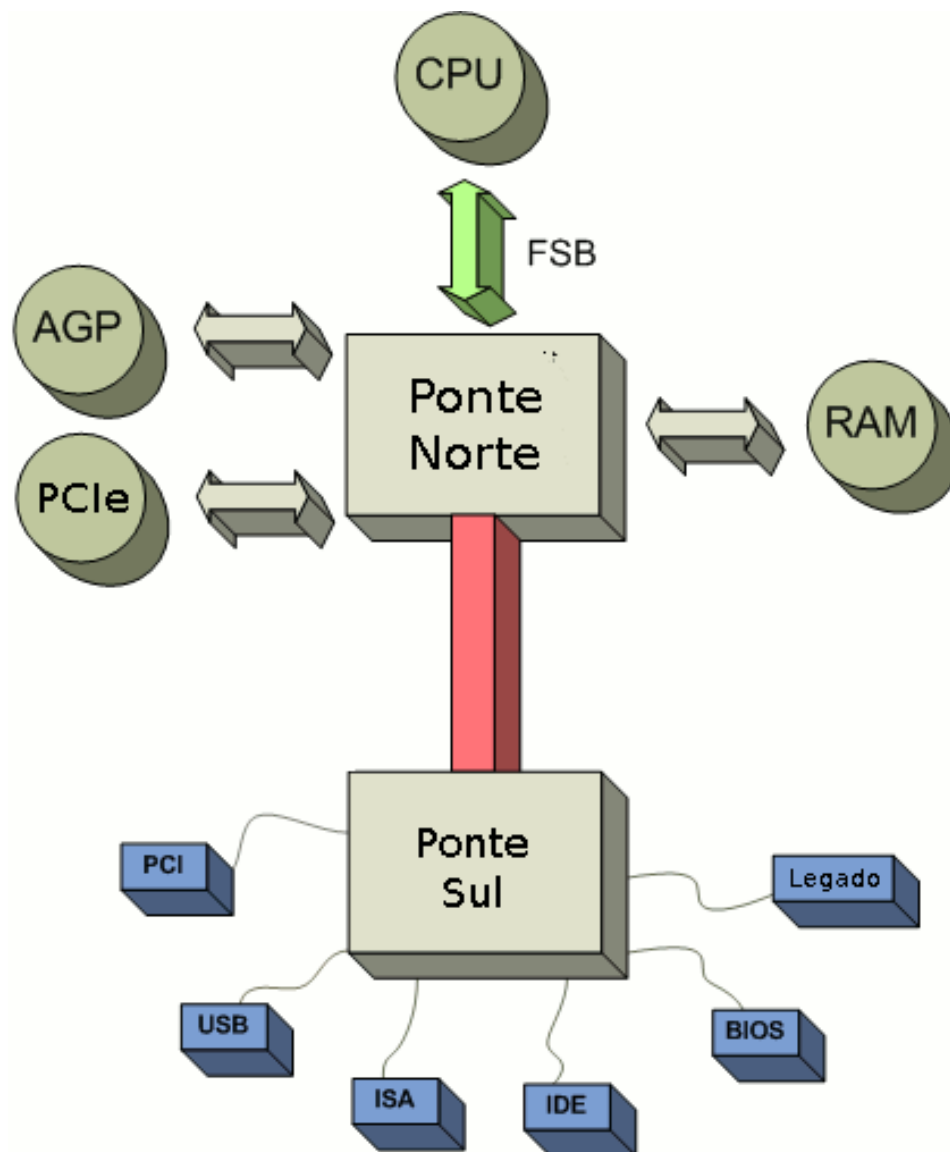


(Módulos) Encapsulamento de Chip de Memória

Processo de Acesso a Memória

- CPU – Como já foi visto é o principal componente do PC e centraliza todos os processos que ocorrem na máquina.
- Chipset – É o principal componente da placa-mãe. Normalmente é composto por dois chips principais:
 - o controlador de memória (chamado também de “Northbridge”) e
 - o Controlador de barramento (chamado também de “Southbridge”).
- É o chipset que faz a interface entre o processador e o resto dos componentes da placa-mãe

Processo de Acesso a Memória



Processo de Acesso a Memória

- Ponte norte fica responsável por controlar todos os componentes rápidos do computador, como processador, placa de vídeo (AGP e PCI Express) e memória RAM, fazendo com que eles solicitem informações do disco rígido (que está na ponte sul), as carregue na memória e divida o que será processado entre a CPU e a placa de vídeo, determinando qual será o desempenho final do computador.
- Ponte sul fica responsável pelos componentes lentos do PC, também conhecidos como dispositivos de E/S (entrada/saída), o que inclui os discos rígidos (SATA e IDE), portas USB, paralela e PS/2 (utilizada em teclados e mouses antigos), slots PCI e ISA (padrão da IBM, hoje em desuso).

Cipo, Pedro – acessado: <https://canaltech.com.br/hardware/o-que-e-um-chipset/>

Grande parte dos processadores atuais inclui o controlador de memória dentro do chip da CPU, o que permite que elas alcancem um nível de performance muito maior do que o oferecido pelo chipset, mas esta é a única diferença entre os modelos de chipsets antigos e os atuais.

Grande parte do desempenho de um sistema é determinado pelo tipo de chipset que ele traz, então, ao adquirir um PC novo é importante observar esse ponto e até que nível de performance será possível através de upgrades. De nada adianta ter um processador top de linha com uma placa de vídeo de alto desempenho se esses componentes não puderem se comunicar entre si com a mesma rapidez.

Encapsulamento de Chip de Memória

A palavra encapsular significa proteger em uma cápsula ou como em uma. No caso de circuitos integrados, encapsular é o processo físico de localizar, conectar e proteger dispositivos ou componentes. Ele quem dá forma aos chips. Portanto, encapsulamento é o invólucro protetor de um circuito integrado. O invólucro possui terminais de metal ou pinos, os quais são resistentes o suficiente para conectar elétrica e mecanicamente o chip de silício a uma placa de circuito impresso.

- Função de dissipação de calor, blindagem etc...
- Protege o Chip contra umidade e corrosão
- Até 50% dos atrasos de sinais em um computador de alta performance se deve aos atrasos nos encapsulamentos! (Rabaey)

Encapsulamento de Chip de Memória

Existem diferentes formatos para os módulos de memória. Além disso, os chips de memória destes módulos também podem possuir tecnologias diferentes.

- formatos de módulos (SIMM, DIMM etc.)
- tecnologia das memórias que os compõem (FPM, EDO, SRAM etc.)

