



ANHANGUERA EDUCACIONAL LTDA.

ENGENHARIA ELÉTRICA

MICROPROCESSADORES E MICROCONTROLADORES

PROF.: Eng. Tadeu Carvalho Jr.

2º Semestre, 2017

Disciplina:

MICROPROCESSADORES
E
MICROCONTROLADORES



➤ Plano de Ensino:

DISCIPLINA:	MICROCONTROLADORES E MICROPROCESSADORES - 1520179
UNIDADE DE ENSINO 1:	INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS EMBARCADOS
COMPETÊNCIAS:	Conhecer, compreender e ser capaz de aplicar os principais conceitos relacionados aos microprocessadores e microcontroladores.
RESULTADO DE APRENDIZAGEM:	Análise descritiva de um sistema microprocessado
SEÇÃO 1:	Conceitos iniciais de microprocessamento (Teórico)
CONTEÚDO:	Aplicações de sistemas embarcados Arquitetura de sistemas microprocessados História da computação Tipos de memória
SEÇÃO 2:	Arquitetura AVR – ATmega328 (Teórico)
CONTEÚDO:	Arquitetura interna CPU Memórias Periféricos
SEÇÃO 3:	Linguagem assembly (Teórico)
CONTEÚDO:	Estrutura de um programa Funções, interrupção e pilha Introdução ao assembly Linguagem de máquina para o AVR

➤ Plano de Ensino:

UNIDADE DE ENSINO 2:	PROGRAMAÇÃO EMBARCADA
COMPETÊNCIAS:	Conhecer, compreender e ser capaz de aplicar os principais conceitos relacionados aos microprocessadores e microcontroladores, com destaque as linguagens de programação dos microcontroladores.
RESULTADO DE APRENDIZAGEM:	Aplicação de conceitos básicos de programação e simulação em linguagem C em sistemas microprocessados
SEÇÃO 1:	Revisão de algoritmos e introdução à linguagem C (Teórico)
CONTEÚDO:	Estrutura de algoritmos Fluxograma Fundamentos da linguagem C Máquina de estados
SEÇÃO 2:	Programação em linguagem C (Teórico)
CONTEÚDO:	Conceitos avançados de programação em C Estrutura de um programa em C Funções e camadas Manipulação de bits
SEÇÃO 3:	Ambiente de trabalho e simulador (Prático)
CONTEÚDO:	Aplicação de programação e simulação em arduino UNO AtmelStudio Placa Arduino Uno Proteus

► Plano de Ensino:

UNIDADE DE ENSINO 3:	PERIFÉRICOS BÁSICOS
COMPETÊNCIAS:	Conhecer, compreender e ser capaz de aplicar os principais conceitos relacionados ao funcionamento básico dos periféricos primários do microcontrolador Atmega328P
RESULTADO DE APRENDIZAGEM:	Aplicação de periféricos básicos no desenvolvimento de um sistema de controle microprocessado
SEÇÃO 1:	Portas digitais (Teórico)
CONTEÚDO:	Aplicação das portas digitais Direção dos canais Operações de leitura e escrita Portas digitais do ATmega328
SEÇÃO 2:	Interrupções (Teórico)
CONTEÚDO:	Aplicação de interrupções Interrupções externas Introdução às interrupções Processo de interrupção
SEÇÃO 3:	Temporizadores (Prático)
CONTEÚDO:	Aplicação de temporizadores Função de contagem e temporização Função de modulação por largura de pulso – PWM Introdução aos temporizadores

➤ Plano de Ensino:

UNIDADE DE ENSINO 4:	PERIFÉRICOS COMPLEXOS
COMPETÊNCIAS:	Conhecer, compreender e ser capaz de desenvolver softwares e hardwares para microcontroladores.
RESULTADO DE APRENDIZAGEM:	Aplicação de periféricos complexos no desenvolvimento de sistema de aquisição, transmissão e armazenamento de dados microprocessados
SEÇÃO 1:	Conversor analógico-digital (Teórico)
CONTEÚDO:	Aplicação de conversor A/D Configuração do periférico Introdução ao conversor A/D Processo de conversão
SEÇÃO 2:	Módulos de comunicação (Prático)
CONTEÚDO:	Exemplos de comunicação I2C SPI USART
SEÇÃO 3:	Memória EEPROM (Prático)
CONTEÚDO:	Aplicações da memória EEPROM Escrita Introdução à memória EEPROM Leitura

➤ O MICROPROCESSADOR

▶ Conceito:

- O microprocessador (mp) pode ser visto como um dispositivo de lógica programável que pode ser utilizado para controlar processos ou ligar e desligar dispositivos.
- Ele é um dispositivo programável integrado que possui computação e capacidade de tomar decisões parecidas com a da Unidade Central de Processamento (CPU) de um computador.

➤ O MICROPROCESSADOR

▶ Conceito:

- O uso dos microprocessadores atualmente é: por si só, como um processo de unidade de controle e como a CPU de um computador (microcomputador).
- O microprocessador se comunica e opera em números binários 0 e 1 denominados bits.
- Cada microprocessador possui um conjunto de instruções na forma de padrões binários denominados ‘LINGUAGEM DE MÁQUINA’.

