

## LA MEMORIA DI SISTEMA : PRESENTAZIONE GENERALE

La funzione della memoria centrale è quella di memorizzare i programmi eseguiti dal microprocessore e i dati elaborati. I parametri caratteristici della memoria di sistema sono i seguenti :

|                        |   |
|------------------------|---|
| capacità               | Rappresenta il numero di Byte , e quindi di bit, totali contenuti nella memoria .<br>La capacità in Byte ci aiuta a comprendere qual'è la massima quantità di informazione che può essere contemporaneamente presente in memoria e quindi elaborata dal microprocessore |
| Tempo di accesso       | Indica il tempo necessario per accedere ai dati per leggerli o per scriverli. Se i due tempi sono diversi, allora si prende come riferimento il tempo peggiore  |
| Operazioni disponibili | Le operazioni possibili possono essere : <ul style="list-style-type: none"> <li>• di sola lettura</li> <li>• di scrittura e lettura</li> </ul>  |
| Tipo                   | Può essere <b>volatile</b> o <b>non volatile</b><br>si dice volatile se tutto il suo contenuto è cancellato dopo che si è spento il PC<br>si dice non volatile se il suo contenuto rimane intatto anche dopo lo spegnimento dell'elaboratore                            |

Le operazioni fondamentali eseguibile con una memoria sono di lettura e scrittura.

**La lettura da una memoria** è una operazione di *output* e consiste nella seguente sequenza logica:

1. si tratta di inviare l'indirizzo della locazione di memoria che si vuole leggere
2. generare i segnali di controllo necessari per rendere attivo l'output del dato ( tempo di lettura della memoria)
3. il dato è presente nel bus dati del sistema

**La scrittura in una memoria** è un'operazione di *input* e consiste nella seguente sequenza logica:

1. inviare il dato da memorizzare nel bus dati
2. generare i segnali di controllo necessari per poter scrivere nella memoria
3. definire sul bus degli indirizzi lo specifico indirizzo relativo alla locazione di memoria oggetto della scrittura

**La memoria di sistema di un computer** è suddivisa in tre aree ben distinte, che hanno caratteristiche e funzioni diverse. La distinzione iniziale fondamentale è quella di distinguere fra due configurazioni tipiche:

1. per scopi generali (general purpose)
2. per scopi specifici (special purpose)

Questa è organizzazione tipica nei calcolatori general purpose

| Tipo Memorie | Caratteristiche fisiche   | Funzione  |
|--------------|---|---|
| ROM          | <b>Read Only Memory.</b><br>È una memoria a sola lettura , non volatile, con elevati tempi di accesso. Il contenuto della memoria è scritto dalla ditta costruttrice e non può essere modificato  | Contiene il programma di avvio del calcolatore e di gestione dell'hardware, chiamato BIOS.<br>Il BIOS è scritto e realizzato dal costruttore, non viene creato dall'utente né viene installato  |
| EEPROM       | <b>Electrically erasable programmable ROM</b><br>è una memoria a scrittura e lettura, non volatile, con tempi di accesso maggiore della RAM. L'utente può modificare il contenuto della memoria, ma solo un numero limitato di volte ( fino a un milione di riscritture )   | Contiene tutti i dati caratteristici dle computer. Tali parametri sono modificabili , ma p bene farlo raramente e solo quando si è esperti. Tale modifica può essere eseguita durante la fase di avvio ma prima del caricamento del sistema operativo   |
| RAM          | <b>Random Access Memory</b> : memoria ad accesso diretto<br>è una memoria di scrittura e lettura , dunque è bidirezionale, ed è di tipo volatile, con bassi tempi di accesso (decine di nanosec).<br>Il tempo per scrivere o leggere una cella no dipende dalla posizione della cella, questo assicura dei tempi medi molto bassi | Contiene i dati e i programmi eseguiti dalla CPU. Essendo la RAM volatile , il PC deve possedere una memoria permanente per archiviare i dati allo spegnimento della macchina .<br>Se si aprono più applicazioni la memoria RAM viene sempre più occupata , fino al caso limite di una totale occupazione. In questo caso il sistema operativo segnala la impossibilità di procedere con nuove applicazioni |

Nei calcolatore per scopi specifici si distingue fra una memoria dati e una memoria di programmi: si parla in questo caso di architettura Harvard.

