare sui costi di raffreddamento e sui consumi energetici. ENERGY STAR® osserva che tali misure possono essere vantaggiose dal punto di vista finanziario: "Ogni incremento di temperatura di 1°F può far risparmiare dal 4% al 5% sui costi energetici." Ma un data center può rimanere caldo solo fino a quando il suo hardware lo consente. I server in grado di resistere a temperature quotidiane più elevate possono aiutare le aziende a raggiungere gli obiettivi di sostenibilità. Con la giusta progettazione termica, un server può continuare a funzionare a temperature ancora più elevate anche in caso di circostanze impreviste, come guasti alle ventole interne o malfunzionamenti dell'ambiente esterno.

In PT, abbiamo testato due server 2U ottimizzati per il cloud: Dell™ PowerEdge™ HS5620 e Supermicro® SYS-621C-TN12R. Per creare un ambiente in cui poter controllare e misurare accuratamente la temperatura, abbiamo costruito un'enclosure attorno a un rack di server interamente popolato. Tutti i server nel rack eseguivano un carico di lavoro intensivo sintetico a virgola mobile simile a un carico di inferenza con apprendimento automatico, che sollecitava i processori dei sistemi e generava calore nell'ambiente.

Abbiamo monitorato le temperature interne dei server Dell e Supermicro nel corso di tre tipi di scenari di test: temperatura ambiente di 25 °C, guasto di una ventola e malfunzionamento HVAC del data center. Il sistema Dell ha funzionato senza avvertenze di surriscaldamento o guasti dei componenti durante questi test. Al contrario, il sistema Supermicro ha emesso avvertenze in tutti gli scenari e guasti ai componenti nel secondo e terzo scenario, con conseguente downtime del sistema che ha richiesto un intervento manuale. Grazie agli interessanti vantaggi offerti dalla progettazione di raffreddamento, Dell PowerEdge HS5620 ha affrontato ogni sfida senza problemi.

Modalità di test

La Tabella 1 mostra le informazioni chiave di configurazione dei due server ottimizzati per il cloud che abbiamo testato. Per maggiori dettagli, consultare le basi scientifiche di questo report.

Tabella 1: Principali dettagli di configurazione dei server che abbiamo testato.

	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Processori	2 processori Intel® Xeon® Gold 6444Y	2 processori Intel Xeon Gold 6444Y
Memoria	1.024 GB di RAM DDR5	1.024 GB di RAM DDR5
Scheda di interfaccia di rete (NIC)	Intel E810-XXV con 2 porte 25GbE	Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S) con 2 porte 25GbE
Storage	2 SSD M.2 NVMe®	2 SSD M.2 NVMe
Controller di storage	Dell BOSS N1	Direct Attached Storage PCle®
Unità di alimentazione (PSU)	2 Dell 05222NA00 da 1.800 W	2 Supermicro HMCG94MEBRA123N da 1.200 W
Ventole	5 Dell HPR Silver 1 Dell HPR Gold	3 ventole centrali Supermicro FAN- 0206L4
Sistema operativo	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3

Abbiamo configurato il server Dell con un controller di storage e due unità NVMe M.2 in modo che corrisponda alla configurazione di storage del server Supermicro. La configurazione del server Dell prevedeva cinque ventole Dell HPR Silver e una ventola Dell HPR Gold. Il server Supermicro prevedeva tre ventole da 8 cm, il numero massimo consentito al momento del test. Per abilitare il monitoraggio delle prestazioni, abbiamo regolato le impostazioni del profilo di sistema del BIOS sul server Dell su "Performance Per Watt (OS)". Abbiamo mantenuto la configurazione predefinita del BIOS del server Supermicro, "OS Controls EPB", in quanto essa ci consentiva di monitorare i dati richiesti dai nostri test.

Per creare un ambiente che ci permettesse di controllare e misurare la temperatura, abbiamo realizzato un'enclosure personalizzata attorno a un rack per server 42U completamente carico. Per i test, abbiamo collocato Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12R al centro del rack, nella stessa posizione. Abbiamo configurato il resto del rack 42U con uno switch top-of-rack e vari server 2U e 1U, oltre a server blade e chassis, che generavano calore durante l'esecuzione dei carichi di lavoro. Abbiamo acquisito la gestione della banda di base e la telemetria a livello di sistema operativo per il monitoraggio dei componenti con strumenti di terze parti Telegraf™ e Prometheus.

Abbiamo testato i server in tre tipi di scenari: funzionamento tipico in condizioni ambientali di 25 °C; guasto della ventola interna (due volte, con ventole diverse disattivate ogni volta); malfunzionamento del sistema HVAC con aumento della temperatura ambiente a 35 °C. In ciascuno di questi scenari, abbiamo utilizzato lo strumento stressng per sollecitare le funzionalità a virgola mobile dei processori. Questo tipo di carico di lavoro è fondamentale per casi d'uso come l'addestramento dell'intelligenza artificiale e l'High Performance Computing (HPC); per ulteriori informazioni, vedere pagina 3. Il cabinet dei server ha avviato il carico di lavoro in quattro ondate; abbiamo testato i sistemi Dell e Supermicro avviando il carico di lavoro nella quarta ondata, 3 minuti e 30 secondi dopo l'accensione dei primi server. Abbiamo monitorato le temperature e le statistiche hardware per 15 minuti prima di avviare un carico di lavoro, per l'intero carico di lavoro di 2 ore e per 15 minuti dopo il suo completamento.

Per maggiori informazioni su test, risultati e configurazioni, consultare le basi scientifiche del report.

Panoramica dei risultati

Le Tabelle 2 e 3 offrono una panoramica dei risultati dei vari componenti dei server durante ciascun test. Se almeno uno dei tipi di componenti elencati ha generato un'avvertenza o un guasto, questo è riportato di seguito. Come illustrato nella Tabella 2, i componenti di Dell PowerEdge HS5620 sono rimasti operativi in ogni tipo di scenario, senza visualizzare avvertenze. D'altra parte, Supermicro SYS-621C-TN12R ha generato almeno un'avvertenza in ogni tipo di scenario, anche a temperature ambiente di 25 °C, nonché un guasto di componente nello scenario di malfunzionamento HVAC e in entrambi gli scenari di guasto delle ventole (Tabella 3). Gli errori delle SSD del sistema operativo che abbiamo osservato nei test hanno provocato un guasto sistemico che ha reso il server Supermicro inutilizzabile e ha richiesto un intervento manuale. Analizzeremo la progettazione termica dei server ed esamineremo più da vicino questi risultati nelle pagine che seguono.

Tabella 2: Panoramica del comportamento dei componenti chiave del server Dell PowerEdge HS5620 negli scenari di test.

Dell PowerEdge HS5620				
Categoria componente	Temperature ambiente di 25 °C	Guasto della ventola 2	Guasto della ventola 3	Malfunzionamento HVAC
CPU	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti
RAM	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti
Scheda di rete	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti
M.2 SSD	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti
PSU	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti

Tabella 3: Panoramica del comportamento dei componenti chiave del server Supermicro SYS-621C-TN12R negli scenari di test.

Supermicro SYS-621C-TN12R				
Categoria componente	Temperature ambiente di 25 °C	Guasto della ventola 1	Guasto della ventola 3	Malfunzionamento HVAC
CPU	✓ Assenza di avvertenze o guasti	▲ Avvertenza	▲ Avvertenza	▲ Avvertenza
RAM	✓ Assenza di avvertenze o guasti	▲ Avvertenza	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti
Scheda di rete	✓ Assenza di avvertenze o guasti	▲ Avvertenza	✓ Assenza di avvertenze o guasti	▲ Avvertenza
M.2 SSD	▲ Avvertenza	× Guasto	▲ Avvertenza	× Guasto
PSU	✓ Assenza di avvertenze o guasti	✓ Assenza di avvertenze o guasti	x Guasto	✓ Assenza di avvertenze o guasti

Informazioni sul carico di lavoro utilizzato per i test

Abbiamo utilizzato lo strumento stress-ng per eseguire un carico di lavoro a virgola mobile sui sistemi testati. I calcoli a virgola mobile svolgono un ruolo fondamentale nella gestione dei calcoli matematici che prevedono numeri con parti frazionarie. Sono particolarmente importanti per i carichi di lavoro scientifici e ingegneristici che richiedono calcoli numerici ad alta precisione, come l'addestramento dell'intelligenza artificiale, gli algoritmi di apprendimento automatico, le simulazioni scientifiche, la modellazione finanziaria e le applicazioni CAD (Computer-Aided Design).

