



Raffreddamento a liquido: come la profonda competenza consente un calcolo efficiente dal punto di vista energetico per IA e oltre

AUTORE

Steven Dickens

Chief Technology Advisor | The Futurum Group

Ron Westfall

Direttore della ricerca | The Futurum Group

AGOSTO 2024

IN PARTNERSHIP CON





Riepilogo esecutivo

L'intelligenza artificiale (AI) e, in particolare, le applicazioni di AI generativa (GenAI) stanno conquistando il mondo. In una vasta gamma di settori, l'AI sta consentendo innovazioni in ogni cosa, dalla vendita al dettaglio alla produzione, dai servizi finanziari all'assistenza sanitaria, dalla ricerca di base alla sicurezza informatica.

Queste innovazioni sono rese possibili da una tecnologia informatica che sarebbe stata impensabile solo pochi anni fa. Tuttavia, con il progredire della tecnologia, il consumo energetico di praticamente ogni componente di un server (CPU, memoria, acceleratori, rete, ecc.) è aumentato in media del 200% nell'ultimo decennio. Questi sistemi che richiedono molta energia per i carichi di lavoro AI stanno riempiendo i data center di tutto il mondo e sono uno dei fattori principali dell'aumento complessivo della potenza osservato nello spazio dei data center. Solo negli Stati Uniti, la domanda di energia principalmente destinata ai data center [aumenterà dal 5.1% al 9.1% la domanda generale di energia negli Stati Uniti](#) entro il 2030. Oggi il consumo energetico degli Stati Uniti è di [solo il 4% secondo l'Electric Power Research Institute](#).

L'effetto Joule, in sostanza, afferma che quando una corrente elettrica scorre attraverso un conduttore con resistenza, quell'energia elettrica viene convertita in calore. Questo vuol dire che, man mano che viene consumata più energia, viene generato più calore. Gestire il calore generato dalle crescenti richieste di energia dell'AI e dell'High-Performance Computing (HPC) è diventata una sfida per molte organizzazioni. Grandi aumenti di potenza hanno effetti a valle. Componenti con potenza superiore come CPU, GPU, memoria, ecc. generano più calore localizzato e il calore è il nemico del silicio. Il calore non dissipato limita le prestazioni di CPU e GPU e può danneggiare il silicio stesso e/o causare problemi gravi come surriscaldamenti e incendi.

In questo contesto, non solo i fornitori di silicio stanno lavorando per migliorare l'efficienza dei singoli componenti, ma gli approcci di raffreddamento a liquido sono sempre più al centro dell'attenzione di chi progetta sia i processori che i sistemi, per via della capacità del liquido di assorbire il calore più velocemente e in quantità superiori rispetto ai metodi di raffreddamento ad aria tradizionali. Il raffreddamento a liquido può anche aiutare a soddisfare la crescente necessità di migliorare l'efficienza energetica dei data center per espandere gli ambienti dei carichi di lavoro AI, a causa di effetti a valle come l'eliminazione del consumo energetico del condizionamento ad aria, l'energia necessaria per raffreddare l'acqua e per le ventole per spostare l'aria. Ciò include la gestione e l'ottimizzazione del consumo energetico utilizzando tecnologie di raffreddamento a liquido con temperature di ingresso più elevate (non è necessario raffreddare l'acqua), facendo sì che le prestazioni del sistema non siano compromesse e la densità di core per data center non sia impattata.