*Cosa si intende per architettura Harvard? e qual'è la differenza con l'architettura classica di Von Neumann ?*

La differenza sostanziale che c'è tra le due architetture è la seguente:

- Nell'**architettura di Von Neumann** c'è un unico banco di memoria che racchiude Program memory e Data memory, di conseguenza la CPU è costretta a fare la fase di fetch-execute in modo sequenziale;
- Nell'**architettura Harvard** possiamo invece distinguere i due banchi di memoria in modo tale che la fase di fetch può sovrapporsi a quella di execute e viceversa.

Comunemente l'architettura Harvard possiamo trovarla in dispositivi nei quali sappiamo all'incirca qual è la grandezza del programma e qual è quella dei dati.

Nei nostri computer (probabilmente anche in quello dal quale stai leggendo questo articolo) vi è una CPU con architettura Von Neumann, dato che, il nostro processore è general purpose e quindi la dimensione del programma o dei dati che esso andrà ad utilizzare può variare.

Approfondiamo ulteriormente:

Ogni architettura prevede che le varie componenti del sistema siano interconnesse tra di loro attraverso **un bus**.

Questo bus potrà essere comune a dati e indirizzi, ma anche suddiviso in due parti, una certa quantità di linee per i dati e altre linee per gli indirizzi; inoltre le sezioni di bus devono contenere i segnali di controllo e sincronismo del colloquio tra le varie componenti.

Questa struttura è comune a gran parte dei sistemi a microprocessore.



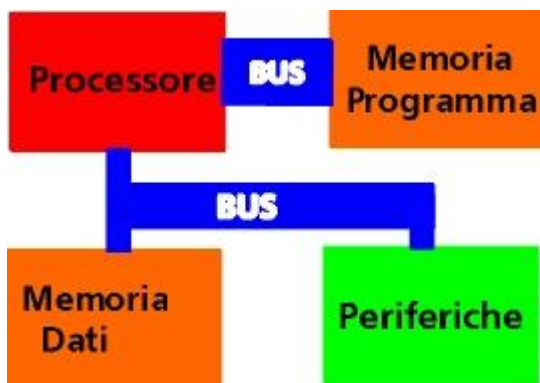
Gli elementi fondamentali dell'architettura di von Neumann sono:

1. l' **unità centrale**, o CPU (Central Processor Unit) di cui fanno parte
  - L' ALU (Aritmetic Logic Unit) preposta all' esecuzione delle operazioni logico-aritmetiche
  - il sistema di controllo che gestisce il flusso delle operazioni (sincronismi, Program Counter, ecc)
2. Una unità di **memoria**, che può comprendere la memoria di lavoro (RAM - Random Access Memory), la memoria programma, eventuali firmware su chip (ad esempio i BIOS), memoria non volatile, ecc
3. Unità **periferiche** che permettono la ricezione di dati dall' esterno (input) e l' emissione dei risultati dell' elaborazione (output) e di cui fanno parte anche le memorie di massa (dischi, nastri, ottici, ecc)
4. Il **BUS**, ovvero il sistema di interconnessioni che unisce le varie parti

Questa architettura ha la caratteristica di immagazzinare all'interno dell'unità di memoria sia i dati sia il codice dei programmi in esecuzione. Il fatto di dovere accedere alla memoria programma e a quella dati su un unico canale di interconnessione può costituire un collo di bottiglia: l' esecuzione di una istruzione richiede almeno due cicli macchina.



Nei microcontrollori, e in particolare nei PIC, invece, è stata scelta una differente struttura, quella elaborata alla **Harvard University**.



L'architettura è di tipo Harvard dispone di **bus separati** per dati e periferiche e un' altro per le istruzioni.

Quindi, la gestione della memoria dati e delle istruzioni avviene su circuiti separati. L' unità centrale può effettuare un accesso ai due bus contemporaneamente e, sfruttando **sistemi di pipeline**, si può eseguire **una istruzione per ogni ciclo macchina**.

