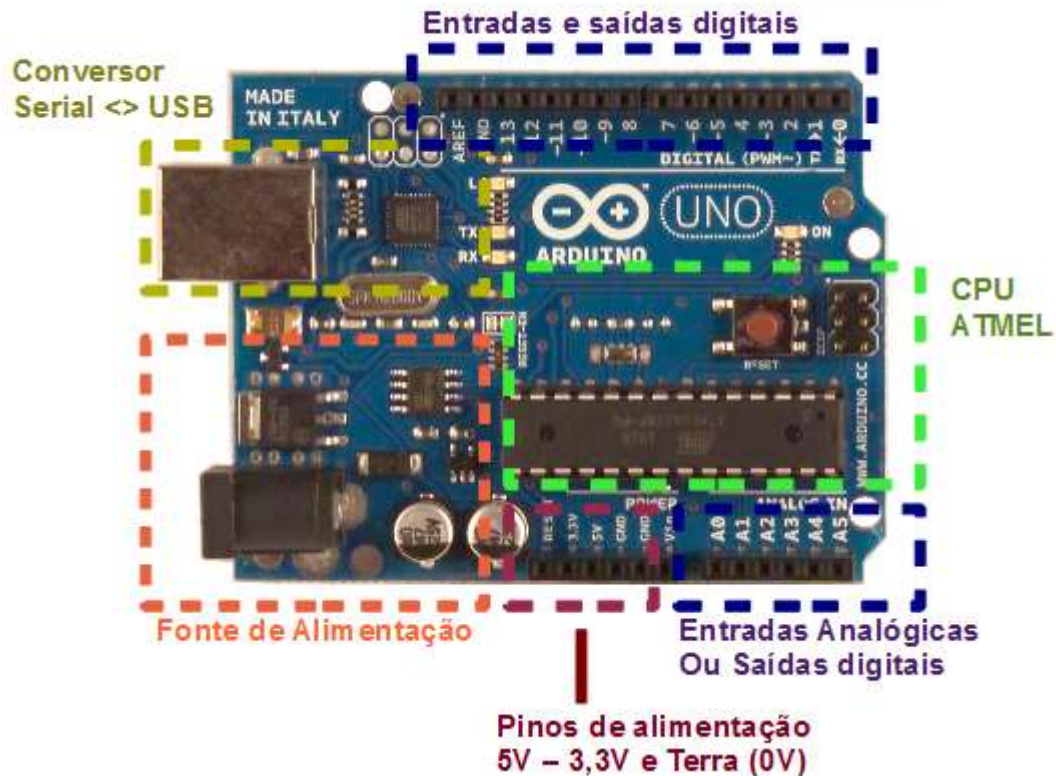


Arquitetura de hardware do Arduino

O hardware do Arduino é muito simples, porém muito eficiente. Vamos analisar a partir deste momento, o hardware do Arduino UNO. Esse hardware é composto dos seguintes blocos, explicados abaixo:

- Fonte de Alimentação – Recebe energia externa, filtra e converte a entrada em duas tensões reguladas e filtradas;
- Núcleo CPU – Um computador minúsculo, mas poderoso responsável por dar vida à placa.
- Entradas e Saídas – A CPU vem completa com diversos “dispositivos” embutidos dentro do chip.
- Pinos com Funções Especiais – Alguns pinos possuem hardware embutido para funções especiais.
- Firmware – Programa que carregamos dentro da CPU com nossas instruções de funcionamento da placa.

Blocos identificados de uma placa Arduino Uno



A Fonte de Alimentação

Esse bloco de eletrônica é responsável por receber a energia de alimentação externa, que pode ter uma tensão de no mínimo 7 Volts e no máximo 35 Volts e uma corrente mínima de 300mA. A fonte filtra e depois regula a tensão de entrada para duas saídas: 5 Volts e 3,3 Volts.

Note que tanto os limites de tensão mínimas e máximas quanto a corrente mínima, dependem de como o bloco da alimentação é construído. O requisito deste bloco é entregar as tensões de 5 e 3,3 Volts para que a CPU e os demais circuitos funcionem.

O Núcleo, um micro controlador poderoso

O núcleo de processamento de uma placa Arduino é um micro controlador, uma CPU, um computador completo, com memória RAM, memória de programa (ROM), uma unidade de processamento de aritmética e os dispositivos de entrada e saída. Tudo em um chip só. É esse chip que possui todo hardware para obter dados externos, processar esses dados e devolver para o mundo externo.

