

# L'EVOLUZIONE DELLA TECNOLOGIA DELLE MEMORIE



**Kingston**<sup>®</sup>  
TECHNOLOGY  
BUILT ON COMMITMENT

DRAW



# Prefazione e contenuti

L'evoluzione della memoria dinamica ad accesso casuale (DRAM - Dynamic Random Access Memory) - che ha avuto inizio dalla Fast-Page Mode (FPM), per poi passare alla modalità sincrona (SDRAM) e trasformarsi nella versione a doppia velocità di trasferimento dei dati (DDR - Double Data Rate) è giunta oggi alla sua quinta generazione (DDR5) - ciò costituisce un importante progresso della tecnologia informatica, dettato dalla necessità di prestazioni più elevate, maggiore larghezza di banda e migliore efficienza energetica. Spinta dall'onda dell'IA, questa necessità continua a crescere a dismisura, con le DDR5 e le HBM (High Bandwidth Memory DRAM) che si stanno diffondendo sia nei data center che nei sistemi client. Considerata il fiore all'occhiello delle memorie a semiconduttore, la SDRAM DDR occupa un posto a sé nel settore, grazie al suo ridotto consumo energetico e alle elevate prestazioni nel trasferire i dati al processore.

Secondo gli esperti del settore, non c'è alcuna fine in vista per la DRAM come tecnologia di memoria principale. Ma cosa rende questo tipo di memoria così adatto a soddisfare le esigenze delle aziende di oggi, in termini di prestazioni e architettura? Esistono tipologie più adatte ai server rispetto ai desktop? Come si sta evolvendo la tecnologia e quali sono le sfide e i casi d'uso tipici? Il presente eBook si propone di dare una risposta a queste domande, con l'aiuto di esperti tecnici di Kingston, esplorando ciò che ha in serbo il futuro per le DRAM.

Indice	Pagine
Contributori	3
L'evoluzione delle DRAM: dalle FPM alle SDRAM DDR5	4
Tipologie di DRAM e principali differenze	5
L'importanza di latenza e velocità	6
Casi d'uso tipici e impatti sul carico di lavoro	7
Considerazioni relative all'upgrade e ai problemi di compatibilità fra DRAM	8 - 9
Risolvere le criticità dei processi di produzione delle DRAM	10
Sviluppo delle DRAM: l'influenza delle tendenze di mercato	11
Il futuro della tecnologia DRAM	12
Riepilogo	13





# Contributori

Questo eBook è stato creato da due esperti Kingston.



## **Mike Mohney | Kingston Technology**

Mike Mohney è un Senior Technology Manager di Kingston Technology, società con sede a Fountain Valley, California. Lavora in Kingston dal 1996, mettendo a disposizione i suoi 28 anni di esperienza nel settore.

Nel suo ruolo, Mike svolge un compito fondamentale nella gestione e nel progresso delle iniziative tecnologiche di Kingston, in particolare nel settore delle soluzioni DRAM e di memoria. La sua esperienza e la sua leadership hanno contribuito in modo significativo al posizionamento di Kingston come produttore leader di terze parti di soluzioni DRAM.



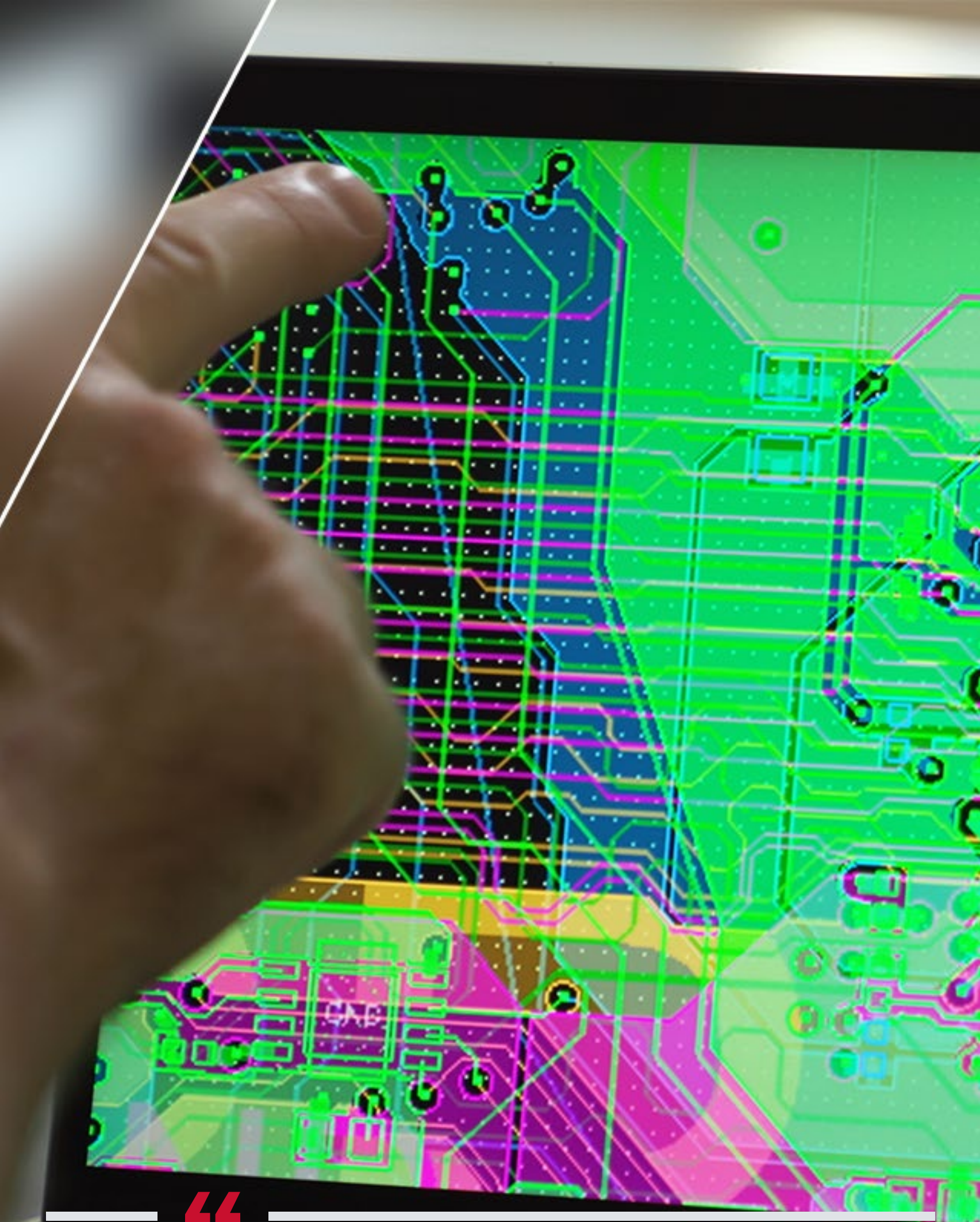
## **Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**

Geoffrey Petit ricopre il ruolo di Technical Resources Group Team Leader in Kingston Technology Europe. Entrato in Kingston nel 2016 come Technical Support Engineer, forniva assistenza tecnica post-vendita ai clienti dell'area EMEA, oltre ad occuparsi della formazione tecnica ai colleghi e ai nuovi dipendenti e alle attività di test dei nuovi prodotti.