Il passaggio al raffreddamento a liquido può anche supportare la capacità di un'azienda di raggiungere gli obiettivi ambientali, sociali e di governance (ESG) relativi alle emissioni di anidride carbonica e alle pratiche sostenibili. Se un'azienda o un fornitore di co-location di un data center non si modernizza, ma mantiene lo status quo del raffreddamento ad aria, l'esplosione energetica dettata dalla potenza dei processori AI sarà esacerbata dalla necessità di aria più fredda che dovrà muoversi a

velocità maggiori. Sarà necessaria più energia per la gestione dell'aria rispetto al consumo IT e ciò impedirà indirettamente a un'azienda di ridurre la sua impronta di carbonio. Nel complesso, l'impatto ambientale dell'infrastruttura AI, in particolare a causa delle elevate richieste energetiche, pone sfide alle aziende che si sforzano di bilanciare i progressi tecnologici con i loro impegni ESG. Il raffreddamento a liquido può aiutare a risolvere questi problemi.

Scopriamo perché le soluzioni di raffreddamento a liquido Lenovo Neptune® di sesta generazione sono superiori nel consentire l'ottimizzazione dei carichi di lavoro dell'AI senza compromettere gli obiettivi di sostenibilità di tutta l'organizzazione. Questo report si concentra sugli investimenti profondi e di lunga data fatti da Lenovo nella progettazione e nell'innovazione in merito al raffreddamento a liquido. Esaminiamo in che modo la progettazione a livello di sistema e di soluzione di raffreddamento a liquido di Lenovo Neptune® presenta una qualità e delle metriche superiori rispetto agli standard di settore.

Lenovo ha una lunga storia di innovazione del raffreddamento a liquido per i sistemi basati su x86, iniziata con IBM prima dell'acquisizione dell'attività System X da parte di IBM nel 2014. I 12 anni di esperienza di Lenovo nel fornire raffreddamento a liquido di livello aziendale su sistemi basati su x86 (sia con che senza GPU) si riflettono nell'approccio dell'azienda, dai dettagli dei processi di progettazione, produzione e consegna alla qualità complessiva e ai processi di supporto.

Le differenze di progettazione dell'azienda forniscono in definitiva un vantaggio competitivo con innovazioni di qualità e cattura del calore più elevate. La profonda esperienza e la comprensione di Lenovo dei materiali conduttivi e dei comportamenti dei fluidi in tutto il campo e il suo approccio unico alla progettazione di soluzioni raffreddate a liquido offrono una qualità di sistema innovativa, oltre a un vantaggio competitivo nel fornire un computing ad alta efficienza energetica.



Sezione 1: Il panorama in evoluzione del raffreddamento a liquido

Non è un'esagerazione dire che l'AI sta rivoluzionando un'ampia varietà di settori. L'AI aiuta i rivenditori a migliorare l'esperienza cliente, a ridurre le perdite di inventario e ad aumentare i profitti. Sta aiutando i ricercatori a sviluppare nuovi farmaci, a esplorare le origini dell'universo e a lavorare per mitigare i cambiamenti climatici. L'AI sta aiutando i produttori a migliorare la qualità, ottimizzare il monitoraggio dei processi e a fornire la manutenzione predittiva; consentendo agli operatori sanitari di ridurre i costi generali, migliorare le diagnosi e trascorrere più tempo con i loro pazienti. E nel campo dei servizi finanziari, l'AI sta migliorando il rilevamento delle frodi e consentendo decisioni di investimento più rapide e accurate.

Queste applicazioni innovative sono rese possibili da una tecnologia informatica che sarebbe stata impensabile solo pochi anni fa. Tuttavia, con il progredire di questa tecnologia, il consumo energetico di praticamente ogni componente di un server (CPU, memoria, acceleratori, rete, ecc.) è aumentato in media del 200% nell'ultimo decennio. La potenza di elaborazione è aumentata fino a 500 W per le CPU e di oltre 1000 W per le GPU, con aumenti di potenza corrispondenti per gli altri componenti del server. I requisiti di potenza complessivi per un singolo rack sono aumentati da circa 15 kW a oltre 100 kW.

Gestire il calore prodotto da tutta questa energia elettrica è diventato una sfida per molti clienti. Chiaramente, sono necessari metodi alternativi di raffreddamento, mentre i clienti cercano di bilanciare il loro desiderio di nuove applicazioni di AI, maggiori prestazioni IT e le realtà economiche e ambientali del raffreddamento di server, rack e data center. Il raffreddamento a liquido è emerso come un fattore chiave per la nuova generazione di applicazioni AI e GenAI.

