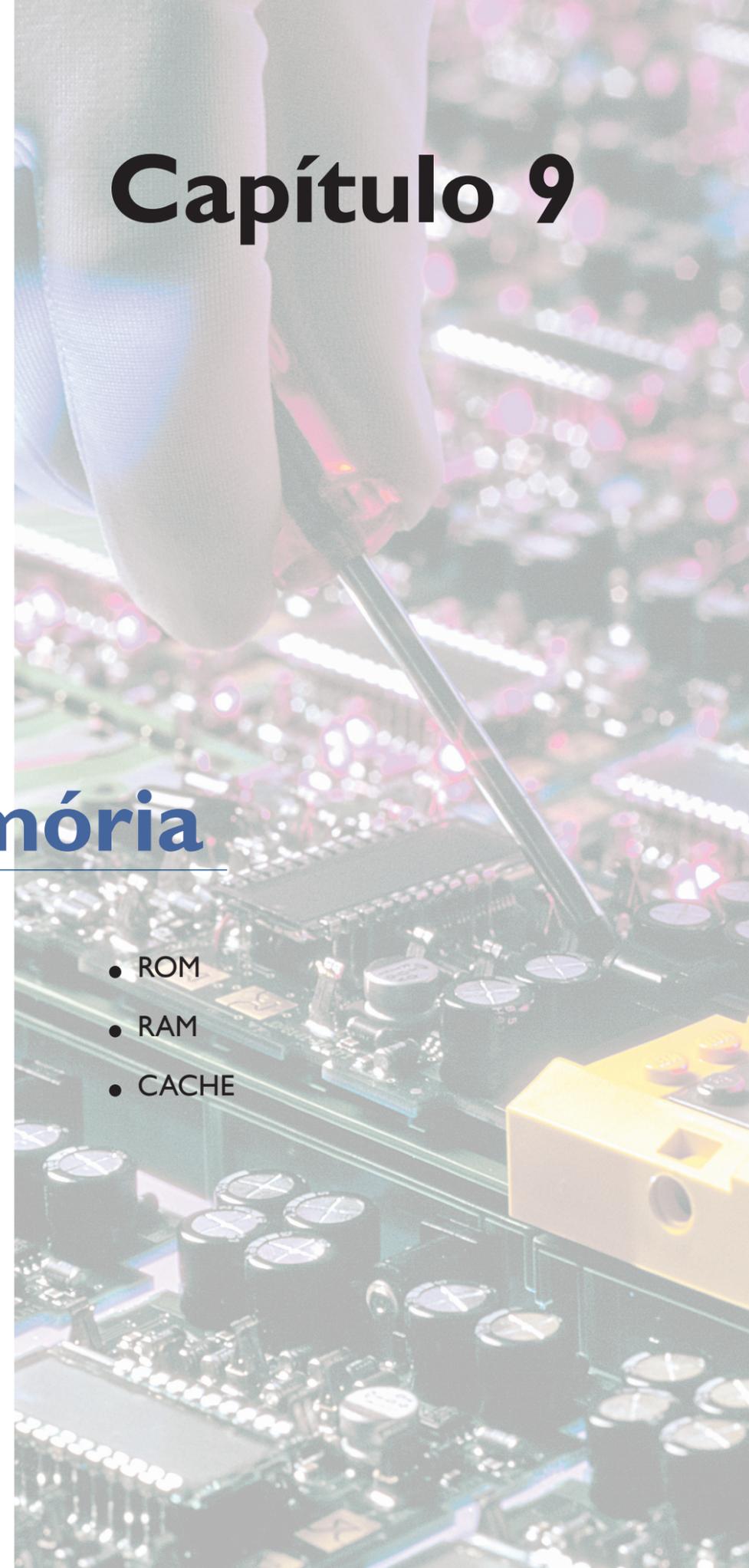


# Capítulo 9

## Memória

---

- ROM
- RAM
- CACHE



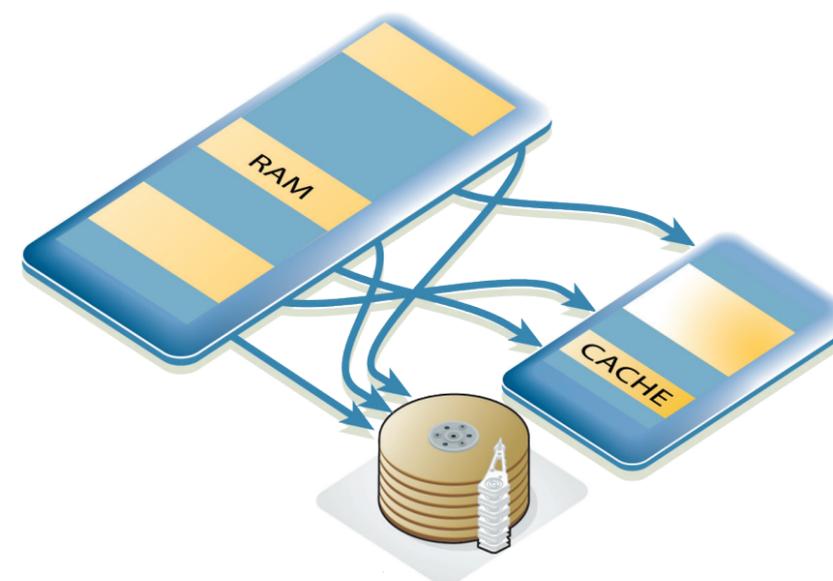
A arquitetura de von Neumann (leia o texto *Do cartão perfurado à memória*), na qual se baseiam os computadores pessoais, prevê que, entre outros componentes, um computador tem unidade central de processamento e que esta precisa de memória para possibilitar à máquina guardar e buscar dados. As memórias são classificadas em primárias e secundárias. Veja os conceitos.

**Primárias:** são as que o processador acessa diretamente. Fazem parte deste grupo os registradores e as memórias CACHE e RAM.

**Secundárias:** são as que o processador não acessa diretamente – os dados têm de ser, antes, carregados na memória principal. Estão nessa categoria o disco rígido, o disquete, as mídias removíveis como CD, DVD, cartões de memória. Ou seja, todos os outros tipos de memória.

## Do cartão perfurado à memória

Grande parte das pessoas que conhecem um pouco da história da informática só consegue associar o nome John von Neumann (1903-1957) à arquitetura von Neumann – a estrutura de armazenamento de programas na memória do computador, que se tornou clássica. Foi de fato uma contribuição decisiva, pois antes as instruções eram lidas em cartões perfurados e executadas uma a uma. Mas o matemático húngaro naturalizado americano teve participação importante também em temas como princípios de programação, análise de algoritmos, redes neurais e tolerância de falhas. Von