

# Descrição dos vários tipos de memória aleatória

por

**Hugo Manuel Marques Ferreira**

N.º 501000908

[hmfer@student.dei.uc.pt](mailto:hmfer@student.dei.uc.pt)

**Luís Miguel Borges Guilherme**

N.º 501000927

[lmborges@student.dei.uc.pt](mailto:lmborges@student.dei.uc.pt)

Departamento de Engenharia Informática  
Universidade de Coimbra  
3030 Coimbra, Portugal

**Resumo:** *Apresenta-se, de forma sintética, uma descrição dos vários tipos de memórias RAM. Sendo este hardware uma peça bastante importante do computador quisemos mostrar quais os tipos de memórias RAM mais comuns e o seu modo de funcionamento perante os dados e o sistema. Este trabalho pretende ser um guia a todos aqueles que desconhecem o seu funcionamento ou que desejem aprender algo mais sobre elas.*

**Palavras-chave:** RAM, SRAM, DRAM, memórias principais, memórias de vídeo, memórias aleatórias

## Introdução

Muitos de nós sabemos que os computadores não funcionam sem a memória de acesso aleatório, vulgo RAM. Esta trata-se de uma componente essencial que permite fazer a ponte entre o processador, que trabalha as velocidades altíssimas, e os dispositivos de armazenamento (discos rígidos, disquetes), que trabalham a uma velocidade muito menor. A RAM actua um pouco como intermediário destes dois componentes. Permite ter parte da informação que está em disco numa estrutura em que o acesso se torna mais rápido e ao qual o processador vai buscar a informação necessária para depositar em cache.

Conhecer o funcionamento destas memórias permite-nos ter uma ideia de como esta troca de dados é feita, de modo a que tudo possa funcionar da melhor maneira possível, tendo sempre em conta a performance e a velocidade a que essas acções são executadas. É isso que fazemos neste artigo explicando, muito basicamente, os tipos de memórias RAM existentes e o seu funcionamento.

Começamos por fazer uma pequena introdução acerca da RAM, explicando o que é e como funciona de uma maneira geral, para de seguida abordar, numa

linguagem mais técnica mas simples, cada tipo de RAM existente, o modo como as mesmas funcionam e qual as inovações que algumas trouxeram ao panorama informático (o que é que se ganhou com a introdução dessas novas memórias).

No final do artigo estarão duas questões, e respectivas respostas, sobre esta temática.

## **Aspectos básicos de uma memória aleatória (RAM)**

A RAM (Random Access Memory) é um dispositivo de hardware que permite guardar, temporariamente, os mais variados tipos de informação, desde comandos do sistema, partes de aplicações, sistema operativo, dados etc., de modo a que estes possam ser acedidos pelo processador de uma maneira rápida. A RAM permite que vários programas possam estar a ser executados ao mesmo tempo.

Na hierarquia de memória, a RAM aparece cotada como o terceiro dispositivo mais rápido a nível de acessos, sendo apenas superada pelos registos e pela cache do processador.

Uma das características desta memória é a sua volatilidade, ou seja, os dados que estão representados na memória apenas residem na mesma enquanto houver energia no computador. Quando o mesmo é desligado, toda a informação nela contida é perdida. Quando o computador é de novo ligado o sistema operativo e outros ficheiros de inicialização são carregados para esta memória.

Apesar de grande parte das memórias RAM que conhecemos serem voláteis, também existem algumas memórias RAM não voláteis, cuja informação está disponível quando o computador for de novo reiniciado. Duas dessas memórias são a Nonvolatile RAM (NVRAM) e a Ferroelectric RAM (FRAM).

A designação desta memória (Random Access) pouco tem a ver com o tipo de acesso que é feito à mesma. Aqui "Random Access" significa que cada posição da memória pode ser acedida directamente se o processador possuir o endereço correcto da informação que vai buscar. Esta memória está organizada de maneira a que a informação possa ser acedida, directamente, nas posições correctas.