Il team di cui è a capo Geoffrey oggi ha la responsabilità di fornire supporto tecnico ai clienti e alle domande di pre-vendita provenienti da Business Manager, Marketing, team Insides Sales, clienti e dal personale addetto.







## L'evoluzione delle DRAM: dall'FPM al DDR5

A metà degli anni '80, la rivoluzione dei PC era in fermento con l'avvento del processore 80486. La tecnologia di memoria principale era rappresentata dalla DRAM FPM (Fast Page Mode) nei moduli SIMM (Single In-Line Memory Module). La necessità di aumentare le prestazioni porta allo sviluppo della DRAM EDO (Extended Data Out) all'inizio degli anni '90, seguita rapidamente dalla SDRAM e dal DIMM (Dual In-line Memory Module), che funzionava in modo più efficiente allineandosi con il clock della CPU e con un'unica velocità di trasmissione dei dati. Nel 2000 fa la sua comparsa la DDR (Double Data Rate) SDRAM che ha raddoppiato la velocità di trasferimento dei dati su entrambi i fronti di salita e discesa del segnale di clock. Inoltre, è più efficiente dal punto di vista energetico rispetto al suo predecessore, scendendo a 2,5 V per modulo rispetto a 3,3 V. L'attenta pianificazione dell'ente di standardizzazione del settore (JEDEC) ha curato le successive evoluzioni della tecnologia DDR SDRAM, portando al lancio della seconda generazione di DDR (DDR2) nel 2003, seguito nel 2007 dalla DDR3 e poi ancora nel 2014 dalla DDR4. Sfruttando i costanti progressi nella litografia dei wafer dei semiconduttori e nella riduzione delle dimensioni delle celle di memoria, ogni generazione è riuscita a portare un incremento in termini di velocità e capacità delle memorie, associato a una riduzione della tensione operativa.

Avanzando rapidamente, arriviamo al 2021, anno in cui viene lanciata la SDRAM DDR5, che si rivela subito un notevole progresso tecnologico nel settore delle memorie. I primi moduli DDR5 hanno debuttato con una velocità di 4800MT/s - un aumento del 50% della larghezza di banda rispetto alla velocità finale raggiungibile da DDR4, pari a 3200MT/s. Oltre alla velocità, i moduli DDR5 sono dotati di un circuito integrato di gestione dell'alimentazione (PMIC), in grado di regolare l'alimentazione richiesta dai vari componenti del modulo di memoria, garantendo una più efficiente distribuzione dell'alimentazione rispetto alle generazioni precedenti, migliorando l'integrità del segnale e

riducendo il rumore. Il progresso a ridurre il consumo energetico è proseguito: le DDR5 richiedono solo 1,1 V per funzionare. Sono stati introdotti anche significativi miglioramenti per l'integrità dei dati, come l'ECC (Error Correction Code) On-Die, in grado di catturare e correggere gli errori di bit direttamente all'interno del componente DRAM, riducendo il rischio di corruzione dei dati.



*Oltre ai miglioramenti più attesi in termini di prestazioni, consumo energetico e densità, ogni nuova generazione ha portato anche tante nuove funzionalità. Questo include una tecnologia di correzione degli errori potenziata, miglioramenti all'integrità del segnale, mitigazioni aggiunte per prevenire le vulnerabilità di hacking dell'hardware e nuovi fattori di forma.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**



Da quando sono state introdotte, le DDR5 hanno già vissuto quattro aumenti di velocità programmati e supportati dalle evoluzioni delle piattaforme Intel e AMD. Storicamente, gli aumenti di velocità delle memorie avvengono una volta all'anno, secondo una cadenza prestabilita dagli standard di settore delle memorie e coordinata con l'avvento di nuovi chipset. Il cambio rispetto a questo modello evolutivo della velocità delle DDR5 è dovuto sia alla concorrenza fra produttori di chipset e di processori, sia alla domanda di memorie ad elevatissime prestazioni in grado gestire applicazioni ad alta intensità di banda di memoria, come tipicamente è l'IA.