Analisi della progettazione del raffreddamento del sistema: Esame dettagliato dei vantaggi di Dell PowerEdge HS5620

L'analisi della progettazione termica dei sistemi è fondamentale per comprenderne le prestazioni in ogni scenario di test. I server utilizzano diversi elementi di progettazione per mantenere il raffreddamento dei sistemi, come il design della scheda madre. Il posizionamento di componenti sensibili sulla scheda madre può contribuire a evitare che questi componenti si surriscaldino a vicenda. Inoltre, le ventole mantengono un flusso d'aria costante, mentre il design dello chassis dovrebbe anche contribuire a proteggere i componenti dall'aria calda. Di seguito esaminiamo questi elementi di progettazione nei server Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12R

Design della scheda madre

Il layout della scheda madre del sistema Supermicro si è rivelato particolarmente problematico per quanto riguarda il posizionamento dei moduli NVMe M.2. Ad esempio, nel secondo e terzo scenario di test, anche la temperatura delle unità SSD inattive è aumentata, poiché si trovava direttamente a valle di un processore sotto carico. Inoltre, sul lato destro dello chassis, non era presente una ventola dedicata per l'ingresso dell'aria nel modulo di distribuzione dell'alimentazione (PDU) che collegava le due PSU al resto del sistema. Il sistema Supermicro faceva invece affidamento sul flusso d'aria proveniente dalle ventole integrate nelle PSU sul retro dello chassis. Sebbene non sia stato riscontrato un guasto di questa PDU, il BMC ha segnalato un guasto della PSU durante lo scenario di guasto della seconda ventola, evidenziando l'inconveniente di questa progettazione (vedere le basi scientifiche

del report per ulteriori informazioni su questo test). Vedere la Figura 1.

Di contro, la scheda madre del Dell PowerEdge HS5620 presentava un design più complesso. I moduli di raffreddamento del processore utilizzavano heat pipe sui dissipatori di calore per consentire un raffreddamento più efficace. La PDU era integrata nella scheda madre, consentendo un flusso d'aria più omogeneo sui componenti. Nella configurazione testata, la PDU prevedeva una ventola Dell HPR Gold e una ventola Dell HPR Silver per il raffreddamento dei componenti. Come illustrato nella Figura 2, le aperture nel manicotto dell'aria del sistema Dell consentivano all'aria fredda di fluire sui componenti, riducendo il trasferimento di calore da un componente all'altro.



Figura 1. Abbiamo testato il layout della scheda madre di Supermicro SYS-621C-TN12. Abbiamo aggiunto etichette dei componenti e frecce che mostrano la direzione del flusso d'aria proveniente dalle ventole, con l'aria più fredda indicata in blu e viola e l'aria più calda indicata in rosso, arancione e giallo. Fonte: Principled Technologies.





Figura 2. Il layout della scheda madre del Dell PowerEdge HS5620 testato mostra lo strato termico inferiore (a sinistra) e lo strato termico superiore (a destra), divisi dal manicotto. Abbiamo aggiunto etichette dei componenti e frecce che mostrano la direzione del flusso d'aria proveniente dalle ventole, con l'aria più fredda indicata in blu e viola e l'aria più calda indicata in rosso, arancione e giallo. Fonte: Principled Technologies.

Ventole

Le ventole di un sistema sono elementi fondamentali della progettazione del raffreddamento. La configurazione di Dell PowerEdge HS5620 da noi testata presentava cinque ventole Dell HPR Silver da 60 mm e una ventola Dell HPR Gold da 60 mm. Il Supermicro SYS-621C-TN12R da noi testato utilizzava tre ventole principali da 80 mm per il raffreddamento. In entrambi i server, ciascuna delle unità di alimentazione aveva una ventola dedicata aggiuntiva integrata.

I piedi cubi al minuto (CFM) sono l'unità nominale che esprime la quantità di aria che una ventola può spostare. Secondo le loro etichette, le sei ventole del sistema Dell erano di 57,26 CFM ciascuna (343,56 CFM totali), mentre le tre ventole del sistema Supermicro erano di 104,7 CFM ciascuna² (314,10 CFM totali). Anche se questi valori totali sono risultati analoghi, i CFM sono solo una parte della storia in un server. Nei nostri test, abbiamo anche scoperto che le ventole del server Supermicro SYS-621C-TN12R funzionavano a circa 13.500 RPM al picco di carico. Le ventole a doppio rotore del server Dell PowerEdge HS5620 hanno girato a circa 20.000 RPM durante i nostri test. Queste differenze di velocità e progettazione hanno consentito alle ventole del sistema Dell di generare una pressione statica più elevata, il che significa che hanno spinto l'aria attraverso il sistema con maggiore forza. Ciò significa anche che hanno contrastato la contropressione nel corridoio caldo, che è fondamentale per un raffreddamento efficace,³ poiché le apparecchiature del data center con ventole più potenti possono soverchiare quelle con ventole sottodimensionate, portando a un raffreddamento insufficiente.

Design dello chassis

Lo chassis di Supermicro SYS-621C-TN12R includeva prese d'aria su entrambi i lati, tra le ventole e il backplane di storage, che non erano presenti nel server Dell. In teoria, queste prese d'aria potrebbero essere utili per consentire un flusso d'aria aggiuntivo nello chassis in un ambiente server open-air senza cabinet o contenimento del corridoio caldo. Tuttavia, nella pratica, la progettazione dei cabinet per data center è tale per cui i lati dello chassis di un server si trovano all'interno della stessa zona termica del corridoio caldo: Poiché i rack e i cabinet consentono il libero flusso dell'aria intorno ai lati dei server, queste prese d'aria non sono isolate. Pertanto, invece di espellere l'aria calda o di aspirare l'aria fredda, le prese d'aria potrebbero consentire all'aria preriscaldata proveniente dal retro dello stack di server di entrare nello chassis e di circolare attraverso i componenti, creando un loop di riscaldamento. Vedere la Figura 3.

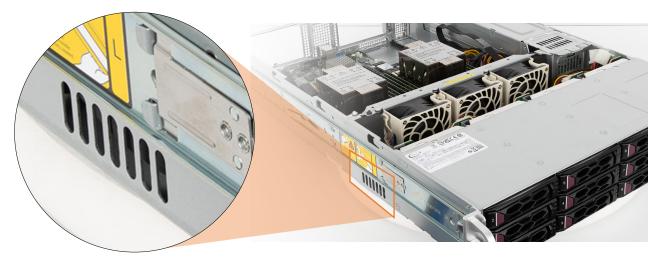


Figura 3. Le prese d'aria nello chassis di Supermicro SYS-621C-TN12 da noi testate potrebbero consentire all'aria preriscaldata proveniente dal corridoio caldo di circolare attraverso i componenti del server. Fonte: Principled Technologies.

Principali conclusioni sulla progettazione termica

Il layout della scheda madre del server Dell PowerEdge HS5620 ha contribuito a ridurre il trasferimento di calore tra i componenti. Il sistema era dotato in totale di sei ventole che ruotavano a 20.000 RPM ciascuna. Il layout della scheda madre del server Supermicro SYS-621C-TN12R ha posizionato i componenti sensibili uno vicino all'altro. Il sistema era dotato in totale di tre ventole che ruotavano a 13.500 RPM ciascuna. Inoltre, le prese d'aria sul lato dello chassis potrebbero consentire all'aria riscaldata proveniente dal corridoio caldo di circolare all'interno del sistema.