### **A sua arquitectura interna**

Para percebermos um pouco a arquitectura da memória RAM, vamos pensar na mesma como um grupo de células bidimensional, em que cada célula vai conter um 0 ou um 1. Sendo esta uma memória de acesso directo, cada célula tem um endereço único que a identifica. Endereço esse que é obtido, em primeiro lugar, pesquisando por colunas e em seguida por linhas. Para a obtenção dos dados presentes nessas células, o controlador da memória envia o endereço da mesma (linha e coluna) através de uma pequena linha eléctrica

que está ligada ao chip da memória. A informação que depois é retornada é enviada através de um canal próprio.

Um chip de memória é um circuito integrado que é composto por milhões de transístores e condensadores. No tipo de RAM mais comum, as dynamic RAM, os transístores e os condensadores estão agrupados em dois, de modo a criarem uma célula de memória. O condensador segura o bit de informação (0 ou 1) e o transístor funciona como um comutador que, dependendo do valor que está no condensador, determina se o valor vai ser lido ou escrito em memória. No caso das memórias estáticas (Static RAM), em vez de termos um condensador a guardar o valor, temos os transístores que funcionam num mecanismo de flip-flop, ou seja, com uma posição atribuída para o 1 e outra para o 0.

A memória é uma estrutura lógica bastante fácil de "empacotar" num circuito. No caso particular da memória DRAM, o tamanho dos circuitos integrados e o reduzido número de pinos exigidos, permitiu construir numa pequena placa um módulo de memória de dimensões apreciáveis. A esses módulos foi atribuída a designação de **SIMM** (*Single In-line Memory Module*), sendo desenhados para encaixar perpendicularmente à *motherboard* e assim poupar mais algum espaço ou mesmo tempo que se diminui o tempo de resposta. Os primeiros SIMMs tinham 30 contactos (ou pinos), barramento de dados de 8 bits e integravam 256K, 512K, 1M, ou ainda 4M bytes de memória DRAM. Posteriormente apareceram os SIMMs de 72 contactos, com um barramento de dados de 32 bits e que integram desde 1M até 128M bytes de DRAM. Finalmente foram introduzidos os **DIMMs** (*Dual In-line Memory Modules*) de 168 contactos, com um barramento de dados de 64 bits e que integram desde 8M até 256Mbytes de DRAM. Os **RIMMs** são muito semelhantes aos DIMMs. Inicialmente não eram compatíveis, mas actualmente, com a evolução da especificação destas duas normas, há já *motherboards* que suportam os dois tipos de módulos, conferindo uma flexibilidade acrescida.

### Como se acede à informação

Quando o processador vai ver o fetch da próxima instrução, a mesma pode conter endereços de memória em disco ou endereços na RAM para ler. Esses mesmos endereços são enviados para o controlador da RAM que envia de seguida os pedidos, com as linhas de endereço correctas, de modo a que os transístores presentes em cada linha abram essas mesmas células para ler os valores que estão nos condensadores. No caso da DRAM, um condensador que tenha presente uma voltagem superior a um determinado nível faz com que seja lido o valor 1. Se estiver abaixo desse nível é lido o valor 0. No caso destas memórias é ainda necessário que os condensadores sejam actualizados, de modo a que o valor lido seja o correcto.

## Verificação de Erros

Grande parte das memórias existentes são extremamente viáveis. Os sistemas actualmente têm apenas um controlador de memória que procura por erros nas mesmas quando é iniciado o computador, e baseiam o seu sistema de verificação apenas nesse teste. Mas existem memórias que incorporam um chip de verificação erros. Alguns chips usam o método da paridade que consiste em ter um bit extra por cada 8 bits de dados.

Para computadores em que o número de falhas deve ser baixo, é necessário usar um método diferente para a verificação de erros. Esse método dá pelo nome de *error-correction code* (ECC). O seu modo de funcionamento é semelhante ao de paridade só que neste caso o ECC usa vários bits para a verificação de erros. Além da detecção de erros este método faz a correcção dos mesmos.

## Os vários tipos de memórias RAM

De seguida apresentamos uma lista com os tipos mais comuns de memórias RAM existentes, fazendo uma breve descrição para cada um deles.

### Static Random Access Memory

Usa, na sua arquitectura interna, vários transístores para cada célula de memória, não tendo nenhum condensador em nenhuma delas. Este tipo de memórias é usado em caches.