Encapsulamento

- DIP
- SIMM
- DIMM
- SODIMM
- DDR DIMM
- RIMM

Encapsulamento

DIP (Dual In-Line Package)

- Funções:
 - Proteger
 - Dissipar calor
- Soldados ou encaixados diretamente na placa mãe (pouco prático)
- XT, 286



Encapsulamento

SIMM (Single InLine Memory Module)

- Uma única linha de contato.
- 30 ou 72 pinos.
- Barramento de dados: 8 ou 32 bits.
- Necessidade de se usar várias placas para compor um banco de memória.



Encapsulamento

DIMM (Dual InLine Memory Module)

- Contatos dos dois lados
- 168 pinos
- Barramento de 64 bits



Encapsulamento

DDR DIMM e RIMM

- Ambas possuem 184 pinos
- DDR DIMM: Usado pela DDR SDRAM
- RIMM: Usado pela RDRAM (Rambus)



Tecnologia

- Regular
- FPM
- EDO
- SDRAM
- DDR SDRAM – DDR2 ...

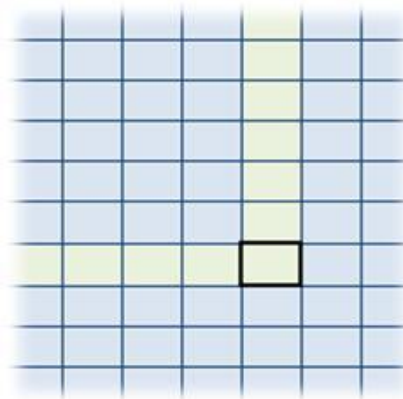
Tecnologia - Regular

- Primeiras a serem usadas (XT, 286)
- Encapsulamento DIP
- Tempo de acesso: 80 a 150 ns
- Envia RAS e CAS a cada acesso

RAS - CAS

O processador armazena na memória RAM as informações com os quais trabalha, portanto, a todo momento, operações de gravação, eliminação e acesso aos dados são realizadas. Esse trabalho todo é possível graças ao trabalho de um circuito, o *controlador de memória*.

Para facilitar a realização dessas operações, as células de memória são organizadas em uma espécie de matriz, ou seja, são orientadas em um esquema que lembra linhas e colunas. O cruzamento de uma certa linha (também chamada de *wordline*), com uma determinada coluna (também chamada de *bitline*) forma o que conhecemos como endereço de memória. Assim, para acessar o endereço de uma posição na memória, o controlador obtém o seu valor de coluna, ou seja, o valor **RAS** (*Row Address Strobe*) e o seu valor de linha, ou seja, o valor **CAS** (*Column Address Strobe*).



Temporização e latência das memórias

Os parâmetros de temporização e latência indicam quanto tempo o controlador de memória gasta com as operações de leitura e escrita. Em geral, quanto menor esse valores, mais rápidas são as operações.

Exemplo um módulo de memória que informa os seguintes valores em relação à latência: 5-4-4-15-1T. Esse valor está escrito nesta forma:

tCL-tRCD-tRP-tRAS-CR.

Sendo que cada um desses parâmetros significa:

Temporização e latência das memórias

tCL-tRCD-tRP-tRAS-CR

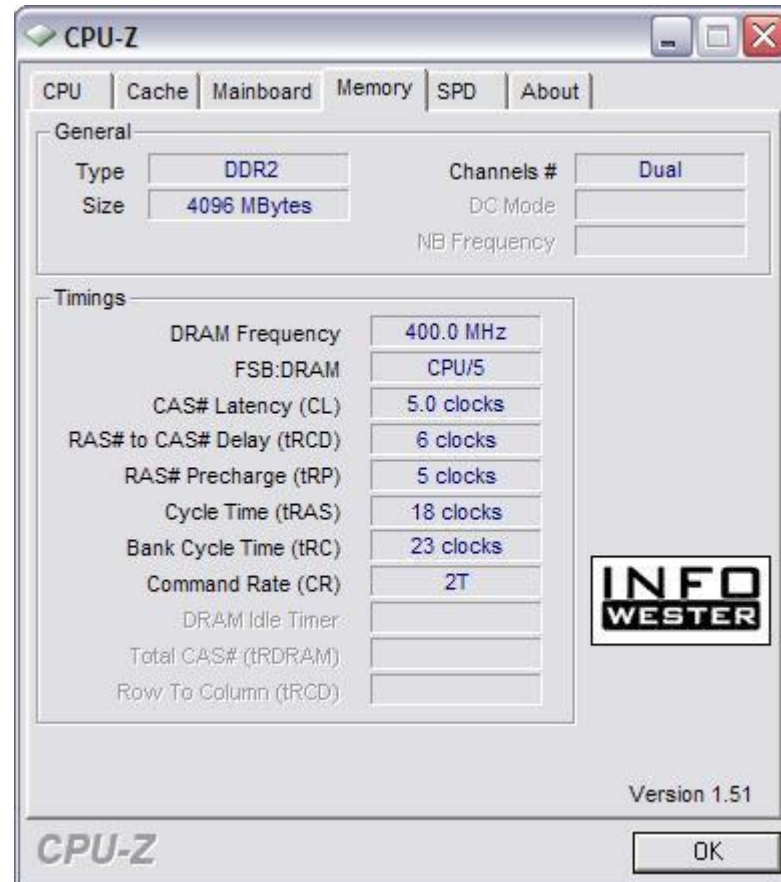
5 - 4 - 4 - 15 -1T

- **tCL** (*CAS Latency*): quando uma operação de leitura de memória é iniciada, sinais são acionados para ativar as linhas (RAS) e as colunas (CAS) correspondentes, determinar se a operação é de leitura ou escrita (**CS** - *Chip Select*) e assim por diante. O parâmetro CAS Latency indica, em ciclos de clock, qual o período que há entre o envio do sinal CAS e a disponibilização dos respectivos dados. Em outras palavras, é o **intervalo existente entre a requisição de um dado pelo processador e a entrega deste pela memória**. Assim, no caso do nosso exemplo, esse valor é de 5 ciclos de clock;
- **tRCD** (*RAS to CAS Delay*): esse parâmetro indica, também em ciclos de clock, o intervalo que há entre a ativação da linha e da coluna de um determinado dado. No exemplo acima, esse valor corresponde a 4;
- **tRP** (*RAS Precharge*): intervalo em clocks que informa o tempo gasto entre desativar o acesso a uma linha e ativar o acesso a outra. Em nosso exemplo, esse valor é de 4 ciclos;
- **tRAS** (*Active to Precharge Delay*): esse parâmetro indica o intervalo, também em clocks, **necessário entre um comando de ativar linha e a próxima ação** do mesmo tipo. No exemplo, esse valor é de 15 ciclos de clock;
- **CR** (*Command Rate*): intervalo que há entre a ativação do sinal CS e qualquer outro comando. Em geral, esse valor é de 1 ou 2 ciclos de clock e é acompanhado da letra T. No exemplo esse valor é de 1 ciclo.

