

Microprocessadores

Introdução

Todo Sistema Computacional possui duas partes: *hardware* e *software*

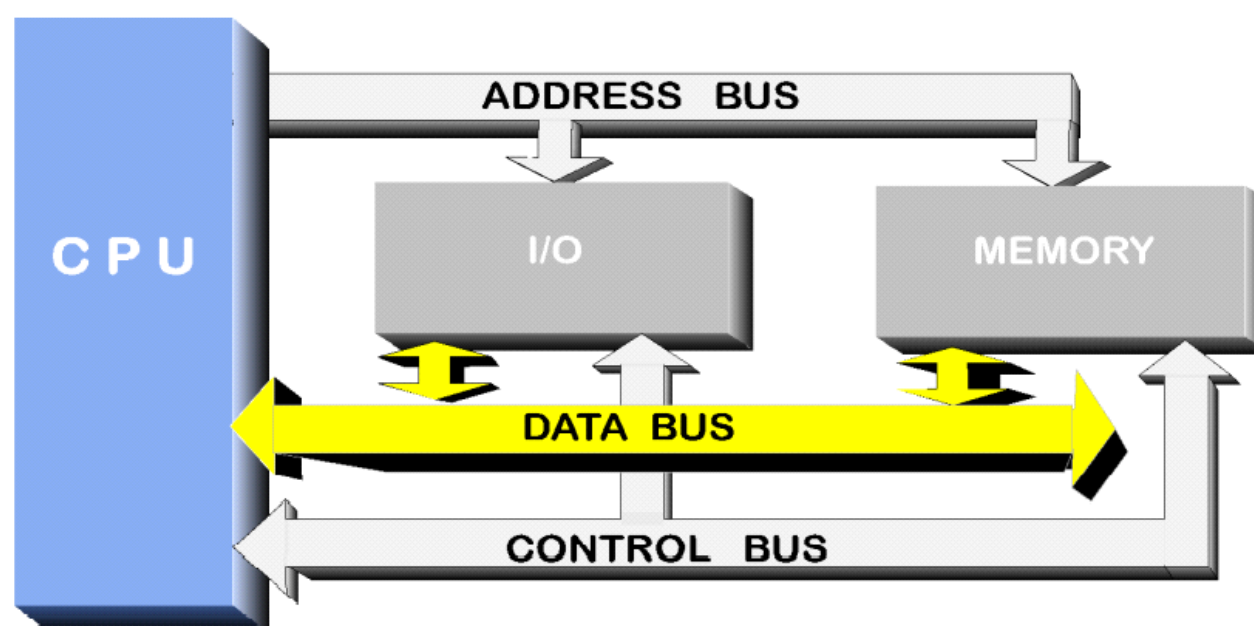
Hardware: parte física, composta por componentes eletrônicos discretos (resistores, capacitores, transistores) e integrados (portas lógicas, latches, flip-flops, contadores, memórias), responsável por executar as instruções solicitadas pelo *software*.

Software: parte lógica, composta por instruções, que permite gerar diferentes aplicações com um mesmo *hardware* devido às combinações das instruções possíveis de serem executadas.

Microcontroladores são partes integrantes de sistemas embarcados. Sistemas embarcados são caracterizados por um *hardware* específico e um *software* específico, conhecido como *firmware*.

Hardware

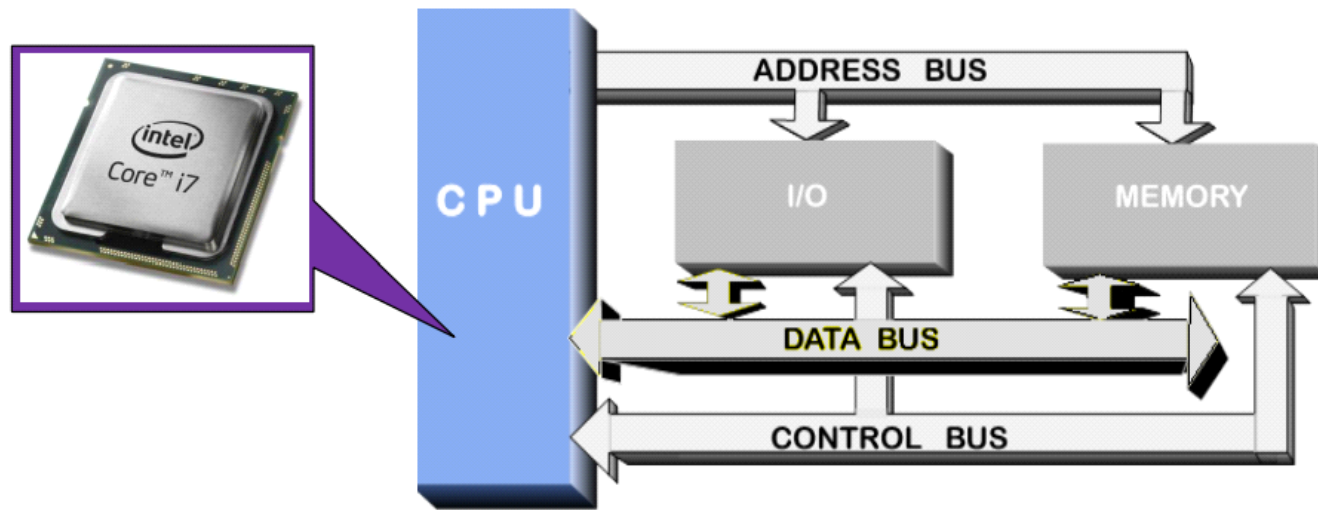
Todo Sistema Computacional tem seu *Hardware* organizado segundo a estrutura básica apresentada abaixo.



Em um Microcontrolador toda esta estrutura é encapsulada em um único chip.

Hardware – CPU

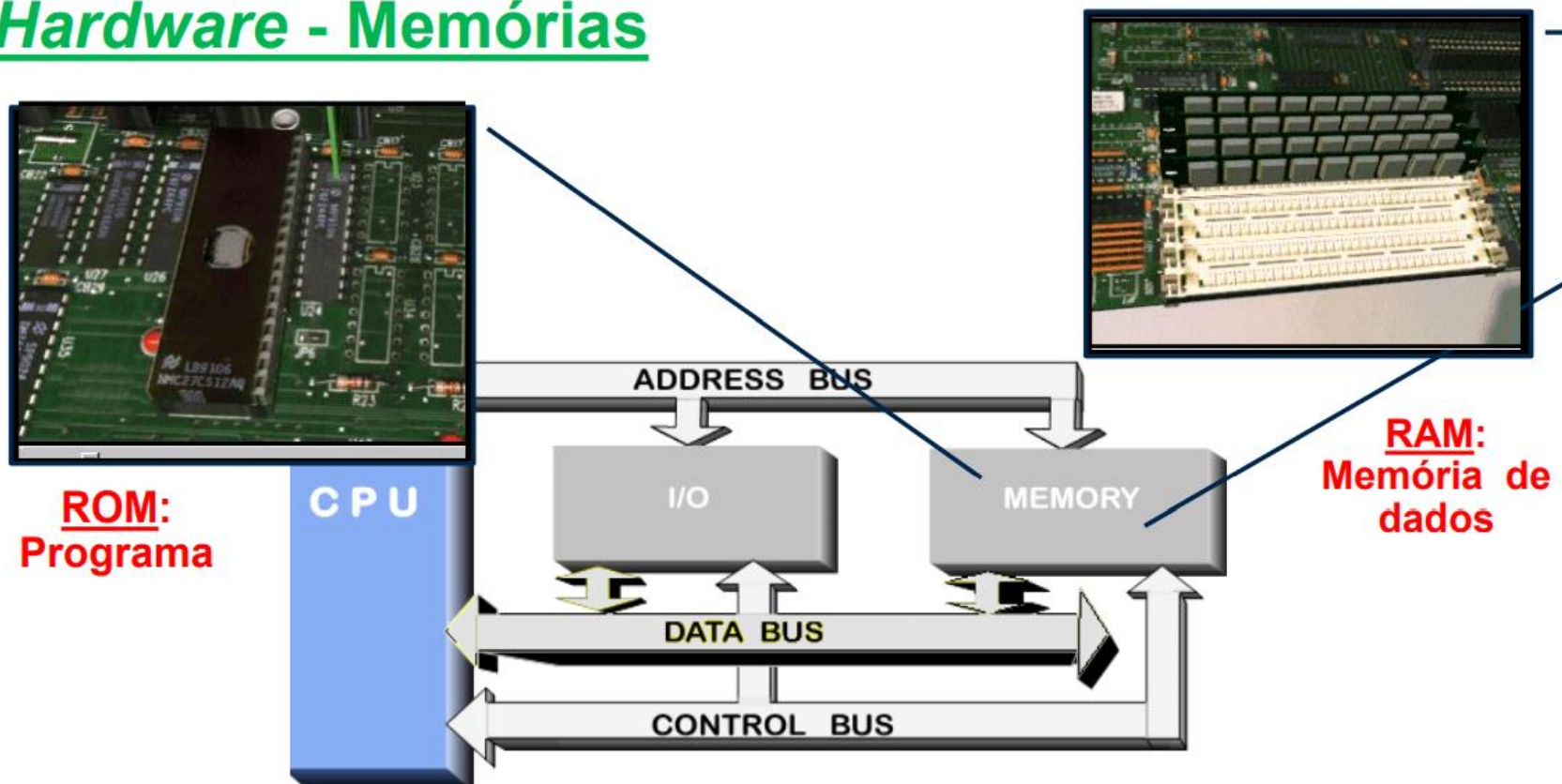
CPU = Unidade Central de Processamento



A CPU é responsável pelo controle de todo o Sistema e pela manipulação dos dados.