### Dynamic Random Access Memory

Cada célula de memória é composta por um par de transístores e por um condensador que necessita de constante actualização.

### Fast Page Mode DRAM

Este tipo de memória aguarda que o bit seja localizado na memória e que posteriormente seja lido. Só depois do mesmo ser lido é que passa para o bit seguinte. Esta era a primeira forma de funcionamento da DRAM.

### Extended Data-Out DRAM

Ao contrário da memória anterior, esta já não espera que o bit seja lido na totalidade. Mal o bit em questão seja localizado, passa imediatamente para o bit seguinte aumentando a velocidade de acesso aos dados.

### Synchronous DRAM

Este tipo de memória tira partido do conceito do acesso “em rajada” (burst mode). Ao se situar na linha de memória onde está o bit pedido, faz acessos rápidos às colunas dessa linha, tirando partido da proximidade dos dados e da ideia de que o processador mais tarde irá precisar desses mesmos dados. Com

este mecanismo esta memória torna-se 5% mais rápida do que a descrita anteriormente.

### Double Data Rate SDRAM

É igual à memória anterior excepto na largura de banda, o que faz com que seja mais rápida.

### Rambus DRAM

Este tipo de memória tem uma arquitectura muito diferente da conhecida na DRAM. Esta usa uma configuração do tipo RIMM (Rambus in-line memory module), que é idêntica à configuração de uma DIMM. A diferença destas memórias está no facto de terem um bus de dados que permite altas velocidades ao nível da transferência de dados.

### Memórias dos Cartões de Crédito

Este tipo de sistema (proprietário) usa um módulo de memória DRAM que é colocado em slots especiais para uso em notebooks.

### PCMCIA Memory Cards

Este tipo de memórias possui igualmente um módulo do tipo DRAM e pode ser usado em vários notebooks visto que não se trata de um sistema proprietário. Basta apenas que os buses internos do notebook suportem este tipo de cartão.

### CMOS RAM

Este tipo de memória é usado para guardar pequenas informações, tais como configurações de dispositivos do computador. A informação aqui guardada é assegurada por uma pequena pilha, o que permite ter os dados disponíveis depois de o computador ser desligado.

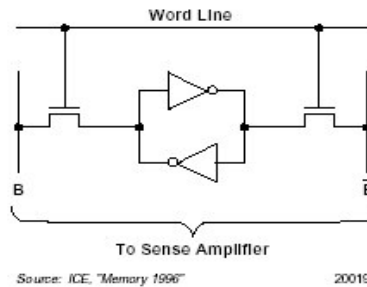
### Vídeo RAM

A VRAM, também conhecida como MultiPort Dynamic RAM (MPDRAM) é um tipo de RAM usada para adaptadores de vídeo ou para aceleradoras 3D. MultiPort significa que a VRAM possui 2 pontos independentes de acesso, o que faz com que o processador normal e o processador gráfico possam aceder à RAM em simultâneo. A memória VRAM está situada nas placas gráficas e possui variados formatos, grande parte deles proprietários. A quantidade de VRAM determina a qualidade da resolução e o nível de cores do dispositivo gráfico.

A memória RAM é muitas vezes dividida em memória principal, que serve para guardar todo o tipo de informação, e faz com que essa informação esteja disponível para o processador, e em memória de vídeo, que é usada para guardar informação respeitante aos dispositivos gráficos.

A memória principal que referimos há pouco divide-se em memória estática, SRAM, e em memória dinâmica, DRAM. É deste tipo de memórias que vamos falar em seguida.

### Static RAM (SRAM)



Célula de uma SRAM

A juntar à descrição feita anteriormente sobre estas memórias resta-nos acrescentar que as mesmas, comparativamente com as DRAM, são mais caras e tendo em conta uma determinada quantidade de informação precisam de bastante mais espaço que as DRAM. A única vantagem prende-se com o facto de este tipo de memórias não necessitar de ser constantemente actualizada sendo por isso mais rápida a nível de acessos. Sendo uma memória bastante rápida é usada principalmente para os dois níveis (L1 e L2) de cache do processador.