**I due bus possono avere ampiezze diverse**: ad esempio, nei PIC con bus dati a 8 bit, il bus istruzioni può essere ampio 12, 14 o 16 bit.

Questa struttura si presenta come la più adeguata a macchine **RISC**.

L'aumento di velocità viene compensato dalla presenza di circuiti più complessi all'interno del processore. Risulta quindi adatta a sistemi embedded, dove le interconnessioni e le logiche di controllo fanno parte di un unico substrato, più che a sistemi a schede inseriti su bus esterni.

Una nota particolare va fatta a riguardo dell' architettura **RISC**: la struttura di una istruzione RISC contiene oltre al significato dell' istruzione stessa **anche l'indirizzo di memorizzazione o di salto o il dato**. In queste condizioni, onde non far crescere l'ampiezza del bus istruzioni (costo e complessità), la memoria può essere segmentata in pagine e banchi. Per cambiare segmento o banco in uso occorre agire su appositi registri, fatto che complica la programmazione dei PIC nell' uso di linguaggio **Assembly**.

Questo problema è **meno sentito** nel caso di impiego di linguaggi di alto livello, che possono integrare meccanismi automatici di gestione delle pagine e dei banchi, oppure di Macro Assembler che permettono di implementare meccanismi analoghi.

### La necessità di aumentare la velocità della RAM : nascita della cache memory

L'utilità della **memoria cache** (=ripostiglio) nasce dal fatto che *il processore* ha una velocità di elaborazione molto elevata (dell'ordine dei **GHz**, quella del **clock**),e decisamente superiore a quella della memoria di sistema.

Quando la **veloce** CPU è chiamata ad elaborare dati è, quindi, **costretta ad aspettare** che questi arrivino dalla sua memoria esterna di sistema; in questo modo le prestazioni complessive degradano inevitabilmente..

Per questo è stata inventata la **cache memory**, che trova posto tra il processore e la memoria RAM; si tratta di una memoria di piccole dimensioni ma particolarmente veloce; la sua velocità può variare infatti da quella di clock a valori comunque superiori a quella della Ram, che è la parte più veloce della memoria di sistema

In questo modo, almeno nell'immediato e con sufficiente probabilità, la CPU( il microprocessore) troverà nella cache i dati necessari in seguito, senza dover attendere troppo. Naturalmente prima o poi capiterà che il dato o la istruzione richiesti non siano nella cache: in questo caso la CPU sarà comunque costretta ad accedere normalmente alla meno veloce RAM di sistema.

Una delle ragioni della diversa velocità dei due tipi di memoria è di tipo tecnologico:

la **cache memory** è nota come **SRAM** (RAM Statica); per questo è molto veloce (meno di **2ns**, più di 500MHz) ma relativamente piccola (il valore tipico è di **256kBytes÷512kBytes**, fino ad un massimo di **2MBytes**) e più costosa. Il microprocessore comunica con la cache memory tramite un percorso fisico ( chiamato bus) dove la velocità consentita è molto alta : la frequenza vale 500 MHz, cioè corrisponde a tempi tipici di  $T = 1/f = 2\text{nanosecondi}$

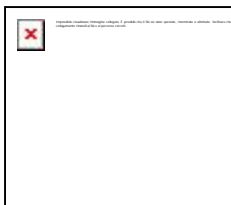
la **memoria centrale** di sistema è costituita in gran parte dalla RAM ( per antonomasia, molto semplice dal punto di vista costruttivo; è nota come **DRAM**(RAM Dinamica) e, ha una elevata capacità ( 128MB, 256MB, 512 MB.....).

Il microprocessore comunica con la memoria centrale tramite un percorso fisico ( chiamato bus) dove la velocità consentita è minore rispetto alla cache memory : la frequenza vale al massimo 233MHz, cioè corrisponde a tempi tipici di  $T = 1/f = 3,75\text{nanosecondi}$ ).