Em um Microcomputador a CPU é implementada por um único chip, o Microprocessador ou núcleo (*core*). Exs.: ARM, Atom, Core 2 Duo, Core i7, ...

Hardware - Memórias

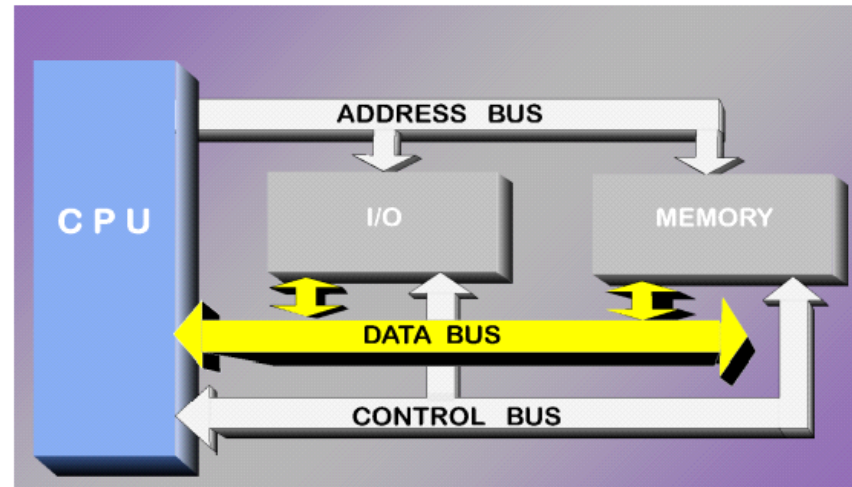


As Memórias armazenam não só os dados que serão manipulados, mas também o próprio programa (*software*) a ser executado pela CPU.

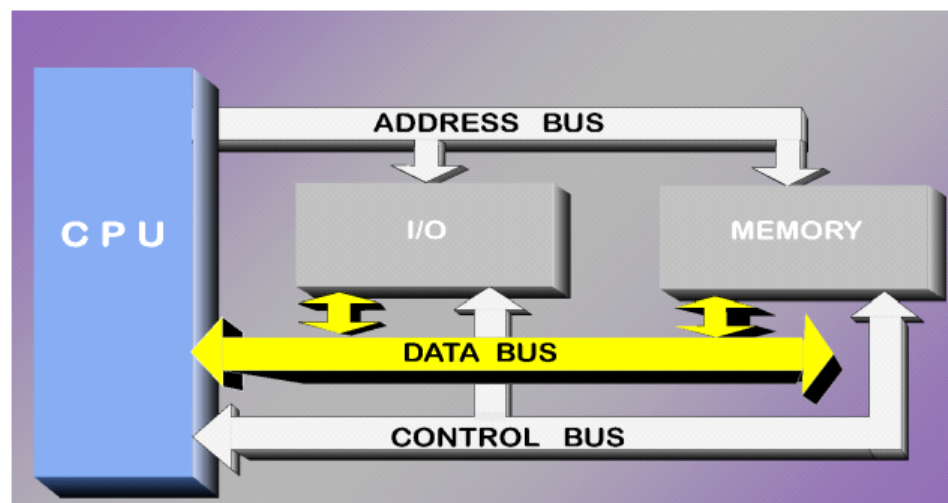
Tipos: ROM, RAM

Hardware - Barramentos

Barramentos → fazem a interconexão de todas as partes do Sistema Computacional

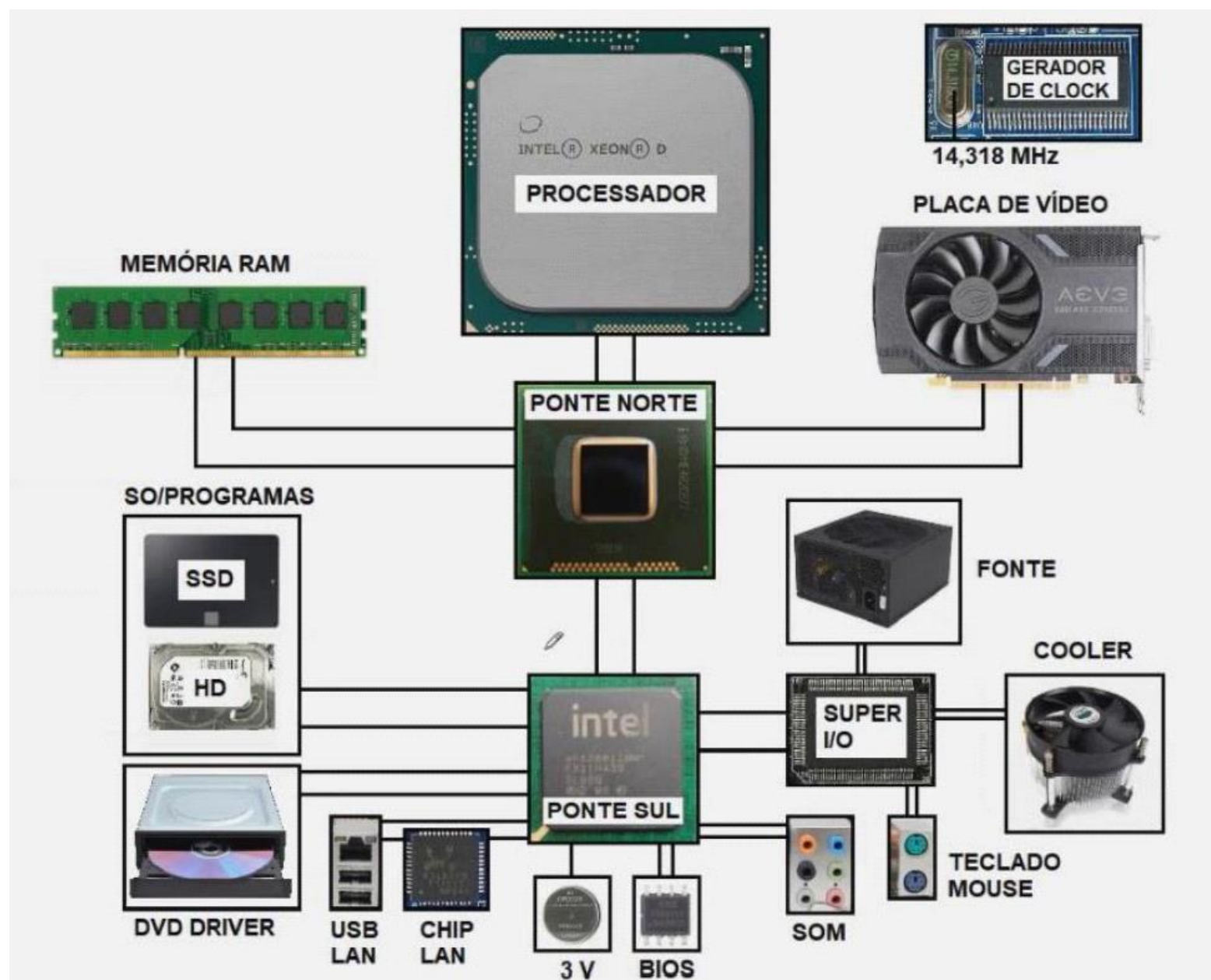
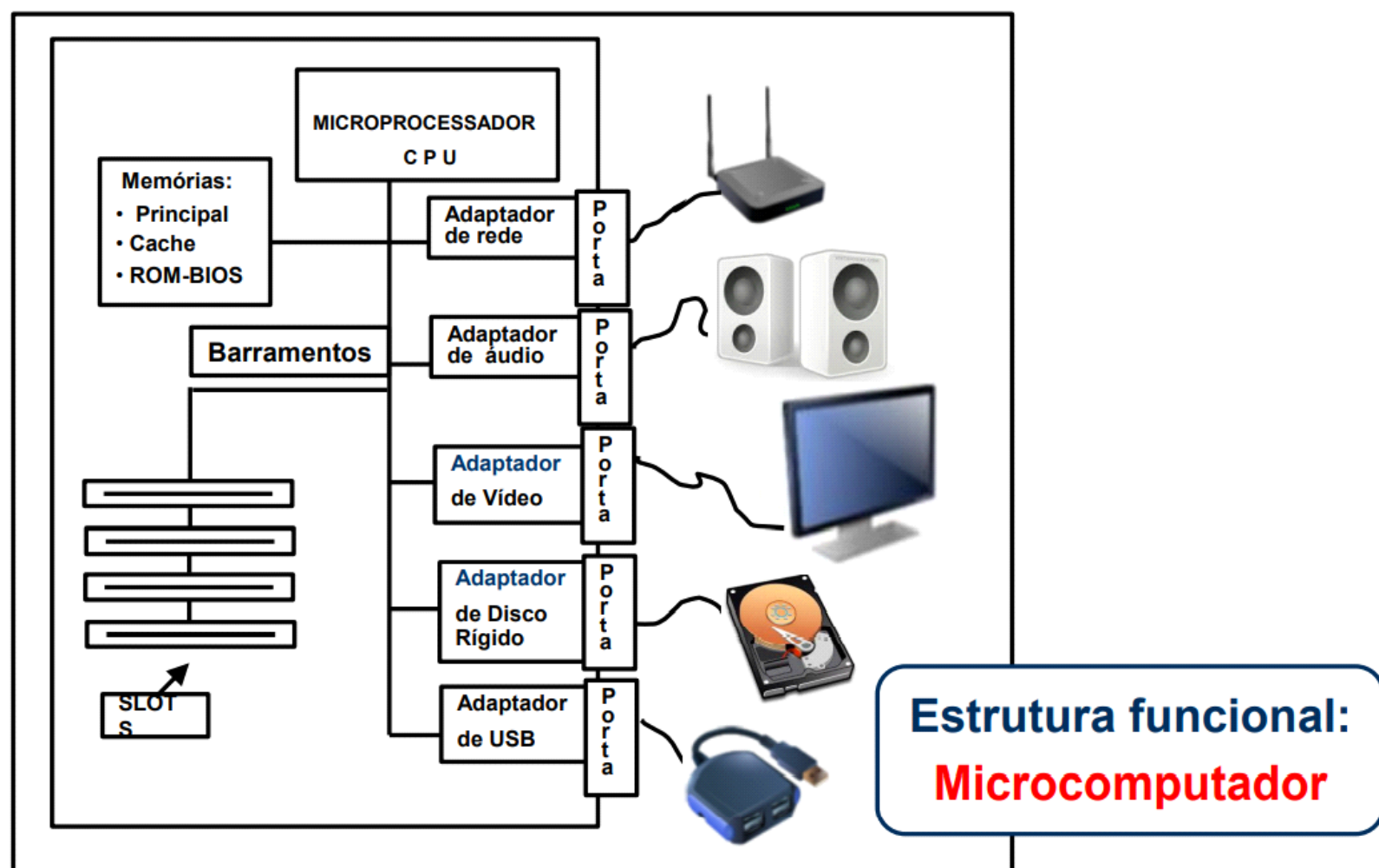