Diamo un'occhiata più approfondita ai fattori per il raffreddamento a liquido. Non solo i singoli componenti del server che abbiamo menzionato consumano quantità crescenti di energia, ma i carichi di lavoro AI e HPC stanno alterando le richieste di energia a livello di data center. L'addestramento AI avviene in sincrono, con tutti gli elementi del cluster che lavorano di concerto con immensa intensità su un singolo servizio. Le dimensioni di un cluster di addestramento dell'AI possono essere massive; può richiedere almeno 5.000 server con ciascun server che utilizza diverse CPU e GPU. E con un singolo server che richiede ~10 kW di potenza, è facile capire come il problema diventi più grave su larga scala. I carichi di lavoro dell'AI possono consumare fino a tre volte la potenza dei carichi di lavoro tipici del cloud, producendo un corrispondente aumento di calore.

Abbiamo discusso di come un aumento della potenza del dispositivo influenza il data center in generale. Diamo un'occhiata ad altre relazioni esistenti per questi sistemi di ultima generazione progettati per supportare questi carichi di lavoro di elaborazione avanzata.

L'informatica avanzata di ultima generazione presenta sfide di progettazione di sistema di alto livello in tre aree chiave: termica, meccanica ed elettrica:

- **Termica:** componenti più caldi nel complesso (ad esempio, Regolatori di tensione, CPU, GPU, Memoria, Networking, ecc.), requisiti di soglie di temperatura del silicio sempre più basse di generazione in generazione, sfide legate all'area geografica (data center situati in aree calde e aride)
- **Meccanica:** aumento drammatico delle dimensioni delle prese per ospitare sempre più transistor, aumento dei moduli lineari di memoria a doppia faccia" (DIMM) per CPU o GPU, quantità del regolatore di tensione (VR), dimensioni delle schede di rete, oltre a un aumento degli strati della scheda e una maggiore altezza del processore
- **Elettrica:** forte domanda di CPU $\geq 600W$, GPU $\geq 1200W$ e spostamento verso l'ingresso a 48 V. Un sistema di AI può superare i 10 kW.

Vediamo ora più in profondità come i due metodi, il raffreddamento a liquido e il raffreddamento ad aria, differiscono e perché è importante per l'AI. I liquidi hanno una capacità termica superiore rispetto all'aria. La capacità termica può essere intesa

come la quantità di calore che un mezzo può assorbire prima che la sua temperatura cambi. La capacità termica del liquido è molto maggiore di quella dell'aria, il che vuol dire che il liquido può assorbire una quantità di calore notevolmente maggiore prima che la sua temperatura aumenti, assicurando un processo di dissipazione del calore molto più efficiente.

C'è anche un problema di impatto del data center legato al raffreddamento. Con il raffreddamento ad aria, le prestazioni del dissipatore sono legate alla superficie complessiva. Maggiore è la superficie, migliori sono le prestazioni del dissipatore di calore. È possibile aumentare la superficie del dissipatore espandendola orizzontalmente o verticalmente o in entrambe le direzioni. In definitiva, questo aumento di superficie si traduce in sistemi più grandi, in altezza e in larghezza, diminuendo così la quantità di potenza di calcolo che può essere contenuta in un data center. Tradotto, vuol dire meno computing per un aumento di potenza!

Il raffreddamento a liquido, invece, offre una maggiore potenza di calcolo pur mantenendo i fattori di forma dei server tradizionali grazie alla sua efficienza nell'assorbire il calore. Inoltre, l'effetto dell'area di superficie in relazione alle prestazioni è drasticamente minore, consentendo così un calcolo più denso in un'impronta di calcolo tradizionale. I server raffreddati a liquido richiedono meno spazio, generano meno rumore (potenza della ventola inferiore a causa della minore necessità di un flusso d'aria elevato) e consentono un ambiente di data center complessivamente più fresco.