Fin dalle prime architetture è stata prevista la presenza di cache memory tra CPU e memoria di sistema , direttamente sulla scheda madre e, data la grande efficienza di questo meccanismo, **ben presto si è pensato di introdurre parte di essa addirittura dentro il processore**;

per velocizzare lo scambio di dati tra memoria e processore sono oggi disponibili:

la **cache di 1° livello**, non grandissima (da **8kB** fino a **128kB**) **ma funzionante con la stessa velocità (clock)** del processore che la ospita. La cache di primo livello si trova direttamente dentro il processore !



la **cache di 2° livello**, è posta usualmente in un chip diverso dal processore ed ha una dimensione tipica è di **256kB**.

Riassumendo:



**La presenza della Cache Memory rende molto più rapida l'esecuzione dei programmi, dato che la CPU trova con buona probabilità i bytes che gli servono direttamente dentro se stessa (Cache di 1° livello) e nelle sue immediate vicinanze (Cache di 2° livello), senza essere costretta a perdere tempo per indirizzare ed aspettare risposta dalla lenta Ram convenzionale esterna.**

Due considerazioni finali:

1. Vale la pena ricordare che l'aumento della cache produce aumento di prestazioni, anche se non direttamente proporzionale e comunque subordinato al caso (per altro piuttosto probabile) di contenere dentro di sé i dati necessari alla CPU.
2. Poiché i suoi costi sono intrinsecamente elevati, la tendenza dei produttori è quella, piuttosto, di rendere le frequenze del bus (e delle memorie DRAM convenzionali) sempre più simili a quella di clock.

### **DATI TECNICI SPECIFICI:**

esistono in commercio diversi tipi di RAM . Su un personal computer recente si possono trovare una delle tipologie di RAM indicate in tabella

| Memoria     | denominazione | Frequenza effettiva |
|-------------|---------------|---------------------|
| DDR2-667    | PC2.-5300     | 667 MHz             |
| DDR2-800    | PC2.-6400     | 800 MHz             |
| DDR2 - 1066 | PC2.-8500     | 1066 MHz            |
| DDR3 - 800  | PC2.-6400     | 800 MHz             |
| DDR3 - 1066 | PC2.-8500     | 1066 MHz            |
| DDR3 - 1333 | PC2.-10600    | 1333 MHz            |
| DDR3 - 1600 | PC2.-12800    | 1600 MHz            |
| DDR3 -1800  | PC2.-14400    | 1800 MHz            |

DRAM = RAM dinamiche



Le prime (Dynamic Random Access Memory), sono quelle normalmente utilizzate dai computer finalizzate a memorizzare i dati necessari per lo svolgimento di un'applicazione; esse sono leggibili e scrivibili dal sistema e, allo spegnimento di quest'ultimo, vengono "svuotate". Sono chiamate RAM "Dinamiche" perché i dati in esse contenuti non sono in grado di permanere immutati, ma necessitano di essere sempre aggiornati, allo scopo di rimanere nella cella di memoria per poi venir letti. **Una cella di DRAM è composta da un condensatore e da un transistor. Poiché il condensatore può trattenere la carica solo per pochi millisecondi, il contenuto DRAM deve essere continuamente aggiornato**, vale a dire che il condensatore deve essere ricaricato frequentemente (centinaia di volte al secondo) in modo da non perdere l'informazione (bit) che vi è registrata. Per questo motivo le DRAM non sono memorie particolarmente "veloci" rispetto alle **SRAM (Static Random Access Memory)**, che sono in grado, con una minima tensione elettrica, di far permanere i dati all'interno della loro cella. Un esempio di memoria SRAM è il BIOS stesso, tenuto "in vita" dalla batteria Installata sulla scheda madre, e caratterizzato da tempi di accesso minori. Inoltre le DRAM hanno costi di produzione molto ridotti e, in termini di energia elettrica, consumano notevolmente di più rispetto alle SRAM.

### **Velocità di esecuzione è legata alla frequenza di lavoro**

La velocità delle RAM, dipende da molti fattori, il primo dei quali è sicuramente la loro frequenza di lavoro, espressa in MHz. Ovviamente, più alta è la frequenza, più velocemente la memoria sarà accessibile. I tempi di accesso sono

"misurati" in nanosecondi (ns), e dipendono da moltissime variabili, quali il tipo di RAM, la loro frequenza, i timings ecc.; ma questi sono tutti dati che verranno analizzati uno per volta rispetto ai vari tipi e modelli di RAM.