- **Dados** → por onde trafegam os dados (Bi-direcional)
 - Capacidade de manipulação de dados
 - 8 bits → valores de 0 a 255
 - 16 bits → valores de 0 a 655
 - 32 bits → valores de 0 a 4.294.967.295

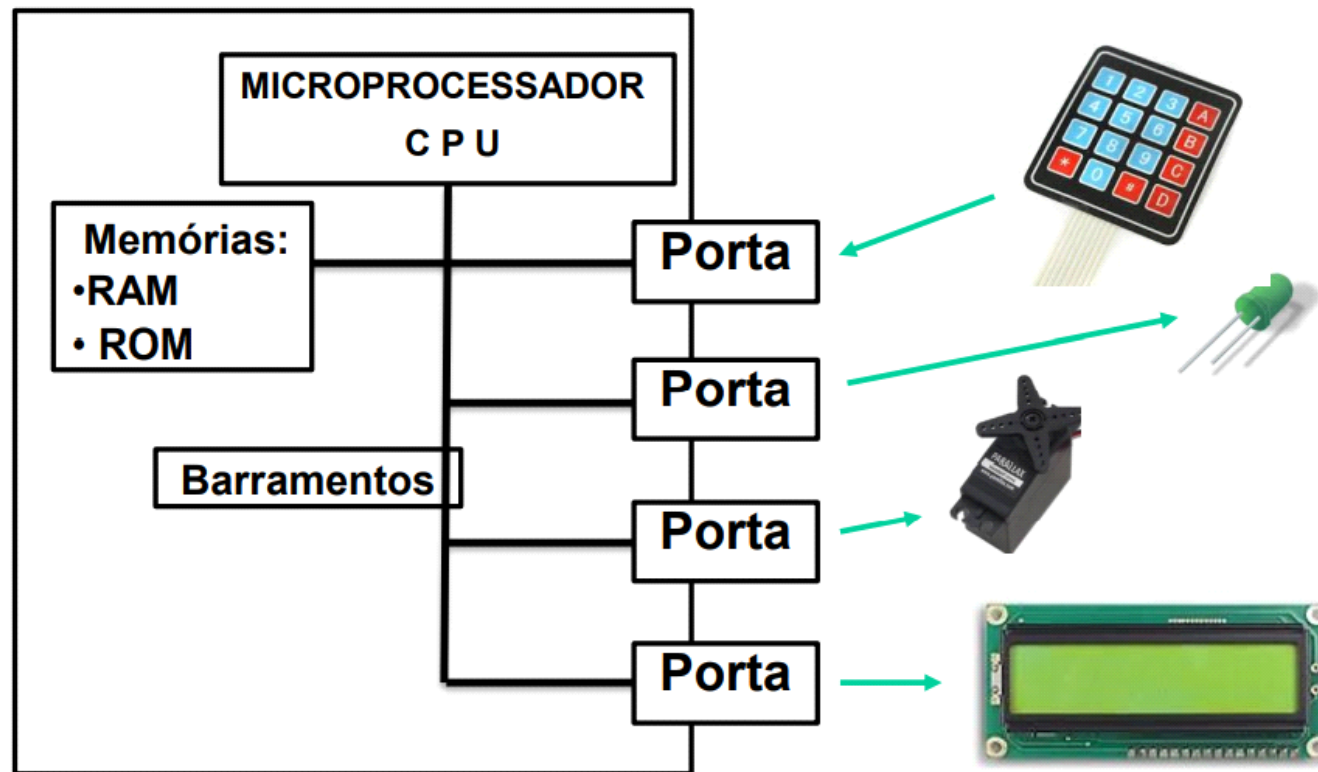


- **Endereços** → indica qual dispositivo será acessado
 - Capacidade de endereçamento da CPU
 - 16 bits = $2^{16} = 65.536$ (64K) endereços de memória ou portas de I/O
 - 32 bits = $2^{32} = 4.294.967.296$ (4G) endereços
- **Controle** → determina a maneira como será feito o acesso aos dispositivos (Read/Write) e faz a sequenciação e sincronização dos sinais de controle internos e externos

