

Hierarquia de Memória

Objetivo da Aula

Conhecer os diferentes níveis de dispositivos de armazenamento existentes nos computadores.

Apresentação

O termo *memória* se refere a todo um sistema utilizado para armazenar dados e informações no computador, embora normalmente empregamos esse termo para nos referirmos à memória principal.

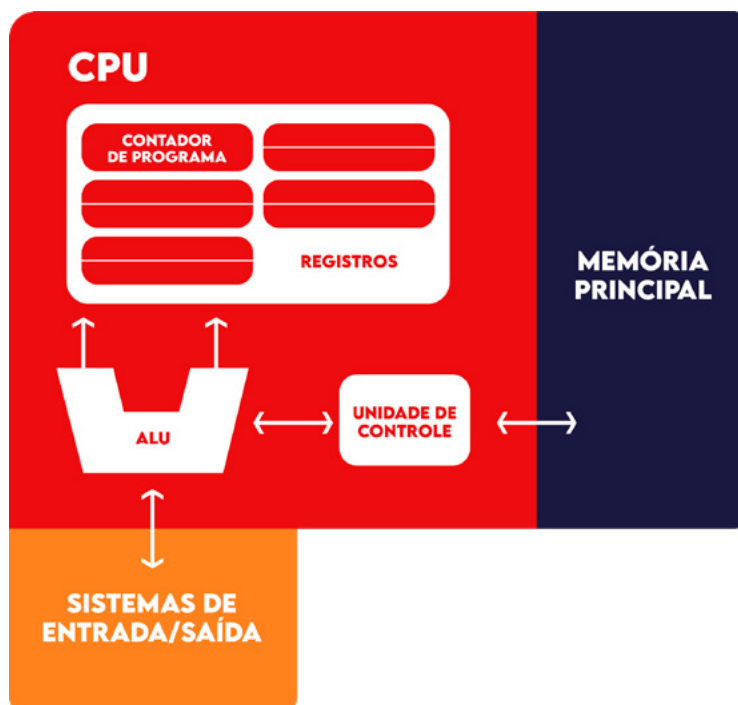
Vamos estudar aqui nesta aula como a memória do computador é dividida em níveis com características distintas e porque isso deve ser assim.

1. Hierarquia de Memória

Para iniciarmos nossa aula é importante sabermos que nossos computadores são organizados segundo o que conhecemos como *Arquitetura de Von Neumann*.

Basicamente essa arquitetura se caracteriza por um processador (unidade de controle e unidade lógico aritmética) executando um programa armazenado em uma memória.

Figura 1: A Arquitetura de Von Neumann



Fonte: adaptado de Wikipedia.org.

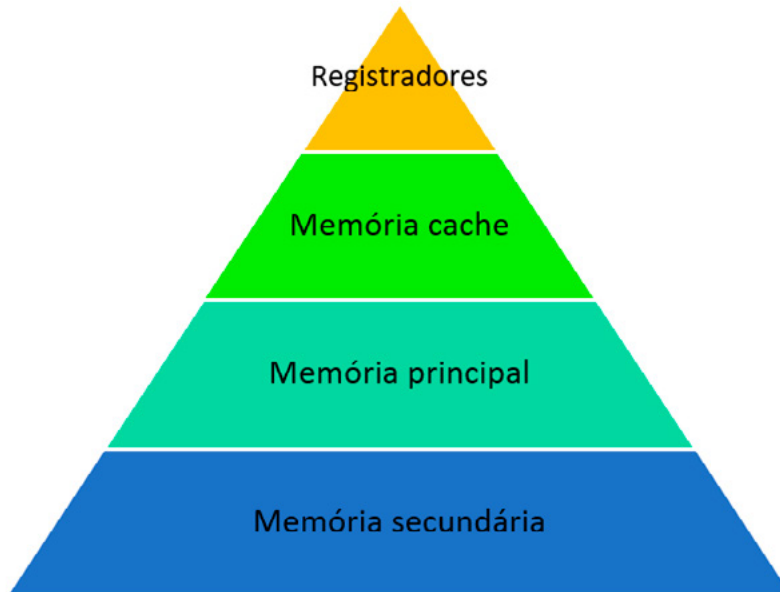
Agora vamos ver como a memória é organizada para atender da melhor forma possível às demandas do processador.

Antes de passarmos à organização do sistema de armazenamento, vale a pena conhecermos alguns conceitos importantes sobre memórias.

Quanto à forma de acessar as informações na memória, temos duas formas principais.

- **Acesso sequencial:** nesta forma de acesso, para conseguirmos gravar ou ler algo, precisamos percorrer a memória, endereço por endereço, até chegarmos à posição desejada. Um exemplo disso é visto nas antigas fitas cassete ou VHS, onde tínhamos que “correr” a fita até chegarmos na posição desejada;
- **Acesso randômico:** nesta forma de acesso, o endereço desejado é alcançado diretamente, sem necessidade de passar pelos endereços anteriores. Todo o sistema de armazenamento dos computadores atuais têm acesso randômico, desde os níveis mais baixos até os mais altos.