Dell PowerEdge HS5620 ha continuato a funzionare senza una sola avvertenza sui componenti; Supermicro SYS-621C-TN12R ha fallito in due scenari

Scenario 1: Temperature ambiente di 25 °C

Per esaminare le prestazioni dei server alle temperature tipiche dei data center, abbiamo realizzato il nostro primo scenario. L'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) raccomanda di mantenere un tipico data center a temperature comprese tra 18 °C e 27 °C, anche se per alcune classi di apparecchiature sono accettabili temperature fino a 45 °C. In questo scenario, abbiamo puntato a una temperatura di 25 °C nell'ambiente di test durante l'esecuzione dei carichi di lavoro sui server.

In questo scenario, Dell PowerEdge HS5620 non ha visualizzato avvertenze o guasti relativi ai componenti. Il design del flusso d'aria ha mantenuto isolate le zone termiche, garantendo temperature di esercizio sicure per tutti i componenti. Al contrario, 22 minuti dopo l'inizio del test, il Baseboard Management Controller (BMC) del sistema Supermicro ha segnalato che l'unità SSD del sistema operativo aveva raggiunto una temperatura critica. Quindi, 10 minuti dopo, ha affermato che l'unità aveva raggiunto uno stato irreversibile, anche se l'unità SSD non ha subito guasti in questo scenario. Ciò è dovuto al fatto che questo avviso BMC non ha eseguito il polling del componente per rilevare il guasto, ma si è limitato a indicare che l'unità aveva superato una soglia in cui il guasto poteva essere imminente.

Nel corso del carico di lavoro di 2 ore, l'unità SSD del sistema operativo del server Dell ha raggiunto in media una temperatura di 43,9 °C, mentre l'unità SSD inattiva ha raggiunto una temperatura media di 45,5 °C. L'unità SSD del sistema operativo del sistema Supermicro ha registrato una media di 77,5 °C e l'unità SSD inattiva una media di 61,7 °C durante il test, con temperature fino a 33,6 °C superiori a quelle del sistema Dell. Mentre i processori del server Dell hanno registrato in media 73,7 °C e 70,7 °C durante il carico di lavoro, quelli del server Supermicro hanno registrato in media 77,9 °C e 71,1 °C.

Le Figure 4 e 5 riportano le temperature delle unità SSD e dei processori dei due sistemi nel corso del test di 2 ore. La Figura 6 riporta il consumo energetico dei server, dove l'aumento di potenza corrisponde all'effetto del carico di lavoro sui sistemi, incluse le ventole destinate a raffreddare i server.

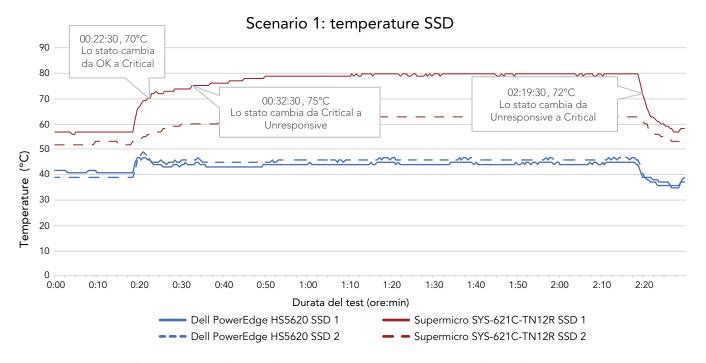


Figura 4. Temperature delle unità SSD in Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante il primo scenario, in cui i server hanno eseguito un carico di lavoro a virgola mobile con temperature ambiente di 25 °C. Il carico di lavoro è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. L'unità SSD 1 ha eseguito il sistema operativo, mentre l'unità SSD 2 era inattiva. Le temperature più basse sono da preferire. Fonte: Principled Technologies.

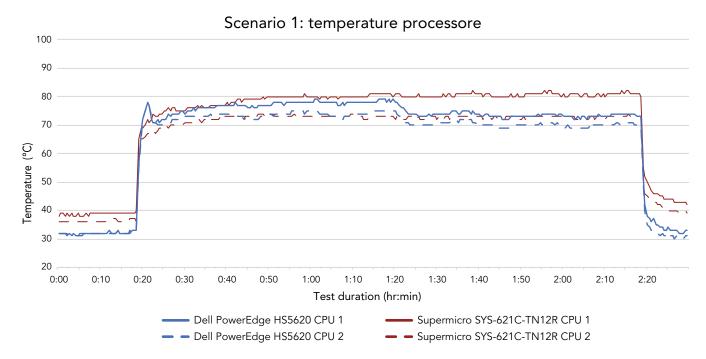


Figura 5. Temperature dei processori in Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante il primo scenario, in cui i server hanno eseguito un carico di lavoro a virgola mobile con temperature ambiente di 25 °C. Il carico di lavoro è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. Le temperature più basse sono da preferire. Fonte: Principled Technologies.

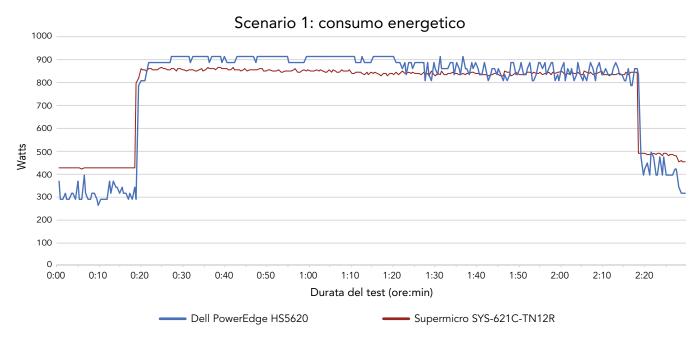


Figura 6. Consumo energetico, espresso in watt, di Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante il primo scenario, in cui i server eseguivano un carico di lavoro a virgola mobile a temperature ambiente di 25 °C. Il carico di lavoro è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. Fonte: Principled Technologies.

In questo scenario, che riproduce le operazioni quotidiane in un data center a 25 °C, Dell PowerEdge HS5620 ha funzionato senza destare preoccupazioni, mentre Supermicro SYS-621C-TN12R ha emesso un'avvertenza critica per la sua unità del sistema operativo. La Tabella 4 riassume i risultati di questo scenario di test.

Tabella 4: Riepilogo dei risultati ottenuti nel corso del primo test di 2 ore, in cui i server hanno eseguito un carico di lavoro a virgola mobile con temperature ambiente di 25 °C.

Scenario 1: Temperature ambiente di 25 °C			
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12	
Risultato	✓ Nessun guasto di sistema	√ Nessun guasto di sistema	
Guasti di componenti	None	None	
Avvertenze sui componenti	None	SSD del sistema operativo	
Temperatura media SSD del sistema operativo	43,9 °C	77,5 °C	
Temperatura media SSD inattive	45,5 °C	61,7 °C	
Temperature medie dei processori	73,7 °C 70,7 °C	77,9 °C 71,1 °C	

Scenario 2: Guasto delle ventole

Anche se un attento monitoraggio e una manutenzione regolare possono prolungare la durata utile di un server, i componenti interni possono guastarsi in maniera imprevista. Nel nostro secondo scenario di test, abbiamo cercato di esaminare il comportamento di ciascuno dei server in caso di guasto di una ventola.

In termini di copertura del flusso d'aria equivalente dei componenti, abbiamo stabilito che la ventola 1 sul server Supermicro era meglio allineata alla ventola 2 sul sistema Dell; abbiamo disabilitato manualmente queste ventole per i nostri test. Abbiamo nuovamente lanciato il test a una temperatura ambiente di 25 °C e avviato il carico di lavoro dopo 15 minuti di inattività dei server. Nel corso delle 2 ore di test e per i 15 minuti successivi, abbiamo monitorato i sistemi per rilevare eventuali avvertenze e guasti.