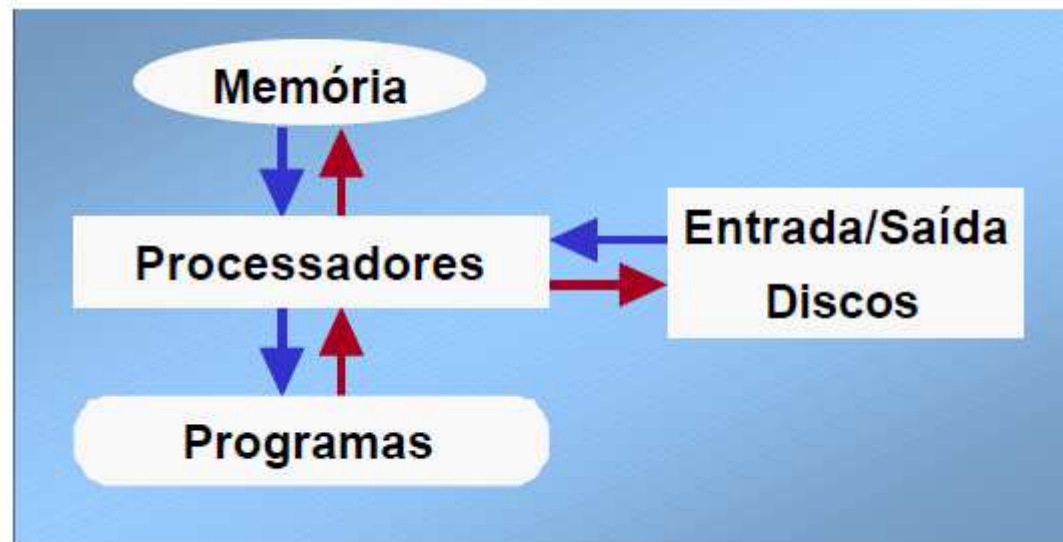
➤ O MICROPROCESSADOR

▶ Conceito:

- Os microprocessadores são dispositivos eletrônicos, programáveis, controlados por clock, baseados em registradores, que lê instruções binárias de um dispositivo de armazenamento (memória), que aceita dados binários como um processo de ENTRADA (input), processa os dados de acordo com as instruções e fornece resultados como SAÍDA (output).

➤ O MICROPROCESSADOR

▶ Conceito:



➤ O MICROPROCESSADOR

▶ Classificação:

- Os microprocessadores podem ser classificados como: sistemas reprogramáveis ou sistemas embarcados (embedded).
- Alguns exemplos de sistemas reprogramáveis são: microcomputador (microprocessador é usado para calcular e processar dados);
- microprocessadores de funções gerais capazes de armazenar grande quantidade de dados;
- Nos sistemas embarcados (embedded), o microprocessador é parte de um produto final. Ele não é disponível para reprogramação para o usuário final (por exemplo, uma copiadora).

➤ O MICROPROCESSADOR

▶ Classificação:

- Eles podem ser classificados como: microcontroladores, que inclui todos os componentes em um único chip e microprocessadores de uso geral;
- Os microprocessadores operam em sistema binário (0 e 1), geralmente 0 e 1, de acordo com os níveis de tensão.
- Cada microprocessador reconhece e processa um grupo de bits denominado “palavra” (word) e eles são classificados de acordo com o tamanho de sua palavra.
- Processador com palavra de 8-bits é um microprocessador de 8 bits, processador com palavra de 32-bits é um microprocessador de 32 bits, etc.

➤ O MICROPROCESSADOR

▶ Dispositivo reprogramável:

- O fato de o microprocessador ser programável significa que ele pode ser instruído a desempenhar dadas tarefas de acordo com sua capacidade.
- O microprocessador é projetado para entender e executar várias instruções binárias.
- É uma máquina que pode ser projetada para desempenhar várias funções de cálculos sofisticadas, bem como realizar tarefas simples, tais como ligar e desligar um dispositivo.
- Um programador pode selecionar instruções apropriadas e solicitar ao microprocessador para executar várias tarefas de um dado conjunto de dados.
- Estas instruções são simplesmente um conjunto de 0 e 1. O Usuário (programador) seleciona as instruções da lista e determina a seqüência de execução de uma dada tarefa.
- Estas instruções são colocadas ou armazenadas num dispositivo denominado memória, que pode ser lida pelo microprocessador.

➤ O MICROPROCESSADOR

▶ Memórias:

- As memórias são como as páginas de um caderno, com espaço limitado para um determinado número de bits em cada linha.
- As memórias são feitas de material semi-condutor.
- Tipicamente cada linha é um registrador de 8-bits que pode armazenar 8 bits binários e vários destes registradores são alinhados numa seqüência denominado memória.
- Estes registradores são sempre agrupados em potência de 2.
- O usuário escreve as instruções e dados necessários na memória através de um dispositivo de ENTRADA (input), e solicita ao microprocessador para executar a dada tarefa e encontrar uma resposta. A resposta geralmente é mostrada num dispositivo de SAÍDA (output) ou armazenado na memória.

➤ O MICROPROCESSADOR

▶ Entradas e Saídas:

- O usuário pode entrar instruções e dados na memória através de teclados, por exemplo, ou switches.
- O microprocessador lê a instrução da memória e processa os dados e acordo com aquelas instruções. O resultado pode ser mostrado num segmento de leds ou impressoras, que são denominados dispositivos de SAÍDA.
- Exemplos de dispositivos de ENTRADA: são teclados, switches, etc e de SAÍDA: são displays, impressoras, monitores de vídeo, etc..

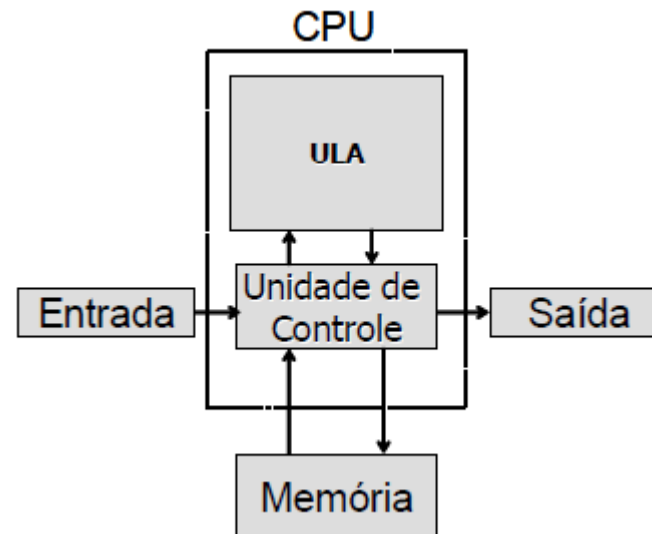
➤ O MICROPROCESSADOR

▶ O Microprocessador como CPU:

- O computador tem 4 componentes: a unidade central de processamento (CPU), a memória, a entrada e a saída.
- A CPU consiste da Unidade Lógica/Aritmética (ULA) e a unidade de controle.