Tutti questi fattori sono risultati di recente in ingenti investimenti nel raffreddamento a liquido nel settore dei data center. Riteniamo che l'opinione generale sia che tutte le soluzioni di raffreddamento a liquido siano uguali, con scarsa differenza tra i fornitori. Tuttavia, nella nostra valutazione, abbiamo scoperto che non è affatto così. I 12 anni di esperienza di Lenovo nello sviluppo della tecnologia di raffreddamento a liquido hanno permesso all'azienda di costruire soluzioni che non solo soddisfano, ma superano di gran lunga gli standard generali e che, nella nostra valutazione sono di molto migliori della concorrenza in termini di progettazione, produzione, consegna e servizi.



Sezione 2. Perché Lenovo Neptune® è la soluzione collaudata per i carichi di lavoro dell'AI: tecnologia di raffreddamento a liquido superiore

Esaminiamo perché la soluzione di raffreddamento a liquido Neptune® di sesta generazione di Lenovo offre una soluzione robusta disponibile oggi per soddisfare le diverse esigenze di carico di lavoro dell'AI. La soluzione di Lenovo offre una qualità notevolmente superiore, oltre che una maggiore efficienza rispetto al raffreddamento ad aria in aree chiave come la dissipazione del calore, garantendo al contempo prestazioni di punta e migliorando notevolmente l'efficienza energetica. Fondamentalmente, la soluzione Lenovo Neptune® fornisce un approccio di raffreddamento olistico che si attesta come leader di mercato in tutto il campo dei data center.

Innanzitutto, il portafoglio tecnologico Lenovo Neptune® si distingue dalla concorrenza. Lenovo Neptune® si basa su oltre un decennio di esperienza nel raffreddamento a liquido con oltre 40 brevetti, svolgendo un ruolo fondamentale nelle implementazioni di supercalcolo e cluster di AI su larga scala, consentendo alle organizzazioni di distribuire l'AI ad alte prestazioni su qualsiasi scala. Lenovo è stata la prima a fornire un supercomputer petascale raffreddato a liquido ad alta temperatura di ingresso presso il Leibniz Supercomputing Centre (LRZ) nel giugno del 2012 che ha debuttato al quarto posto della lista dei Supercomputer Top500 (www.top500.org), che misura i 500 sistemi più veloci al mondo.

Questa lunga esperienza nel raffreddamento a liquido ha permesso a Lenovo di ottimizzare la sua tecnologia e le sue capacità di produzione. Tra i tratti distintivi della tecnologia superiore di Lenovo che abbiamo osservato vi sono:

- **Tubi (interni ed esterni):** Lenovo utilizza tubi flessibili in EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer) di alta qualità. L'EPDM è noto per la sua elevata resistenza PSI e la bassa gamma di durometro che indica una maggiore flessibilità rispetto ai tubi di plastica utilizzati da altri sul mercato. Questi tubi sono anche trattati internamente con perossido che ne impedisce la corrosione e la degradazione.
- **Ciclo di raffreddamento principale:** i cicli interni principali di Lenovo e le piastre fredde usano il rame invece che l'etilene propilene fluorurato (FEP) dato il record storico del rame come un eccellente conduttore elettrico, forza e durezza, oltre a una dissipazione del calore più efficiente.
- **Piastre fredde ottimizzate e brevettate:** il design delle piastre fredde a bassa caduta di pressione di Lenovo massimizza l'estrazione di calore per gli acceleratori con un consumo di ~700 W oggi e oltre 1000 W in futuro.
- **Prima l'acqua:** Lenovo Neptune® utilizza l'acqua piuttosto che altri fluidi come il glicole polietilenico, poiché l'acqua ha una delle più alte capacità termiche, è facile da ottenere, è sicura per le piante e gli animali e non richiede una pulizia invasiva da rifiuti pericolosi.
- **Acqua calda vs. refrigeratori:** la tecnologia di raffreddamento diretto ad acqua Lenovo Neptune® può utilizzare temperature di ingresso fino a 45 °C e non ha bisogno di acqua pre-refrigerata, riducendo il fabbisogno energetico complessivo per il data center ed eliminando la necessità di apparecchiature specializzate di condizionamento dell'aria del data center. Inoltre, l'acqua calda in uscita può essere riutilizzata all'interno della struttura, trasformando il calore di scarto in valore a causa dell'alto contenuto energetico immagazzinato sotto forma di calore che può variare nell'intervallo di 65 °C.
- **Giunture brasate:** Lenovo utilizza giunture brasate piuttosto che giunti frontali O-ring (ORFS) poiché sono noti per le loro prestazioni, supporto e stabilità senza perdite (eliminando la torsione del tubo).