Dell PowerEdge HS5620 non ha evidenziato guasti e non ha emesso avvertenze sui componenti, mentre Supermicro SYS-621C-TN12R, con solo due ventole integre, ha segnalato temperature elevate per processori, RAM e due schede di rete. L'unità del sistema operativo del sistema Supermicro si è guastata dopo 1 ora e 49 minuti dall'inizio del test, causando un errore del sistema; una volta che l'unità SSD si è raffreddato e il sistema operativo ha potuto riprendere a funzionare, abbiamo dovuto riavviare il server tramite il BMC. I canali dell'aria e le ventole del sistema non sono stati in grado di compensare le carenze di progettazione del raffreddamento, come i modelli di circolazione dell'aria che indirizzavano l'aria calda dai processori e dalla memoria sulle unità SSD. Al contrario, il maggior numero di ventole del sistema Dell, ciascuna con una velocità di rotazione al minuto (RPM) più elevata rispetto a quelle del sistema Supermicro, e la progettazione della circolazione dell'aria hanno contribuito a mantenere i componenti del sistema più freddi e funzionali.

Anche in questo caso, abbiamo riscontrato che il sistema Dell ha mantenuto temperature mediamente più basse nel corso del carico di lavoro di 2 ore. L'unità SSD del sistema operativo ha registrato una temperatura media di 54,2 °C, ovvero 28,0 °C in meno rispetto al valore medio di 82,2 °C dell'unità SSD del server Supermicro. L'unità SSD inattiva del sistema Dell ha registrato una temperatura media di 47,0 °C, ovvero 21,5 °C in meno rispetto al valore medio di 68,5 °C dell'unità SSD inattiva del server Supermicro. Per quanto riguarda le temperature medie dei processori, quelle del server Dell sono risultate rispettivamente di 56,9 °C e 44,3 °C, mentre i processori del server Supermicro hanno funzionato a temperature molto più elevate, tra 98,6 °C e 72,8 °C, con una differenza di temperatura massima di 54,3 °C. Abbiamo osservato che i sistemi di gestione del server Dell adattano le prestazioni quando le temperature superano le soglie di sicurezza, a seconda che il sistema rilevi o meno guasti dell'hardware di raffreddamento o condizioni ambientali anomale.

Le Figure 7 e 8 mostrano i dati di misurazione della temperatura delle unità SSD e dei processori che abbiamo raccolto. La Figura 9 confronta l'assorbimento energetico dei sistemi durante l'esecuzione del carico di lavoro, generando calore interno sotto carico e compensando la perdita della ventola.

Scenario 2: temperature SSD

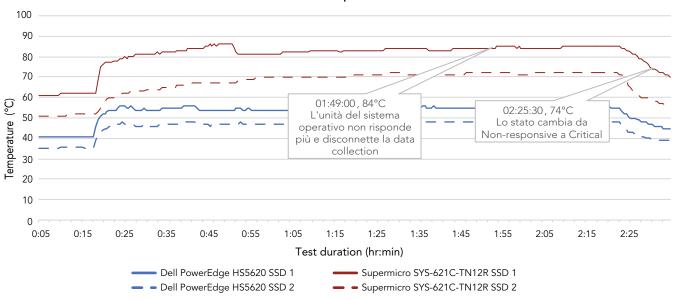


Figura 7. Temperature delle unità SSD in Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante il secondo scenario, in cui i server hanno eseguito un carico di lavoro a virgola mobile con una ventola disattivata in ogni server. Il carico di lavoro è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. L'unità SSD 1 ha eseguito il sistema operativo, mentre l'unità SSD 2 era inattiva. Le temperature più basse sono da preferire. Fonte: Principled Technologies.

Scenario 2: temperature processore

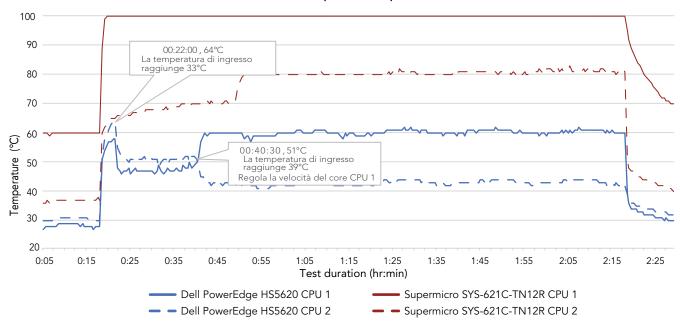


Figura 8. Temperature dei processori in Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante il secondo scenario, in cui i server hanno eseguito un carico di lavoro a virgola mobile con una ventola disattivata in ogni server. Il carico di lavoro è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. Le temperature più basse sono da preferire. Fonte: Principled Technologies.

Scenario 2: consumo energetico

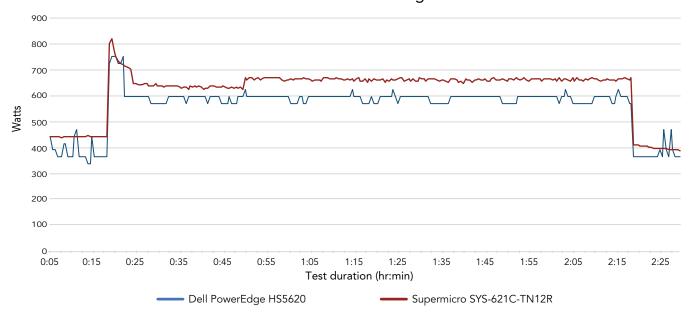


Figura 9. Consumo energetico, espresso in watt, di Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante il secondo scenario, in cui i server hanno eseguito un carico di lavoro a virgola mobile con una ventola disattivata in ogni server. Il carico di lavoro è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. Fonte: Principled Technologies.

Un server che può rimanere operativo in caso di guasto di una ventola concede all'azienda il tempo necessario per implementare una procedura di emergenza mentre gli amministratori IT eseguono la manutenzione del sistema. Tuttavia, se l'unità del sistema operativo di un server o altri componenti critici si guastano subito dopo l'anomalia della ventola, applicazioni importanti possono andare offline in modo imprevisto, con interruzioni per gli utenti. L'attesa di una ventola sostitutiva può mantenere il server inattivo per periodi di tempo ancora più lunghi. La Tabella 5 riassume i risultati di questo scenario di test.

Tabella 5: Riepilogo dei risultati ottenuti nel corso del secondo test di 2 ore, in cui i server hanno eseguito un carico di lavoro a virgola mobile con una ventola disattivata in ogni server.

Scenario 2: Guasto delle ventole			
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12	
Risultato	✓ Nessun guasto di sistema	Guasto di sistema	
Guasti di componenti	None	SSD del sistema operativo	
Avvertenze sui componenti	None	1 SSD, 1 CPU, 1 modulo di memoria, 2 NIC	
Temperatura media SSD del sistema operativo	54,2 °C	82,2 °C	
Temperatura media SSD inattive	47,0 °C	68,5 °C	
Temperature medie dei processori	56,9 °C 44,3 °C	98,6 °C 72,8 °C	

Abbiamo anche eseguito un secondo scenario di guasto delle ventole, in cui la ventola che avevamo disabilitato in entrambi i server si trovava in una posizione diversa. Per questo scenario, abbiamo stabilito che la ventola 3 del sistema Supermicro era paragonabile alla ventola 3 del sistema Dell. Anche in questo caso, Dell PowerEdge HS5620 non ha evidenziato avvertenze o guasti relativi ai componenti, mentre Supermicro SYS-621C-TN12R ha segnalato avvertenze per processori e SSD e una delle due PSU ha subito un guasto. (Per maggiori informazioni su questo test, consultare le *basi scientifiche del report*.)

Scenario 3: Malfunzionamento HVAC

I guasti imprevisti non sono limitati ai componenti interni del server: il surriscaldamento può verificarsi anche quando qualcosa non funziona in una struttura. Il terzo scenario riproduce un data center il cui sistema di raffreddamento non funziona correttamente.