Outros tipos de SRAM:

#### - Asynchronous SRAM

Este tipo de memórias está presente desde o tempo dos 386 e ainda hoje é utilizado nas caches de nível 2. O facto de não ser sincronizada com o sistema faz com que o processador tenha de aguardar por pedidos feitos à cache.

#### - SynchBurst SRAM

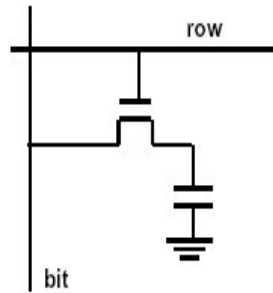
Ao contrário da anterior, nestes tipos de memória existe uma redução do tempo de acesso às caches visto que estas estão sincronizadas com o relógio do sistema e em alguns casos com o relógio do bus da cache. Uma das desvantagens desta memória é o facto de apenas conseguir sincronização para velocidades de bus inferiores a 66 MHz. A outra é o seu elevado custo.

#### - Pipeline Burst SRAM

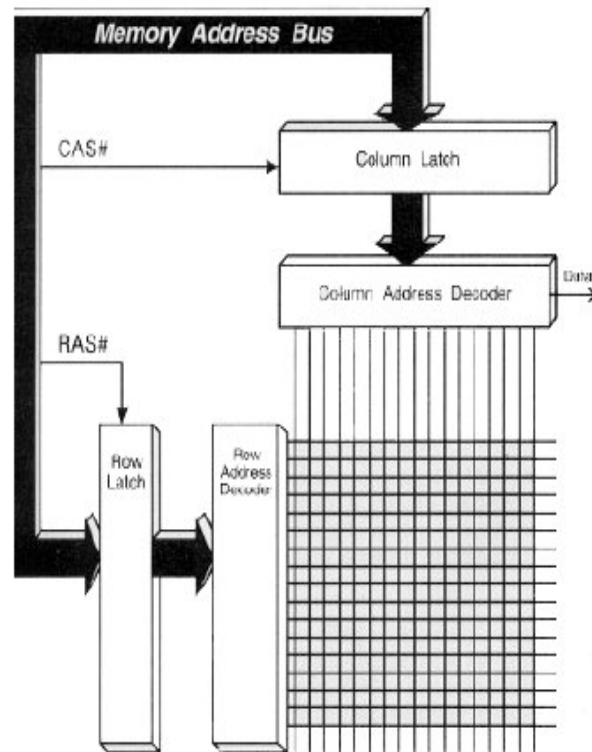
Recorrendo ao conceito de acesso “em rajada”, podemos fazer com que os vários pedidos possam ser tratados em modo *pipelined*. Vários pedidos irão ser feitos e todos irão ser executados quase que instantaneamente. A PB SRAM

faz uso do pipelining e através disso consegue obter boas sincronizações para velocidades de buses superiores a 75 MHz.

## Dynamic RAM (DRAM)



Célula de uma DRAM



Arquitetura da DRAM

Anteriormente explicamos um pouco o modo de funcionamento deste tipo de memórias. Em cada célula de memória temos um condensador que segura os bits de informação. No condensador estará representado um 1, se este estiver preenchido com electrões, ou um 0 se não estiver lá nada. Só que esses electrões não permanecem lá para sempre, desaparecendo numa questão de milissegundos. Para que essa informação não se perca é necessário que o processador ou o controlador da memória recarreguem todas as células que contém um 1, antes que haja uma descarga nas mesmas. O controlador de

memória faz esta acção lendo a informação da memória e escrevendo de seguida tudo de novo. Esta operação é feita muitas vezes apenas num segundo.

O modo de funcionamento da DRAM é o seguinte:

- é enviada uma pequena carga eléctrica para a coluna apropriada (CAS) de modo a que sejam activados os transístores presentes em cada bit da coluna. Quando estamos a escrever as linhas da memória contém o estado que o condensador deverá ter. Quando estamos a ler da memória existe um dispositivo que vai ler o valor da carga do condensador e interpretar esse valor como um 1 ou um 0, procedendo igualmente à actualização do valor da célula.