O sistema de armazenamento é organizado de forma hierárquica, basicamente em quatro níveis, conforme podemos ver na Figura 2.

Figura 2: Hierarquia de memória

Fonte: <https://blog.maxieduca.com.br/memoria-cache-computador/a-hierarquia-de-memoria>.

Como vemos na Figura 2, a hierarquia de memória é representada na forma de pirâmide, o que reflete os aspectos que debateremos agora.

Em qualquer nível de memória há duas operações possíveis: leitura e escrita. A leitura ocorre quando se busca algo armazenado na memória e a escrita ocorre quando gravamos (salvamos) algo na memória.

Em primeiro lugar precisamos compreender quais são os atributos de cada nível de memória. São eles:

- Custo: é o preço por bit armazenado;
- Velocidade: diz respeito ao tempo de acesso. Esse tempo é aquele transcorrido entre uma solicitação de leitura ou escrita. Quanto menor for esse tempo, mais veloz será a memória;
- Capacidade de armazenamento: é a quantidade de bytes que a memória consegue armazenar;
- Volatilidade: diz respeito à capacidade da memória de reter informações em relação à alimentação elétrica. As memórias voláteis são aquelas que só retêm informações quando há energia elétrica e as memórias não voláteis são aquelas que conseguem reter informações independentemente da presença da energia elétrica.

Analisando os quatro níveis de memória de baixo para cima na pirâmide temos:

- Memória secundária – é composta pelo disco rígido e demais mídias portáteis, tais como pendrives, CDs, DVDs, fitas magnéticas, cartões magnéticos etc. É também conhecida como **memória de massa** por sua capacidade de armazenar grandes quantidades de informação. São memórias não voláteis, por não dependerem de energia elétrica para reter as informações;
- Memória principal – é o segundo nível de baixo para cima. Essa memória fica fisicamente instalada na placa mãe e é aquela a que nos referimos quando avaliamos a configuração de um computador que queremos comprar. Em geral, os vendedores informam qual o processador, qual o tamanho do Hard Disk e qual a quantidade de memória. Tal memória é a principal. Todos os programas executados pelo computador devem ser carregados para ela;
- Memória cache – é um tipo de memória intermediária entre a memória principal e o processador e surgiu para melhorar o desempenho dos computadores de forma que vamos estudar detalhadamente na próxima aula;
- Registradores – nível mais alto da pirâmide, esse é um tipo de memória que fica dentro do próprio processador. O banco de registradores armazena as informações que o processador está usando de forma mais imediata.

Analisaremos agora os atributos de memória a que nos referimos do ponto de vista da pirâmide.

Em primeiro lugar, quanto ao custo, enquanto subimos na pirâmide esse custo aumenta. Assim, armazenar um bit em um registrador é mais caro do que em um pendrive (memória secundária), por exemplo.

Em seguida temos a questão da velocidade. Também enquanto subimos na pirâmide, os dispositivos de memória vão ficando mais rápidos, ou seja, com um tempo de acesso menor. Assim, acessar uma informação na cache, por exemplo, gasta menos tempo do que acessar uma informação na memória principal.

Quanto à capacidade de armazenamento, enquanto subimos na pirâmide, essa capacidade diminui. Isso nos leva a concluir que o banco de registradores, por exemplo, armazena muito menos informações do que a memória principal.

Finalmente, quanto à volatilidade, somente os dispositivos que compõem a memória secundária são não voláteis. Em todos os outros níveis os dispositivos são voláteis, o que significa que quando desligamos o computador, tudo o que está armazenado ali é perdido. Daí a necessidade de salvarmos periodicamente tudo aquilo que estamos criando no computador. Salvar, portanto, significa copiar as informações de um dispositivo volátil para um dispositivo não volátil.

Aqui vale uma observação importante. Algumas pessoas têm dúvida e se confundem quanto à volatilidade do disco rígido, já que este deve ser ligado à fonte da placa mãe. Na verdade, essa ligação é necessária apenas porque o mecanismo do disco rígido necessita da energia elétrica para as operações de acesso, já que estas precisam mover o braço de leitura/escrita e para o movimento de rotação do próprio disco. Mas isso não tem nada a ver com a retenção dos dados e informações. Até porque tudo o que instalamos no computador, desde o sistema operacional até os aplicativos e jogos que usamos, bem como nossos arquivos, fica armazenado nesse disco mesmo quando desligamos o computador.

Agora vamos ver o que leva os projetistas a organizar a memória do computador desta forma hierárquica.

Em primeiro lugar, você poderia estar se perguntando:

Por que não organizar todo o sistema de memória com a mesma tecnologia utilizada nos registradores, já que eles são muito mais rápidos do que os outros dispositivos?

Porque não organizar todo o sistema de memória com a mesma tecnologia utilizada nas memórias secundárias, já que elas são muito mais baratas do que os outros dispositivos?