Per 15 minuti, abbiamo verificato che tutti i componenti del server fossero online e integri a temperature ambiente di 25 °C. Quindi, abbiamo eseguito il carico di lavoro per 15 minuti prima di disattivare tutti i sistemi di gestione dell'aria nell'ambiente di test. Circa un'ora dopo, quando la temperatura ambiente ha raggiunto 35 °C, abbiamo riattivato i sistemi di gestione dell'aria per riprodurre una situazione in cui un team addetto alle strutture ripara il sistema HVAC. Abbiamo seguito lo stato d'avanzamento del raffreddamento dei server fino a quando la temperatura ambiente non è tornata a 25 °C.

In base alla documentazione, Dell PowerEdge HS5620 può funzionare a 30 °C nella configurazione da noi testata.⁵ In questo scenario, nel quale le temperature sono salite fino a 35 °C, il sistema ha funzionato oltre il limite e non ha emesso avvertenze a livello di componenti né riscontrato guasti. Abbiamo osservato che il sistema adatta la velocità core di processore e il consumo energetico per evitare il surriscaldamento in risposta ai segnali del sensore di ingresso (per ulteriori informazioni, consultare *le basi scientifiche del report*). Sebbene la documentazione Supermicro SYS-621C-TN12R indichi che il sistema può funzionare in ambienti a 35 °C,⁶ in questo scenario si è verificato un guasto dell'unità SSD del sistema operativo, con conseguente guasto di sistema. La telemetria delle applicazioni del sistema operativo si è fermata dopo quasi un'ora dall'inizio del test. Poiché il sistema ha smesso di rispondere ai comandi SSH e KVM, lo abbiamo spento manualmente con il BMC. In particolare, anche durante questo downtime, il sistema ha continuato a consumare più energia rispetto a Dell PowerEdge HS5620 (Figura 12). In questo scenario, il sistema Supermicro ha anche emesso avvertenze di alta temperatura su una scheda di rete e un processore.

Durante il carico di lavoro di 2 ore, l'unità SSD del sistema operativo Dell ha registrato in media 48,0 °C e l'unità SSD inattiva ha ottenuto una media di 49,2 °C. Rispetto alle temperature medie delle unità SSD del sistema Supermicro, ovvero 82,4 °C per l'unità OS e 66,4 °C per l'unità inattiva, il sistema Dell ha mantenuto le unità SSD a una temperatura fino a 34,4 °C inferiore.

Le Figure 10 e 11 riportano le temperature delle unità SSD e dei processori dei due sistemi durante questo scenario. La figura 12 mette a confronto gli incrementi di consumo energetico dei sistemi durante l'esecuzione del carico di lavoro.

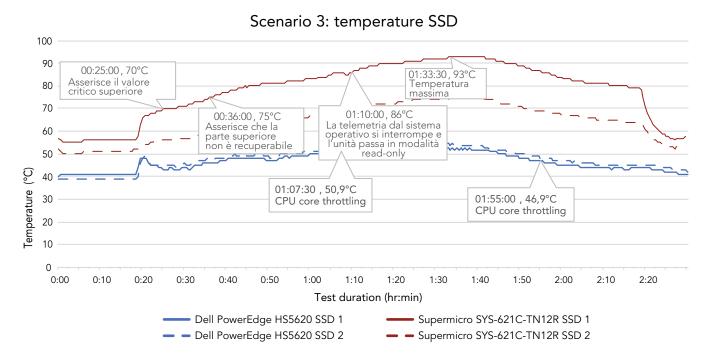


Figura 10. Temperature delle unità SSD in Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante il terzo scenario, in cui i server hanno eseguito un carico di lavoro a virgola mobile mentre le temperature ambiente aumentavano da 25 °C a 35 °C per simulare un errore HVAC. Il carico di lavoro è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. L'unità SSD 1 ha eseguito il sistema operativo, mentre l'unità SSD 2 era inattiva. Le temperature più basse sono da preferire. Fonte: Principled Technologies.

Scenario 3: temperature processore

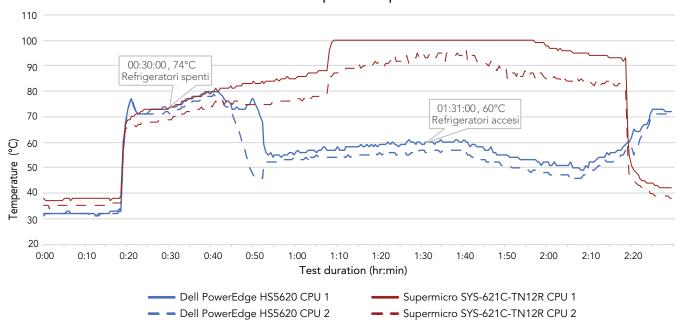


Figura 11. Temperature dei processori in Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante il terzo scenario, in cui i server hanno eseguito un carico di lavoro a virgola mobile mentre le temperature ambientali sono aumentate da 25 a 35 °C per simulare un guasto HVAC. Il carico di lavoro è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. Le temperature più basse sono da preferire. Fonte: Principled Technologies.

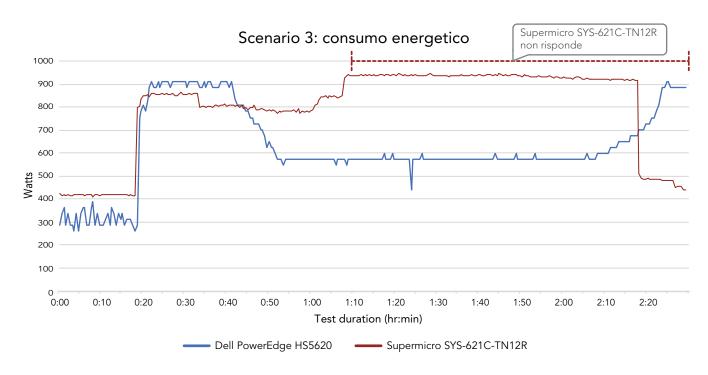


Figura 12. Consumo energetico, espresso in watt, di Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante il terzo scenario, in cui i server eseguivano un carico di lavoro a virgola mobile mentre le temperature ambientali aumentavano da 25 °C a 35 °C per simulare un guasto HVAC. Il carico di lavoro è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. Fonte: Principled Technologies.

In una situazione in cui il sistema HVAC di un data center non funziona correttamente o è guasto, un server che continua a funzionare può ridurre al minimo le interruzioni per gli utenti e le operazioni critiche. Una soluzione di questo tipo può anche far risparmiare tempo e fatica agli amministratori IT: Se un server genera avvertenze o si guasta a causa del surriscaldamento, un amministratore deve dedicare più tempo a controllarlo, eventualmente anche riavviandolo manualmente. La Tabella 6 riassume i risultati di questo scenario di test.

Tabella 6: Riepilogo dei risultati ottenuti nel corso del terzo test di 2 ore, in cui i server hanno eseguito un carico di lavoro a virgola mobile mentre le temperature ambientali sono aumentate da 25 a 35 °C per simulare un guasto HVAC.

Scenario 3: Malfunzionamento HVAC		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Risultato	√ Nessun guasto di sistema	Guasto di sistema
Guasti di componenti	None	SSD del sistema operativo
Avvertenze sui componenti	None	2 SSD, 1 CPU, 1 NIC
Temperatura media SSD del sistema operativo	48,0 °C	82,4 °C
Temperatura media SSD inattive	49,2 °C	66,4 °C
Temperature medie dei processori	60,5 °C 56,6 °C	89,0 °C 80,8 °C

A proposito di Dell PowerEdge HS5620

Secondo Dell, PowerEdge HS5620 2U a due socket è "appositamente progettato per le applicazioni IT più diffuse dei Cloud Service Provider". Con un massimo di due processori scalabili Intel® Xeon® di quinta generazione, con un massimo di 16 RDIMM DDR5 fino a 5.600 MT/sec e una selezione di schede COMM e SSD convalidate dai fornitori, PowerEdge HS5620 vanta "prestazioni su misura, flessibilità di I/O e gestione dell'ecosistema aperto". Per ulteriori informazioni, visitare il sito https://www.dell.com/en-us/shop/ipovw/poweredge-hs5620.