As células de memória sem um suporte físico, assente em circuitos, não funcionariam correctamente. Sem este suporte não teríamos maneira de escrever e ler da memória.

Esses circuitos permitem-nos identificar cada linha e cada coluna da memória (RAS e CAS), manter um registo das células que são precisas actualizar, ler e actualizar o valor presente na célula, e indicar se uma célula necessita ou não de ser carregada (para o caso das escritas).

Esta arquitectura, apesar de não ser tão rápida como a SRAM, é mais simples que a anterior e não é tão cara. A DRAM é o tipo de memória que se encontra na maioria dos computadores pessoais.

Outros tipos de DRAM:

- Fast Page Mode DRAM

À descrição feita anteriormente para este tipo de memória, acrescentamos que o máximo de transferência conseguido para a cache L2 é aproximadamente 176 MBps.

- Enhanced DRAM

A EDRAM é uma combinação de dois tipos de memória, a SRAM e a DRAM. Esta combinação é usada em para as caches de nível 2. Esta package é composta, normalmente, por 256 bytes de SRAM incluídas com a DRAM. Em primeiro lugar vê-se se a informação está nos 256 bytes da SRAM (a mais rápida). Se essa informação não é encontrada lá procura-se de seguida na DRAM.

- Burst Extended Data Output DRAM

As tecnologias evoluíram com o intuito de tornar os acessos à DRAM cada vez mais rápidos. Uma dessas evoluções foi a criação do *burst mode*, que permite acessos à memória em rajada, ou seja, permite que em vez de ser devolvida apenas a informação que foi pedida, se retorne também a informação que se encontra nas proximidades, visto que mais cedo ou mais tarde essa informação pode vir a ser utilizada pelo processador. Grandes quantidades de informação são lidas e processadas em pequenas unidades de uma maneira rápida.



Mas apesar do aumento de velocidade da transferência de dados, a BEDO DRAM não consegue passar a barreira dos 66Mhz no bus.

#### - Multilevel DRAM

Esta memória permite que os dados sejam armazenados em células com capacidades para múltiplos bits. Esta é ainda uma arquitectura experimental e os métodos já estudados permitem a introdução de dois bits por célula de memória.

#### - Synchronous DRAM

Este tipo de memórias representa uma evolução na tecnologia das mesmas, explorando o facto dos acessos à memória serem, em grande parte, sequenciais. Esta realidade é tanto mais importante quando vemos que, actualmente, os programas gerados por compiladores, tirando partido da memória cache, procuram forçar essa distribuição sequencial das instruções e dados. Assim, tendo em conta esse facto, a SDRAM antecipa os acessos do processador, debitando o conteúdo da memória em blocos de endereços sequenciais. Ao termos a RAM e o relógio do processador sincronizados, aumentamos significativamente o número de instruções que o mesmo pode executar num dado instante. A transferência máxima conseguida por esta memória para a cache de nível dois anda à volta dos 528 MBps.

Para estas memórias costumamos ver as seguintes características: PC100 SDRAM ou PC133 SDRAM (são as mais conhecidas). Em relação à PC100 isto significa que com uma frequência de 100Mhz no barramento de memória, esta consegue, em condições ideais, debitar uma média de 1 byte por cada ciclo (assumindo uma temporização 5-1-1-1 para os 4 blocos, os 8 bytes exigem 8 ciclos), resultando numa taxa de transferência de 800MBps. Posteriormente, com o aumento do *Front Side Bus* ao nível das boards, conseguiu-se elevar a frequência de execução das memórias para 133Mhz, passando a garantir uma taxa de transferência de 1.1 GBps (PC133).

#### - Double Data Rate SDRAM

Esta tecnologia consegue duplicar a taxa de transferência das SDRAM normais, executando uma operação elementar em cada um dos bordos do sinal do relógio, ao contrário do que se passa nas SDRAM normais que apenas usam um dos bordos para a execução de operações. Ao ser possível a execução de uma operação em cada um dos bordos estamos a duplicar a frequência de execução da memória.

As memórias disponibilizadas com este sistema têm a seguinte denominação:

- PC 1600 DDR, o que significa uma taxa de transferência de 1,6GBps, utilizando a frequência de barramento de 100Mhz.