Le credenziali del settore includono il pedigree di supercalcolo stabilito da Lenovo secondo l'elenco di supercalcolo TOP500. Lenovo ha più sistemi TOP500 di qualsiasi altro fornitore (a partire dall'ultimo elenco pubblicato a giugno 2024). Nove su dieci dei sistemi TOP500 più veloci di Lenovo utilizzano il raffreddamento a liquido basato su Neptune®.

In secondo luogo, i processi di produzione e l'approccio di consegna di Lenovo si allineano con i requisiti emergenti dei data center sostenibili. Lenovo ha sviluppato Supply Chain Intelligence (SCI), una soluzione basata sull'AI che analizza continuamente i dati della catena di fornitura per individuare potenziali problemi e risolverli rapidamente.

Di fondamentale importanza, i server Lenovo Neptune® sono testati insieme come soluzione, piuttosto che come singoli sistemi. I sistemi vengono riempiti con acqua deionizzata, messi online e testati per garantire che il funzionamento complessivo del sistema e il flusso d'acqua soddisfino standard elevati prima di essere imballati e preparati per la spedizione al cliente drenando il fluido e pressurizzando il ciclo con Azoto. La spedizione senza liquido nel ciclo produce un vantaggio competitivo rispetto ad altri fornitori che spediscono con liquido e hanno subito danni ai componenti e perdite di liquido durante il trasporto.

In terzo luogo, scopriamo che la lunga esperienza di Lenovo con il raffreddamento a liquido brilla anche nel supporto e nella manutenzione della soluzione. Lenovo offre un supporto unico e di prima linea per tutte le apparecchiature e i componenti della soluzione Neptune®, dai server alle unità di distribuzione di raffreddamento (CDU), a differenza di altri fornitori che generalmente richiedono a ciascun venditore di supportare i propri componenti della soluzione. Inoltre, i sistemi chiusi in chassis Neptune® si connettono automaticamente all'acqua quando installati, in modo che i singoli server Neptune® possano essere messi in servizio mentre altri rimangono in produzione.

La soluzione di raffreddamento a liquido Lenovo Neptune® è rafforzata dalla capacità dell'azienda di fornire soluzioni IT pre-ottimizzate, testate e certificate. Ciò aiuta a garantire che Lenovo Neptune® offra soluzioni ad alte prestazioni, scalabili ed efficienti dal punto di vista energetico attraverso l'integrazione di componenti testati in fabbrica per garantire affidabilità e convenienza.

Infine, il raffreddamento a liquido Lenovo Neptune® offre prestazioni elevate, silenziose e con un consumo energetico inferiore in uno spazio compatto, così che i clienti possano ottenere una densità maggiore e una maggiore output dal loro data center. Durante il funzionamento, la soluzione di raffreddamento diretto ad acqua ricicla i cicli di acqua calda per raffreddare i sistemi di data center e mantiene freschi tutti i componenti del server, diminuendo la necessità di ventole di sistema rumorose ed energivore nella gestione del data center.