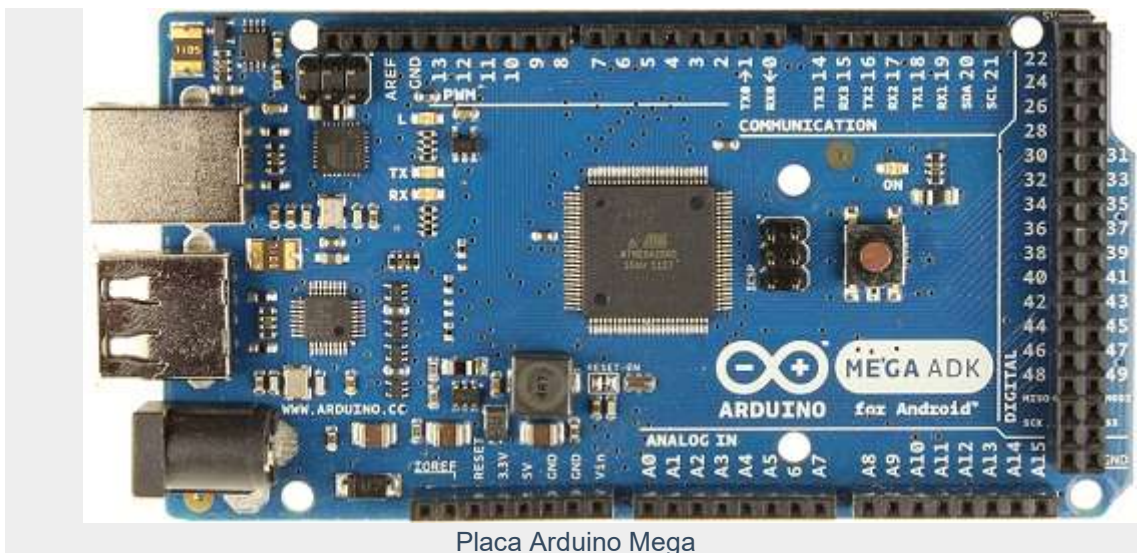


Arduino UNO – o núcleo está marcado em vermelho.

Os desenvolvedores do Arduino optaram em usar a linha de micro controladores da empresa ATMEL.

A linha utilizada é a ATmega. Existem placas Arduino oficiais com diversos modelos desta linha, mas os mais comuns são as placas com os chips ATmega8, ATmega162 e ATmega328p. Esses modelos diferem na quantidade de memória de programa (ROM) e na configuração dos módulos de entrada e saída disponíveis.

Além dos modelos acima destacados, que usam encapsulamento DIP de 28 pinos, existem placas Arduino com outros modelos de núcleo, como a placa Arduino ADK que usa o chip ATmega2560 (quadrado no meio da placa abaixo).