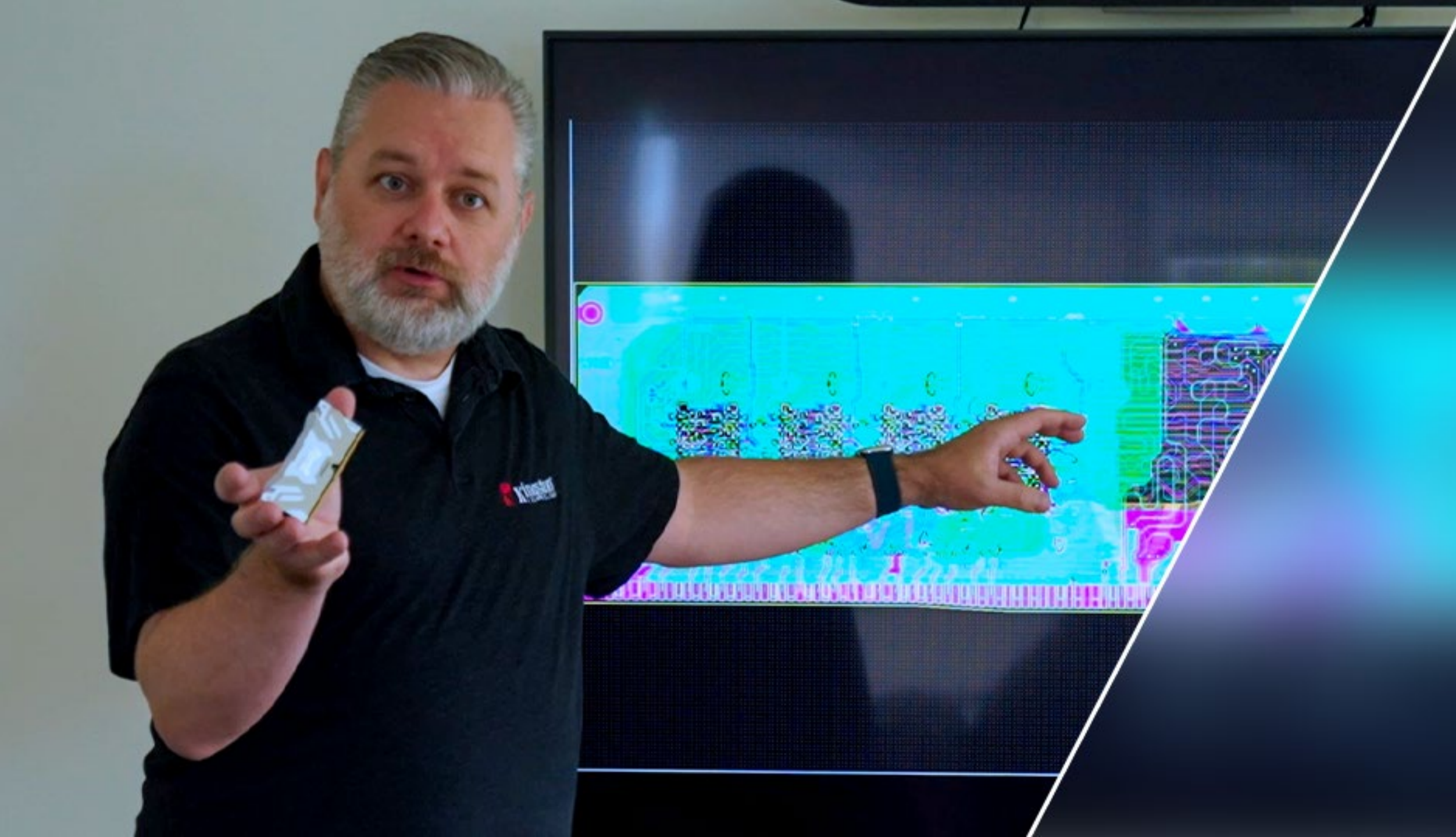


*La disponibilità di maggiore densità ha reso possibile ottenere una maggiore capacità di memoria all'interno di un singolo modulo, un aspetto fondamentale per i server e per i sistemi di calcolo ad alte prestazioni.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**







## Tipologie di moduli DRAM e principali differenze

L'ente di standardizzazione del settore JEDEC non si limita a definire le specifiche della memoria DRAM, ma determina anche i fattori di forma su cui la DRAM è installata per adattarsi alle varie piattaforme e ambienti di calcolo.

I moduli senza buffer, come gli **UDIMM (Unbuffered DIMM)** e i **SODIMM (Unbuffered Small Outline DIMM)** sono i tipi di moduli più frequentemente usati nei desktop e laptop destinati ai consumatori.

L'aggiunta di componenti DRAM che supportano l'ECC (Error Correction Code) dà vita alle versioni **ECC UDIMM** e **ECC SODIMM**, utilizzate nei comuni sistemi classificabili come workstation. Si tratta di una funzionalità in grado di assicurare un contributo all'integrità dei dati molto importante per le applicazioni ad alta intensità di memoria.

I moduli **EEC RDIMM (Registered DIMM)** sono equipaggiati con un componente detto registro che bufferizza i dati tra la DRAM e il controller di memoria, e vengono utilizzati nei server a uno o più processori. Questa caratteristica si rivela infatti critica negli ambienti che necessitano di grandi quantità di memoria e in cui l'affidabilità dei dati è fondamentale.

I **moduli LRDIMM (Load Reduced DIMM)** si caratterizzano per la presenza di un buffer di dati per ridurre il carico sul controller di memoria, che altrimenti abbasserebbe la velocità della memoria per compensarlo. La tecnologia LRDIMM consente di avere moduli di ampia capacità senza sacrificare le prestazioni ed è stata introdotta per la prima volta nel 2012 con lo standard DDR3, per poi essere perfezionata nel 2014 con lo standard DDR4.

I **moduli a basso consumo LPDDR (Low Power DDR)** hanno fatto il loro ingresso sul mercato nel 2006, come soluzione per i dispositivi mobili, per risparmiare la carica della batteria. Sebbene vengano solitamente installate direttamente nella scheda di sistema, dal 2024 è divenuto possibile utilizzare le memorie LPDDR5 insieme ai moduli CAMM2 (Compression Attached Memory Module), il che offre una soluzione modulare molto utile per i produttori di computer portatili e di PC di piccole dimensioni.

Oltre alle SDRAM DDR, la categoria di memorie in più rapida crescita è l'**HBM (High Bandwidth Memory)**, sviluppata da AMD nel 2008 per rispondere alla crescente domanda di memoria ad alte prestazioni e alta capacità per supportare le GPU con requisiti di potenza inferiori. Questa tecnologia utilizza un'interfaccia ad alta velocità per gestire uno stack 3D di strati SDRAM all'interno di un singolo chip. Ciò fornisce accessi alla memoria indirizzabili ad ampio raggio (oltre 128 bit) e si rivolge in modo mirato alle schede grafiche, alla memoria del processore on-package e alle schede acceleratrici di intelligenza artificiale.

“

*L'ultimo decennio ha visto l'HBM evolversi generazione dopo generazione, aumentando la capacità di memoria in ciascuno strato, ampliando i bus di dati ed elevando le prestazioni in termini di throughput. Ciononostante, la memoria HBM non è attualmente utilizzata nei moduli di memoria e non è considerata una tecnologia alternativa alla DRAM DDR per scalare il prezzo per GB.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**

”



# L'importanza di latenza e velocità

Latenza e velocità sono due caratteristiche essenziali definite dall'ente di standardizzazione delle memorie (JEDEC) che fungono da parametro di misurazione delle prestazioni.



*In informatica, esistono diversi tipi di applicazioni che possono utilizzare un hardware piuttosto che un altro per svolgere meglio un dato carico di lavoro. Le applicazioni incentrate sulla memoria possono beneficiare così di velocità più elevate e latenze più basse, rispetto a quelle incentrate sulla memoria o sulla GPU.*