È interessante notare che Digital Realty ha recentemente selezionato la tecnologia di raffreddamento Lenovo Neptune® nella costruzione della sua offerta di co-location ad alta densità in oltre la metà dei suoi data center in tutto il mondo. Dal nostro punto di vista, questo rappresenta un importante sostegno nel convalidare il portafoglio Neptune® di sesta generazione di Lenovo come una soluzione pronta per la produzione che soddisfa le sfide distinte dei carichi di lavoro ad alta densità presentati dall'AI.





Sezione 3: Benefici e vantaggi competitivi della tecnologia di raffreddamento a liquido Lenovo Neptune®: una storia comprovata di soluzioni, leadership e innovazione tecnologica

Lenovo Neptune® non è una tecnologia unica che viene applicata in modo uniforme su tutto il suo portafoglio ThinkSystem. Neptune® fornisce un approccio di raffreddamento olistico che non si limita a raffreddare le CPU; include opzioni per il raffreddamento diretto ad acqua calda di interi sistemi, dei singoli componenti e il raffreddamento ad acqua della porta posteriore a livello di rack. Tale approccio completo è alla base della capacità di ottimizzare le prestazioni e l'efficienza e di personalizzare le soluzioni in base ai singoli clienti e installazioni:

- **Raffreddamento diretto ad acqua (DWC):** la soluzione offre il DWC dei singoli componenti del sistema, disponibili su tutto il portafoglio ThinkSystem di Lenovo, nonché server raffreddati a sistema completo in cui DWC utilizza il flusso di liquido parallelo su tutti i componenti che producono calore (CPU, Acceleratori, DIMM, Networking, ecc.) con un ciclo d'acqua in grado di catturare fino al 98% del calore del sistema e ridurre il consumo energetico a livello di sistema e di data center fino al 40%.
- **Raffreddamento assistito a liquido:** il raffreddamento assistito a liquido Lenovo Neptune® offre i vantaggi del liquido in un sistema raffreddato ad aria. Grazie a un modulo di trasferimento termico (TTM) o uno scambiatore di calore liquido-aria (L2A), i sistemi tradizionali raffreddati ad aria possono beneficiare del raffreddamento a liquido con una gestione del calore appositamente progettata, il tutto senza tubature aggiuntive. Ciò supporta i clienti che scelgono di mantenere la situazione attuale dei data center raffreddati ad aria senza scendere a compromessi nell'introduzione del raffreddamento a liquido.
- **Raffreddamento ad acqua a rack:** lo scambiatore di calore con porta posteriore (RDHX) offre un'efficienza di rimozione del calore del 100% senza richiedere parti in movimento o energia. L'RDHX è compatibile con server, storage e reti standard raffreddati ad aria senza modifiche, facilitando l'assimilazione nell'infrastruttura del data center esistente e sfruttando le CDU in-rack che forniscono maggiore efficienza rispetto alle tradizionali unità di condizionamento ad aria della sala computer (CRAC).

Troviamo che la tecnologia Lenovo Neptune® si sia dimostrata fondamentale nel supportare casi d'uso di priorità assoluta, tra cui progettazione, modellazione, carichi di lavoro di simulazione e produzione di film di animazione, che richiedono potenza di calcolo con le massime prestazioni. Ad esempio, Lenovo Neptune® è decisivo in settori chiave come fintech, ingegneria assistita da computer e fluidodinamica computazionale (CAE/CFD), automazione della progettazione elettronica (EDA), modellazione e previsione del tempo e del clima, bioinformatica, geospazio/energia, ricerca nelle scienze della terra e render farm di animazione. Grazie alla sua lunga storia nell'HPC, Lenovo si trova in una posizione di vantaggio per affrontare il futuro dell'AI e tutte le conseguenti sfide circa alimentazione, raffreddamento e sostenibilità legate alle espansioni dei data center per supportare l'AI.