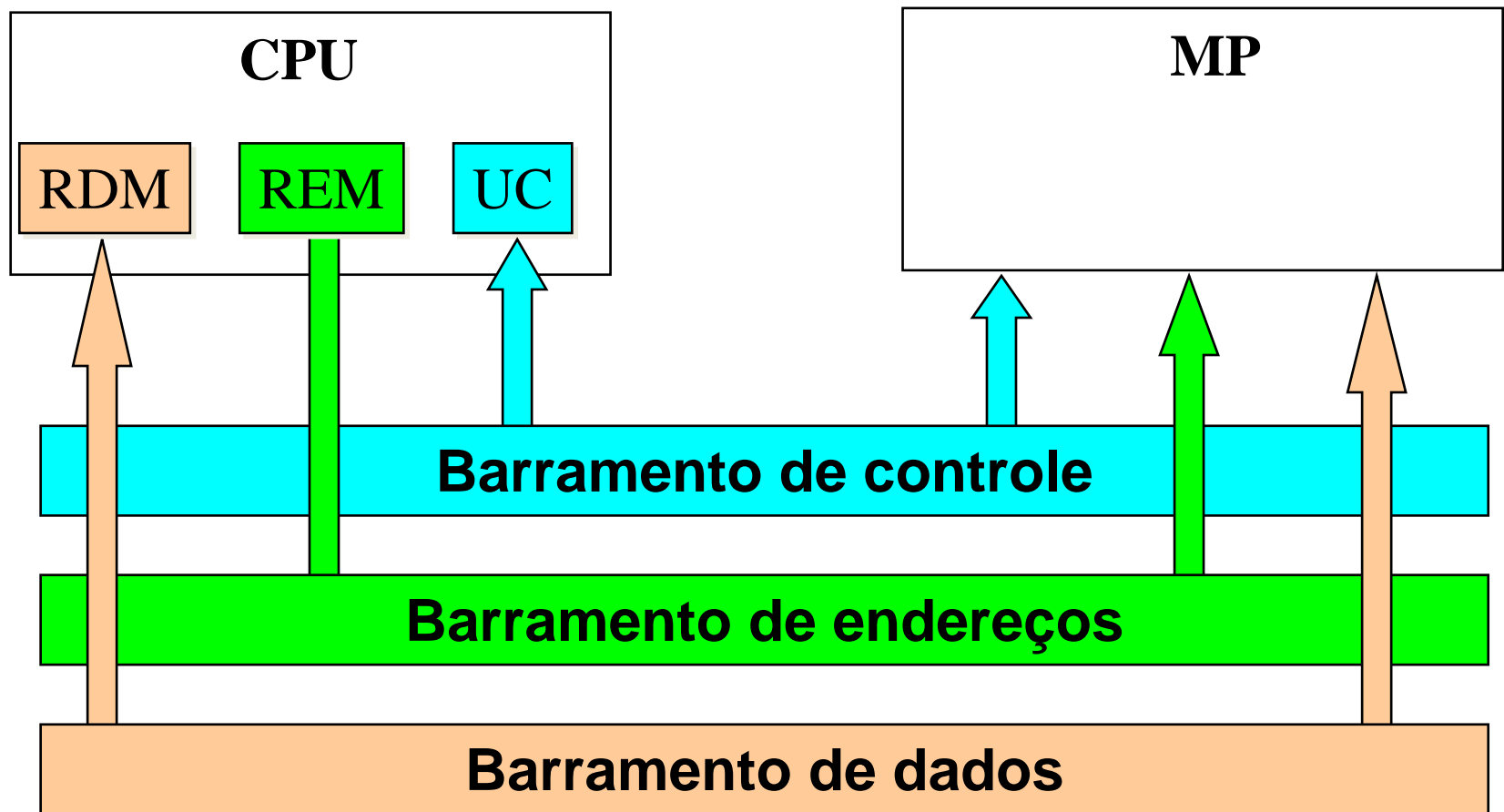
Temporização e latência das memórias

Esses parâmetros costumam ser informados pelo fabricante em uma etiqueta colada ao “pente” de memória (muitas vezes, o valor de CMD não é informado). Quando isso não ocorre, é possível obter essa informação através de softwares específicos (como o gratuito CPU-Z, para Windows, mostrado abaixo) ou mesmo pelo setup do BIOS.

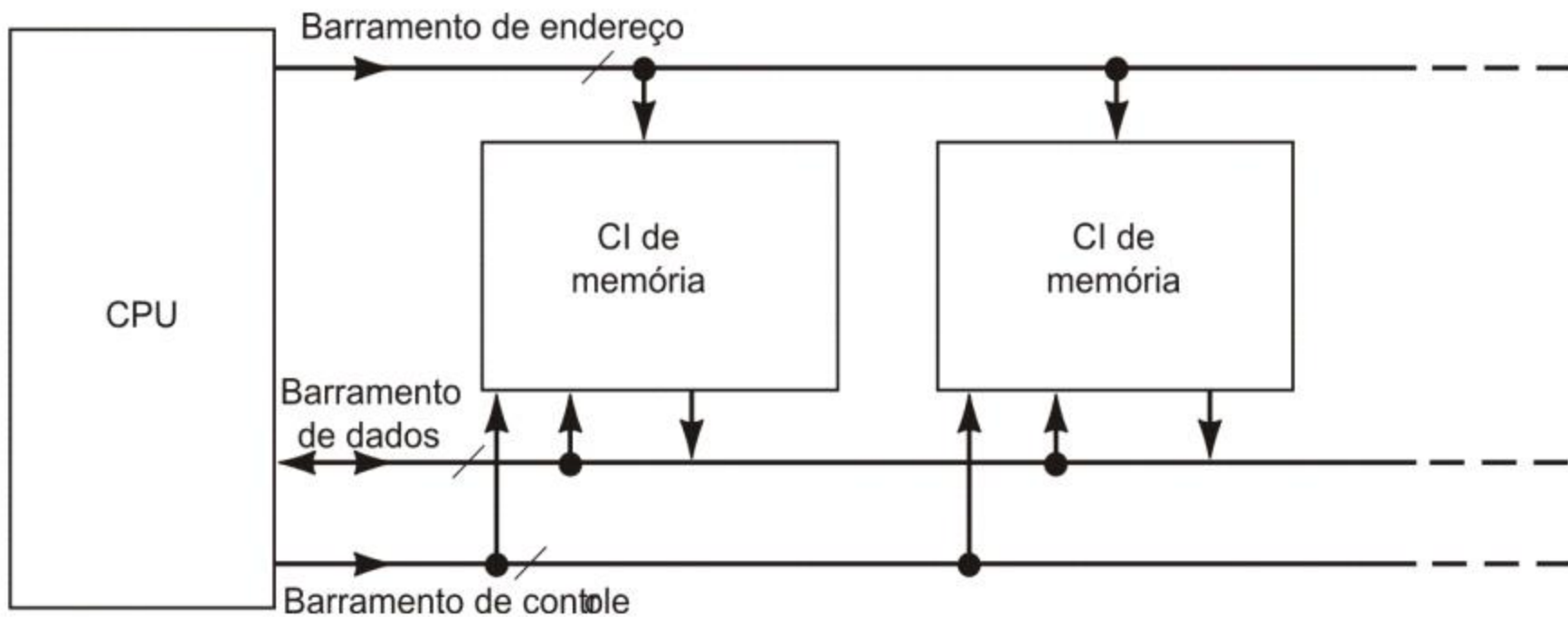
Veremos, mais
adiante, estes taxas
para o
encapsulamento
DDR3