➤ O MICROPROCESSADOR

▶ O Microprocessador como CPU:



➤ O MICROPROCESSADOR

▶ O Microprocessador como CPU:

- A CPU contém: vários registradores para armazenar dados, a ULA para executar operações lógicas e aritméticas, os decodificadores de instruções, os contadores e as linhas de controle.
- A CPU lê instruções da memória e executa as tarefas específicas, comunica-se com os dispositivos de E/S (periféricos) tanto para receber ou enviar dados e é a parte primária e central na comunicação com os dispositivos (memória, E/S).
- O processo de comunicação é controlado por um grupo de circuitos denominado UNIDADE DE CONTROLE.

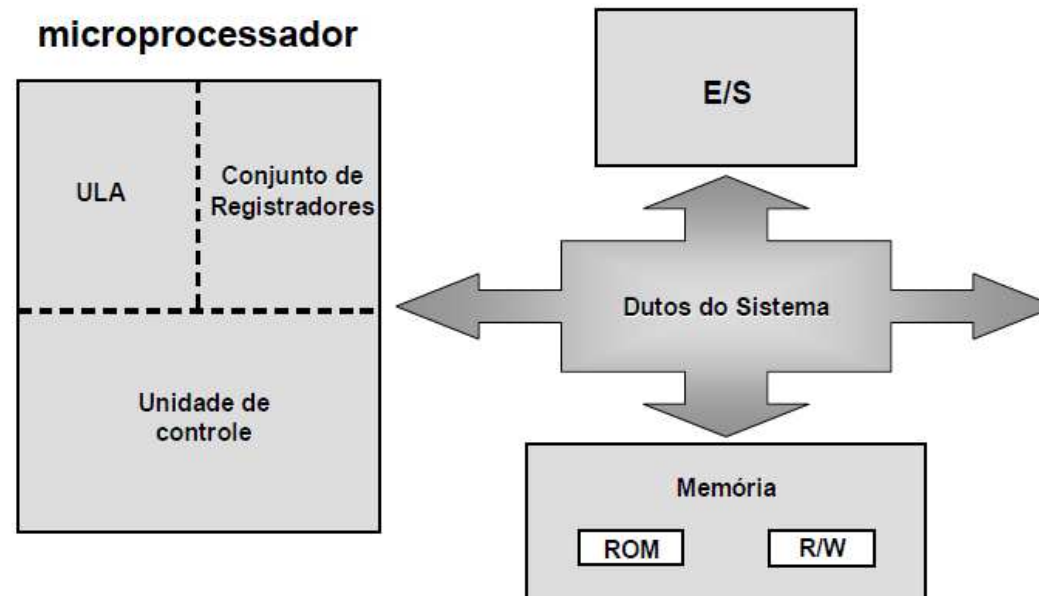
➤ O MICROPROCESSADOR

▶ O Microprocessador como CPU:

- O microcomputador possui 3 componentes: o microprocessador, E/S e memória (r/w e read only memoy).
- Estes componentes são organizados em volta de um caminho comum de comunicação denominado DUTO.
- O microprocessador é um dispositivo semicondutor controlado por um “clock”, que consiste de circuitos de lógica eletrônica manufaturados.

➤ O MICROPROCESSADOR

▶ O Microprocessador como CPU:



➤ O MICROPROCESSADOR

▶ O Microprocessador como CPU:

- A ULA é a área do microprocessador onde várias funções de cálculos são executadas nos dados.
- A ULA executa operações aritméticas tais como: adição, subtração e operações lógicas tais como: E, OU, OU EXCLUSIVO.



➤ O MICROPROCESSADOR

▶ O Microprocessador como CPU:

- O CONJUNTO DE REGISTRADORES, consiste de vários registradores, identificados por letras, tais como B, C, D, e, H e L.
- Os registradores são utilizados primariamente para armazenar dados temporariamente durante a execução de um programa e são acessíveis para o usuário através das instruções.
- A UNIDADE DE CONTROLE proporciona os sinais necessários de controle e de temporização para todas as operações no microcomputador. Também controla o fluxo de dados entre o microprocessador e as memórias e periféricos.
- O DUTO DO SISTEMA é um canal de comunicação entre o microprocessador e seus periféricos. Não é nada além de um grupo de fios/trilhas que carregam bits. Existem vários dutos num sistema.

➤ O MICROPROCESSADOR

▶ O Microprocessador como CPU:

- Todos os periféricos (e a memória) compartilham o mesmo duto, no entanto, o microprocessador se comunica somente com um periférico por vez.
- A temporização é proporcionada pela unidade de controle do temporizador.
- O Gerador de “Clock” produz pulsos temporais para sincronizar eventos.

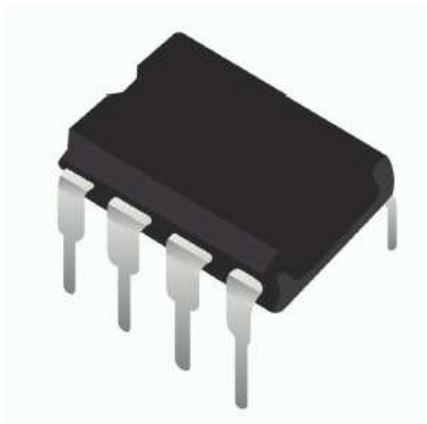
➤ O Microcontrolador

▶ Conceito:

- Um microcontrolador é um computador em um único componente (chip).
- Esse chip contém um processador (Unidade Lógica e Aritmética – ULA), memória, periféricos de entrada e de saída, temporizadores, dispositivos de comunicação serial, dentre outros.
- Os microcontroladores surgiram como uma evolução natural dos circuitos digitais devido ao aumento da complexidade dos mesmos.
- Chega um ponto em que é mais simples, mais barato e mais compacto, substituir a lógica das portas digitais por um conjunto de processador e software.