Conclusioni Maggiore resilienza alle alte temperature con Dell PowerEdge HS5620 per aumentare l'efficienza

L'aumento della temperatura del data center può aiutare l'organizzazione a fare passi da gigante in termini di efficienza energetica e risparmio sui costi di raffreddamento. Con server in grado di resistere a queste temperature elevate giornaliere, nonché a temperature elevate dovute a circostanze impreviste, l'azienda può continuare a fornire le prestazioni richieste da app e client.

Durante l'esecuzione di un carico di lavoro intensivo a virgola mobile su un Dell PowerEdge HS5620 e un Supermicro SYS-621C-TN12R in tre tipi di scenari che simulano operazioni tipiche a 25 °C, un guasto delle ventole e un malfunzionamento HVAC, il server Dell non ha evidenziato guasti o avvertenze legati ai componenti. Al contrario, il server Supermicro ha emesso avvertenze in tutti e tre gli scenari e segnalato guasti dei componenti negli ultimi due test, rendendo il sistema inutilizzabile. Quando abbiamo ispezionato e analizzato ciascun sistema, abbiamo rilevato che il layout della scheda madre, le ventole e lo chassis del server Dell PowerEdge HS5620 offrivano vantaggi in termini di progettazione del raffreddamento.

Per le aziende che intendono raggiungere gli obiettivi di sostenibilità gestendo data center più caldi, così come per quelle interessate alla progettazione del raffreddamento dei server, Dell PowerEdge HS5620 è un valido concorrente per affrontare temperature più elevate durante le attività quotidiane e in caso di malfunzionamenti imprevisti.

- ENERGY STAR, "5 Simple Ways to Avoid Energy Waste in Your Data Center," consultato I'8 aprile 2024, https://www.energystar.gov/products/data_center_equipment/5-simple-ways-avoid-energy-waste-your-data-center.
- 2. Supermicro, "Supermicro 80mm Hot-Swappable Middle Fan (FAN-0206L4)", consultato il 9 aprile 2024, https://store.supermicro.com/us_en/80mm-fan-0206l4.html.
- 3. Electronics Cooling, "The Hidden Risk of Invisible Airflow Imbalance in an Efficient Contained Data Center," consultato il 4 aprile 2024, https://www.electronics-cooling.com/2016/07/the-hidden-risk-of-invisible-airflow-imbalance-in-an-efficient-contained-data-center/.
- 4. ASHRAE TC9.9, "Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices", consultato il 24 aprile 2024, https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/ashrae_tc0909_power_white_paper_22_june_2016_revised.pdf.
- 5. Dell, "Dell PowerEdge HS5620 Technical Guide", consultato l'8 maggio 2024 https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-technical-guide.pdf.
- 6. Supermicro, "CloudDC SuperServer SYS-621C-TN12R", consultato il 26 aprile 2024, https://www.supermicro.com/en/products/system/datasheet/sys-621c-tn12r.
- 7. Dell, "PowerEdge HS5620 Specification Sheet", consultato il 1° aprile 2024, https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-spec-sheet.pdf.
- 8. Dell, "PowerEdge HS5620 Specification Sheet."

Informazioni scientifiche alla base di questo report

In questa sezione elenchiamo i risultati completi e descriviamo le soluzioni sulle quali abbiamo eseguito i test, unitamente alle metodologie utilizzate.

I nostri test pratici si sono conclusi il 9 aprile 2024. Durante i test, abbiamo determinato le configurazioni hardware e software appropriate e applicato gli aggiornamenti non appena disponibili. I risultati contenuti in questo report rispecchiano le configurazioni che abbiamo finalizzato l'11 marzo 2024 o precedentemente. Inevitabilmente, queste configurazioni potrebbero non rappresentare le versioni più recenti disponibili al momento della pubblicazione di questo report.

Grafici

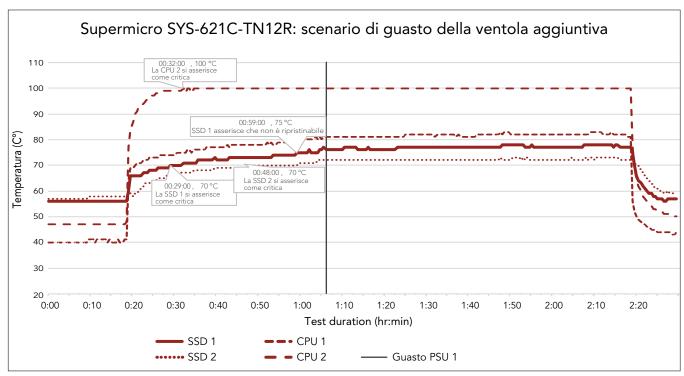


Figura 1. Temperature delle unità SSD e dei processori in Supermicro® SYS-621C-TN12 durante uno scenario di guasto della ventola aggiuntiva, in cui il server ha eseguito un carico di lavoro a virgola mobile con la ventola 3 disabilitata. Il carico di lavoro è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. L'unità SSD 1 ha eseguito il sistema operativo, mentre l'unità SSD 2 era inattiva. Fonte: Principled Technologies.

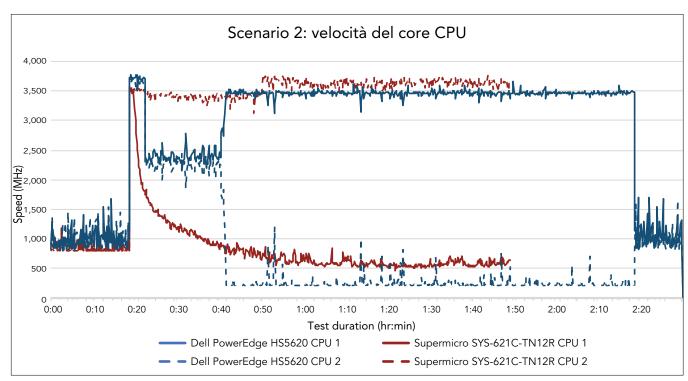


Figura 2. Velocità core dei processori di Dell™ PowerEdge™ HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante lo scenario di guasto della prima ventola. Il carico di lavoro a virgola mobile è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. Fonte: Principled Technologies.

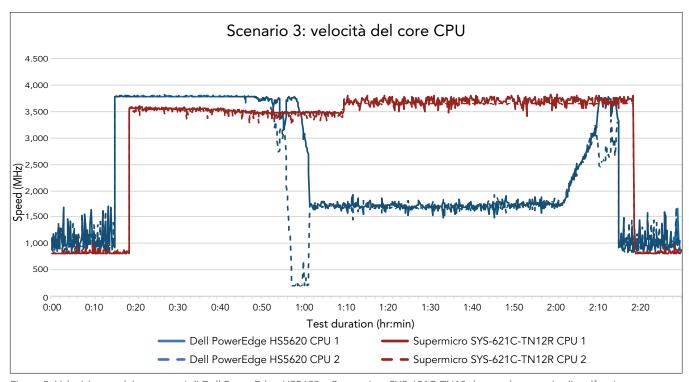


Figura 3. Velocità core dei processori di Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12 durante lo scenario di malfunzionamento HVAC. Il carico di lavoro a virgola mobile è iniziato alle ore 00:15 e si è concluso alle ore 02:15. Fonte: Principled Technologies.

Informazioni sulla configurazione del sistema

Tabella 1: Informazioni dettagliate sui sistemi testati.