Barramentos de Comunicação entre CPU e MP



Três barramentos conectando os CIs de memória principal na CPU



Tecnologia - FPM (Fast Page Mode)

- Módulos SIMM de 30 pinos e 72 pinos
- Usada em 386, 486
- 60 a 80 ns
- Tecnologia que permite rápido acesso
- aos dados que estão na mesma linha.

Tecnologia - EDO (Extended Data Output)

- Módulos SIMM de 72 pinos
- 486, Pentium
- 50 a 70 ns
- Solicita a leitura de um dado antes de o anterior ser entregue (pipeline)

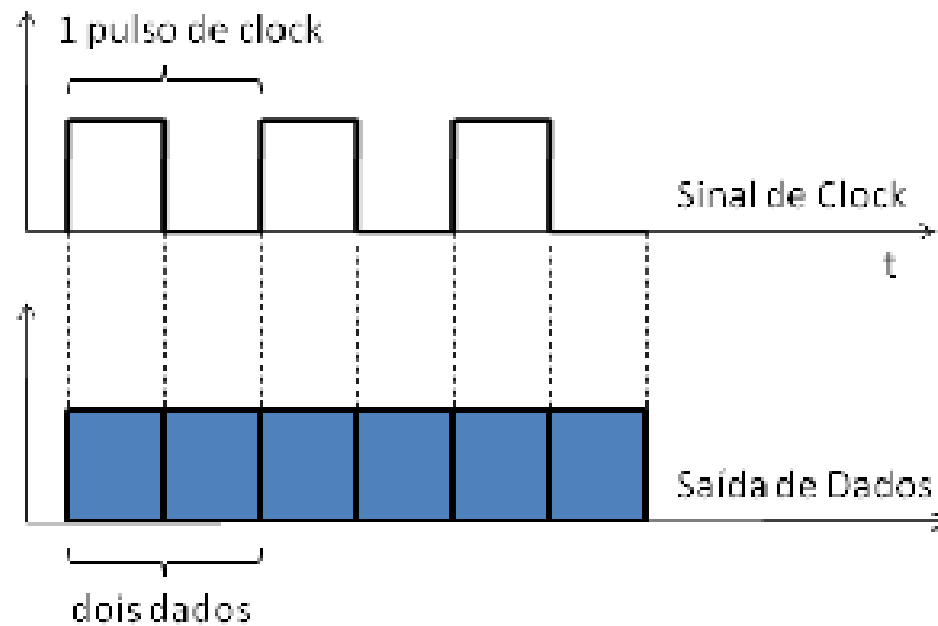
Tecnologia - SDRAM (Synchronous DRAM)

- Módulos DIMM
- A partir do Pentium II
- Sincronizada com o clock da CPU
- Lê várias palavras com um só comando
- Dois ou mais bancos de memória
- PC66, PC100, PC133, ... PC266 ...

Tecnologia DDR - SDRAM

- As memórias DDR - A sigla DDR vem de Double-Data-Rate (Taxa Dupla de Transferência).
- A memória DDR permite que dois dados sejam transferidos ao mesmo tempo (são capazes de realizar duas operações de leitura ou escrita por ciclo de clock.)
- As memórias DDR2, por sua vez, dobram essa capacidade, realizando quatro operações por ciclo de clock.
- O tipo DDR3 segue o mesmo caminho: dobra a quantidade de operações por vez em relação ao padrão anterior, ou seja, realiza 8 procedimentos de leitura ou gravação a cada ciclo de clock, quatro no início deste e outros quatro no final.

Sinal de clock no modo DDR



Pré-Busca de Dados

As memórias dinâmicas armazenam dados dentro de uma matriz de pequenos capacitores. As memórias DDR transferem dois bits de dados por pulso de clock da matriz da memória para o seu buffer interno de entrada e saída. Isto é chamado pré-busca de 2 bits.