➤ O Microcontrolador

▶ Conceito:



➤ O Microcontrolador x Microprocessador

▶ Conceito:

- Um microcontrolador se diferencia de um microprocessador em vários aspectos.
- O mais importante, é a sua funcionalidade. Quanto a um microprocessador, para que ele possa ser usado, outros componentes devem ser adicionados, tais como memória e componentes para receber e enviar dados. Em resumo, isso significa que o microprocessador é o verdadeiro coração do computador.
- Já o microcontrolador foi projetado para ter tudo isso num só componente. Nenhum outro componente externo é necessário nas aplicações, uma vez que todos os periféricos necessários já estão contidos nele. Assim, tem-se um baixo custo de tempo e espaço na construção de dispositivos.

➤ O Microcontrolador

▶ Conceito:

- O primeiro microcontrolador foi lançado pela empresa Intel em 1977 e recebeu a sigla “8048”. Com a sua posterior evolução, deu origem à família “8051”.
- Esse chip é programado em linguagem Assembly e possui um poderoso conjunto de instruções.
- Por ser um dos precursores, é utilizado em muitas aplicações de automação em diversas áreas do mundo.

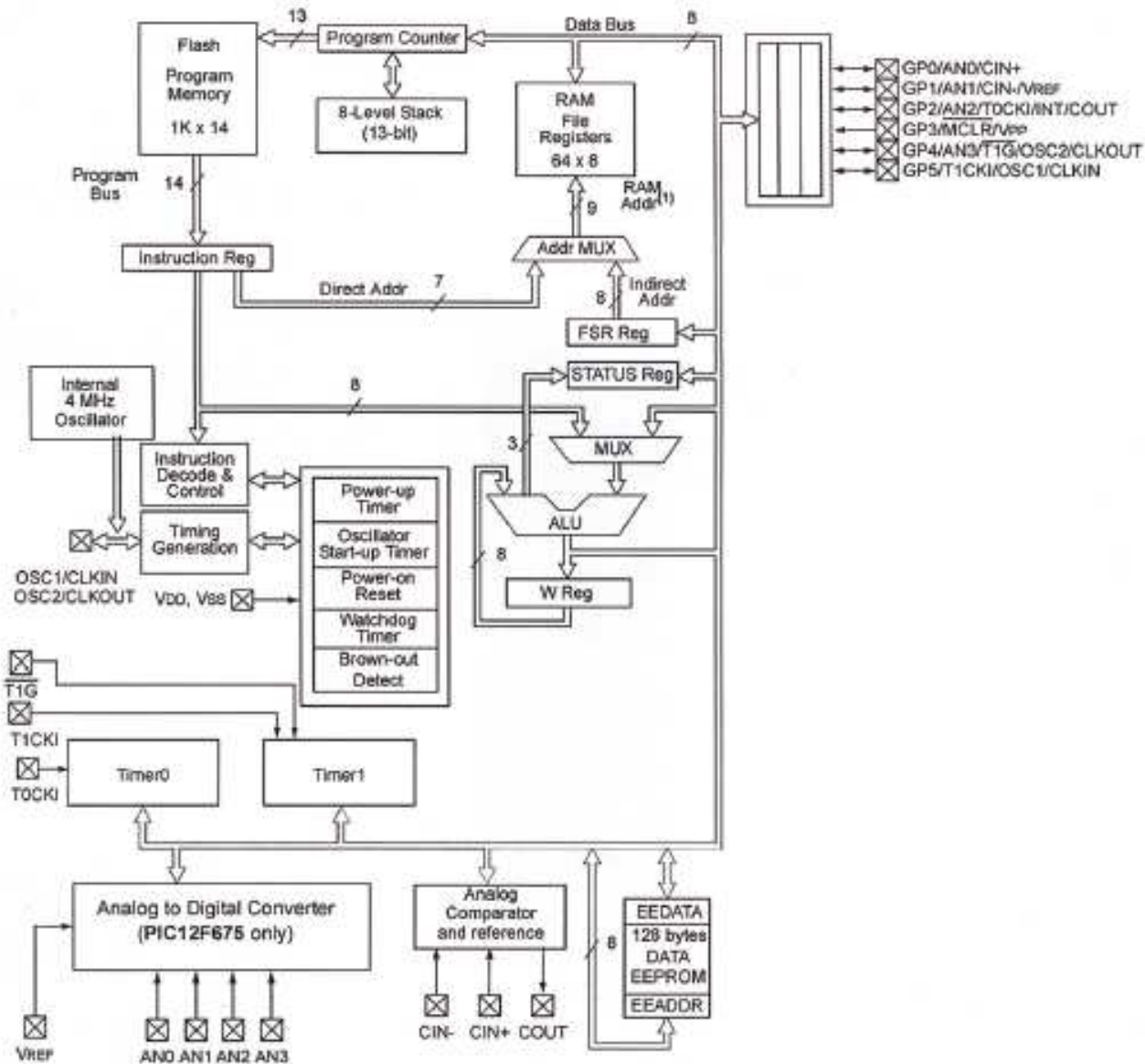


➤ O Microcontrolador

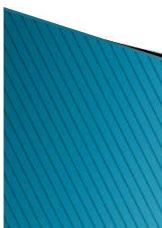
▶ Conceito:

O microcontrolador possui internamente os seguintes dispositivos:

- a) Uma CPU (Central Processor Unit ou Unidade de Processamento Central), cuja finalidade é interpretar as instruções de programa.
- b) Uma memória PROM (Programmable Read Only Memory ou Memória Programável Somente de Leitura) na qual são gravadas as instruções do programa.
- c) Uma memória RAM (Random Access Memory ou Memória de Acesso Aleatório) utilizada para memorizar as variáveis utilizadas pelo programa.
- d) Um conjunto de LINHAS de I/O para controlar dispositivos externos ou receber impulsos de sensores, interruptores, etc.
- e) Um conjunto de dispositivos auxiliares ao funcionamento, ou seja, gerador de clock, contadores, UART para comunicação, etc.