Hardware – Comparação entre Sistemas

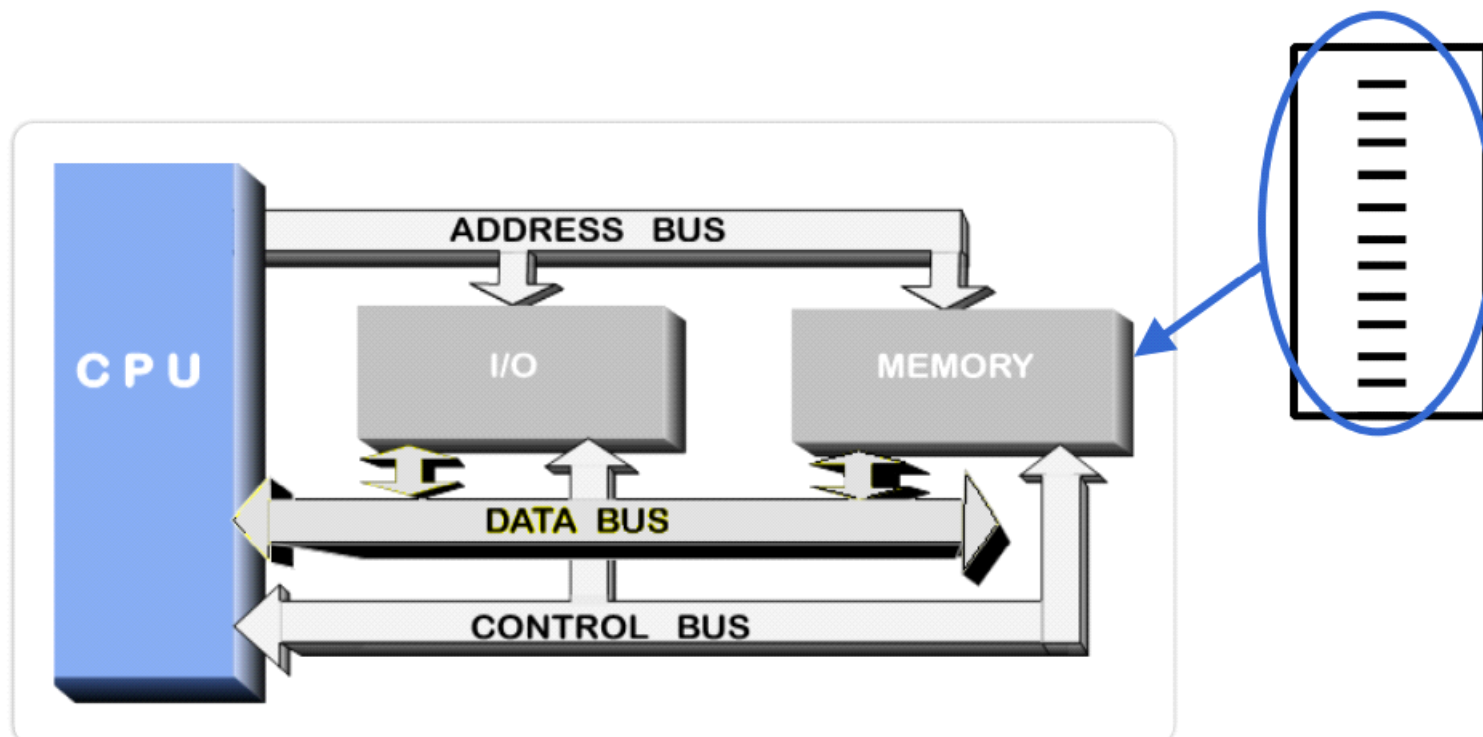


Estrutura funcional de um **Microcontrolador**

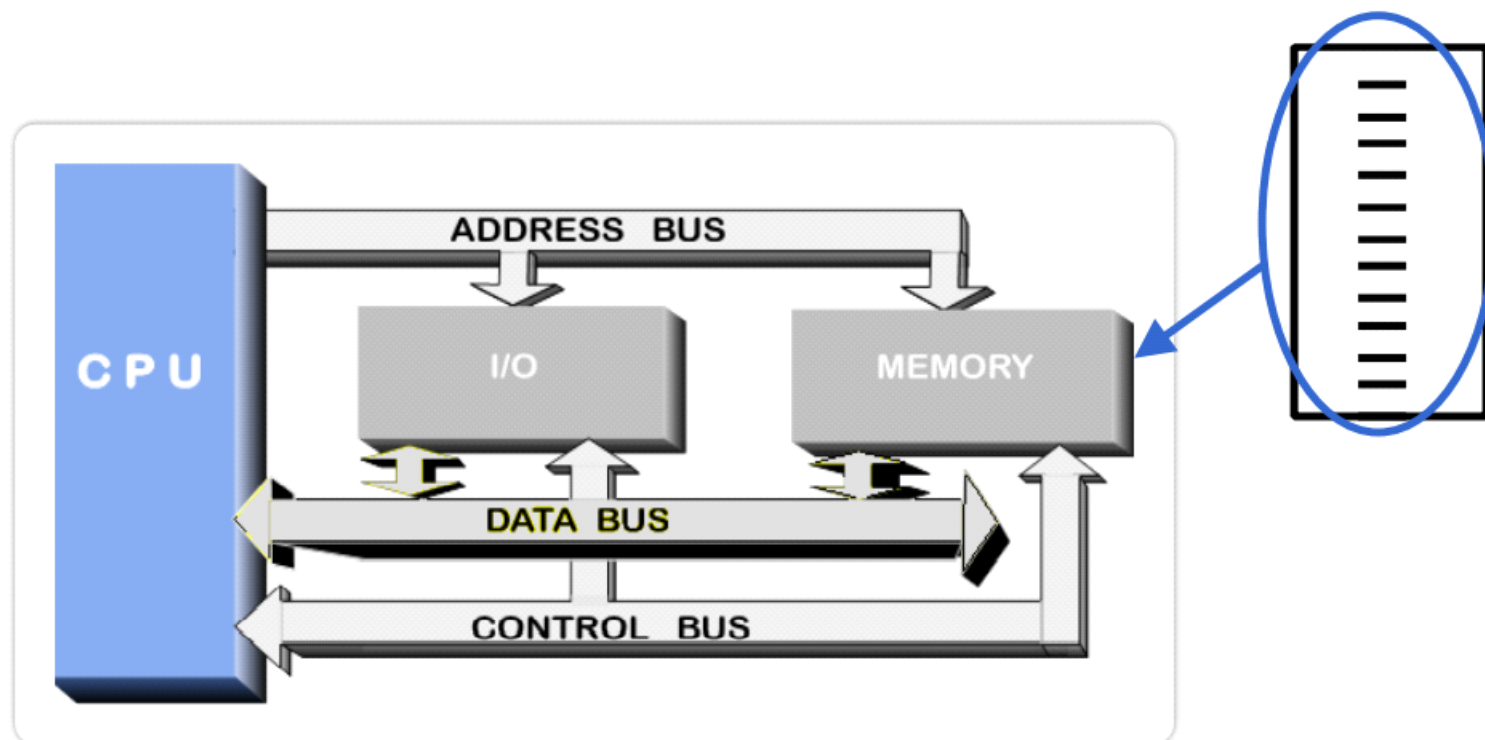


Os Microcontroladores podem incorporar vários periféricos, tais como: conversores A/D e D/A, geradores PWM, interfaces seriais, USB, display TFT, CIs, entre outros.

Um *software* ou *firmware*, neste caso, é composto por uma combinação de instruções que a CPU é capaz de executar de forma independente, que fica armazenado na memória ROM (não-volátil) do sistema.



As instruções nada mais são que códigos binários reconhecidos pela CPU. Cada código binário possui um significado para a CPU, ou seja, quando a CPU recebe esse código, ela interpreta e executa aquela função específica. Ex.: somar dois números, ler uma informação de uma porta de entrada, escrever uma informação na porta de saída.



Memórias

Memória → todo dispositivo capaz de armazenar informações.

Célula de memória → dispositivo capaz de armazenar um único bit (0 ou 1). Como célula de memória podemos citar o flip-flop, um capacitor, um ponto magnético em um disco, etc.

Palavra de memória → um conjunto de bits que representa instruções ou dados armazenados.

Ex: um registrador composto por 8 flip-flops tem a capacidade de armazenar uma palavra de 8 bits (1 byte).

Endereço → um número que identifica a posição de uma palavra na memória.

Capacidade é o número total de bits que uma memória pode armazenar. Esta medida, muitas vezes, pode ser expressa em bytes (desde que seja múltiplo de 8 bits). Calcula-se por meio da multiplicação da quantidade de endereços pelo número de bits da palavra.

Exemplos:

1) Uma memória que possa armazenar 4.096 palavras de 20 bits.

Capacidade total de armazenamento de: $4.096 \times 20 = 81.920$ bits

Obs: Essa capacidade não pode ser expressada em bytes

2) Uma memória que possa armazenar 65.536 palavras de 8 bits.