Inoltre, la soluzione di raffreddamento a liquido Lenovo Neptune® ha vinto il premio 2024 Business Intelligence Group Sustainability Product of the Year ed è il prodotto dell'anno di CRN 2024, vincitore del premio SEAL Sustainable Product Award 2024 e del miglior prodotto o tecnologia HPC Server di HPCwire per il 2023, rafforzando ulteriormente le sue credenziali ESG a livello di ecosistema.

Le soluzioni di raffreddamento a liquido Neptune® traggono enorme vantaggio dalle collaborazioni vincenti di Lenovo, come dimostra la partnership con NVIDIA. Ciò include nuovi servizi completi alimentati da NVIDIA attraverso il Lenovo AI Center of Excellence che mira alla GenAI, individuata come una delle massime priorità di investimento tecnologico a livello globale dei responsabili decisionali aziendali e IT. Ad esempio, il server Lenovo ThinkSystem SR780a utilizza il raffreddamento a liquido Neptune® per ottenere una Power Usage Effectiveness ultra-efficiente (PUE, ovvero il rapporto tra la quantità di energia consumata complessivamente da un data center rispetto alla potenza utilizzata dalle sole apparecchiature IT) di 1,1. Implementando il raffreddamento diretto ad acqua di CPU, GPU e la tecnologia NVIDIA NVSwitch, questo sistema può sostenere le massime prestazioni senza raggiungere i limiti termici.

Il servizio Lenovo AI Fast Start offre soluzioni live per mostrare i risultati aziendali, operativi e tecnologici di GenAI. In quanto tali, le aziende possono rapidamente scalare e potenziare l'AI utilizzando tecnologie basate sul full-stack NVIDIA attraverso Lenovo AI Fast Start per NVIDIA AI Enterprise, mentre i nuovi microservizi di inferenza Lenovo AI Fast Start per NVIDIA NIM forniscono agli sviluppatori motori di inferenza containerizzati e ottimizzati facili da gestire per i modelli di NVIDIA AI Foundation offerti da NVIDIA.





Sezione 5: Conclusioni e raccomandazioni

Le applicazioni di AI, basate su tecnologie di accelerazione appositamente costruite, stanno migliorando notevolmente i risultati in molti settori. La tecnologia di raffreddamento a liquido sta emergendo come un fattore essenziale per abilitare l'AI dalle massime prestazioni e, sulla base dell'analisi di Futurum, il raffreddamento a liquido Lenovo Neptune® è leader del settore nel campo del raffreddamento a liquido. L'esperienza decennale di Lenovo nel raffreddamento a liquido ha portato a progettazione, produzione, consegna e supporto top di gamma.

Dal nostro punto di vista, la proposta di valore del raffreddamento a liquido Lenovo Neptune® è ampiamente convalidata dalle testimonianze dei clienti nelle reti di produzione. Geely Auto R&D ha implementato una piattaforma HPC basata sui server Lenovo ThinkSystem SD650 V3 con raffreddamento ad acqua Neptune®, aumentando le prestazioni del 35% e preparando la strada per un'ulteriore innovazione R&D. Geely ha scelto Lenovo per distribuire un cluster HPC locale per evitare costi e complessità del cloud. Tale decisione ha portato benefici immediati, considerando che il nuovo cluster ha aumentato le prestazioni HPC del 35% riducendo il consumo energetico di 1 milione di kWh/anno.

Con queste considerazioni, facciamo le seguenti osservazioni alle organizzazioni che valutano la soluzione Neptune® di Lenovo per soddisfare le loro esigenze di raffreddamento a liquido.

Approccio olistico. Lenovo Neptune® include il raffreddamento diretto ad acqua calda di interi sistemi, il raffreddamento ad acqua dei singoli componenti e il raffreddamento ad acqua per sistemi raffreddati ad aria, risultando in un approccio completo che ottimizza le prestazioni e la potenza.