## MODELLI SPECIFICI

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Memorie SIMM</b></p> <p>(Single In-line Memory Module)</p> <p>- Modulo di Memoria a Singola linea di Contatto.</p> <p>Modello a 30 pin:</p>  |  <p>Le prime (quelle a 30 pin) sono memorie a 8 bit, erano necessari quindi quattro di questi moduli per raggiungere il bus che caratterizzava le schede madri di quel tempo, che era a 32 bit.</p>  |
| <p>Modello a 72 pin:</p>   |    |
|  | <p>Furono introdotti così i modelli a 72 pin, caratterizzati dal fatto di operare con bus a 32 bit, che quindi potevano essere montati anche in numero dispari. Con l'uscita in particolare dei primi Pentium, il bus aumentò fino a 64 bit, perciò le memorie dovevano ancora essere montate in numero pari</p>  |
| <p><b>SIMM FPA</b></p> <p>(Fast Page Mode) - SIMM in modalità fast page.</p>   | <p>Le memorie in modalità fast page, sono una "variante" del modello a 72 pin. La loro particolarità, è quella di consentire l'accesso a diversi bit che si trovano tutti sulla stessa riga di memoria, fornendoli uno dopo l'altro senza pause. Il loro tempo d'accesso, infatti, si aggira sui 60 ns, soprattutto per le memorie di questo tipo che riuscivano a compiere la fase di overhead (cicli impiegati per la gestione interna) in 6 cicli di clock, mentre per tutte le altre fasi in 3 cicli di clock.</p>  |
| <p><b>SIMM EDO</b>(Extended Data Out)</p> <p>- SIMM con flusso di dati esteso.</p>   | <p>Le memorie EDO sono l'evoluzione delle memorie FPM, in quanto usano quasi lo stesso principio di funzionamento. Ma allora cos'hanno in più queste memorie? Il loro punto forte, è costituito dal fatto che, mentre le FPM disattivano la colonna e il buffer dopo la "memorizzazione", le memorie di tipo EDO mantengono il buffer attivo, pronte quindi finché la colonna seguente si attiva o viene completato un altro ciclo di clock. Ciò accelera la memorizzazione dei dati, che viene eseguita in modo continuo e consecutivo.</p> <p>I loro tempi d'accesso variano da 60 a 50 ns.</p> |
| <p><b>DIMM Memorie DIMM</b></p> <p>(Dual In-line Memory Module) Modulo di Memoria a Doppia linea di Contatto</p> <p>Da qui in poi si apre una nuova generazione di memorie, destinate a permanere sino agli ultimissimi computers prodotti. Le memorie SODIMM sono delle normali DIMM "riadattate" per i notebook.</p> <p><b>La famiglia delle SDRAM</b></p> <p>Questo tipo di memorie segna una nuova concezione nel campo delle <b>DRAM</b>. Le memorie cosiddette <i>Synchronous</i>, sono chiamate in questo modo perché una loro notevole particolarità è quella di riuscire a operare alla stessa frequenza di clock del <b>processore</b>, sincronizzando quindi tutte le loro operazioni con quest'ultimo.</p> |   |

Queste memorie in particolare, riescono a raggiungere una frequenza di 66 MHz (da qui PC66). Un'altra innovazione delle SDRAM è la possibilità di effettuare un accesso ancora prima di aver finito quello precedente (attivare una colonna mentre l'altra è ancora in uso), questo meccanismo è chiamato interleave (= sovrapposizione degli accessi) ; motivo per il quale i tempi d'accesso sono molto ridotti rispetto a EDO/FPM (15-10 ns) . Queste memorie sono provviste di ben 168 pin per il contatto; tale quantità di pin facilita le operazioni di sincronizzazione.


#### SDRAM 100



Evoluzione SDRAM PC 66. Come potrete notare dalla sigla, questo tipo di memoria è in grado di svolgere le proprie funzioni con una frequenza pari a 100 MHz. Probabilmente vi sono ancora moltissime macchine che montano questo tipo di memoria; infatti il suo bus è quello di Pentium II e Pentium III e ovviamente di tutti gli AMD con bus a 100 MHz. Se ne può dedurre quindi che queste memorie sono supportate da tutti i chipset Slot 1 o Socket 370, anche se stanno pian piano scomparendo per lasciare libero spazio alle PC 133. I loro chip hanno tempi d'accesso che variano dai 10 agli 8 ns.