m
ntos::



➤ O Microcontrolador

▶ Arquiteturas Harvard e Von Neuman:

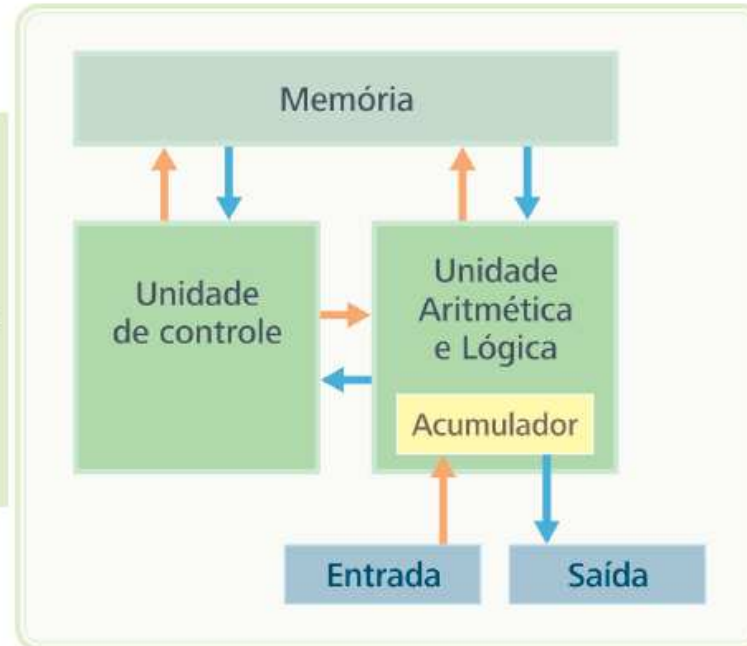
- Quando um sistema de processamento de dados (processadores e microcontroladores) possui uma única área de memória na qual ficam armazenados os dados (variáveis) e o programa a ser executado (software), dizemos que esse sistema segue a arquitetura de Von Neuman (pronuncia-se “fon noiman”).
- No caso em que os dados (variáveis) ficam armazenados em uma área de memória e o programa a ser executado (software) fica armazenado em outra área de memória, dizemos que esse sistema segue a arquitetura Harvard.

➤ O Microcontrolador

▶ Arquiteturas Von Neuman:

- A máquina proposta por Von Neuman é composta pelos seguintes componentes:

- a) Memória.
- b) Unidade de controle.
- c) Unidade Lógica e Aritmética (ULA).
- d) Registradores.
- e) Periféricos de entrada e saída.

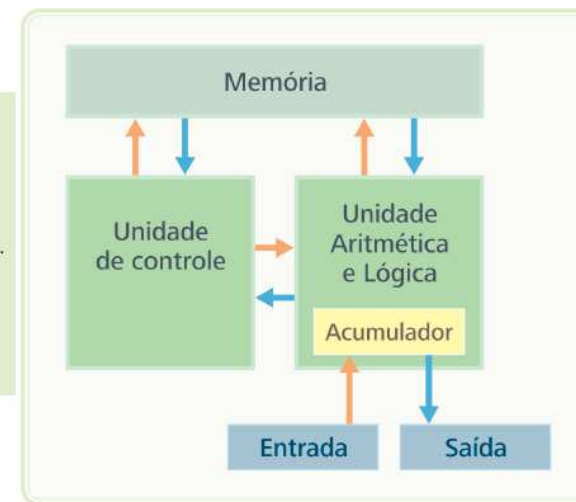


➤ O Microcontrolador

▶ Arquiteturas Von Neuman:

- Conforme pode ser observado na Figura, não existe separação entre dados e programa, uma vez que há uma única área de memória.
- Dessa forma, o processador deve executar uma única ação por vez: ou acessa os dados ou executa uma instrução.:

- a) Memória.
- b) Unidade de controle.
- c) Unidade Lógica e Aritmética (ULA).
- d) Registradores.
- e) Periféricos de entrada e saída.



➤ O Microcontrolador

▶ Arquiteturas Harvard:

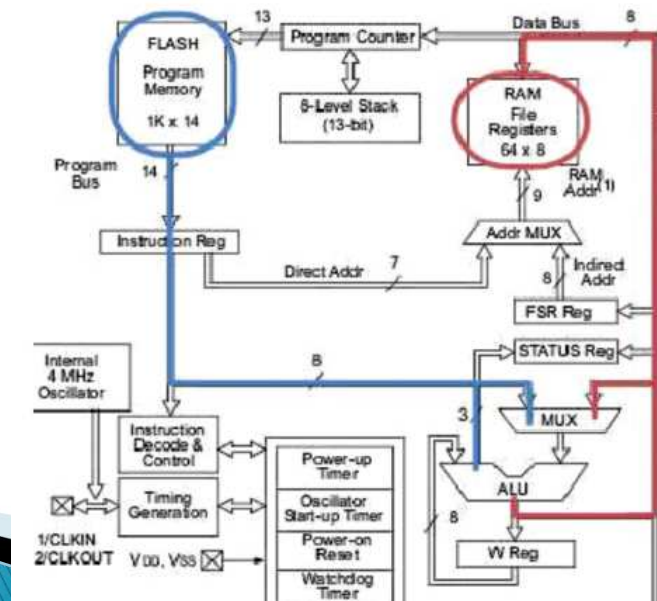
- Na arquitetura Harvard há dois barramentos distintos: um para acessar a memória de dados e outro para acessar a memória de programas.
- Dessa forma, o processador pode buscar e executar uma instrução ao mesmo tempo em que acessa a memória de dados para ler ou para gravar algum valor.