Informazioni sulla configurazione del sistema	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Nome e versione del BIOS	Dell 2.1.3	Supermicro 2.1
Impostazioni non predefinite del BIOS	Prestazioni per watt (sistema operativo)	Non disponibile
Nome e numero di versione/build del sistema operativo	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3
Data degli ultimi aggiornamenti/patch applicati al sistema operativo	11 marzo 2024	28 gennaio 2024
Policy di gestione dell'alimentazione	Prestazioni per watt (sistema operativo)	Prestazioni equilibrate
Processore		
Numero di processori	2	2
Fornitore e modello	Intel® Xeon® Gold 6444Y	Intel Xeon Gold 6444Y
Numero di core (per processore)	16	16
Frequenza core (GHz)	3,60 (4,0 turbo)	3,60 (4,0 turbo)
Stepping	8	8
Moduli di memoria		
Memoria totale nel sistema (GB)	1.024	1.024
Numero di moduli di memoria	16	16
Fornitore e modello	Hynix® HMCG94AEBRA109N	SK Hynix HMCG94MEBRA123N
Dimensione (GB)	64	64
Тіро	DDR5 DIMM	DDR5
Velocit→ (MHz)	4.800	4.800
Velocit→ di esecuzione nel server (MHz)	4.800	4.800
Controller di storage (storage anteriore)		
Fornitore e modello	Dell HBA355i Adp	Supermicro MegaRAID AOC-S3916L- H16iR-32DD-P
Dimensione memoria cache (GB)	0	8
Versione del firmware	24.15.14.00	5.240.02-3768
Versione del driver	Non disponibile	52.24.0-4766
Controller di storage (NVMe® M.2)		
Fornitore e modello	Dell BOSS-N1 Monolithic	Non disponibile
Dimensione memoria cache (GB)	0	Non disponibile
Versione del firmware	2.1.13.2025	Non disponibile
Storage locale (OS)		
Numero di unit→	2	2
Fornitore e modello dell'unit→	Dell NVMe PE8010 RI M.2 960 GB	Micron® 7450 MTFDKBA960TFR

Informazioni sulla configurazione del sistema	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R	
Dimensioni dell'unit→ (GB)	960	960	
Informazioni sull'unit→ (velocit→, interfaccia, tipo)	SSD M.2 da 8GT/s	NVMe M.2 PCIe [®]	
Storage locale (dati)			
Numero di unit-	12	12	
Fornitore e modello dell'unit->	HGST HUH721212AL5200	WDC WUH721814ALE6L4	
Dimensioni dell'unit→ (GB)	120.000	1.400	
Informazioni sull'unit→ (velocit→, interfaccia, tipo)	HDD SAS da 3,5 pollici a 12 Gbps	HDD SATA da 3,5 pollici a 6 GB	
Scheda di rete A			
Fornitore e modello	4 Intel 25G 2P E810-XXV	3 Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S)	
Numero e tipo di porte	2 da 25 GB	2 da 25 GB	
Versione del driver	22.5.7	4.20 (0x800177B4)	
Scheda di rete B			
Fornitore e modello	1 Broadcom® NetXtreme Gigabit Ethernet (BCM5720)	1 Intel E810-XXVAM2 (AOC-A25G-i2SM)	
Numero e tipo di porte	2 da 1 GB	2 da 25 GB	
Versione del driver	22.71.3	4.30 (0x800177B4)	
Ventole di raffreddamento			
Numero, fornitore, modello	1 Dell HPR Gold 5 Dell HPR Silver	3 ventole centrali Supermicro FAN- 0206L4	
Alimentatori			
Fornitore e modello	Dell 05222NA00	Supermicro PWS-1K23A-1R	
Numero di alimentatori	2	2	
Potenza di ognuno (W)	1.800	1.200	
	·	·	

Modalità di test

Per creare un ambiente che ci permettesse di controllare e misurare la temperatura, abbiamo realizzato un'enclosure personalizzata attorno a un rack per server 42U completamente carico. Abbiamo testato i sistemi Dell e Supermicro nella stessa posizione nel rack e abbiamo misurato le temperature interne dei server in tre tipi di scenari. Abbiamo eseguito il raffronto stress-ng sui server nel rack in quattro ondate, distanziate di 1 minuto e 10 secondi l'una dall'altra. I sistemi Dell e Supermicro che abbiamo testato hanno avviato il carico di lavoro nella quarta ondata, a partire da 3 minuti e 30 secondi dopo l'inizio del carico di lavoro da parte dei primi server. Di seguito sono riportati i passaggi che abbiamo eseguito per configurare ed eseguire i test.

Installazione e configurazione di Ubuntu 22.04.3

- 1. Eseguire l'avvio dal media Ubuntu 22.04.3.
- 2. Selezionare Try o Install Ubuntu Server.
- 3. Nel menu della lingua, mantenere le impostazioni predefinite e selezionare Done.
- 4. Selezionare Update to the new installer.
- 5. Nella configurazione della tastiera, mantenere le impostazioni predefinite e selezionare Done.
- 6. Nel tipo di installazione, mantenere le impostazioni predefinite e cliccare su Done.
- 7. Nel menu delle connessioni di rete, mantenere le impostazioni predefinite e selezionare Done.
- 8. Nella schermata di configurazione del proxy, mantenere le impostazioni predefinite e selezionare Done.
- 9. Nella schermata Configure Ubuntu archive mirror, attendere il superamento del test e selezionare Done.
- 10. Nella schermata di configurazione guidata dello storage, mantenere le impostazioni predefinite e selezionare Done.
- 11. Nella schermata di riepilogo della configurazione dello storage, mantenere le impostazioni predefinite e selezionare Done.
- 12. Per confermare l'azione distruttiva, selezionare Continue.
- 13. Nella schermata di configurazione del profilo, sotto Your name e Username, immettere ptuser. Sotto Your servers name, immettere un nome e confermare una password.
- 14. Selezionare Done.
- 15. Nella schermata di aggiornamento a Ubuntu Pro, mantenere le impostazioni predefinite e selezionare Continue.
- 16. Nella schermata di configurazione SSH, selezionare Install OpenSSH server, quindi selezionare Done.
- 17. Nella schermata delle snapshot server presenti, mantenere le impostazioni predefinite e selezionare Done.
- 18. Al termine dell'installazione, selezionare Reboot now.
- 19. Accedere a Ubuntu utilizzando le credenziali create in precedenza.
- 20. Aggiornamenti del processo:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

21. Installare le utilità CIFS e mappare la condivisione PT:

```
sudo apt install cifs-utils
sudo mkdir /mnt/pt-data01
sudo mount -t cifs //10.41.1.21/pt /mnt/pt-data01/ -o "rw,user=<useraccount>,pass=<password>"
```

22. Configurare la rete:

```
sudo cp /etc/netplan/*.yaml /etc/netplan/00-installer-config.yaml.bak
sudo nano /etc/netplan/*.yaml
```

23. Identificare la scheda di rete desiderata e apportare le seguenti regolazioni:

```
addresses:
    - <IP_Address>/<CIDR>
routes:
    - to: default
    via: <Default_Gateway>
nameservers:
    search: [<NameServer1>, <NameServer2>]
    addresses: [<DNS_IP1>, <DNS_IP2>, <DNS_IP3>]
```

24. Testare e applicare il file modificato:

```
sudo netplan try
sudo netplan apply
```

25. Impostare il nome host:

```
sudo hostnamectl set-hostname <NewHostname>
```

26. Riavviare l'host:

```
sudo shutdown -r now
```

Implementazione di sudo senza password

Implementazione lato client

1. Modificare il file sudoers:

```
sudo visudo /etc/sudoers
```

2. Includere quanto segue alla fine del file:

```
ptuser ALL=(ALL:ALL) NOPASSWD: TUTTI
```

Implementazione lato controller

1. Generare la coppia di chiavi SSH:

```
ssh-keygen -t rsa -b 4096 -N "" -f "$HOME/.ssh/id_rsa.pub"
```

2. Copiare la chiave pubblica SSH su ciascun server remoto:

```
ssh-copy-id ptuser@<remote_server_IP>
```

Implementazione dello stack TIG-P per la data collection

Configurazione di Docker

- 1. Accedere alla macchina di logging come ptuser.
- 2. Preparazione per l'installazione di Docker:

```
sudo apt update
sudo apt install ca-certificates curl
sudo install -m 0755 -d /etc/apt/keyrings
sudo curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg -o /etc/apt/keyrings/docker.asc
sudo chmod a+r /etc/apt/keyrings/docker.asc
```

3. Aggiungere il repository alle origini Apt e installare:

```
echo \
  "deb [arch=$(dpkg --print-architecture) signed-by=/etc/apt/keyrings/docker.asc] https://download.
```

```
docker.com/linux/ubuntu \
  $(. /etc/os-release && echo "$VERSION_CODENAME") stable" | \
  sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list > /dev/null
  sudo apt update
  sudo apt install docker-ce docker-ce-cli containerd.io docker-buildx-plugin docker-compose-plugin
```