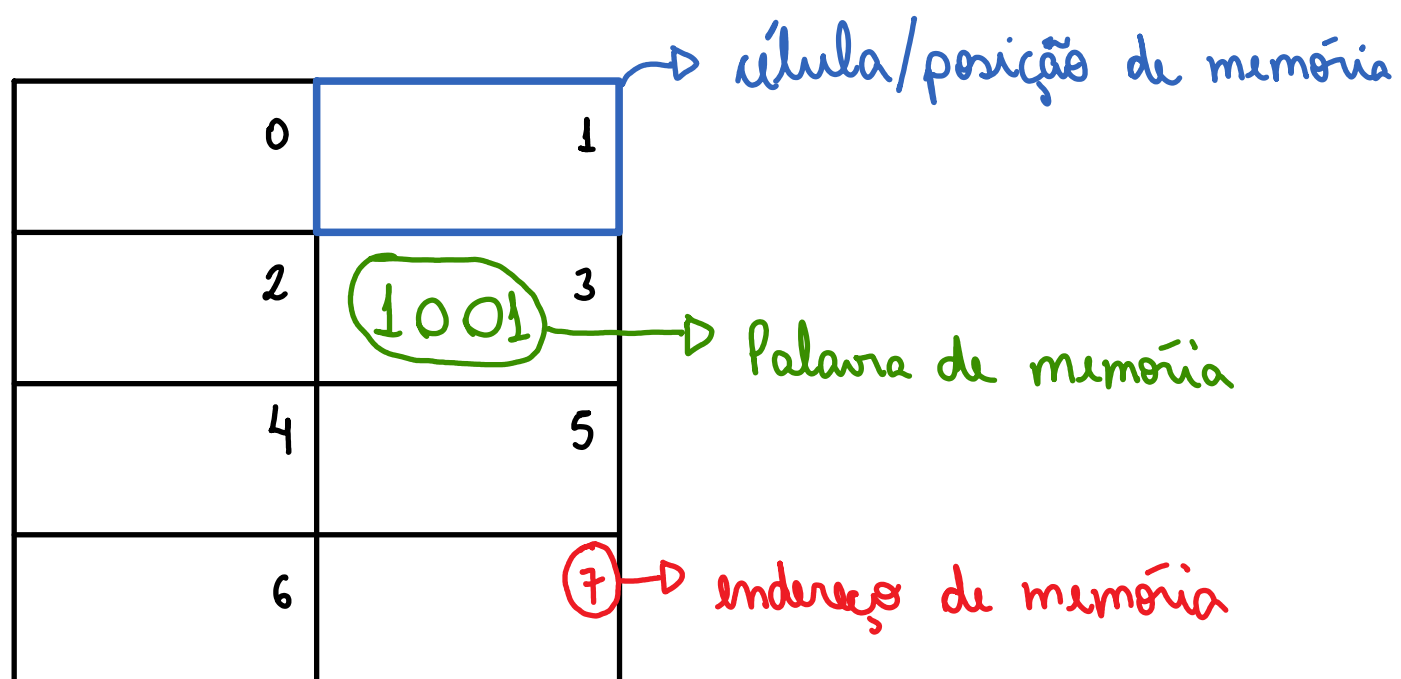
Capacidade total de armazenamento de: $65536 \times 8 = 524.288$ bits ou 65536 bytes ou 64 kbytes.

O símbolo "k" representa 1024 ($65536/1024=64$)

Organização indica como a memória está estruturada internamente, separando a quantidade de endereços e a quantidade de bits de dados.

Ex.: 4096 x 8 indica uma memória que tem 4096 endereços e 8 bits de dados em cada endereço.

Tempo de acesso → É a quantidade de tempo necessário à efetivação de uma operação de leitura ou é o tempo decorrido entre o momento da recepção pela memória de um novo endereço e o instante em que a informação daquele endereço fica disponível. Ou seja, o tempo de acesso indica a velocidade de uma memória.



Organização = 6 x 4
↳ tamanho da palavra (bit/end)
↳ número de endereços (end)

Capacidade = 6 ~~end~~ . 4 $\frac{\text{bits}}{\text{end}}$ = 24 bits

- Para achar em B = divide por 2^3
- Para achar em KB = divide por 2^{10}
- Para achar em MB = divide por 2^{20}

Memória volátil → tipo de memória que necessita de energia elétrica para reter as informações armazenadas. Quando a energia elétrica for interrompida toda a informação armazenada será perdida.

Memória não-volátil → tipo de memória que mantém os dados armazenados mesmo sem energia.

Memória RAM

Memória de acesso randômico (RAM) → qualquer endereço pode ser lido ou escrito, sem a necessidade dos endereços anteriores serem acessados. Dessa forma, a localização física de uma palavra de memória não tem efeito sobre o tempo que se leva para ler ou escrever nesta posição, isto é, o tempo de acesso é constante para qualquer endereço da memória.

Memória de Leitura/Escrita (RWM) → Qualquer memória que possa ser lida ou escrita.

Memória Somente de Leitura (ROM) → Memória que pode ser gravada ou programada apenas uma vez, o que, na maioria das vezes, é feita na fábrica. Depois disso, a informação somente poderá ser lida.

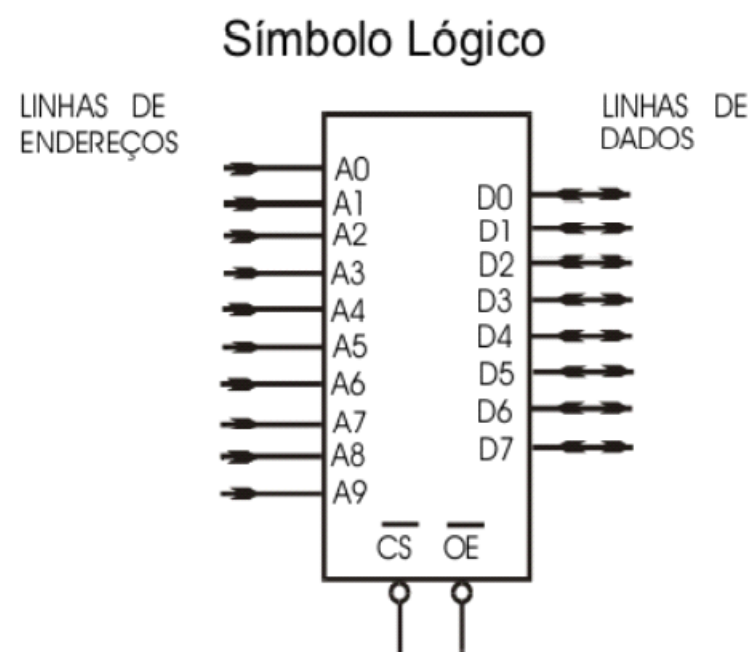
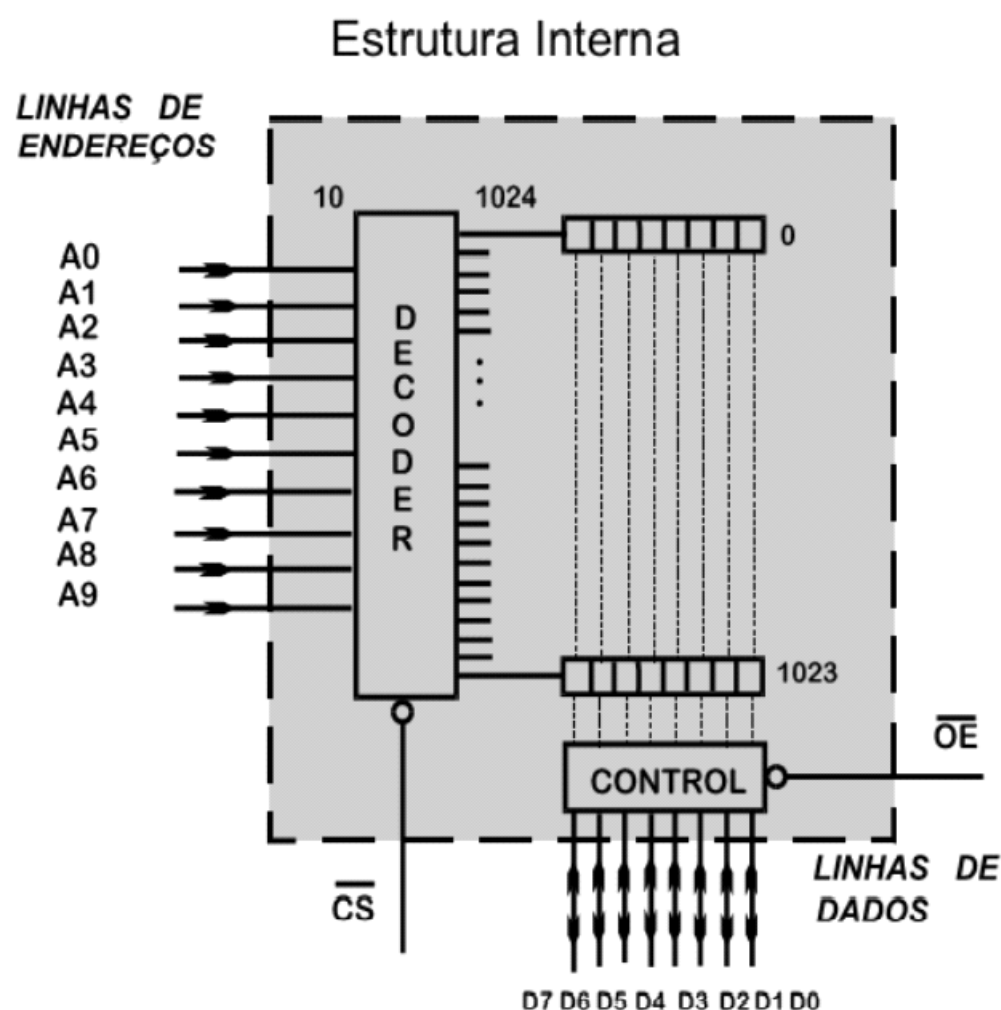