**Mike Mohney | Kingston Technology**

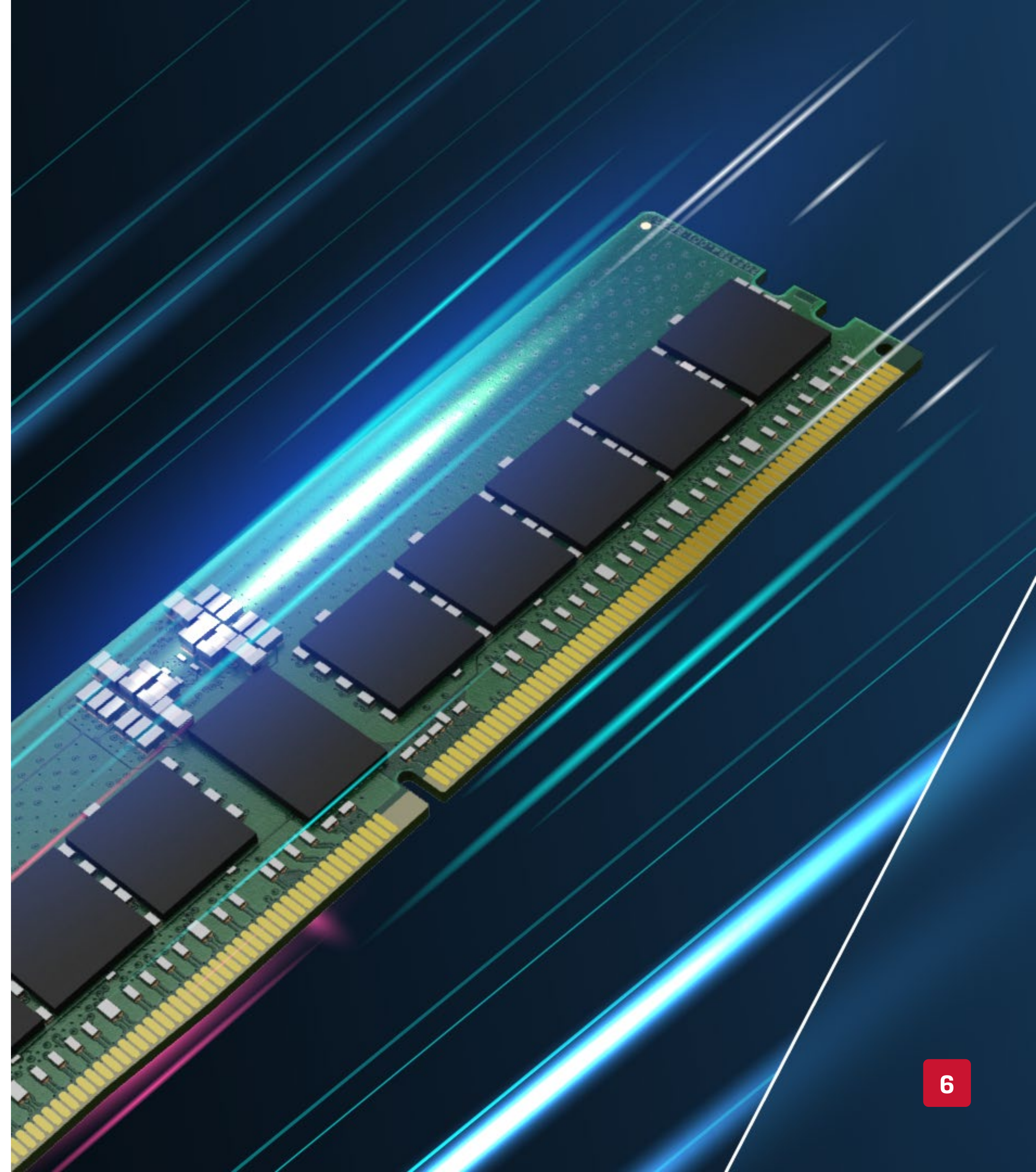


Per ogni nuova tecnologia di memoria, JEDEC specifica le velocità e i timing standard, che vengono poi adottati dai produttori di memorie, dagli architetti di processori e chipset e dai produttori di schede madri/sistemi per rimanere allineati. Con l'aumento delle velocità della memoria standard, aumentano parallelamente anche le latenze. Questo aspetto è spesso oggetto di controversia e viene frainteso dagli utenti che ritengono che le velocità standard più elevate siano annullate dall'aumento dei tempi di latenza CAS. La latenza totale, invece, che è una combinazione di velocità e temporizzazione, è un modo più accurato di misurare le prestazioni della memoria in nanosecondi. Questa esprime il tempo necessario al processore per ricevere i dati dalla memoria.



*Parlando di impatto sulle attività di elaborazione, la memoria senza buffer è ideale per i desktop e le workstation che necessitano di tempi di risposta rapidi. Per i data center, invece, dove la stabilità, la correzione degli errori e la gestione di grandi insiemi di dati sono più importanti della latenza, la soluzione ideale si dimostrano essere le memorie di classe server, come le DIMM registrate (RDIMM) e le memorie a carico ridotto (LRDIMM).*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**







## Casi d'uso tipici e impatti sul carico di lavoro

Gli utenti finali al pari degli architetti di data center scelgono le piattaforme in base alle loro esigenze d'uso e ai carichi di lavoro previsti. Analogamente, la scelta del tipo e della configurazione dei moduli deve avvenire in base al bisogno di prestazioni e capacità di memoria tipico di ogni singola applicazione.

Nel settore delle memorie, esistono due classi di componenti e formati di moduli: client (nota anche come PC) e server. La classe client comprende i sistemi desktop e portatili, in cui vengono generalmente installate memorie non-ECC standard in formati DIMM senza buffer (UDIMM/CUDIMM), SODIMM/CSODIMM e CAMM2. La classe server invece include workstation di tipo desktop e mobile in cui vengono utilizzati moduli di memoria che supportano l'ECC (Error Correction Code).

Per i dispositivi destinati ai consumatori si tende a preferire la semplicità e la velocità della memoria senza buffer. I computer desktop e portatili non sono progettati per dover funzionare 24 ore su 24 e, in genere, vengono spenti quando non sono in uso. Le applicazioni e i carichi di lavoro tipici di questi sistemi non forzano i componenti di memoria fino al limite di tolleranza, come invece fanno i server, per cui non si rende necessario il supporto ECC.

Al contrario, i sistemi più complessi, come i server e le workstation ad alte prestazioni progettati appositamente per restare accesi ininterrottamente, necessitano della maggiore stabilità e affidabilità offerta dai moduli DIMM ECC registrati (RDIMM) e a carico ridotto (LRDIMM). I moduli ECC supportano la funzione di correzione degli errori relativa ai dati danneggiati, così da evitare che il server possa bloccarsi o perdere informazioni importanti. Questi moduli vengono inoltre costruiti con componenti DRAM di qualità superiore, testati per resistere a livelli di tolleranza più elevati e capaci di garantire tassi di guasto inferiori.