Respondendo à primeira questão, diríamos que, se toda a memória do computador utilizasse a tecnologia do banco de registradores, teríamos os seguintes problemas:

- Computadores absurdamente caros, inviáveis do ponto de vista financeiro;
- Computadores gigantescos, já que o sistema de memórias não poderia ser tão compacto em razão de aspectos tecnológicos;
- Consumo de energia inviável, já que os registradores consomem alta quantidade de energia proporcionalmente a seu tamanho e, conseqüentemente, também geram muito calor, criando a necessidade de sistemas de dissipação de calor muito potentes, o que consumiria ainda mais energia.

No caso da segunda questão, a resposta é muito simples: com a tecnologia da memória secundária sendo utilizada em todo o sistema de armazenamento, os computadores se tornariam terrivelmente lentos, não conseguindo atender à maior parte das demandas a que atendem atualmente.

Sendo assim, a organização da memória precisa prover uma relação custo/benefício que torne o computador atrativo para as pessoas.

Ser atrativo significa ser tão eficiente que as pessoas *queiram* comprar e com um preço tão acessível que as pessoas *possam* comprar.

Veremos agora como isso funciona.

Em algumas situações precisamos de muito espaço para armazenamento dos nossos dados e programas. Por exemplo, o primeiro programa a ser instalado no computador é o sistema operacional. Então ele deve ficar armazenado em um dispositivo com bastante espaço.

Além disso, nossos aplicativos, editores de texto, planilhas, jogos etc. precisam também de espaço de armazenamento e devem estar disponíveis sempre que usarmos o computador.

Sendo assim, eles ficam na memória secundária, no hard disk (ou no SSD, conforme veremos mais adiante).

Para serem executados, os programas devem ser carregados para a memória principal, que deve ter uma velocidade maior do que a memória secundária. Ela não precisa de tanto espaço já que só serão carregados nela os programas que formos executar. Então, o espaço e a velocidade que a memória principal oferece são suficientes para isso.

É importante lembrar que, por ser volátil, a memória principal só retém as informações enquanto o computador estiver ligado. Assim, tudo o que quisermos guardar em definitivo deverá ser copiado para alguma memória não volátil.

Mas a memória principal tem um tempo de acesso muito grande, sendo muito lenta do ponto de vista do processador. Por causa disso, o processador, sempre que precisa acessar a memória (e isso é muito frequente), passa muito tempo aguardando a conclusão das operações de leitura/escrita. Assim, para minimizar esse problema, foi necessário introduzir um meio de armazenamento mais rápido (embora com menos espaço disponível) entre a memória principal e o processador. Esse meio é a memória *cache*.

O termo *cache*, literalmente, significa *esconderijo*, mas, no sistema de armazenamento do computador, a *cache* é o local onde ficam temporariamente armazenadas as informações com maiores chances de serem usadas.

Você pode estar se perguntando como saber quais são as informações com mais chances de serem usadas. Isso é possível devido ao comportamento muitas vezes previsível dos programas. Mas estudaremos isso detalhadamente quando formos abordar o relacionamento entre as memórias *cache* e principal.

Finalmente, o processador trabalha executando instruções que manipulam dados e produzem informações. Tudo o que ele precisa a cada momento fica no banco de registradores, que é um dispositivo de armazenamento extremamente veloz e que se situa no núcleo (*core*) do processador.

Assim fica claro que cada nível de memória tem suas razões de existência e a presença de todos eles distribuídos no sistema de armazenamento torna o computador uma ferramenta eficiente, barata e acessível.

É graças a essa organização da memória em níveis hierárquicos que os computadores são ferramentas tão populares, com desempenho excelente e preço acessível.

Considerações Finais

Acabamos de ver como a memória do computador é organizada e as razões dessa escolha.

Vimos que o computador precisa ter um desempenho e um preço que o tornem atrativo e o sistema de memórias, com o processador, tem uma participação decisiva nesses aspectos.

A memória sendo organizada de forma hierárquica consegue atender a todos os tipos de demanda, permitindo que tanto aquilo que deve ser guardado definitivamente quanto o que é necessário de forma temporária têm seus dispositivos de armazenamento adequados.

Na próxima aula abordaremos de forma mais aprofundada o relacionamento entre a memória principal e a cache, vendo como essa última foi fundamental para a melhoria do desempenho dos computadores.

Até lá!

Materiais Complementares



Vídeo

Esse vídeo é um resumo dos assuntos abordados nessa aula: <https://www.youtube.com/watch?v=3L5wP4VFXGQ>.



Vídeo

Nesse vídeo você poderá saber um pouco mais sobre as memórias somente de leitura, que são as memórias ROM: <https://www.youtube.com/watch?v=K-trdnFIIHg>.

Referências

STALLINGS, William. *Arquitetura e Organização de Computadores: projeto para o desempenho*. 8ª edição. Editora Pearson. Livro. (642 p.). ISBN 9788576055648.

TANENBAUM, Andrew S. *Sistemas Operacionais Modernos*. 3ª edição. Editora Pearson. Livro. (674 p.). ISBN 9788576052371.

TANENBAUM, Andrew S. *Organização estruturada de computadores*. 6ª edição. Editora Pearson. Livro. (628 p.). ISBN 9788581435398.