#### SDRAM PC 133

L'ultima evoluzione delle SDRAM che, come potrete ben capire, opera ad una frequenza di 133 MHz, il bus che caratterizza praticamente tutte le Motherboards degli attuali PC. È probabilmente una delle tipologie di RAM più vendute. I tempi d'accesso con queste memorie si abbassano ulteriormente: generalmente 7.5 - 7 ns, ma è possibile trovare anche SDRAM con chip da 6.5 - 6 ns (queste ultime più di rado).

|   |   |
|---|---|
| <p>SDRAM ECC</p> <p>(Error Correcting Code), sicurezza e stabilità.</p>                                     | <p>Le SDRAM ECC (con Codice di Correzione di Errore) sono un particolare tipo di SDRAM che permette il controllo dei dati ed un'eventuale correzione degli stessi nel caso presentassero errori di vario tipo; Ciò è consentito grazie ad un bit aggiuntivo agli otto tradizionali, il nono bit, detto anche bit di parità.</p> <p>Questa funzione di controllo e correzione, permette a queste RAM di avere una maggiore stabilità e sicurezza rispetto alle RAM "tradizionali", infatti queste memorie sono utilizzate dalla maggiorparte dei server, che necessitano di rimanere operativi per molto tempo, e che quindi non possono "permettersi" alcun tipo di errore. C'è da dire però che queste memorie, a causa delle loro funzioni supplementari, sono un po' più lente delle memorie "tradizionali", esse hanno infatti tempi d'accesso maggiori rispetto a quest'ultime.</p>  |
| <p>DIMM SDRAM DDR</p> <p>(Double Data Rate)</p>   | <p>Questo tipo di memorie è sicuramente il più utilizzato e il più venduto attualmente sul mercato.</p> <p>Si tratta di un particolare tipo di memorie SDRAM, che, al contrario di quest'ultime, utilizzano entrambi i fronti di clock, ascendente e discendente. Si avrà quindi una bandwith doppia rispetto alle "normali" SDRAM: possiamo quindi affermare che, prese in esame memorie SDRAM e memorie DDR, pur operanti alla stessa frequenza, le seconde avranno bandwith raddoppiata.</p> <p>La loro comparsa è avvenuta primariamente nelle schede video ma progressivamente hanno costituito e costituiscono tuttora il più diffuso tipo di memorie. Le nomenclature delle memorie DDR, non vengono più espresse secondo la rispettiva frequenza di lavoro, ma secondo la loro larghezza di banda, il tutto, ovviamente, per ragioni di marketing. Esistono DDR PC 1600 (200Mhz, 1.6GB/s, ormai rare), PC 2100 (266Mhz, 2.1GB/s), PC 2700 (333Mhz, 2.7GB/s), PC 3200 (400Mhz, 3.2GB/s) e infine esistono anche PC 3700 (466 MHz, 3.7GB/s), anche se ancora poco diffuse dati i costi piuttosto elevati.</p> |
| <p>DDR Dual Channel</p>  | <p>Questa nuova tecnologia, viene già applicata alla schede madri di recente fattura. Essa permette di avere due canali "fisici" di accesso alle DDR. Ciò è molto vantaggioso, in quanto la banda passante raddoppia. Faccio un esempio: se ho due moduli DDR PC3200, disponendoli su due canali, avrò una banda passante con un picco massimo di 6.4GB/s. Questa tecnologia quindi, permette di eliminare il collo di bottiglia che non permetteva fino ad ora di sfruttare tutte le risorse del proprio PC.</p>   |
| <p>Il caso RAMBUS</p>   | <p>La loro "storia" comincia con la comparsa del primo Pentium 4 (core Willamette). A questo processore infatti, vennero abbinate questo tipo di memorie, assieme ai chipset Intel i820, i840 e i850. Questo nuovo standard di memorie fu introdotto proprio da Intel, e le memorie, sempre per una ragione di marketing, ebbero una nomenclatura ancora diversa, che si "forma" con la loro frequenza effettiva di lavoro moltiplicata per il fattore moltiplicatore 2x; esistono quindi RAMBUS PC 600 (300Mhz effettivi), PC 700 (356Mhz effettivi), PC 800 (400Mhz effettivi) e anche di frequenze superiori.</p> <p>Queste memorie però, erano disponibili a costi abbastanza alti, e questo fu una delle principali cause che non fecero ottenere al primo Pentium 4 il successo</p>   |