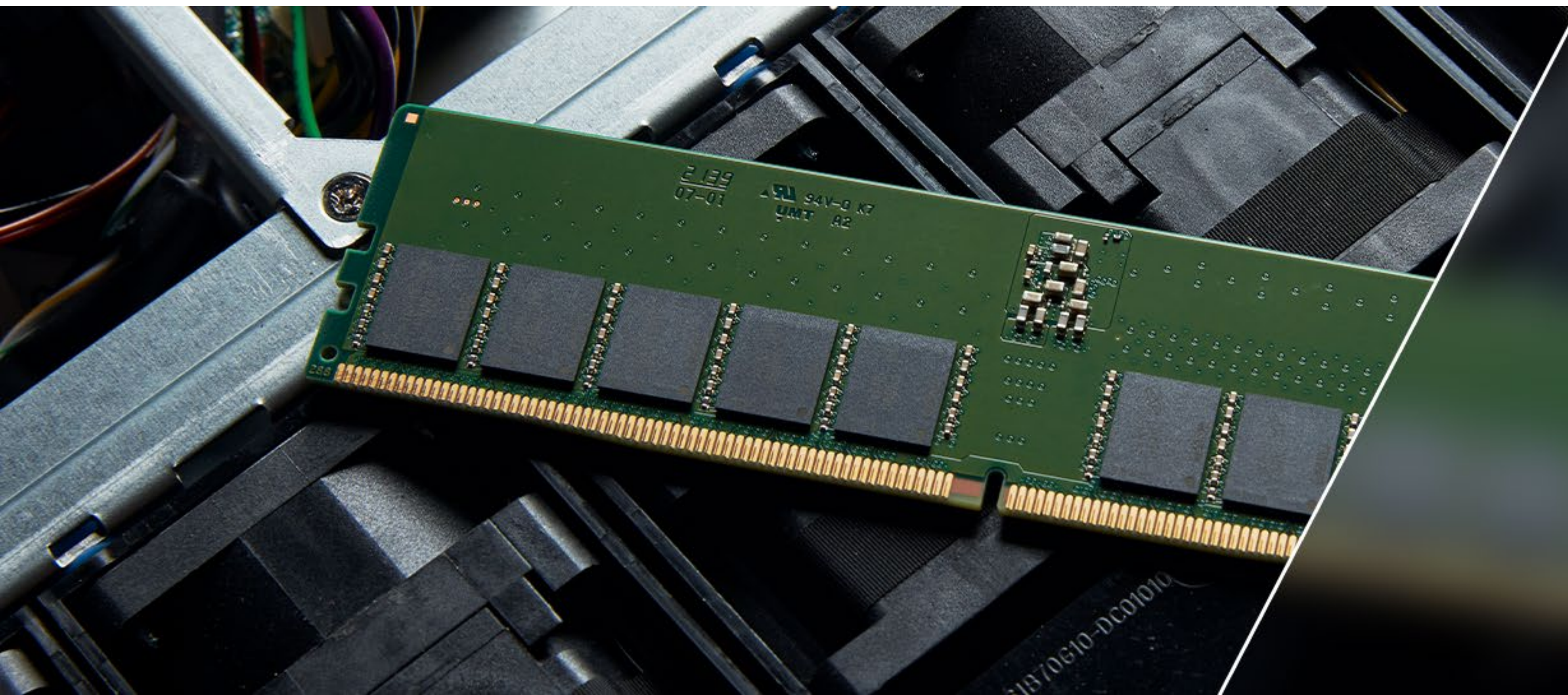


# Considerazioni relative all'upgrade e ai problemi di compatibilità fra DRAM

Oltre alle considerazioni relative a caso d'uso, applicazione e carico di lavoro, la scelta fra le diverse opzioni di memorie deve necessariamente tenere conto della reputazione del marchio che le produce. In genere, le aziende produttrici di memorie che hanno meno problemi di compatibilità sono quelle che investono in infrastrutture di test in cui poter convalidare i propri prototipi di memoria con gli architetti dei chipset (come Intel e AMD) e in cui poter collaborare con i produttori di schede madri e sistemi al conseguimento dell'omologazione delle memorie. Esiste un forte ecosistema fatto di controlli ed equilibri tra Intel, AMD, produttori di schede madri, grandi marchi di sistemi e produttori di memorie. Tuttavia, ciò non significa che tutti i produttori di moduli di memoria ne facciano parte.

L'installazione di una DRAM non compatibile può impedire l'avvio del sistema. Prima di aggiornare o sostituire la memoria di sistema e procedere all'acquisto dei nuovi moduli, occorre sempre consultare il manuale della scheda madre o il sito Web del produttore e tenere conto di quanto segue:

1. **Supporto della scheda madre:** verificate la tecnologia di memoria specifica e il tipo di modulo supportato dalla scheda madre (ad esempio, DDR4, DDR5, RDIMM o UDIMM).
2. **Velocità:** per evitare problemi di prestazioni, scegliete DRAM di velocità uguale o superiore a quella di partenza. All'interno di una stessa generazione DDR, le velocità sono generalmente retrocompatibili. Quindi, se si acquista un componente con velocità standard di 3200MT/s, questo sarà in grado di adattare la velocità di clock a quella di sistemi che supportano o richiedono 2666MT/s.
3. **Capacità:** scegliete i moduli da installare in coppie o gruppi identici, in linea con l'architettura della scheda madre, tendendo ad eccedere con la capacità in GB per tenere conto delle future esigenze di memoria.
4. **Moduli DRAM misti:** l'uso di tipi di DRAM diversi (per ampiezza, densità, marca) all'interno di coppie o gruppi può essere fonte di instabilità. Per evitare problemi, è consigliabile installare coppie o gruppi di moduli identici, in base all'architettura di memoria della scheda madre.
5. **Correzione errori:** se desiderate installare moduli ECC senza buffer in un PC client o in una workstation comune, verificate che la relativa scheda madre e il modello di processore supportino la funzione ECC.



“ Ad esempio, i moduli RDIMM e LRDIMMs DDR4 usano la stessa tacca (notch) dei moduli DIMM senza buffer. Se inserite in un sistema di classe desktop, però, le memorie RDIMM e LRDIMM non funzionano. Anche le larghezze e le densità dei componenti DRAM possono influire sulla compatibilità, dal momento che alcuni chipset non funzionano con specifiche larghezze di DRAM o densità elevate.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



## Considerazioni relative all'upgrade e ai problemi di compatibilità fra DRAM

L'industria delle memorie è in continua evoluzione, progettando per le esigenze della prossima generazione e tenendo conto delle necessità dei computer del presente e del passato. I produttori di moduli di memoria devono quindi necessariamente mantenere un ampio archivio di piattaforme informatiche risalenti a diverse generazioni fa.



*Il test dei nuovi componenti di memoria su sistemi meno recenti, noto come test di regressione, è un passaggio essenziale, che alcuni produttori di memorie saltano per ridurre i costi. Da qui spesso nascono i problemi di compatibilità più diffusi.*

**Mike Mohney | Kingston Technology**



Il mantenimento di un ampio database di compatibilità dei sistemi gioca un ruolo determinante nella prevenzione dei problemi. Essendo l'unico fornitore di moduli di memoria al mondo a gestire attivamente un database in cui sono archiviati oltre 40.000 sistemi informatici, gli ingegneri di Kingston sono in grado di indicare con maggiore precisione le opzioni di upgrade della memoria compatibili con le migliaia di modelli di computer attuali e precedenti presenti sul mercato globale. Le differenze tra i chipset e le generazioni di processori di Intel e AMD spesso, e in alcuni casi volutamente, non vengono rivelate agli utenti. Kingston condivide volentieri le proprie conoscenze tecniche di dettaglio, avendo come obiettivo quello di aiutare gli utenti a comprendere come scegliere l'opzione migliore e più compatibile con il loro computer.