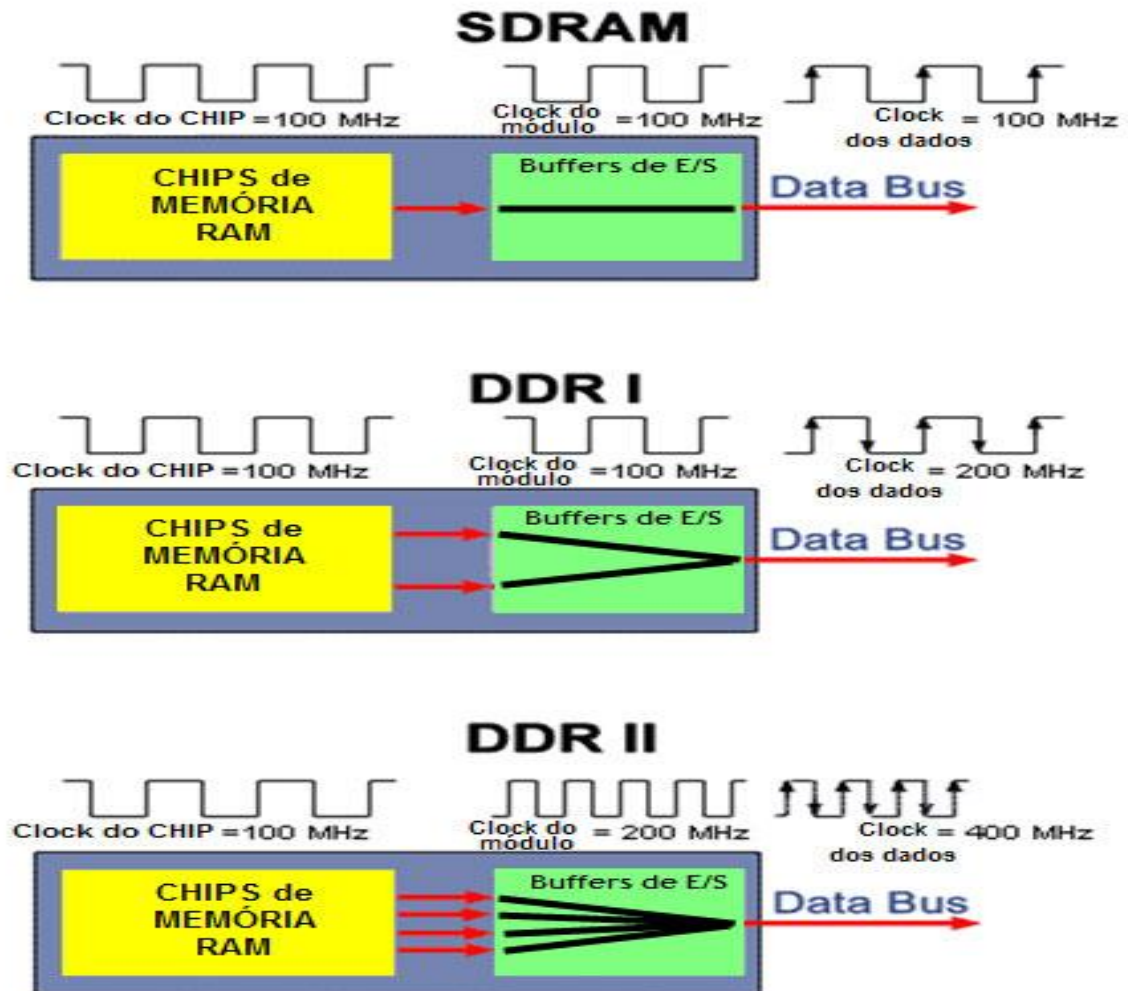
Nas memórias DDR2 este caminho de dados interno foi aumentado para quatro bits e nas memórias DDR3 ele foi aumentado novamente para oito bits. Isto é na verdade o macete que permite que memórias DDR3 trabalhem com clocks mais elevados do que as memórias DDR2, que por sua vez trabalham com clock mais elevados do que as memórias DDR.

Tecnologia - DDR2

- Tecnologia mais nova, que substitui a DDR
- Voltagem mais baixa
- Frequências maiores (PC266 ...)
- Deve usar módulos de 240 pinos

Característica	DDR	DDR2
Clock	266, 333, 400 MHz	400, 533, 667, 800 MHz
Encapsulamento	TSOP e FBGA	somente FBGA
Voltagem	2.5/2.6 V	1.8V
Densidade dos chips	64Mb–1Gb	256Mb–4Gb
CAS Latency (CL)	2, 2.5, 3 clocks	3, 4, 5 clocks

Tecnologia - Esquema



A figura mostra o esquema de funcionamento das memórias SDRAM, DDR e DDR2.

Tecnologia – DDR3

- As memórias **DDR3 (Double Data Rate 3)** chegaram ao mercado para substituir o padrão DDR2, tal como este substituiu o tipo DDR.
- A motivação dessa mudança é, como sempre, a necessidade de melhor desempenho.

Tecnologia – DDR3

Operações por ciclo de clock, temos o seguinte cenário:

- Um módulo DDR-400, por exemplo, funciona internamente a 200 MHz, mas oferece 400 MHz por trabalhar com duas operações por ciclo (2×200);
- Um módulo DDR2-800, que também funciona internamente a 200 MHz, pode oferecer 800 MHz, já que faz uso de quatro operações por vez (4×200).
- Seguindo a mesma lógica, podemos tomar como exemplo um módulo DDR3-1600 que, assim como os anteriores, funciona internamente a 200 MHz, no entanto, por utilizar 8 operações por ciclo de clock, pode oferecer 1.600 MHz (8×200).

Tecnologia DDR3

- Um aspecto onde a memória DDR3 leva desvantagem: a **latência**, em poucas palavras, o tempo que a memória leva para fornecer um dado solicitado. Quanto menor esse número, melhor. Eis as taxas mais comuns para cada tipo de memória:
- - **DDR**: 2, 5 e 3 ciclos de clock;
- **DDR2**: 3, 4 e 5 ciclos de clock;
- **DDR3**: 7, 6, 8 ou 9 ciclos de clock.
- Perceba que, com isso, um módulo DDR2 pode gastar até 5 ciclos de clock para começar a fornecer um determinado dado, enquanto que no tipo DDR3 esse intervalo pode ser de até 9 ciclos.
- Para conseguir diminuir a latência, fabricantes fazem uso de vários recursos nos módulos DDR3, como um mecanismo de calibragem de sinal elétrico, que proporciona maior estabilidade nas transmissões.