Existem actualmente no mercado memórias DDR com uma taxa de transferência de 3,5 GBps utilizando uma frequência de barramento de 433Mhz.

#### - Enhanced SDRAM

Neste tipo de memórias não houve uma preocupação em aumentar a performance ou baixar a latência de acesso à mesma. Aqui os melhoramentos surgiram ao nível interno das mesmas. O objectivo da ESDRAM é reduzir os atrasos internos que existem na arquitectura da SDRAM, adicionando uma linha de registos que retém o valor existente no condensador, permitindo que a célula de memória seja actualizada de imediato, ao mesmo tempo que o valor é libertado. Este mecanismo força um paralelismo ao nível da execução ao contrário do que acontece com as SDRAM normais. Este mecanismo funciona como um buffer de execução e permite aproveitar em 80% o valor máximo da largura de banda da memória ao contrário dos, entre 40% a 50%, que são aproveitados com a SDRAM.

#### - Rambus DRAM

A memória RDRAM é o resultado da colaboração entre a Intel e a empresa Rambus, correspondendo a uma arquitectura de memória totalmente nova e um pouco afastada da DRAM normal, usando para tal a arquitectura RIMM (Rambus Inline Memory Module) que é semelhante em tamanho e na configuração de pinos à DIMM standard.

Esta utiliza várias técnicas sofisticadas, das quais se destacam a comunicação por pacotes e o encadeamento de operações (pipelining para a transferência de dados entre a RAM e as caches do processador), que permitem a sua ligação a barramentos com frequências de 300Mhz ou mais. Porque transfere dois bytes em cada um dos bordos do sinal de relógio, apresenta capacidades de transferência teórica de mais de 1.2Gbps. Uma versão posterior, designada por Direct RDRAM, permitiu aumentar a velocidade para os 800Mhz, conferindo taxas de transferência de 3.2Gbps, em teoria. Esta é uma memória que está preparada para coexistir com as motherboards standard.

#### - SyncLink DRAM

Esta nova memória veio inovar um pouco a SDRAM na medida em que ofereceu uma velocidade de bus superior e o uso de packets de informação na comunicação. Estes packets permitem tratar dos pedidos de endereços, dos tempos de resposta e de comandos para a DRAM. Estas funcionalidades permitiram tirar algum peso ao funcionamento da DRAM e fez com que os melhoramentos feitos não incidissem tanto no desenho do chip da DRAM, reduzindo o custo e aumentando a performance da mesma. Esta memória, a par da DDR SDRAM, duplica a taxa de transferência de dados.

## - Cached DRAM

Esta arquitectura incorpora uma cache SRAM com um módulo DRAM. Visto terem terminais independentes permite o controlo de cada uma em separado. Este tipo de DRAM é utilizado em aplicações gráficas e em PDA's.

De seguida iremos falar no outro tipo de memórias RAM, as chamadas memórias de vídeo.

## **Vídeo RAM**

Vídeo Ram (VRAM), como o próprio nome indica, faz referência a todos os tipos de RAM usados para guardar e processar imagens de vídeo para os dispositivos correspondentes. Todos os tipos de vídeo RAM existentes são derivados da DRAM.

A VRAM é usada para guardar os valores dos pixel's de um dispositivo gráfico, e o controlador da placa é responsável por continuamente ler esses valores e fazer o *refresh* do dispositivo. O objectivo desta memória não é só a obtenção de uma melhor performance de vídeo, obtida através de qualquer placa gráfica, mas é igualmente reduzir o "esforço" do processador. Este tipo de memórias tem dois tipos de acessos (duas portas para o acesso às células de memória): uma das portas é usada para fazer a constante actualização do dispositivo gráfico e a outra serve para alterar os dados que vão ser mostrados no ecrã. O facto de esta ter duas portas de comunicação faz com que tenhamos o dobro da largura de banda, obtendo, por isso, uma melhor performance.