*Se i componenti non vengono controllati e ottimizzati per un chipset o un BIOS possono verificarsi problemi di compatibilità. I problemi di compatibilità più comuni dipendono proprio dall'uso di configurazioni DRAM o tipi di moduli non supportati dal sistema.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**





# Risolvere le criticità dei processi di produzione delle DRAM

Se valutata in modo non adeguato, la compatibilità potrebbe costituire un problema, ma non sarebbe comunque l'unico da gestire. Le principali sfide poste alla produzione delle DRAM derivano dalla complessità del progetto, dal rigore dei materiali e dal controllo della qualità. E sono proprio le soluzioni poste a queste problematiche a contraddistinguere Kingston quale produttore leader di moduli DRAM di terze parti. Infatti, ad ogni problema è stata data un'adeguata soluzione:

Partiamo proprio dall'inizio, soffermandoci sul modo in cui progettiamo le nostre soluzioni di memoria.

- » **Complessità del design:** ogni tipo di modulo DRAM da noi progettato possiede caratteristiche uniche, di cui il progetto deve necessariamente tenere conto, che si tratti di moduli DDR4 o DDR5, con o senza buffer, registrati ecc. È impossibile assicurare affidabilità e prestazioni senza un'ingegneria avanzata e un'integrazione accurata.
- » **Soluzione:** è per questo che utilizziamo appositi software di progettazione e adottiamo protocolli di test rigorosi in grado di garantire che ogni tipo di memoria funzioni come previsto e senza errori.

Altro aspetto cruciale è l'impiego dei migliori semiconduttori DRAM.

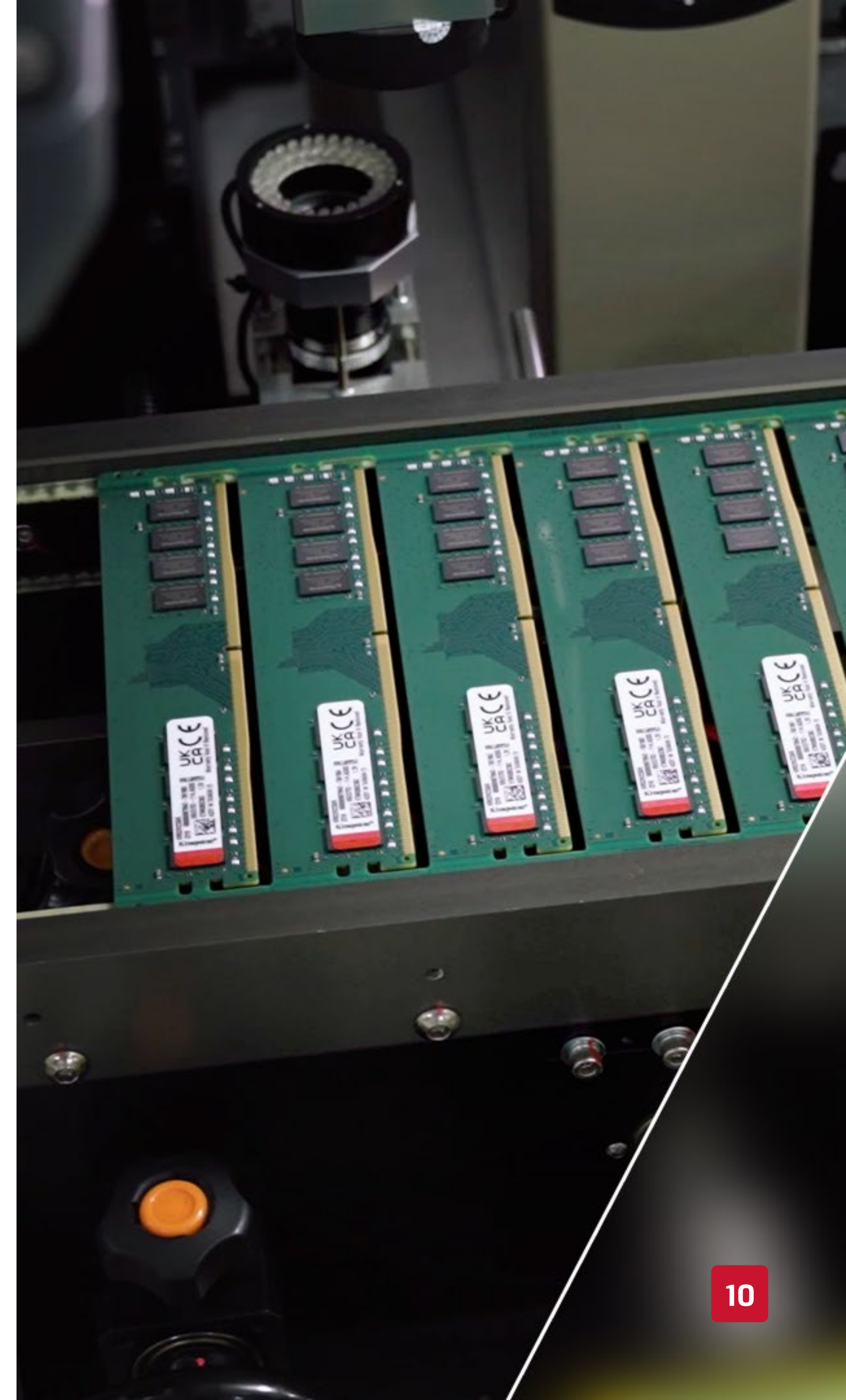
- » **Rigore dei materiali:** i chip DRAM sono estratti da semiconduttori prodotti su scala nanometrica, dove anche la più piccola variazione può portare a difetti, con conseguenze sulla resa e sulle prestazioni.
- » **Soluzione:** Kingston utilizza solo ed esclusivamente semiconduttori in grado di garantire elevati livelli di prestazioni e affidabilità, generati con tecniche di litografia all'avanguardia e in ambienti sterilizzati, che riducono al minimo i difetti

e assicurano un'elevata precisione e coerenza durante la produzione. Se non sono in grado di soddisfare questi requisiti, allora non entrano nei nostri processi produttivi.