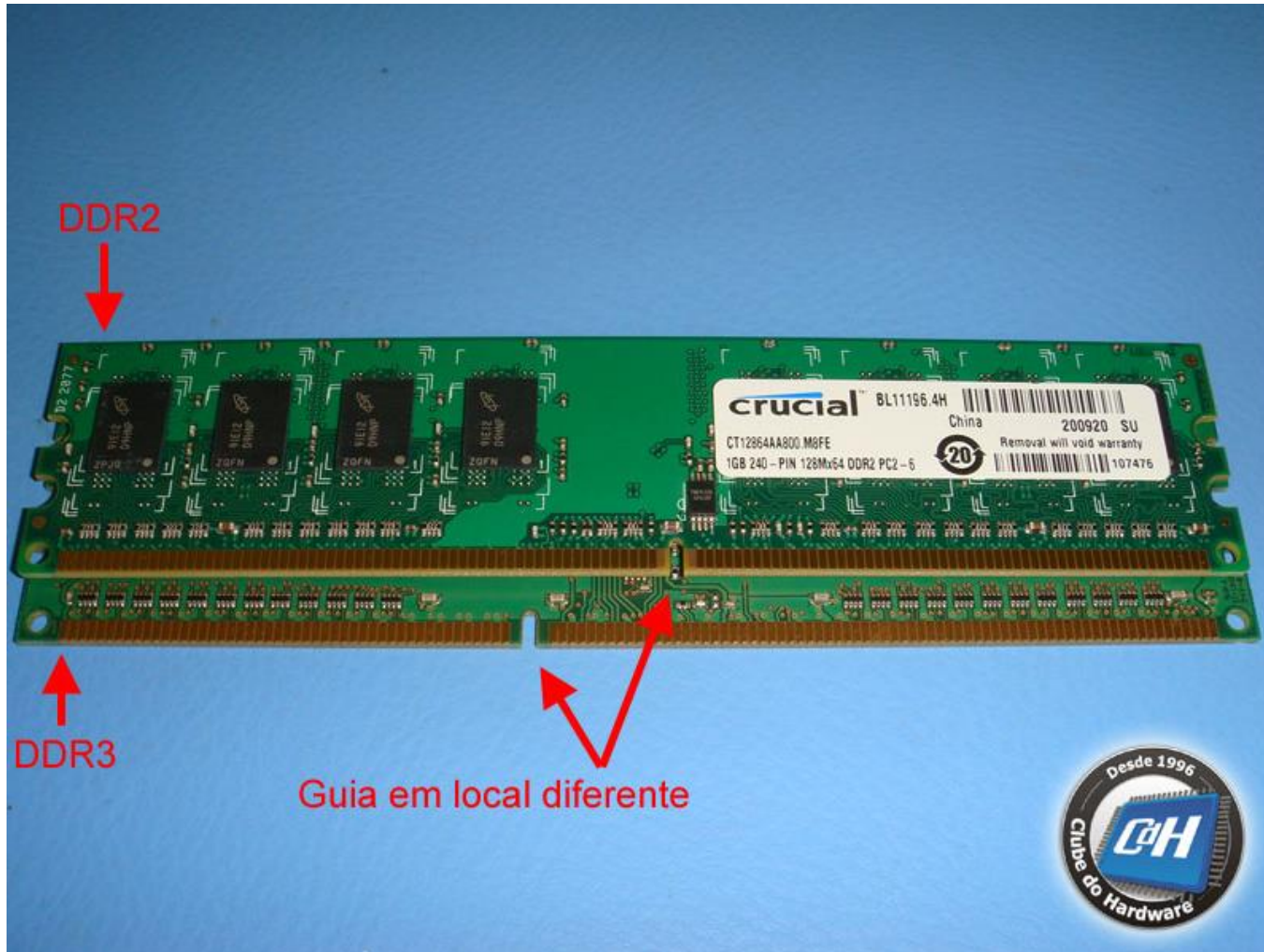
Tecnologia DDR3

- Tal como suas antecessoras, as memórias DDR3 seguem duas denominações: *DDR3-XXXX* e *PC3-YYYY*, onde :
 - YYYY indica a quantidade de megabytes transferidos por segundo (valor máximo teórico).
 - XXXX indica uma medida conhecida como *megatransfer* - em nosso caso, *megatransfer* por segundo, isto é, MT/s , que informa a quantidade de dados transferidos por vez. Assim, um módulo DDR3-800 indica que o dispositivo trabalha com até 800 milhões de transferência de dados por segundo.
- A tabela a seguir mostra as especificações mais comuns:

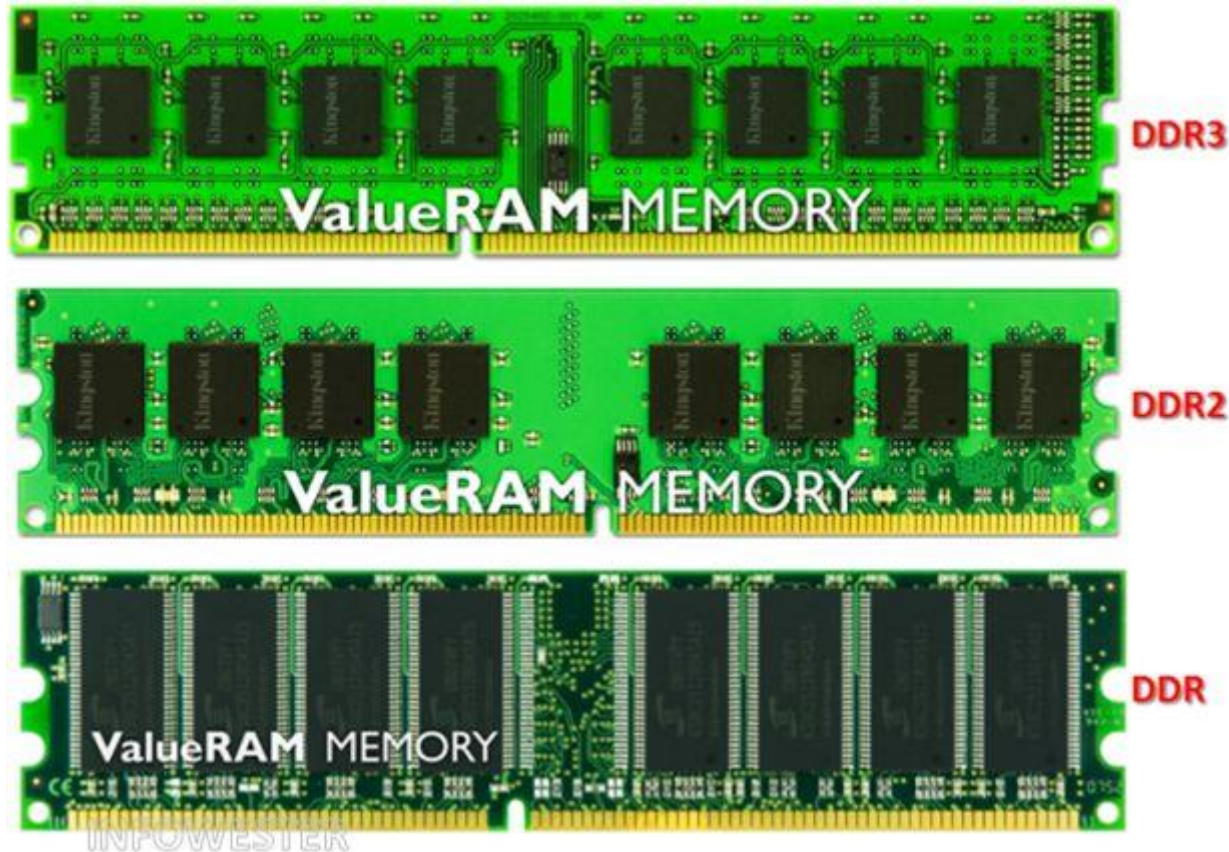
Velocidades

Memória	Clock Real	Taxa de Transferência Máxima Teórica	Módulo de Memória
DDR200	100 MHz	1.600 MB/s	PC-1600
DDR266	133 MHz	2.133 MB/s	PC-2100
DDR333	166 MHz	2.666 MB/s	PC-2700
DDR400	200 MHz	3.200 MB/s	PC-3200
DDR2-400	200 MHz	3.200 MB/s	PC2-3200
DDR2-533	266 MHz	4.266 MB/s	PC2-4200
DDR2-667	333 MHz	5.333 MB/s	PC2-5300
DDR2-800	400 MHz	6.400 MB/s	PC2-6400
DDR2-1066	533 MHz	8.533 MB/s	PC2-8500
DDR3-800	400 MHz	6.400 MB/s	PC3-6400
DDR3-1066	533 MHz	8.500 MB/s	PC3-8500
DDR3-1333	666 MHz	10.666 MB/s	PC3-10600
DDR3-1600	800 MHz	12.800 MB/s	PC3-12800