Configurazione dello stack TIG Huntabyte

1. Sulla macchina di logging, clonare il repository dello stack tig:

```
git clone https://github.com/huntabyte/tig-stack.git
```

2. Modificare il file .env per l'implementazione:

```
sudo nano tig-stack/.env
```

3. Per FluxDB, compilare il nome utente, la password, l'organizzazione, il bucket e il periodo di retention come segue:

```
DOCKER_INFLUXDB_INIT_USERNAME: admin
DOCKER_INFLUXDB_INIT_Password: <PasswordHere>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_ORG: PT
DOCKER_INFLUXDB_INIT_BUCKET: <BucketName>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_RETENTION: 52W
```

4. Generare una stringa esadecimale random di 32 caratteri con il seguente comando e immettere il risultato per il token admin nel file .env:

```
openssl rand -hex 32
```

- 5. Salvare e uscire.
- 6. Modificare telegraf.conf:

```
sudo nano tig-stack/telegraf/telegraf.conf
```

7. Impostare i seguenti valori:

```
i servizi giusti:
  influxdb:
    image: influxdb
telegraf:
  image: gibletron/telegraf-ipmitool
grafana:
  image: grafana/grafana-oss
links:
  - prometheus
```

- 8. Salvare e uscire.
- 9. Avviare Docker compose (headless/detached):

```
sudo docker-compose up -d
```

10. Su ciascuno dei server che si desidera monitorare, eseguire il seguente comando:

```
sudo apt install telegraf
```

11. Per aprire l'interfaccia di gestione InfluxDB, individuare l'indirizzo IP dell'host InfluxDB con la porta 8086.

- 12. Creare uno o più token API in base alle esigenze, assicurandosi di registrarli prima di chiudere la finestra.
- 13. In Load Data, cliccare su API Tokens, quindi su Generate API Token.
- 14. Su ciascuno dei server che si desidera monitorare, modificare /etc/telegraf/telegraf.conf come segue:

```
[[outputs.influxdb_v2]]
  urls = ["<influxDB_IP>:8086"]
  token = "<API_token>"
  organization = "PT"
  bucket = "<bucket_name>"
```

15. Su ogni sistema sottoposto a test, aggiungere quanto segue:

```
[[inputs.intel_powerstat]]
  cpu_metrics = ["cpu_frequency"]
```

- 16. Salvare e uscire.
- 17. Riavviare Telegraf:

```
sudo systemctl restart telegraf
```

Configurazione di Prometheus

1. Aggiungere quanto segue a /home/ptuser/tig-stack/docker-compose.yml:

```
prometheus:
   image: prom/prometheus:latest
   volumes:
        - ${PROM_CFG_PATH}:/etc/prometheus/prometheus.yml
        - prom-storage:/prometheus
   ports:
        - 9090:9090
volumes:
   prom-storage:
```

- 2. Salvare e uscire.
- 3. Modificare il file .env e aggiungere quanto segue:

```
PROM_CFG_PATH=./prometheus/prometheus.yml
```

- 4. Salvare e uscire.
- 5. Su ciascuno dei server che si desidera monitorare, eseguire il seguente comando:

```
sudo apt install dbus prometheus-node-exporter prometheus-node-exporter-collectors -y
```

Su ciascuno dei sistemi sottoposti a test, eseguire il seguente comando:

```
sudo apt install prometheus -y
```

7. Per creare il lavoro di monitoraggio in Prometheus, aggiungere quanto segue a /home/ptuser/tig-stack/prometheus/prometheus.yml:

```
- job_name: "<custom_name>"
    static_configs:
    - targets: ["<target_IP:9090>"]
```

- 8. Aggiungere ulteriori lavori e/o destinazioni, creando voci aggiuntive come nel passaggio 7. È possibile aggiungere altre destinazioni per lo stesso lavoro di un'altra riga di destinazione.
- 9. Salvare e uscire.

Test con stress-ng

In ogni scenario di test, abbiamo seguito questi passaggi per eseguire il carico di lavoro a virgola mobile stress-ng.

1. Su ciascun server, eseguire il seguente comando:

```
sudo apt install stress-ng linux-tools-generic -y
```

2. Su ciascuno dei server sottoposti a test, eseguire i seguenti comandi:

```
sudo modprobe rapl
sudo modprobe intel_rapl_common
sudo modprobe intel_rapl_msr
sudo modprobe msr
sudo modprobe intel-uncore-frequency
sudo setcap cap_sys_rawio,cap_dac_read_search,cap_sys_admin+ep /usr/bin/telegraf
sudo chmod -R a+rx /sys/devices/virtual/powercap/intel-rapl/
```

3. Su ciascuno dei server sottoposti a test, accedere a https://github.com/andikleen/pmu-tools/blob/master/event_download.py, scaricare il file .raw ed eseguirlo:

```
sudo chmod +x event_download.py
./event_download.py
```

4. Sul controller, installare PSSH:

```
sudo apt install pssh -y
```

5. Sul controller, creare file da utilizzare durante l'esecuzione di stress-ng:

```
sudo touch ~/.pssh_hosts_file
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave1
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave2
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave3
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave4
```

- 6. Modificare il file ~/.pssh_hosts_file e immettere tutti gli indirizzi IP dei server, uno su ogni riga.
- 7. Modificare i file da ~/.pssh_hosts_file_wave1 a ~/.pssh_hosts_file_wave4 e immettere in modo correttamente un quarto degli indirizzi IP in ciascun file.
- 8. Verificare che tutti i server siano online e rispondano ai comandi remoti:

```
sudo pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file uptime
```

9. Sul controller, creare una cartella di registro per il test stress-ng:

```
sudo mkdir /var/log/stress-ng
sudo chmod 777 /var/log/stress-ng
```

10. Eseguire un test con i seguenti comandi, modificando "wave1" con il numero d'onda appropriato.

```
pssh -i -h \sim/.pssh_hosts_file_wave1 sudo stress-ng --cpu 4 --matrix 0 --cpu-method matrixprod --mq 4 --hdd 6 --tz --metrics --perf --times --aggressive -t 2h --log-file /var/log/stress-ng/\$(date +'\$Y\$m\$d_\$H\$M\$S').log
```

La versione originale in inglese di questo report è disponibile all'indirizzo https://facts.pt/gPS09my

Questo progetto è stato commissionato da Dell Technologies.



Facts matter.º

Principled Technologies è un marchio registrato di Principled Technologies, Inc. Tutti gli altri nomi di prodotto sono marchi dei rispettivi proprietari.

ESCLUSIONE DI GARANZIE; LIMITAZIONE DI RESPONSABILITÀ:

Principled Technologies, Inc. si è ragionevolmente impegnata per assicurare la precisione e la validità dei test di cui nel presente documento, tuttavia Principled Technologies, Inc. declina specificamente qualsiasi garanzia, espressa o implicita, in merito ai risultati di test e analisi e alla relativa precisione, completezza o qualità, inclusa qualsiasi garanzia implicita di adeguatezza a un determinato scopo. Tutte le persone e le entità che si basano sui risultati di un test lo fanno a proprio rischio e riconoscono che Principled Technologies, Inc., i suoi dipendenti e i suoi subappaltatori non hanno alcun tipo di responsabilità inerente a rivendicazioni per perdite o danni sulla base di presunti errori o difetti nella procedura o nei risultati dei test.

Principled Technologies, Inc. non sarà in alcun caso responsabile per danni indiretti, speciali, incidentali o consequenziali in relazione ai test eseguiti, anche se a conoscenza della possibilità del verificarsi di tali danni. La responsabilità di Principled Technologies, Inc. non supererà in alcun caso, incluso per danni diretti, gli importi versati in relazione ai test di Principled Technologies, Inc. Gli unici ed esclusivi rimedi dei clienti sono definiti nel presente documento.