Tabela de Funcionamento

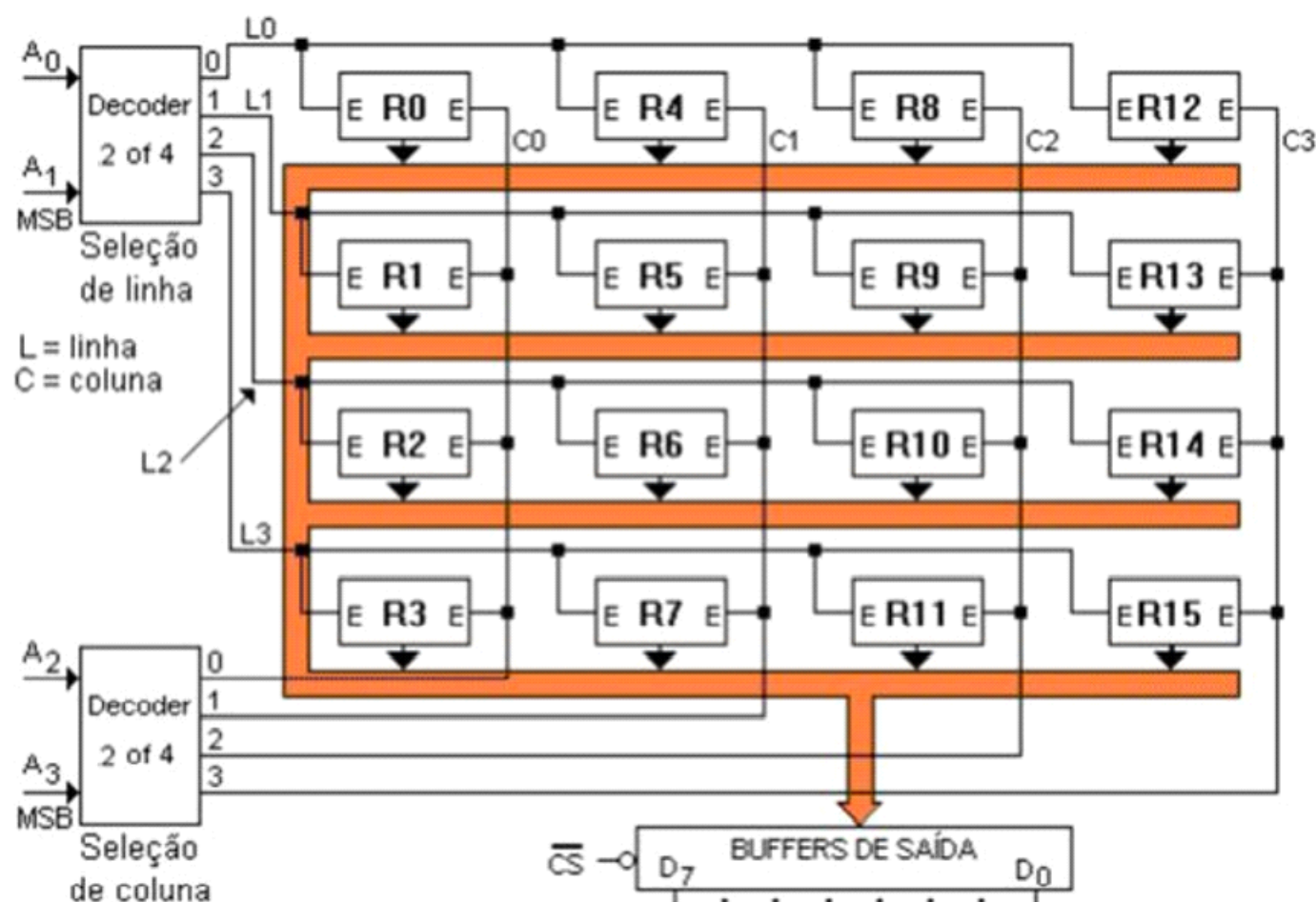
| MODE | CONTROLS | | DATA BUS |
|---------|----------|-----|----------|
| | CS/ | OE/ | |
| disable | H | X | HI-Z |
| read | L | L | OUT |
| write | L | H | IN |

Memória ROM

ROM (Read-Only Memory)

- Durante sua operação normal nenhum dado poderá ser escrito na ROM, sendo utilizada então apenas para leitura de dados que estiverem armazenados.
- Para alguns tipos de ROM os dados são gravados durante o processo de fabricação enquanto que, para outros, os dados são gravados eletricamente por um processo especial de gravação.
- As ROMs são não voláteis e por isso são usadas para guardar programas e alguns dados (tabelas, códigos, etc) que não mudarão durante a operação de um sistema.

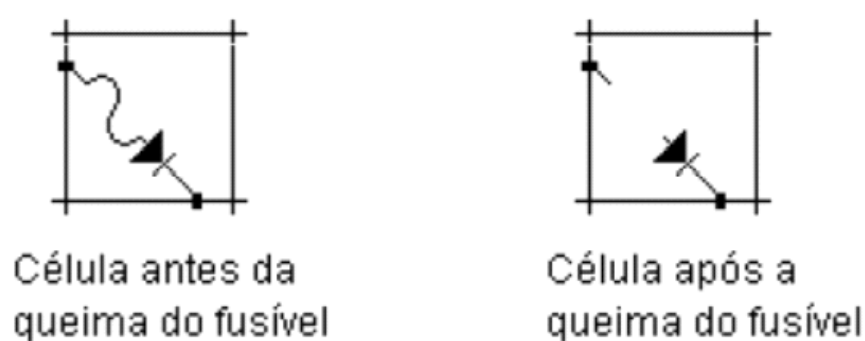
ROM – Arquitetura – Um exemplo de uma ROM de 16 x 8 bits