Aspecto Físico Tecnologia DDR



Aspecto Físico Tecnologia DDR



Aspecto Físico

- Chips DDR quase sempre utilizam encapsulamento TSOP

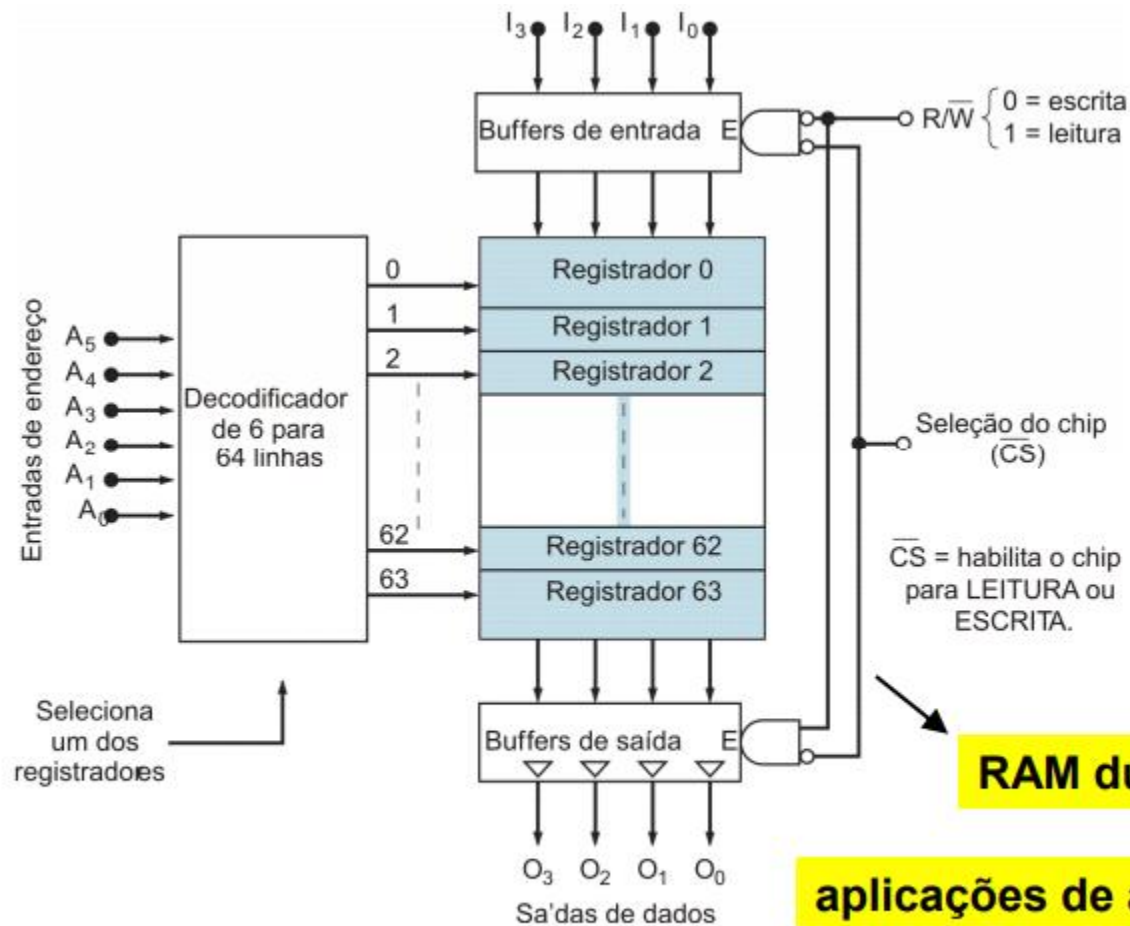


Aspecto Físico

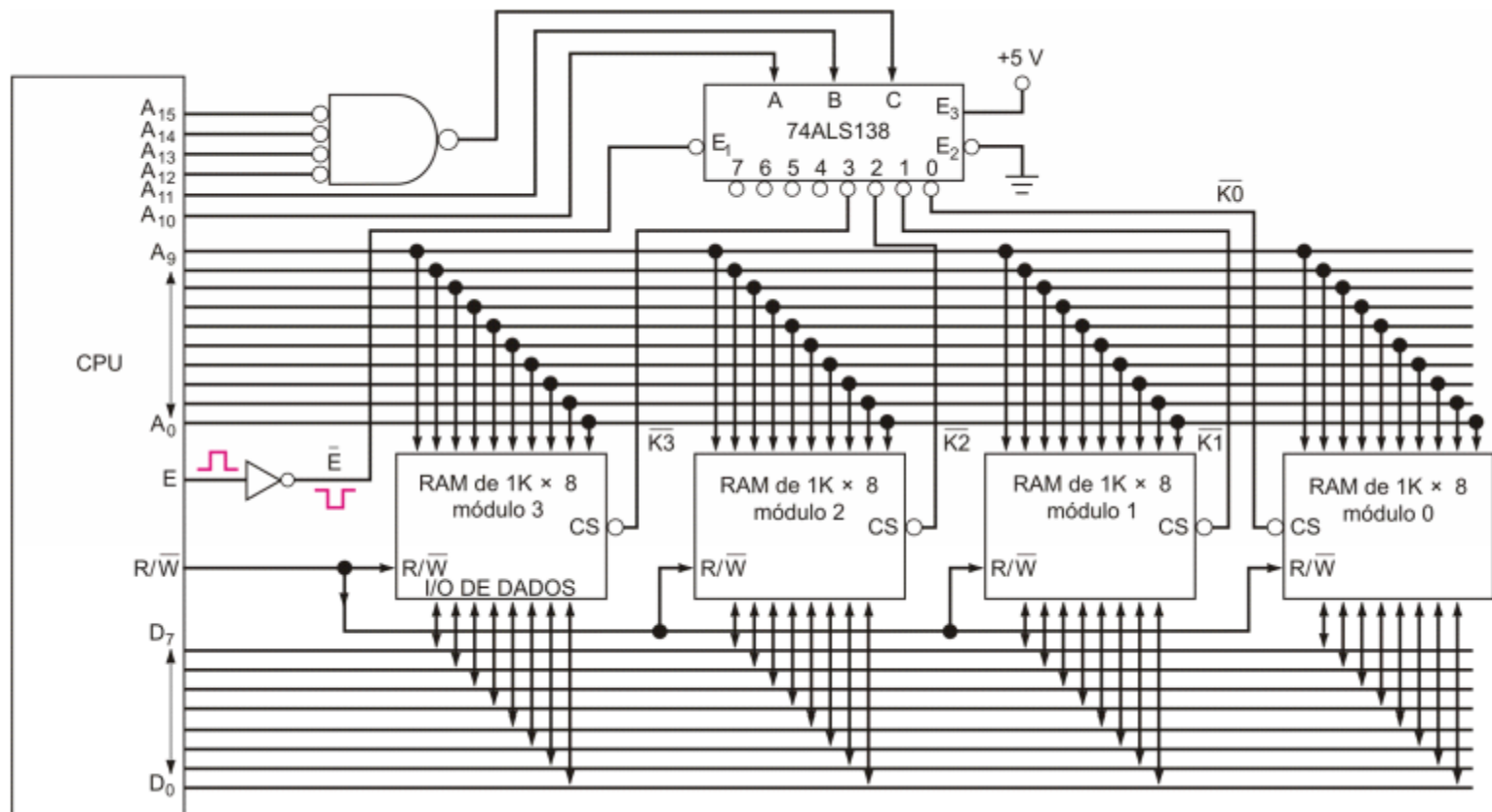
- Chips DDR2 e DDR3 utilizam encapsulamento BGA



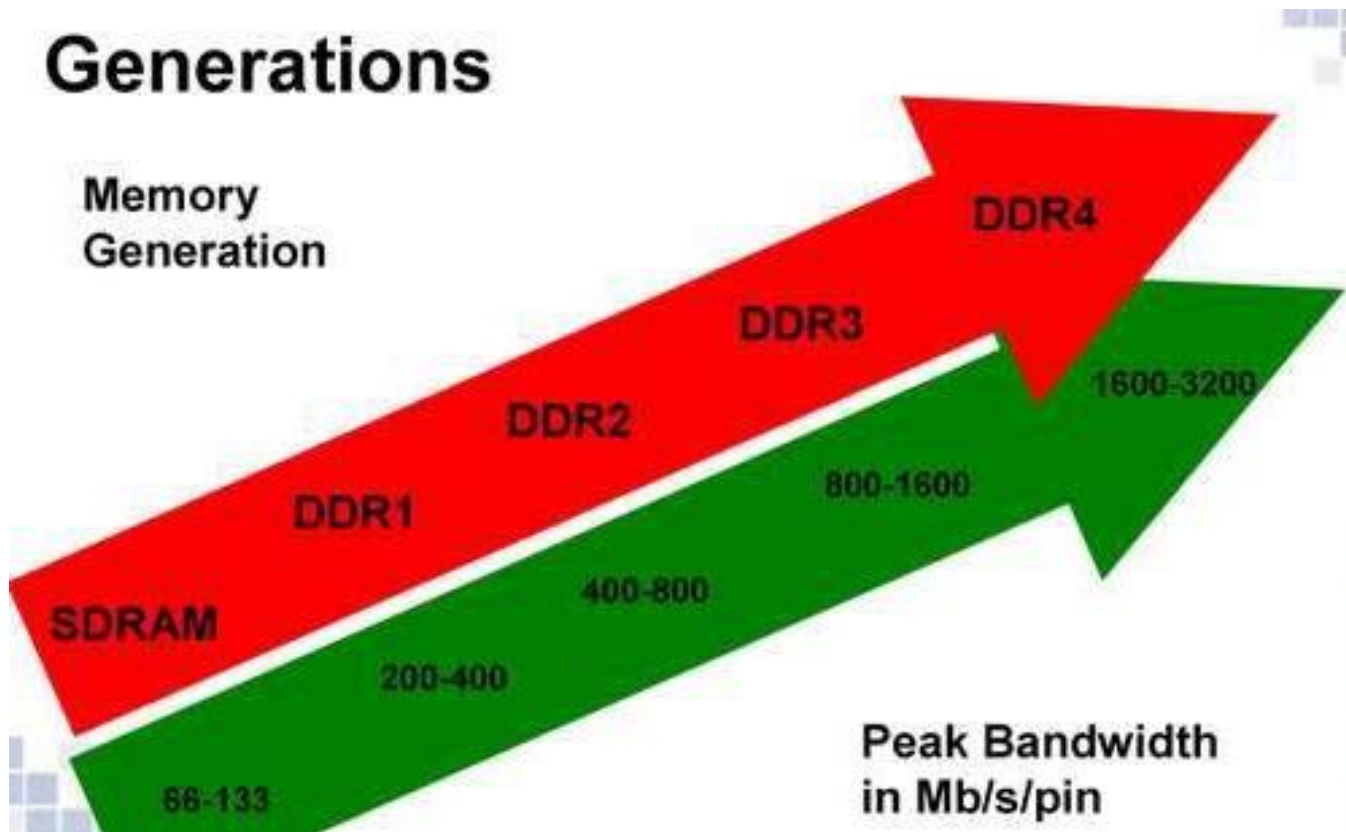
Organização interna de uma RAM de 64 x 4



Memória RAM de 4K X 8 conectada em uma CPU



Taxa de Transferência



- Leituras
- Tanenbaum – Stallings – Henessy e Patterson
 - <http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/02/o-que-e-memoria-ram-e-qual-sua-funcao.html>
 - <http://www.hardware.com.br/tutoriais/memoria-ram/evolucao-modulos-memoria.html>
 - <http://www.bitscaverna.com.br/blog/7282/o-que-e-memoria-ddr>
 - <http://www.clubedohardware.com.br/artigos/memoria/tudo-o-que-voc%C3%AA-precisa-saber-sobre-mem%C3%B3rias-ddr-ddr2-ddr3-e-ddr4-r34492/>