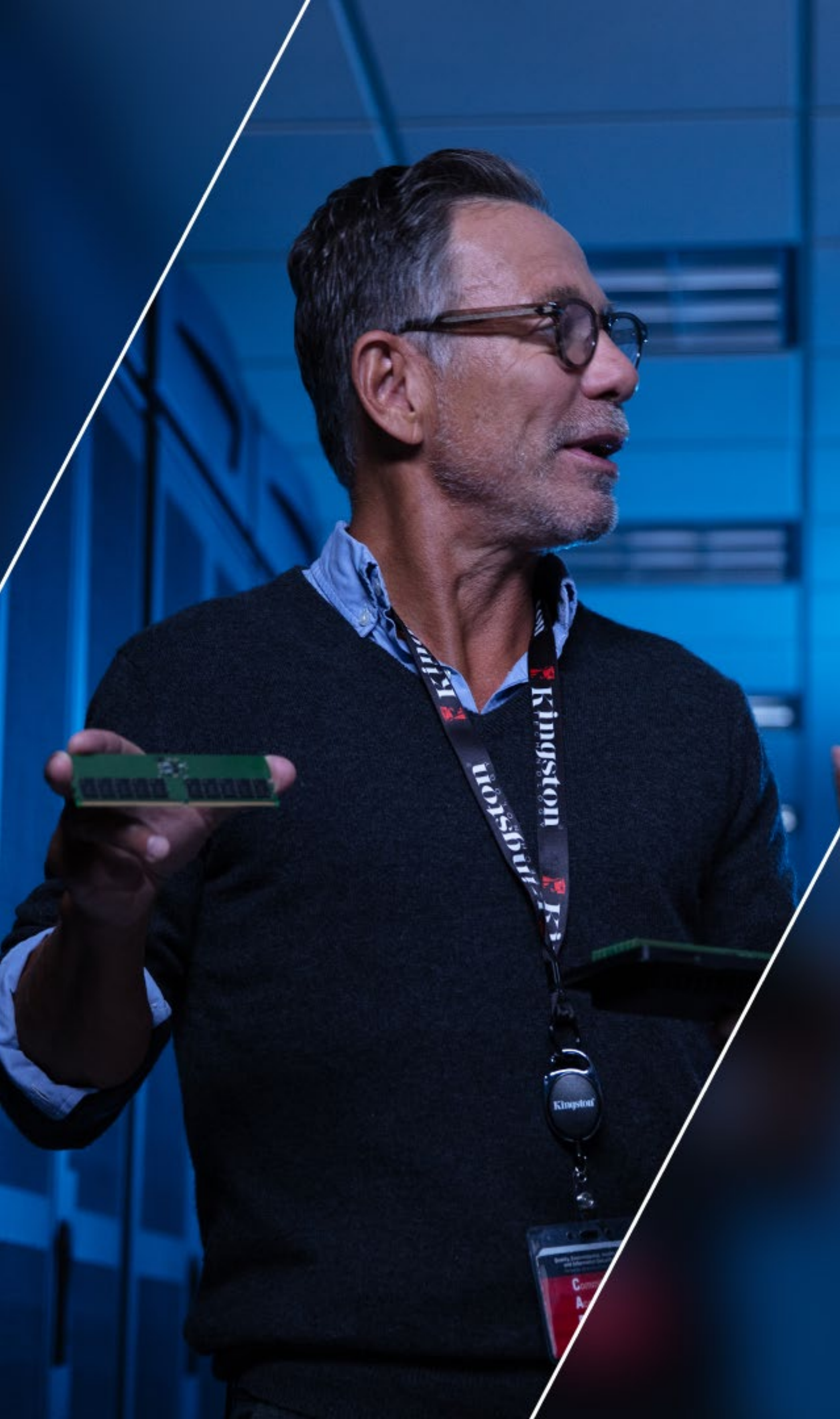
Successivamente, si passa alle fasi di costruzione e collaudo dei moduli DRAM.

- » **Controllo della qualità:** una volta assemblati, tutti i nostri moduli DRAM, qualunque sia il loro formato, devono dimostrare di soddisfare rigorosi standard di prestazioni e affidabilità.
- » **Soluzione:** i nostri test approfonditi, svolti in diverse condizioni d'uso, inclusi i test di temperatura e gli stress test, consentono di individuare le unità difettose e garantiscono l'approdo al mercato dei soli moduli realmente affidabili.

Grazie all'elevato livello tecnologico e al rigore delle procedure di controllo qualità, Kingston riesce a produrre soluzioni DRAM affidabili e ad alte prestazioni, adatte a un'ampia gamma di ambienti di elaborazione. Ma noi ci spingiamo ancora oltre, collaborando a stretto contatto con Intel e AMD, da cui riceviamo piattaforme sperimentali che ci permettono di sviluppare nuove tecnologie di memoria e adattare costantemente le nostre capacità di test alle novità in arrivo. Inoltre, per riuscire a migliorare la qualità dei moduli prodotti e a supportare nuove velocità di memoria e nuove capacità rilasciamo costantemente aggiornamenti hardware e software destinati ai nostri ambienti di produzione.







## Sviluppo delle DRAM: l'influenza delle tendenze di mercato

Lo sviluppo e l'adozione di nuovi tipi di memoria DRAM vengono influenzate dalle tendenze di mercato, a loro volta determinate dall'evoluzione delle esigenze della tecnologia, su cui gioca un ruolo determinante il comportamento dei consumatori. I fattori che hanno maggiore impatto su sviluppo e adozione sono senza dubbio prestazioni, efficienza e scalabilità.

Rivolgendo lo sguardo al passato si nota infatti che lo sviluppo delle tipologie di memoria è stato determinato dalle esigenze di elaborazione e dai carichi di lavoro tipici degli ultimi decenni. A metà degli anni 2000 il settore delle memorie si è orientato verso l'offerta di tecnologie di memoria in grado di ridurre il consumo energetico complessivo, sia in ambito mobile che nei data center. Nel decennio 2010-2020, la tendenza introdotta dalla virtualizzazione ha sostenuto la domanda di moduli che offrissero maggiore capacità. Contemporaneamente, il calo di prestazioni registrato nei moduli ad alta capacità dovuto a limiti interni al chipset ha portato allo sviluppo di DIMM a carico ridotto per DDR3 e DDR4.

Oggi, la costante crescita di settori come l'intelligenza artificiale, il gaming e l'analisi dei big data richiede sempre più memoria ad alta velocità e ad alta capacità. Ciò porta allo sviluppo di tipi di moduli DRAM avanzati, come i Multiplexed-Rank DIMM (MRDIMM), nati proprio per rispondere a queste esigenze di prestazioni. Senza dimenticare la corsa verso dispositivi sempre più sottili e leggeri, che ha portato all'adozione di dispositivi di memoria compatti ed efficienti, come il CAMM2, che offre ai produttori soluzioni modulari economicamente sostenibili da utilizzare in sostituzione delle DRAM-down o delle SODIMM multiple, che non potrebbero fisicamente entrare in un tablet o in un Ultrabook.