Neumann participou da construção, entre 1944 e 1951, do EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), primeiro computador com programa armazenado na memória, para o U. S. Army's Ballistics Research Laboratory. O EDVAC operou até 1962.



**Figura 77**

A memória principal é formada pela RAM e pela CACHE.

As memórias também são classificadas em relação à forma de leitura: ROM e RAM.

### 9.1. ROM

A sigla ROM vem da expressão em inglês Read-Only Memory, que significa Memória Apenas de Leitura. É uma memória que não permite a alteração ou remoção dos dados nela gravados, os quais são impressos em uma única ocasião. Um DVD é um tipo ROM. Depois de queimarmos o DVD, a área utilizada pela gravação não poderá ser reutilizada. Assim, por exemplo, um DVD de um filme não pode ser reutilizado para nele se gravar outro título. Alguns tipos de ROM permitem regravação após uma intervenção específica, como o DVD-RW, que pode ser limpo e receber nova gravação. Esse tipo de memória não é volátil, ou seja, mantém os dados gravados, mesmo que o computador esteja desligado.

As memórias ROM embutem várias tecnologias relacionadas: PROM, EPROM, EEPROM, Memórias Flash, CD-ROM, DVD-ROM, BluRay-ROM.

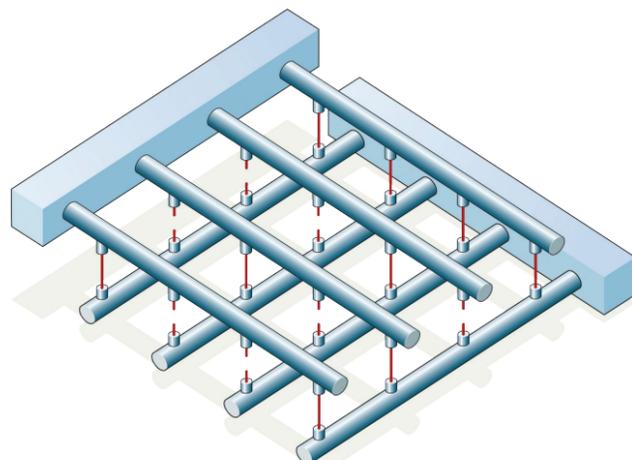
#### 9.1.1. PROM

A PROM (Programable Read Only Memory, ou Memória Programável só de Leitura) foi uma das primeiras ROM da história. Foi desenvolvida nos Estados Unidos em 1956 por Wen Tsing Chow (leia na próxima página o texto *Segredo de estado*).