➤ O Microcontrolador

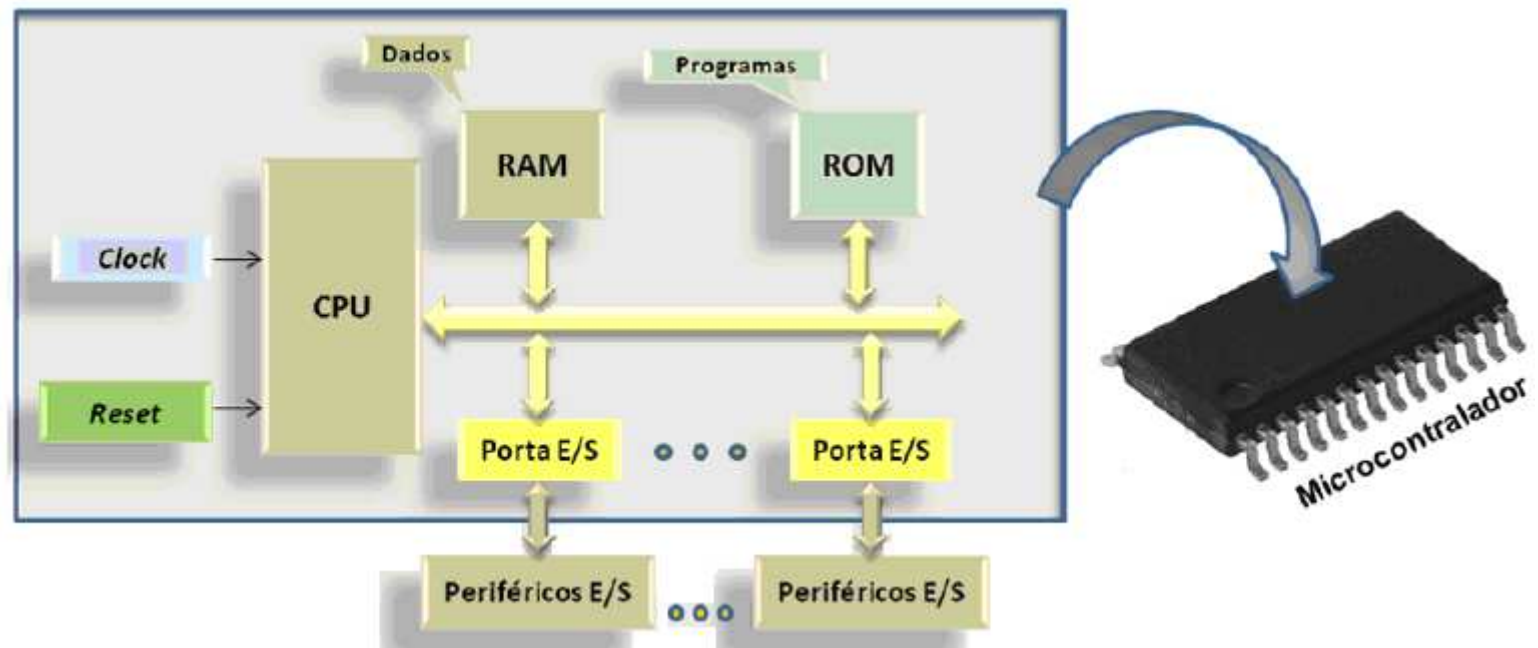
▶ Arquiteturas Harvard:

- Na Figura, é possível observar o barramento de dados (Data Bus), em vermelho, partindo da memória RAM e seguindo até a Unidade Lógica e Aritmética (ALU).
- Também observa-se o barramento de programa (Program Bus) em azul, que parte da memória de programa e chega na ALU.



➤ O Microcontrolador

▶ Blocos Internos:



➤ O Microcontrolador

▶ Blocos Internos:

- Os fabricantes integram em seus microcontroladores diferentes componentes buscando minimizar a conexão de circuitos externos e, com isso, facilitar o desenvolvimento de aplicações.
- O microcontrolador pode ser comercializado com diferentes configurações, de acordo com os componentes incorporados, que podem incluir:
 - conversor A/D (analógico/digital),
 - conversor D/A (digital/analógico),
 - PWM (Pulse Width Modulation – Modulação por Largura de Pulso),
 - contadores,
 - temporizadores,
 - interface serial,
 - Diferentes tipos memória (ROM, EPROM,EEPROM, FLASH, RAM) e com diferentes capacidades.