Esta memória de vídeo funciona como um buffer entre o processador e o dispositivo gráfico do computador. Antes das imagens (dados) serem enviadas para o ecrã, a informação passa pelo processador que depois as envia para a VRAM. Daqui a informação é convertida por uma memória RAM (RAMDAC), que transforma a informação no formato digital para o formato analógico, sendo esses sinais posteriormente enviados para um mecanismo de apresentação chamado *Cathode Ray Tube* (CRT).

À semelhança do que fizemos com a SRAM e a DRAM, mostramos de seguida vários tipos de Vídeo RAM existentes, explicando um pouco o seu funcionamento.

## - Random Access Memory Digital-to-Analog Converter

Na descrição que fizemos há pouco, falámos num dispositivo que convertia sinais digitais em sinais analógicos, que posteriormente eram lidos pelo CRT. Esse dispositivo é o RAMDAC. Este vem incorporado no adaptador de vídeo, sobre a forma de um micro chip. Este dispositivo é composto por uma pequena memória SRAM que contém uma tabela de cores com três DAC (digital-to-analog converters) que mudam os sinais, no formato digital, para o formato

analógico. Depois dos sinais estarem no formato analógico, estes são enviados para o gerador de cores do ecrã, cada um deles para cada uma das três cores primárias – vermelho, verde, azul.

#### - Multiport DRAM

Este tipo de RAM, que vem incorporado na placa gráfica, é usado especificamente para adaptadores de vídeo ou para aceleradoras 3-D. A designação Multiport advém do facto de esta memória usar tanto o acesso aleatório às células de memória como o acesso sequencial. A quantidade de MPDRAM influencia a resolução e o número de cores disponíveis para o ecrã. Esta memória é igualmente usada para guardar informações sobre mapas de texturas e sobre elementos gráficos em 3-D.

#### - Window RAM

Esta memória possui cerca de 25% a mais de largura de banda que a VRAM e é igualmente *dual-ported*. Apesar destas características possui ainda outras funcionalidades destinadas a aplicações de alto nível. Outro aspecto destas memórias é o facto de elas possuírem um sistema de *double-buffering* o que resulta em performances bastante superiores às da VRAM no que diz respeito ao *refresh* do ecrã.

#### - Synchronous Graphics RAM

A SGRAM, ao contrário da VRAM, possui uma arquitectura *single-ported*. Através de um mecanismo que divide a sua capacidade em dois blocos diferentes, permite que duas páginas de memória possam ser abertas simultaneamente. A performance desta RAM tem sido significativa no que diz respeito à tecnologia 3-D, devido a um sistema de *block-write* que aumenta a velocidade ao nível do preenchimento do ecrã e ao nível da limpeza de dados da memória. Esta possui igualmente um mecanismo de sincronização de relógio e uma técnica que permite que os dados sejam modificados de uma só vez, ao contrário de haver operações de leitura, actualização e escrita. Esta técnica chama-se *masked write*.

#### - 3D RAM

Este chip de memória está otimizado para a obtenção de altas performances a nível gráfico. Permite guardar dados na forma tridimensional e larguras de banda na ordem dos 400 MBps, a nível externo, e 1,6 GBps a nível interno.

#### - Multibank DRAM

Este tipo memória divide a sua capacidade em blocos de 32 KB que podem ser acedidos individualmente. Este mecanismo permite que os acessos a esta memória possam ser intercalados e concorrentes, aumentando a performance da mesma em relação às vídeo RAM normais.

## - Extended Data Output DRAM

Em cima fizemos referência à EDO RAM como um tipo de memória principal. Mas esta pode ser igualmente usada para vídeo. Quando usada para vídeo, torna-se ligeiramente mais rápida que a DRAM. O funcionamento da EDO RAM baseia-se em libertar o seu conteúdo para circuitos separados podendo receber novos dados ao mesmo tempo que o ciclo anterior está a ser concluído. A sua arquitectura permanece a mesma sendo que a única diferença está na maneira como as escritas são feitas.