Aceita apenas uma única gravação, e seu funcionamento é bem simples, o que permite que seja barata e útil para vários fins – um dos quais, bastante comum, é conter brinquedos eletrônicos. Mas também encontramos PROM virgens no comércio. A PROM é um circuito eletrônico que armazena dados por meio de um conjunto de fusíveis, conforme mostra a figura 78. Cada fusível pode representar um dígito binário. Quando o fusível estiver queima-

**Figura 78**

A PROM é um circuito eletrônico que armazena dados por meio de um conjunto de fusíveis.



do, ele representará o valor zero. Se estiver passando corrente, o valor será 1. Para queimar uma PROM, utiliza-se um dispositivo chamado Programador.

### 9.1.2. EPROM

A sigla EPROM, da expressão Erasable Programmable Read Only Memory (erasable = apagável), indica que esta memória pode ser regravada (figura 79). Para gravar, aplica-se uma carga elétrica maior do que a utilizada para leitura, e depois disso os dados não poderão mais ser alterados até o dispositivo ser novamente zerado. Para limpar a memória, aplica-se um feixe de raio ultravioleta sobre a área onde o chip fica aparente, protegido por uma lente de cristal.

Uma memória EPROM pode armazenar informação por até 20 anos ou mais, desde que fique protegida da luz solar, que pode apagá-la. Antigamente chips de EPROM eram utilizados para armazenar o programa BIOS.

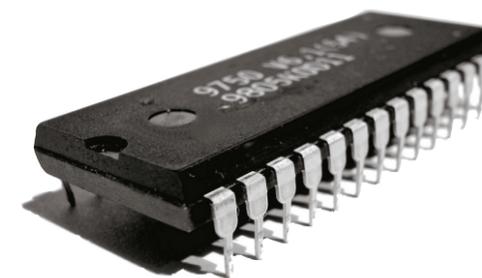
## Segredo de Estado

A memória PROM foi inventada em 1956 por Wen Tsing Chow, quando o cientista trabalhava para a American Bosch Arma Corporation, em Nova York. A invenção foi concebida a pedido da Força Aérea dos Estados Unidos para equipar o computador digital do míssil Atlas E/F, de alcance intercontinental. Sua patente e tecnologia associada foram mantidas em segredo por vários anos enquanto o armamento foi o principal míssil operacional dos Estados Unidos.

O termo burn out consta da patente original, mostrando que era preciso, literalmente, queimar as pontas de diodos internos com uma sobrecarga de corrente para produzir a descontinuidade no circuito. Os primeiros queimadores de PROM foram desenvolvidos por engenheiros da Bosch, sob a direção Chow.

**Figura 79**

Uma memória EPROM pode armazenar informação por 20 anos.



FACETO FACE BILDAGENTUR GMBH / ALAMY/OTHER IMAGES

### 9.1.3. EEPROM

A EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory ou Memória Somente de Leitura, Programável e Limpa Eletricamente), desenvolvida pela empresa japonesa Toshiba em 1980, é também regravável. Traz um grande diferencial sobre as demais EPROM: possibilita reciclar a memória toda, em partes, ou até em uma única célula (1 bit). Ou seja: podemos apagar parte da memória e gravar novamente sem problemas. Para gravar, aplica-se uma carga elétrica no circuito da célula de memória ou em um grupo de células de memória, em vez de luz ultravioleta. Essa característica facilita seu uso, pois não demanda um aparelho programador. Além disso, as EEPROM podem ser formatadas em qualquer máquina em que estejam instaladas.

### 9.1.4. Memórias flash

As memórias flash baseiam-se no padrão EEPROM. O processo de gravação e leitura nesse caso é por meio da aplicação de carga elétrica – carga mais baixa para leitura e mais alta para gravação dos dados. As memórias flash se popularizaram como principal mídia para armazenamento de dados em microdispositivos,

**Figura 80**

Sem padrão, cartões flash são encontrados em formatos variados, cada um com o próprio tipo de leitor.



CARTÕES: DIVULGAÇÃO; COMPACT MEDIA; IMAGEPLUS

como celulares, câmeras, PDAs e notebooks, em formato de cartões de memória (figura 80) e pen-drives ou unidades internas no lugar do HD. O funcionamento desse tipo de memória é bem parecido com o da memória RAM (veja abaixo). A diferença está na capacidade de manter os dados quando falta energia elétrica em seus circuitos. A tecnologia tem baixo consumo de energia e boa durabilidade por ser um semicondutor sólido, sem partes móveis, o que evita danos por atrito. Também possui recursos de proteção, como o ECC (Error Correction Code, Código de Correção de Erros), que lhe confere bastante confiabilidade. O único problema é o preço, bem alto, o que torna viável apenas a comercialização de unidades de baixa capacidade em relação à de mídias como CD, DVD e HD.