preventivato; sempre le memorie in questione, poi, dovevano essere montate in coppia. Intel decise quindi di abbandonare RAMBUS per fare spazio alle sempre più crescenti DDR, e creò chipset e processori (Pentium 4 con core Northwood) in grado di sfruttare appieno questo tipo di memorie.

RAMBUS, comunque, non sparì del tutto... alcuni grandi produttori di Mainboard, hanno recentemente annunciato che presenteranno presto schede madri con supporto RAMBUS, utilizzando il chipset SiS R659.

## I Timings

Esistono dei parametri riguardanti le DRAM che consentono (oltre allo stesso funzionamento ;-)) l'aumento delle prestazioni di queste memorie. I suddetti parametri sono conosciuti sotto il nome di Timings, e, come già detto, influiscono molto sulle prestazioni delle DRAM. Possiamo quindi osservare che non è la sola frequenza di lavoro a determinare le prestazioni velocistiche delle memorie RAM.

I principali parametri detti Timings sono:

- **CAS (Column Address Strobe) Latency Time:** Diciamo pure che è il parametro forse più conosciuto; esso indica i cicli di clock necessari a attivare una colonna (tempo necessario per processare una richiesta). Contrariamente a quanto si potrebbe pensare, a valori inferiori corrispondono prestazioni più alte.
- **RAS (Row Address Strobe) to CAS Delay:** Questo parametro riferisce quanti cicli di clock sono necessari per accedere ai dati contenuti nelle righe (row, appunto) ; si passa prima dalle righe, per poi arrivare alle colonne: quando i dati sono richiesti, il processore attiva il parametro RAS per specificare la riga dove i dati sono richiesti, quindi attiva il parametro CAS per specificarne la colonna. Anche qui, a valori minori corrispondono prestazioni maggiori.





- **RAS Precharge:** Questo valore indica i cicli di clock richiesti dal parametro RAS prima che la memoria effettui il refresh e affinché la memoria sia pronta ad una nuova memorizzazione di dati (cicli di clock impiegati per precaricare i condensatori della memoria.). Anche qui, caso analogo: valori minori, uguale a prestazioni

maggiori.

- **Cycle Time (Tras-Trc):** In questa fase vi sono due "tempi": il primo, Tras determina l'intervallo di tempo in cui vengono trasferiti i dati, e il secondo, il Trc, che è l'intervallo di tempo impiegato per "aspettare" il successivo trasferimento di dati.

Tutti questi valori possono essere modificati per un aumento di prestazioni. La possibilità di fare ciò, però, dipende molto dal tipo di RAM utilizzate e da molti altri fattori. Nella maggior parte dei casi, le memorie necessitano di un leggero overvolt per eventuali Timings spinti. I Timings, sono regolabili da BIOS.

Per il resto, le prestazioni velocistiche sono determinate dalla frequenza di funzionamento nonché dai tempi d'accesso.

Single e Double sided...

Le memorie DRAM possono essere Single o Double Sided. Nel primo caso le memorie hanno una sola "faccia", in pratica i chip sono disposti solo da un lato della basetta. Nel secondo caso invece, come facilmente deducibile, troveremo chip montati su entrambi i lati della basetta. Quando si acquistano più banchi di DRAM, è necessario informarsi preventivamente sul manuale della propria scheda madre, poiché i diversi chipset possono tollerare diverse configurazioni. Per esempio, con un determinato chipset potrà montare due banchi di DRAM Double-Sided e un solo banco di DRAM Single-Sided, mentre su un altro il contrario, e via dicendo..