Memória PROM

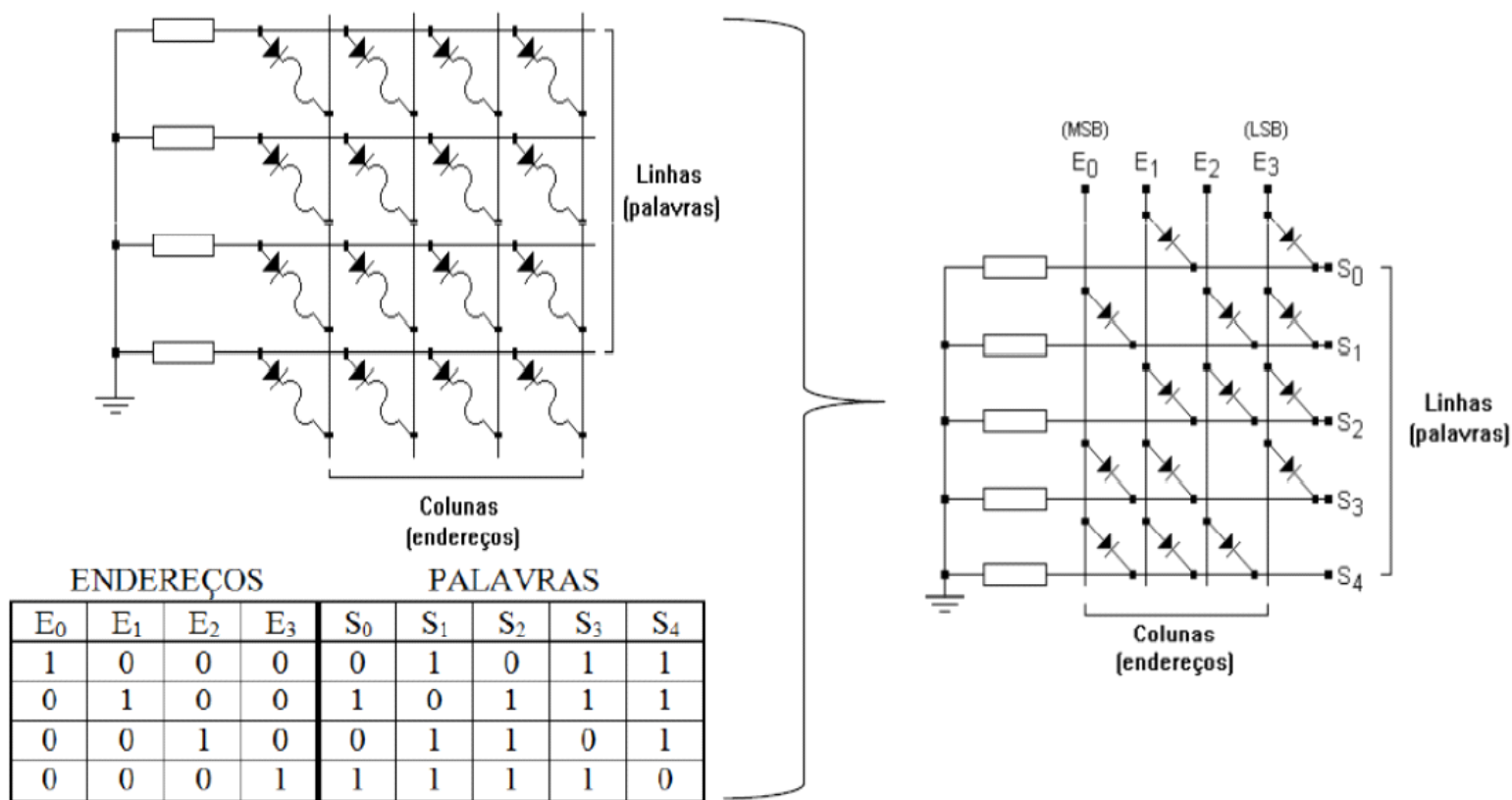
PROM (Programmable ROM) - ROM programáveis

Esse tipo de ROM é conhecido como PROM FUSE, isto é, uma ROM programável por fusíveis.



Depois de gravada uma palavra, não mais poderá ser alterada ou desgravada. Se após gravada, houver a necessidade de modificar os dados armazenados, isto não mais será possível, havendo então necessidade de utilizar outro chip.

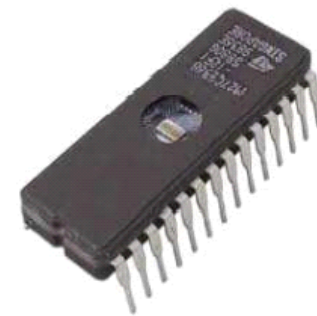
PROM (Programmable ROM) - ROM programáveis



Memória EPROM

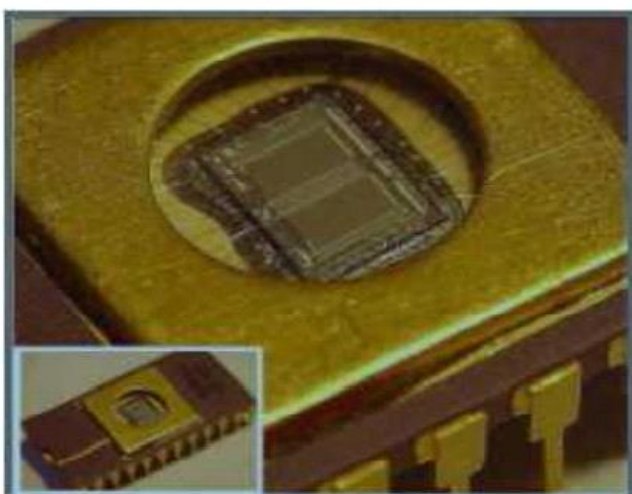
EPROM (Erasable PROM) - ROM programável / apagável

- Pode ser programada pelo usuário, com a vantagem de poder ser apagada e reprogramada quantas vezes forem necessárias.
- Uma vez programada uma EPROM comporta-se como uma memória não volátil.
- Em seu estado natural (sem qualquer programação) todas as células armazenam o bit 1. Durante a programação os pinos de dados e endereços da EPROM são usados para selecionar quais células são programadas como “0” e quais serão deixadas em “1”.



EPROM (Erasable PROM) - ROM programável / apagável

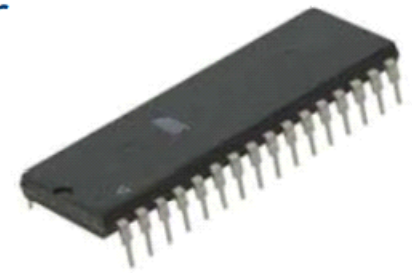
- Depois de gravada uma EPROM, é possível apagá-la expondo-a à luz ultravioleta, aplicada através de uma janela no chip.
- Não é possível apagar células selecionadas.



Memória EEPROM

EEPROM (Electrically-Erasable PROM) - ROM programável / apagável eletricamente

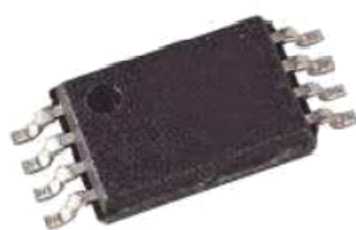
- As EPROMs (apresentadas anteriormente) possuem duas grandes desvantagens:
 - Precisa ser retirada do circuito para ser apagada e reprogramada;
 - A memória inteira é apagada com a aplicação de radiação ultravioleta.
- Para contornar esse inconveniente foi desenvolvido um outro tipo de EPROM, que pode ser apagada por pulsos elétricos, são as denominadas EEPROM ou E2PROM.
- A grande vantagem com relação a EPROM é que o apagamento e a reprogramação dos dados podem ser feitos seletivamente (em bytes) ao invés da memória toda e para ser programada ou reprogramada, o chip não precisa ser removido do circuito.