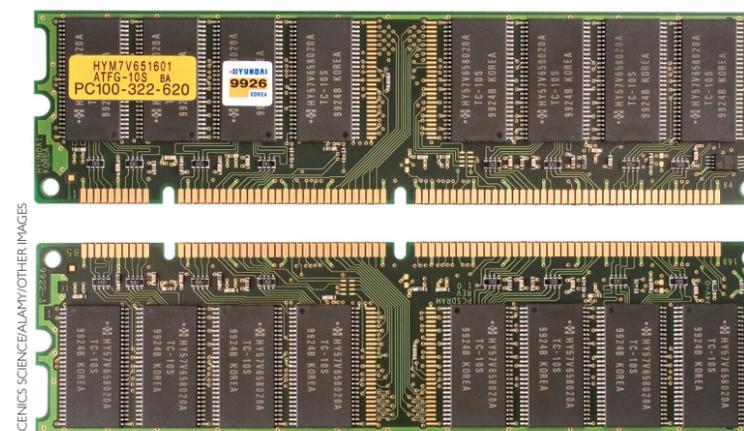
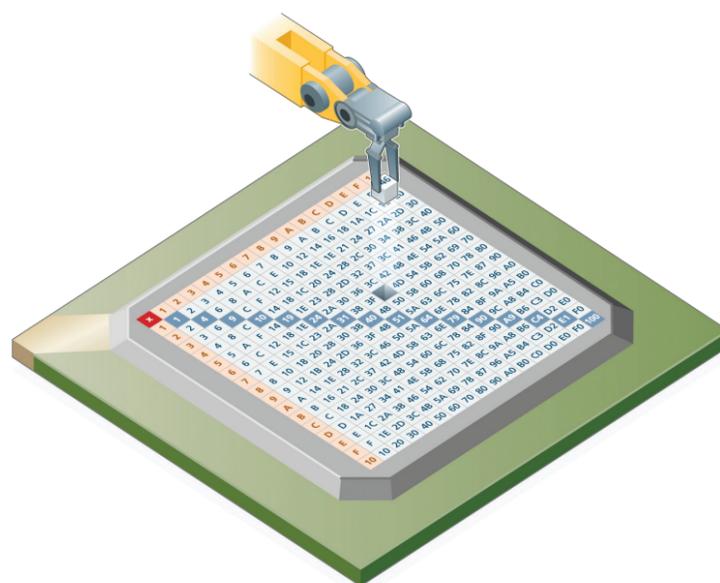
Como não se criou nenhum consórcio de empresas para padronizar o formato de memórias em cartões, existem vários modelos no mercado, cada um com o próprio tipo de leitor (figura 80).

## 9.2. RAM

A memória RAM, acrônimo em inglês para Random Access Memory, ou Memória de Acesso Aleatório, traz em seu nome uma característica que leva em consideração a estratégia de recuperação dos dados. Quando precisa de um dado, o processador solicita determinado endereço e a memória vai diretamente à informação, captando-a e retornando ao processador (figura 81). O oposto dessa estratégia, só para você compreender melhor, é a utilizada pelas unidades de fita DAT. Estas têm de desenrolar um carretel do cartucho da fita para chegar à posição do dado.

O nome RAM se tornou sinônimo desse tipo de memória e não retrata corretamente a diferença que é preciso fazer entre ROM e RAM. Na prática o que diferencia os dois tipos é a capacidade para somente ler e escrever. E também a característica de ser volátil ou não. Até porque as memórias ROM também são de acesso aleatório. Se fossem classificadas ao pé da letra, todas as memórias seriam RAM.

**Figura 81**  
A memória RAM pode obter qualquer informação diretamente.



**Figura 82**  
Imagem de módulos de memória DIMM.

A RAM, como vimos anteriormente, faz parte da memória principal do computador e é onde o processador busca dados e programas para executar. É uma memória volátil, que perde as informações nela armazenadas sempre que deixa de ser energizada.

### 9.2.1. Módulos de memória DIMM

Os chips de memória encapsulada são soldados um ao lado do outro sobre os dois lados de uma placa de circuito impresso, formando um módulo de memória, o que explica o significado de seu nome em inglês: Dual In-line Memory Module, ou Módulo de Memórias em Linha Dupla (figura 82).