## **Perguntas sobre a temática das memórias RAM**

*As memórias existentes nos nossos computadores estão sujeita a falhas. Para tal existem testes que nos permitem testar o funcionamento dessas mesmas memórias. Mas como funcionam estes testes? De que maneira são detectados os erros? O que é feito para os provocar? Serão esses testes credíveis?*

Existem diferentes tipos de testes que podem ser feitos às memórias, para verificar o seu correcto funcionamento. Mas grande parte deles não são específicos de uma memória, ou seja, não conhecem a sua configuração e a sua arquitectura, e apenas se limitam a testar as mesmas através da execução de padrões conhecidos. Este tipo de testes funcionam bem para grandes falhas que a memória possua, mas para pequenas falhas, que não são sistemáticas, a sua detecção já é mais complicada.

Como já fizemos referencia em cima, a memória é composta por muitas células de memórias contíguas, formando um array. Grande parte das falhas (intermitentes), que acontecem nas memórias, está relacionada com a interacção existente entre as células. Por vezes quando uma célula está a ser escrita pode acontecer que esses mesmos dados sejam escritos em células adjacentes. Os testes deviam ser capazes de detectar este erro.

Eis uma estratégia (ideal) para testar a memória:

- escrever o valor 0 numa célula
- escrever todas as células adjacentes com um 1 (repetir este passo uma ou mais vezes).
- verificar se a célula inicial ainda está a zero.

Esta estratégia, para funcionar, requer um conhecimento mais profundo da organização das células na memória. Visto que os fabricantes não possuem um standard de organização, esta estratégia torna-se impraticável. Mas apesar disso existem algoritmos de teste capazes de aproximar este ideal.

*Qual é a diferença entre as memórias síncronas e as memórias assíncronas?*

Na descrição que fizemos em cima, vimos alguns casos de memórias síncronas, (a SDRAM e a DDR) e assíncronas (a EDO DRAM e a FPM DRAM).

Numa arquitectura assíncrona é necessário esperar um período de tempo, de modo a garantir que uma determinada operação é executada. Cada operação interna de uma memória DRAM tem associado um tempo. Caso o ciclo de relógio passe antes do

tempo de execução dessa operação é necessário que haja outro ciclo para que essa operação seja autorizada a começar. Torna-se evidente que esta situação requer um tempo de execução superior, tornando-se num ponto crítico a nível da performance. De modo a contornar esta situação os fabricantes de memórias optaram por aumentar o volume de informação que é trocado nas operações ou recorrer à execução de várias operações ao mesmo tempo (pipelining).

No caso das memórias síncronas, todas as trocas de dados entre a memória e o processador são controladas pelo relógio de sistema, o que faz com que o processador não esteja à espera que a memória execute as suas operações. A memória lê os dados enviados pelo processador (que entretanto fica livre para outras tarefas), executa as suas tarefas e após um número específico de ciclos de relógio, disponibiliza a informação para o processador. Neste caso não temos a perda de performance evidenciada com as memórias assíncronas.

## Conclusões

Pretendeu-se com este trabalho dar a conhecer os vários tipos de memória RAM existentes para computador, e a maneira como essas memórias funcionam. Pelo exposto espera-se ter realçado a importância que este hardware tem no computador e espera-se, igualmente, que este documento seja um ponto de referência, ainda que simples, para todos aqueles que desejem saber algo mais sobre as memórias de acesso aleatório.

## Referências

1. Haugen, P., Myers, I., Sadler, B., Whidden, J. . *A Basic Overview of Commonly Encountered types of Random Access Memory (RAM)*.  
<http://www.rose-hulman.edu/Class/ee/yoder/ece332/Papers/RAM%20Technologies.pdf>
2. Tyson, J. Howstuffworks "How RAM Works",  
<http://computer.howstuffworks.com/ram.htm>
3. Santos, H. (22/Nov/2002) Como Construir um PC – Capítulo 4 – RAM, SIMMs, DIMMs e RIMMs  
<http://piano.dsi.uminho.pt/disciplinas/LIGSC/ConstruirPC/cap4.htm>
4. Kent, D. (24/Out/1998) Tom's Hardware Guide - Motherboards e RAM  
<http://www17.tomshardware.com/motherboard/19981024/index.html>
5. Memtest86 – Memory Diagnostic Page  
<http://www.memtest86.com/>
6. Random Access Memory  
<http://www.spokane.net/pluggedin/pram.asp>