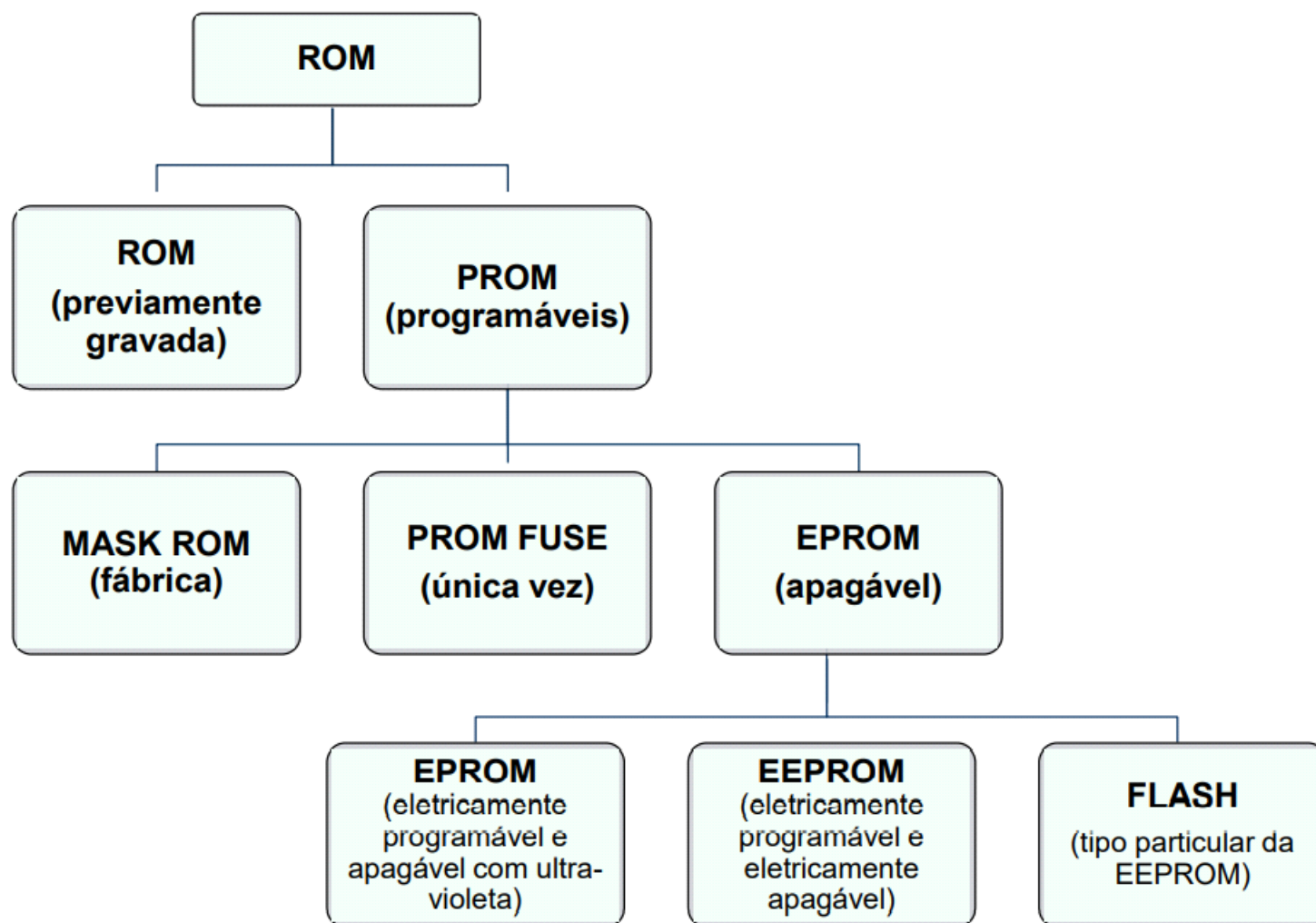
Memória FLASH

FLASH

- Nas memórias E2PROM, a gravação e regravação podem ser feitas em cada byte, o que as tornam versáteis, mas lentas.
- As memórias FLASH, um tipo de E2PROM, utilizam um campo elétrico para apagar dados em todo o circuito ou em uma seção pré-determinada chamada de “bloco”.
- A memória Flash funciona muito mais rapidamente que as tradicionais E2PROMs porque grava os dados em blocos, geralmente de 512 bytes, em vez de 1 byte por vez.



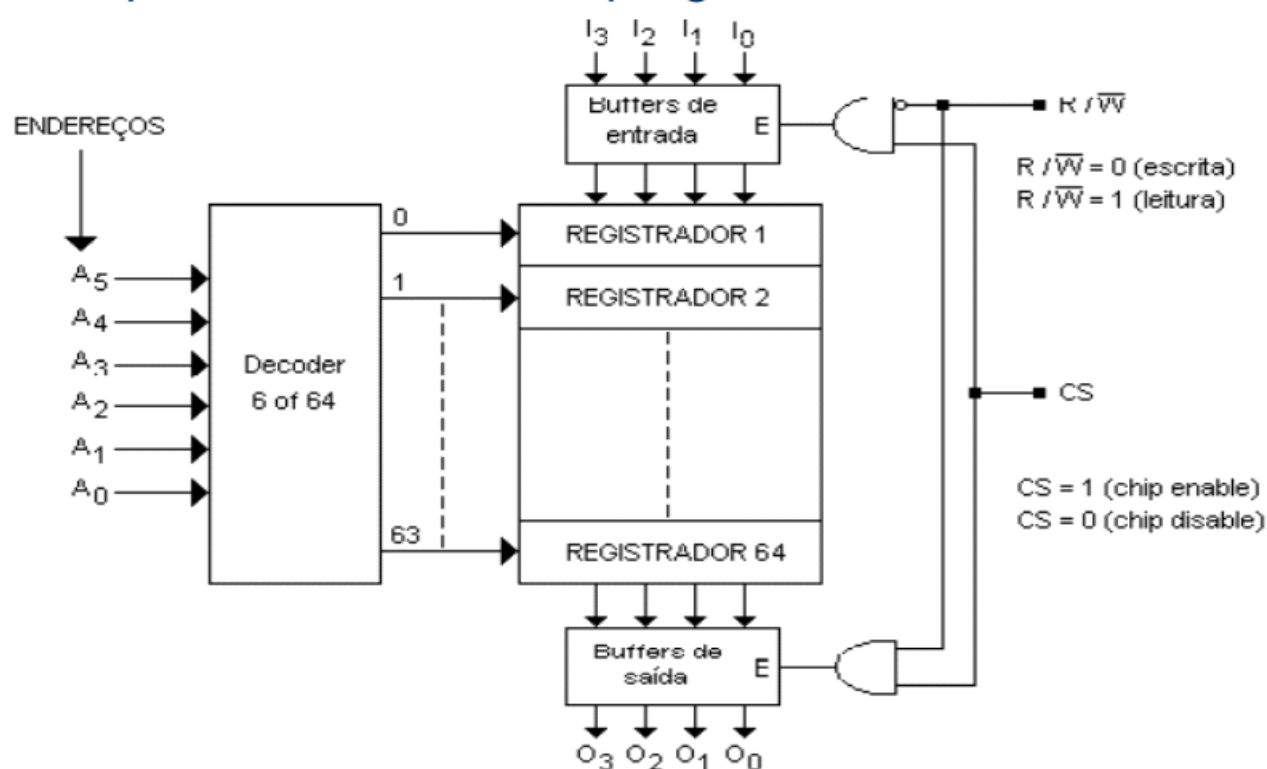
Memórias – Tipo ROM - Resumo



Memória RAM

RAM (Random Access Memory)

- Também conhecidas como memórias de escrita e leitura (RWM) são usadas em computadores para armazenamento temporário de dados durante o processamento dos programas.



Memória SRAM

SRAM (Static Random Access Memory)

- As RAMs por serem voláteis, perdem os dados nela armazenados com a falta de energia.
- Armazenam dados por tempo indeterminado, enquanto alimentadas.
- Por esse motivo, essas RAMs são denominadas RAMs ESTÁTICAS (SRAM).
- Possuem alta velocidade e baixa capacidade de armazenamento
- De forma geral, armazenam seus bits em registradores equivalentes a latches / flip-flops tipo D

Memória DRAM

DRAM (Dynamic Random Access Memory)

- As RAMs dinâmicas armazenam bits em microcapacitores parasitas nos transistores MOS que constituem sua célula.
- Devido a corrente de fuga essas informações podem ser perdidas após um determinado período, necessitando de um processo de restauração periódica.
- O ato de restaurar um dado armazenado em uma RAM dinâmica chama-se **refresh**.
- Este processo (*refresh*) a torna desvantajosa em relação à RAM estática, porém seu custo é bem menor.

Memória NVRAM

RAM não volátil (NVRAM – Non Volatile RAM)

Uma NVRAM possui uma matriz de RAM estática e uma matriz de EAPROM (Electrically Alterable Read Only Memory), combinando dessa forma a velocidade de operação de uma SRAM com a capacidade de armazenamento de uma EAPROM.

Uma NVRAM tem a vantagem de não necessitar de bateria, serem mais complexas e, por isto, não disponíveis para altas capacidades de armazenamento.

Memória FRAM

FRAM (Ferroelectric Random Access Memory)

- Uma memória não volátil de alto desempenho e baixo consumo de energia que combina os benefícios de memórias não voláteis convencionais (Flash e EEPROM) com RAM de alta velocidade (SRAM e DRAM). Apesar de não volátil, em outros aspectos, funciona como RAM.
- Supera o desempenho das memórias atuais, como EEPROM e Flash, consome menos energia, é bem mais rápida e apresenta resistência superior a múltiplas operações de leitura e gravação.
- O valor máximo de ciclos de leitura/gravação para Flash e EEPROM é cerca de 100 mil vezes. Com mais de 10 bilhões de ciclos de leitura/gravação, a vida útil de uma memória FRAM é basicamente ilimitada.

Algumas vantagens são:

- A FRAM é 30 vezes mais rápida que a EEPROM.
- Durabilidade um milhão de vezes superior à da EEPROM.
- Consumo de energia 200 vezes menor do que a EEPROM.
- É altamente resistente a campos magnéticos e radiação.
- Pode reter dados por dez anos sem bateria.