Essa placa possui trilhas de conectores para fazerem contato com o encaixe nos slots de memória da placa-mãe. Tais módulos são conhecidos como pentes de memória, por causa de seus conectores, posicionados lado a lado na parte inferior da placa de circuitos, lembrando um pente de cabelo. O primeiro formato lançado tinha 168 vias, mas depois vieram os de 184 vias e o de 240 vias. Há também uma versão para dispositivos pequenos, como notebooks: o módulo SODIMM (Small Outline DIMM).

### 9.2.2. DRAM

A Dynamic RAM, ou memória RAM dinâmica (figura 83), é o tipo de memória empregada como RAM nos computadores em 2009. Trata-se de modalidade bem simples, onde cada célula de memória é composta apenas por um capacitor e um transistor por bit. Um módulo de memória possui bilhões desses minúsculos circuitos. Com processo de fabricação simplificado, o custo desse dispositivo é acessível, e podemos colocar 2 GB, 4 GB, enfim, memórias DRAM cada vez mais potentes em nossos computadores.

Os dados de uma DRAM, porém, têm de ser regravados constantemente, pois a informação não dura mais que 64 milissegundos. Isso traz inconvenientes: a tarefa consome energia e gera calor, além de atrapalhar no processo de leitura e escrita dos dados, tornando-o mais lento.

**Figura 83**  
Memória DRAM.



### 9.2.3. SDRAM

Um dos fatores que impediam o computador de alcançar o seu máximo desempenho eram as memórias, que funcionavam a frequências mais baixas que o processador. Muitas vezes, era preciso aguardar vários ciclos por informações da memória. Para solucionar esse problema foi desenvolvido o padrão Synchronous DRAM (figura 84), que segue a tecnologia DRAM, mas funciona na mesma taxa de frequência do processador, no mesmo clock.

### 9.2.4. SDR e DDR

Com o padrão DRAM foi possível desenvolver memórias que transmitem duas vezes no mesmo ciclo de clock, as DR (Double Data Rate SDRAM, ou SDRAM com Taxa Dupla de Transmissão). Com isso as primeiras memórias síncronas do tipo SDRAM que podiam transmitir somente uma vez começaram a ser chamadas de SDR SDRAM (Single Data Rate SDRAM, ou SDRAM com Taxa Simples de Transmissão). Enquanto uma memória PC-100 do tipo SDRAM podia transmitir a 800 MBps (megabytes por segundo), uma DDR SDRAM trabalhando na mesma frequência podia transmitir a 1600 MBps. Por motivos, talvez, comerciais, ou para diferenciar SDR de DDR, as memórias

DDR incluem em seus nomes a taxa de transmissão em megabytes por segundo em que operam. Por exemplo: DDR-PC1600 (de 1600 MBps). Já nas SDR o valor informado se refere à frequência (SDRAM PC-100, isto é, de 100 Mhz).

O padrão continuou evoluindo. Passou por DDR2, que transmite o dobro da DDR, ou seja, quatro operações por ciclo de clock, e leva o prefixo PC no nome (o último modelo lançado foi o PC2-10400) e, no fim de 2009 já havia sido lançado o DDR3. Este leva o prefixo PC3 (DDR PC3-14900) e transmite oito vezes por ciclo de clock, com frequência de até 1866 Mhz a taxas de 14900 MBps e 14500 MBps.

A memória DDR tem outro diferencial em relação à DIMM SDRAM: seus módulos têm somente um ranho, enquanto os das primeiras levam dois.

### 9.2.5. Dual channel

A tecnologia dual channel (canal duplo) permite que uma placa mãe tenha duas controladoras de memória, cada uma controlando um jogo de memória em separado. Esses dados são mesclados entre os módulos, de modo que possam ser acessados por meio de dois bancos de memória ao mesmo tempo. Se a tecnologia DDR3 é capaz de ler 8 bytes por vez, a dual channel consegue transferir 16. Para isso é necessário ter dois módulos de memória idênticos, um em cada banco. Geralmente esses bancos são coloridos, para identificar os slots de cada um deles.

## 9.3. Cache

As memórias cache são memórias do tipo SRAM (Static Random Access Memory, ou RAM estática). Não demandam refresh e, portanto, além de serem mais rápidas, esquentam menos e consomem menos energia. Por serem mais velozes, são colocadas junto do processador para que a resposta sobre os dados que estão sendo utilizados seja mais rápida e frequente. A cache só busca dado na RAM quando este não está na cache. Memórias dessa natureza são muito rápidas, porém caras, pois têm estrutura mais complexa que a das DRAM: levam um conjunto de quatro capacitores e mais dois resistores para cada célula de memória. Por isso não é viável ainda utilizar SRAM para construir RAMs para computador.

**Figura 84**  
Memória SDRAM.