Un'altra area che registra un rapido sviluppo è la possibilità di espandere la capacità di memoria oltre il tradizionale slot DIMM.

“

*L'esigenza di prestazioni tipiche dell'IA sono un altro fattore chiave che spinge verso la creazione di memorie scalabili, ad alta capacità e ad alte prestazioni, come le MRDIMM, che puntano a risolvere in modo specifico il collo di bottiglia rappresentato dalle prestazioni della memoria ad alta capacità.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**

”

Questi sono solo alcuni esempi di adattamento dell'industria delle memorie alle tendenze del mercato, che dimostrano come il nostro ecosistema e il nostro organismo di standardizzazione siano sempre pronti ad affrontare le sfide delle esigenze di memoria che ci giungono dal futuro.

“

*Gli investimenti in infrastrutture e scalabilità a supporto delle tecnologie di memoria di nuova generazione sono costanti. Le velocità di memoria aumentano di anno in anno, il che rende essenziale disporre delle piattaforme di nuova generazione con dovuto anticipo rispetto al loro lancio, per poter velocizzare la produzione e riuscire così a sostenere la domanda globale, una volta che i nuovi sistemi saranno approdati al mercato.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**

”



UDIMM  
CUDIMM  
SODIMM  
CSODIMM  
CAMM2  
RDIMM  
LRDIMM



“  
*Innovazioni quali CAMM2, CUDIMM e CXL sono indicative di un futuro in cui le tecnologie di memoria saranno alla base di sistemi informatici più veloci, più efficienti e più flessibili in varie applicazioni e settori.*  
”  
Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

## Il futuro della tecnologia DRAM

In futuro, l'industria delle memorie continuerà ad adattarsi e a svilupparsi in base alle esigenze del mercato. I prossimi sviluppi della tecnologia DRAM saranno indirizzati verso l'aumento della velocità, la riduzione del consumo energetico e l'incremento della densità, così da riuscire a rispondere sempre meglio alle esigenze di applicazioni avanzate come l'IA, i big data e il cloud computing. Inoltre, le problematiche relative alle tecnologie di memoria e ai fattori di forma attuali stanno già interessando la specifica DDR di prossima generazione, DDR6, in fase di sviluppo presso il JEDEC. Prevista in uscita per il 2027, la DDR6 porterà con ogni probabilità prestazioni più elevate, con significativi aumenti lineari della velocità di trasmissione dei dati rispetto alla DDR5 e un bus dati più ampio.

Fino ad allora, assisteremo ad una progressiva crescita delle velocità della DDR5 che sarà utilizzata in nuovi fattori di forma. Tra questi ci sarà sicuramente anche il CAMM2, destinato a diventare la soluzione dominante per i sistemi mobile e di piccole dimensioni entro i prossimi due anni. Il profilo sottile di questo formato consente di sostituire efficacemente due SODIMM nei computer portatili tradizionali, con un conseguente risparmio di costi per i produttori, che possono utilizzare una soluzione di memoria modulare al posto dei componenti DRAM dedicati integrati direttamente nella

scheda madre. Alcuni produttori di schede madri hanno dimostrato che il formato CAMM2 può essere utilizzato addirittura nei tradizionali PC desktop. In qualità di fornitore di memorie approvato da Dell, Kingston è già pronta a contribuire alla rivoluzione CAMM2, avendo disposto da tempo investimenti e infrastrutture dedicati alla produzione e al collaudo di questo nuovo formato. Nel sito Web di Kingston saranno presto pubblicate le nostre soluzioni CAMM2 che saranno lanciate nella prima metà del 2025.

Altra novità in ambito DRAM è il modulo CUDIMM, che integra un driver di clock sulle DIMM senza buffer DDR5 con velocità a partire da 6400MT/s. Questo componente gestisce il segnale di clock proveniente dal processore, così da migliorare l'integrità del segnale diretto al modulo e ridurre l'incidenza di errori dovuti al rumore e allo sfasamento, che diventano problematici al crescere delle velocità.

Occorre poi citare il CXL, acronimo di "Compute Express Link", un'altra nuova categoria di DRAM in fase embrionale. Si tratta di un protocollo standard aperto, che opera sul bus PCI Express, come fa l'NVMe nell'ambito dello storage. Il primo ambito di applicazione per il CXL sono gli espansori di memoria che utilizzano DRAM (DDR4, DDR5, HBM) in diversi formati, per incrementare la capacità di memoria ed espandere il pool di memoria utilizzabile per i server.



# Riepilogo

Con l'ascesa dell'intelligenza artificiale, i progettisti di memorie fanno a gara per tenere il passo. L'SDRAM DDR, colonna portante della memoria dei semiconduttori, continua ad evolversi, con la sua grande capacità e la rapida trasmissione dei dati ai processori. Con adeguati investimenti e controlli di qualità rigorosi, i produttori possono affrontare le principali problematiche di compatibilità e fabbricazione, arrivando ad offrire memorie affidabili e ad alte prestazioni, adatte a diverse esigenze di elaborazione. Gli esperti di Kingston sono a vostra disposizione per aiutarvi a districarvi tra le problematiche poste dall'evoluzione dei chipset, dalle diverse generazioni di processori e dalle configurazioni ottimizzate per le memorie, così da ottenere risposte capaci di soddisfare a pieno i requisiti specifici del vostro ambiente.

## Built on Commitment

Dai big data ai dispositivi IoT, ai laptop, ai PC, alle tecnologie degli indossabili, Kingston Technology è impegnata a offrire soluzioni di prodotto, servizi e assistenza di alto livello. Orgogliosi della fiducia riposta in noi dai principali produttori di PC e fornitori globali di servizi cloud, attribuiamo enorme valore alle nostre partnership a lungo termine che ci aiutano a evolvere e innovare. Siamo costantemente impegnati a garantire che ogni soluzione da noi offerta soddisfi sempre gli standard più elevati, ponendo come priorità la qualità e l'attenzione al cliente. Sfruttiamo ogni possibile occasione per ascoltare, imparare e confrontarci con i nostri clienti e i nostri partner, per poter offrire soluzioni che apportino vantaggi duraturi.

©2024 Kingston Technology Europe Co LLP e Kingston Digital Europe Co LLP, Kingston Court, Brooklands Close, Sunbury-on-Thames, Middlesex, TW16 7EP, Regno Unito. Tel: +44 (0) 1932 738888 Fax: +44 (0) 1932 785469. Tutti i diritti riservati. Tutti i marchi e i marchi registrati sono proprietà dei rispettivi titolari.



**Kingston**<sup>®</sup>  
TECHNOLOGY  
BUILT ON COMMITMENT



BUILT ON COMMITMENT