Vantaggi competitivi. L'esperienza di 12 anni di Lenovo nella fornitura di soluzioni di raffreddamento a liquido di livello aziendale, tra cui tubi in EPDM, priorità dell'acqua, cicli di raffreddamento a base di rame e l'uso di giunti brasati, offre vantaggi competitivi nella progettazione, nella produzione e nei processi di consegna, nella qualità complessiva e nei processi di supporto.

Sostenibilità/Conformità ESG. Lenovo Neptune® è costruito per allinearsi con gli obiettivi di sostenibilità chiave, come la riduzione delle emissioni di anidride carbonica, senza compromettere la potenza di calcolo a cui le organizzazioni devono dare la priorità nel valutare i sistemi di raffreddamento a liquido.

Informazioni importanti su questo report

COLLABORATORI

Steven Dickens

Chief Technology Advisor | The Futurum Group

Ron Westfall

Direttore della ricerca | The Futurum Group

EDITORE

Daniel Newman

CEO | The Futurum Group

DOMANDE

Contattaci se desideri discutere di questo report. The Futurum Group ti risponderà in breve tempo.

CITAZIONI

Questo articolo può essere citato da stampa e analisti accreditati, ma deve essere citato nel contesto, mostrando il nome dell'autore, il titolo dell'autore e "The Futurum Group". I soggetti che non sono addetti stampa o analisti hanno bisogno di previa autorizzazione scritta da parte di The Futurum Group per eventuali citazioni

LICENZE

Questo documento, inclusi tutti i materiali di supporto, è di proprietà di The Futurum Group. Questa pubblicazione non può essere riprodotta, distribuita o condivisa in alcuna forma senza la preventiva autorizzazione scritta di The Futurum Group.

INFORMATIVA

The Futurum Group fornisce ricerca, analisi e consulenza a molte aziende high-tech, comprese quelle menzionate in questo articolo. Nessun dipendente dell'azienda detiene posizioni azionarie presso le società citate in questo documento.



INFORMAZIONI SU LENOVO E NVIDIA

Lenovo offre a tutti la nuova era dell'innovazione basata sull'AI. Il nostro portafoglio full-stack offre soluzioni AI potenti, flessibili e responsabili per trasformare i settori ed emancipare le persone. Creiamo un futuro Smarter AI for all. Noi di Lenovo crediamo che il futuro dell'AI implichi la coesistenza di AI pubblica e aziendale. Lenovo offre AI a te e ai tuoi dati.

In collaborazione con NVIDIA, le soluzioni di AI ibrida sono appositamente costruite collaborando nella progettazione al fine di portare in modo efficiente l'AI ai dati dei clienti, dove e quando gli utenti ne hanno più bisogno, segnando un progresso nella visione di Lenovo di rendere possibile l'AI per tutti e offrendo supporto al time to market per tecnologie e architetture innovative per la prossima generazione di AI generativa. Le soluzioni ibride Lenovo, già ottimizzate per eseguire il software NVIDIA AI Enterprise per un'AI aziendale sicura, supportata e stabile, consentono inoltre agli sviluppatori di accedere ai microservizi NVIDIA, tra cui NIM NVIDIA e NeMo Retriever.



CHI SIAMO THE FUTURUM GROUP

[TheFuturum Group](#) è una società indipendente di ricerca, analisi e consulenza, incentrata sull'innovazione digitale e sulle tecnologie e tendenze che rivoluzionano il mercato. Ogni giorno i nostri analisti, ricercatori e consulenti aiutano i leader aziendali di tutto il mondo ad anticipare i cambiamenti tettonici nei loro settori e a sfruttare l'innovazione dirompente per ottenere o mantenere un vantaggio competitivo nei loro mercati.



DATI DI CONTATTO

The Futurum Group LLC | futurumgroup.com | (833) 722-5337 |