➤ O Microcontrolador



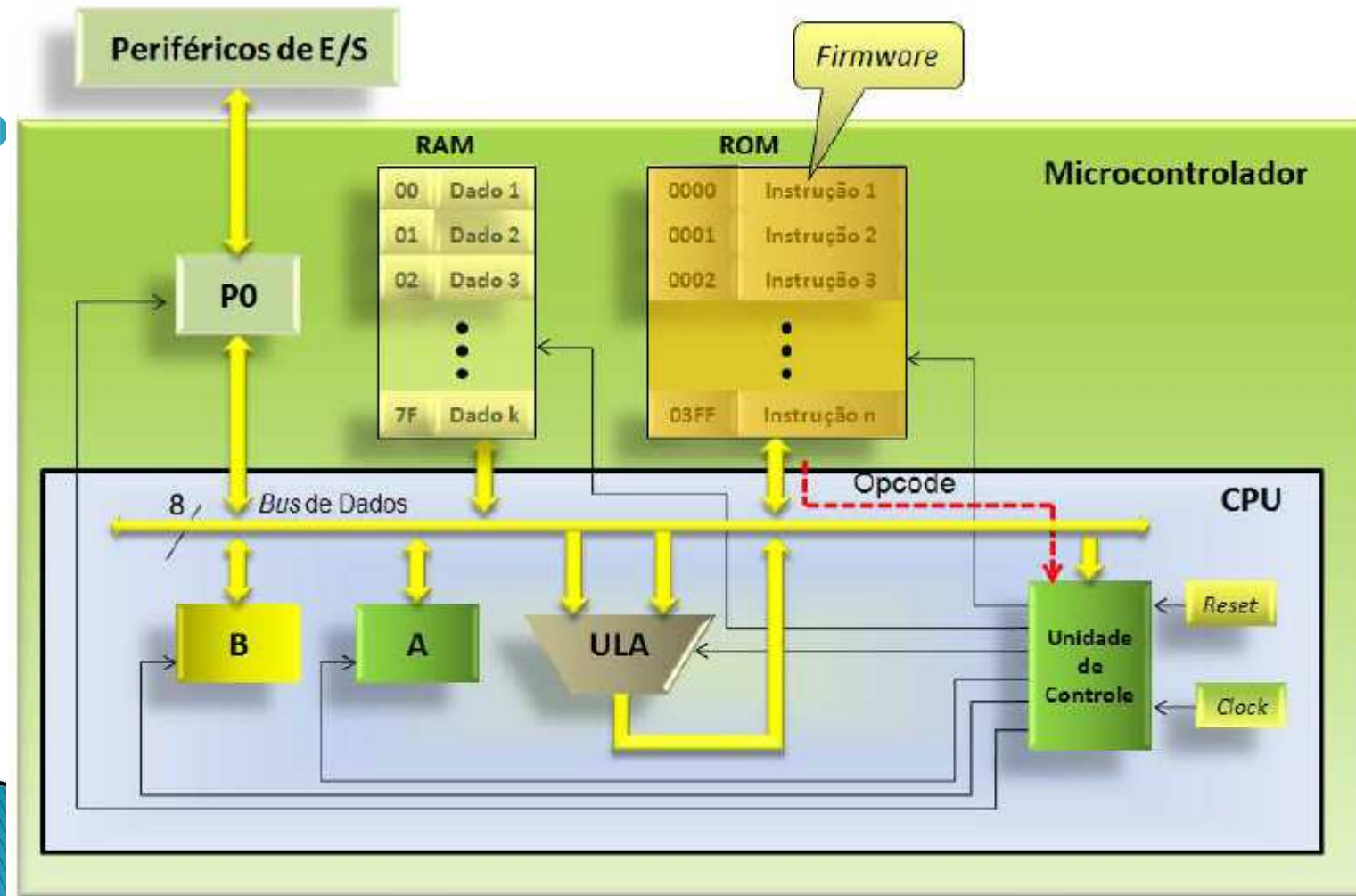
Exemplos de aplicação para o microcontrolador.

➤ O Microcontrolador

▶ Programação:

- O programa que o microcontrolador executa é denominado de **Firmware**, que deve ser carregado na memória de programa (ROM).
- A CPU, ao ser energizada, sofre um Reset fazendo com que a primeira instrução do programa, seja buscada da memória, decodificada e executada.
- Assim, este processo de busca, decodificação e execução é repetido para cada instrução, até que uma instrução de fim de programa seja encontrada.
- O sinal de clock determina a velocidade de realização das operações e, portanto, quanto maior for a frequência do clock, mais rápida será a execução do programa.
- Cada instrução é identificada por uma única codificação binária, denominada de código de operação (operation code – opcode, em inglês) que a identifica entre as demais.
- Este opcode é lido da memória ROM e carregado na Unidade de Controle..

➤ O Microcontrolador



➤ O Microcontrolador

▶ Programação:

- A tarefa de programação pode ser executada em várias linguagens tais como o Assembler, C e Basic que são as linguagens normalmente mais usadas.
- O Assembler pertence ao grupo das linguagens de baixo nível que implicam um trabalho de programação lento, mas que oferece os melhores resultados quando se pretende poupar espaço de memória e aumentar a velocidade de execução do programa.
- Os programas na linguagem C são mais fáceis de se escrever e compreender, mas, também, são mais lentos para serem executados que os programas assembler.
- Basic é a mais fácil de todas para se aprender e as suas instruções são semelhantes à maneira de um ser humano se expressar, mas como a linguagem C, é também de execução mais lenta que o assembler.

➤ O Microcontrolador

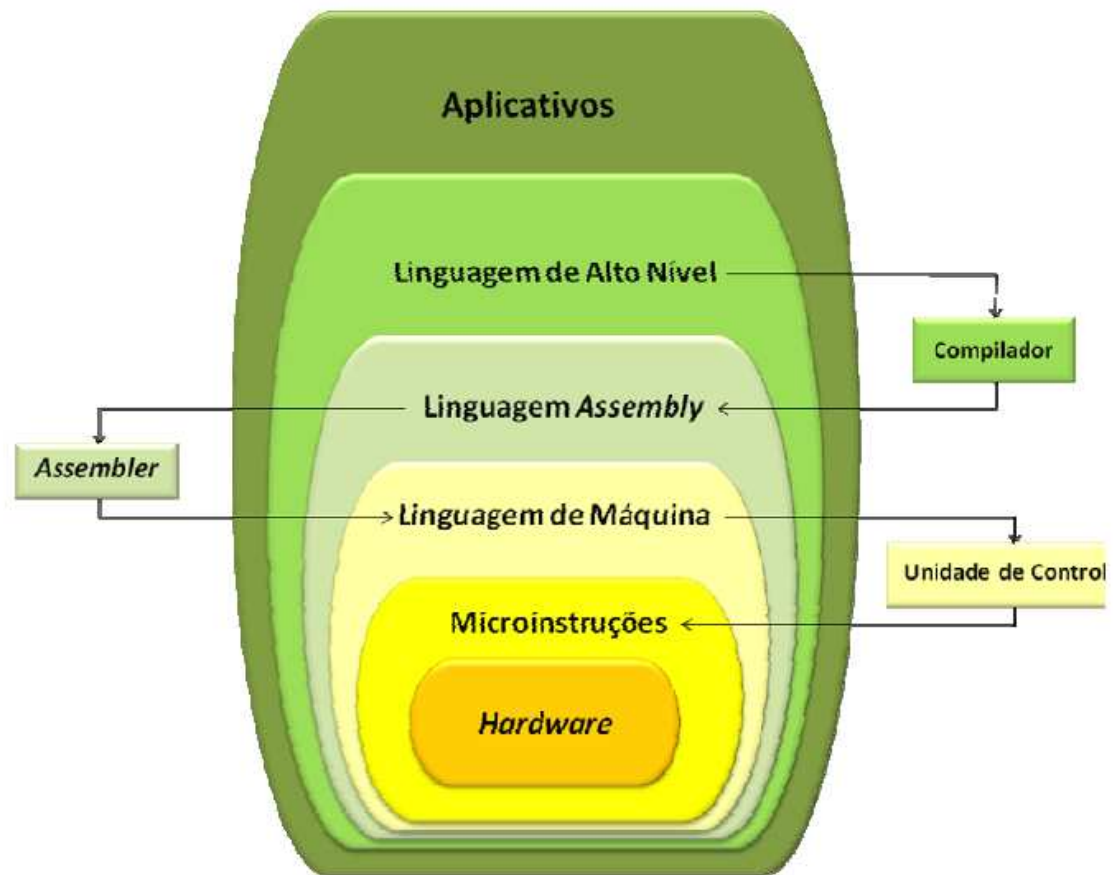
▶ Programação:

- A programação, que se afasta do hardware e se aproxima mais da linguagem humana, é denominada de programação em linguagem de alto nível (exemplo: C, Pascal, Java, etc).
- Um programa denominado de Compilador é responsável pela tradução da linguagem de alto nível para a linguagem Assembler.
- Em geral, uma linguagem de alto nível é compilada em várias instruções na linguagem assembly.



➤ O Microcontrolador

▶ Programação:



Níveis de linguagens de programação.

➤ O Microcontrolador

▶ Programação:

- Após que o programa estar escrito, é preciso inserir o microcontrolador num dispositivo e colocá-lo para trabalhar.
- Para isto, é necessário adicionar mais alguns componentes externos.
- Primeiro tem-se que dar vida ao microcontrolador fornecendo-lhe a tensão e o oscilador cujo papel é regular (através de pulsações) a execução das instruções do programa.
- Logo que é aplicada a tensão, o microcontrolador executa uma verificação do sistema, e vai para o princípio do programa começando a executá-lo.



➤ O Microcontrolador

▶ Programação: Linguagem de Alto Nível

- “C” é uma linguagem de programação de alto nível largamente utilizada e com uma extensa e diversificada literatura sobre a mesma.
- Uma das principais características da linguagem C é a sua operação através de funções que podem ser chamadas a partir de uma função principal, denominada main().
- Ela deve existir em qualquer programa escrito nessa linguagem (uso obrigatório).
- O uso de linguagens de alto nível na programação de microcontroladores se deve à grande complexidade dos programas escritos em Assembly;
- o volume de código é muito maior em Assembly do que em linguagens de alto nível, o que torna muito difícil a depuração do mesmo quando escrito em Assembly.
- De qualquer forma, é muito importante o conhecimento do hardware interno do PIC, bem como dos seus registradores e funções especiais, para que se tire o máximo proveito dos mesmos com a programação em linguagem C..

➤ O Microcontrolador

▶ Programação: Principais Estruturas da Linguagem C

- A linguagem C, como a maioria das linguagens de programação, possui algumas estruturas necessárias para se escrever programas.

- **Variáveis, atribuições e comparações**

Em C, há os seguintes tipos básicos de variáveis:

- Char – guarda um caractere.
- Int – guarda um número inteiro.
- Float – guarda um número real com precisão simples.
- Double – guarda um número real com precisão dupla.
- Void – tipo vazio.

➤ O Microcontrolador

▶ Programação: Principais Estruturas da Linguagem C

A declaração de variáveis e atribuição de valores para as mesmas é feita como em:

- `int evento;`
- `char corrida;`
- `float tempo;`
- `evento = 5;`
- `corrida = 'C';`
- `tempo = 27.25;`

Para efetuar comparações, utilizam-se os seguintes operadores:

- `>` maior que.
- `>=` maior ou igual.
- `<` menor que.
- `<=` menor ou igual.
- `==` igual.
- `!=` diferente.

➤ O Microcontrolador

▶ Programação: Principais Estruturas da Linguagem C

Estruturas de controle

A principal estrutura de controle é o comando “if”, o qual testa se uma condição é verdadeira e, então, executa um bloco de comandos.

Caso a condição do “if” não seja verdadeira, é possível executar um outro bloco de comandos com o comando “else”, como no exemplo a seguir:

```
void main(void)
{
    int a;
    a = 5;

    if (a > 0)
    {
        printf(“a’ é positivo”);
    }
    else if (a == 0)
    {
        printf(“a’ é nulo”);
    }
    else
    {
        printf(“a’ é negativo”);
    }
}
```


➤ O Microcontrolador

▶ Programação: Principais Estruturas da Linguagem C

Estruturas de repetição

Em C, há as seguintes estruturas de repetição:

- For

```
For (variável = valor_inicial; condicao_envolvendo_variavel; incremento/decremento de var)
{
    comandos...
}
```

- Exemplo:

```
for(int i=0; i <= 10; i++)
{
    printf("i=",i);
}
```

➤ O Microcontrolador

▶ Programação: Principais Estruturas da Linguagem C

Estruturas de repetição

Em C, há as seguintes estruturas de repetição:

- For

```
For (variável = valor_inicial; condicao_envolvendo_variavel; incremento/decremento de var)
{
    comandos...
}
```

- Exemplo:

```
for(int i=0; i <= 10; i++)
{
    printf("i=",i);
}
```

➤ O Microcontrolador

▶ Programação: Principais Estruturas da Linguagem C

- Uso do While (condição)

```
While (condição)
{
    comandos...
}
```

- Exemplo

```
int i=1;
while(i <= 10)
{
    printf("i=%",i);
    i=i+1;
}
```