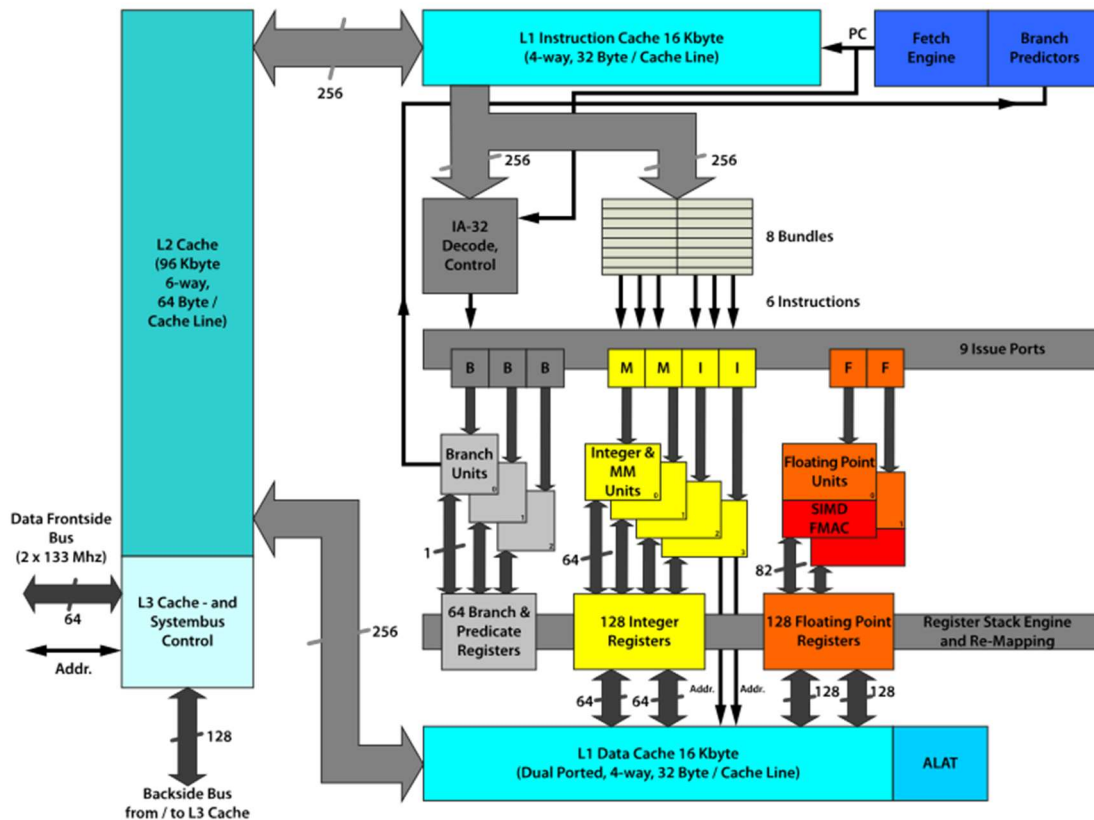


Placa Arduino Mega

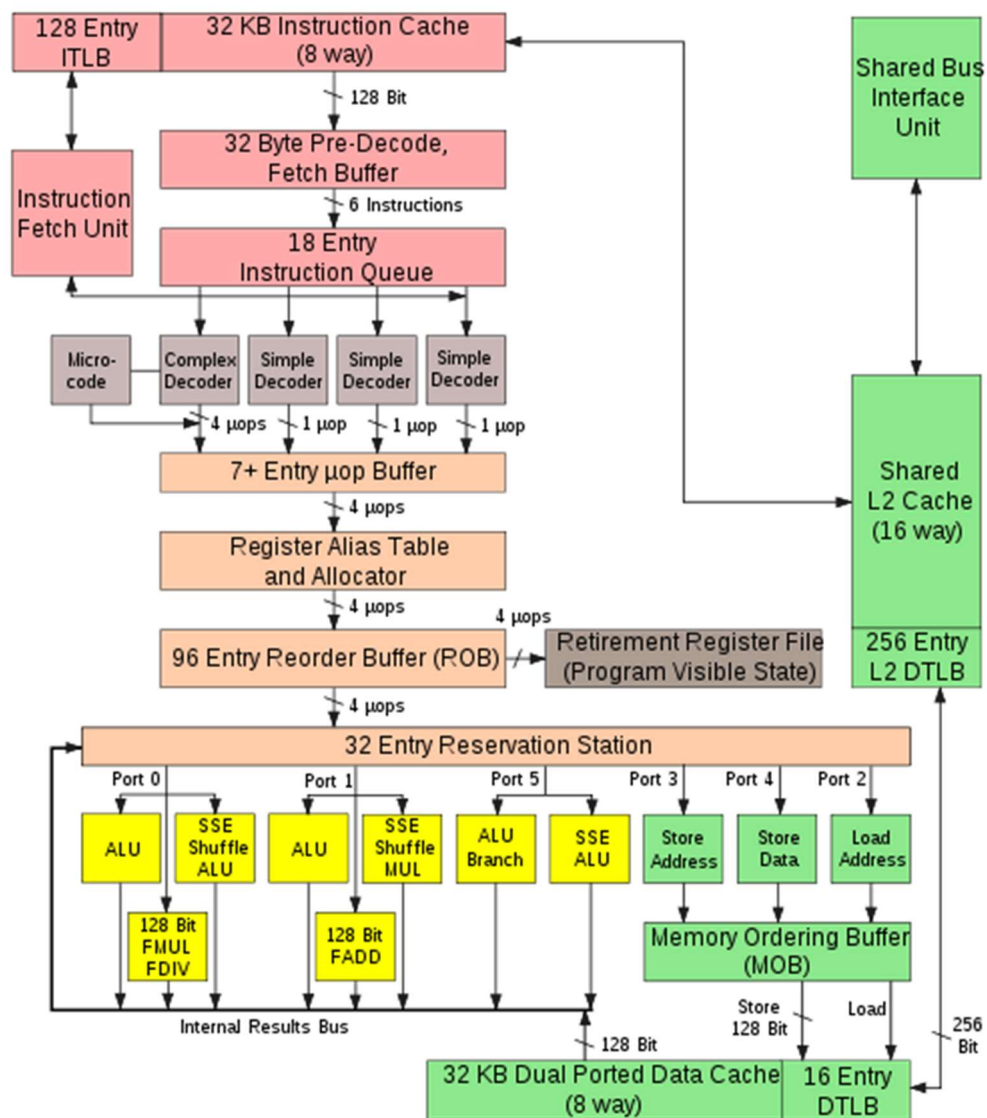
Uma lista de todas as placas oficiais Arduino estão neste link <http://arduino.cc/en/Main/Boards>

PROCESSADORES:

ITANIUM – família de processadores de 64-bit da Intel que utilizavam a arquitetura Intel Itanium, lançados em junho de 2001 originária da HP e depois foi construída e desenvolvida pela HP e Intel principalmente para servidores empresariais e sistemas computacionais de alta performance. Em 2008 foi a quarta maior arquitetura utilizada por sistemas de classe empresarial. Descontinuado em 2019.



INTEL CORE 2 DUO – Processador de 64 bit de dois núcleos, ou seja, dois núcleos atuando internamente em paralelo. Introduzido em 2006, cada núcleo é baseado na arquitetura Pentium M micro. Processador com menores segmentações de instrução (técnica de hardware que permite que a CPU realize a busca de uma ou mais instruções além da próxima a ser executada), como resultado a frequência de clock máxima é menor, mas a performance por clock é significativamente maior, em comparação um Pentium 4M com a mesma frequência de clock chega a ser 40% mais lento.



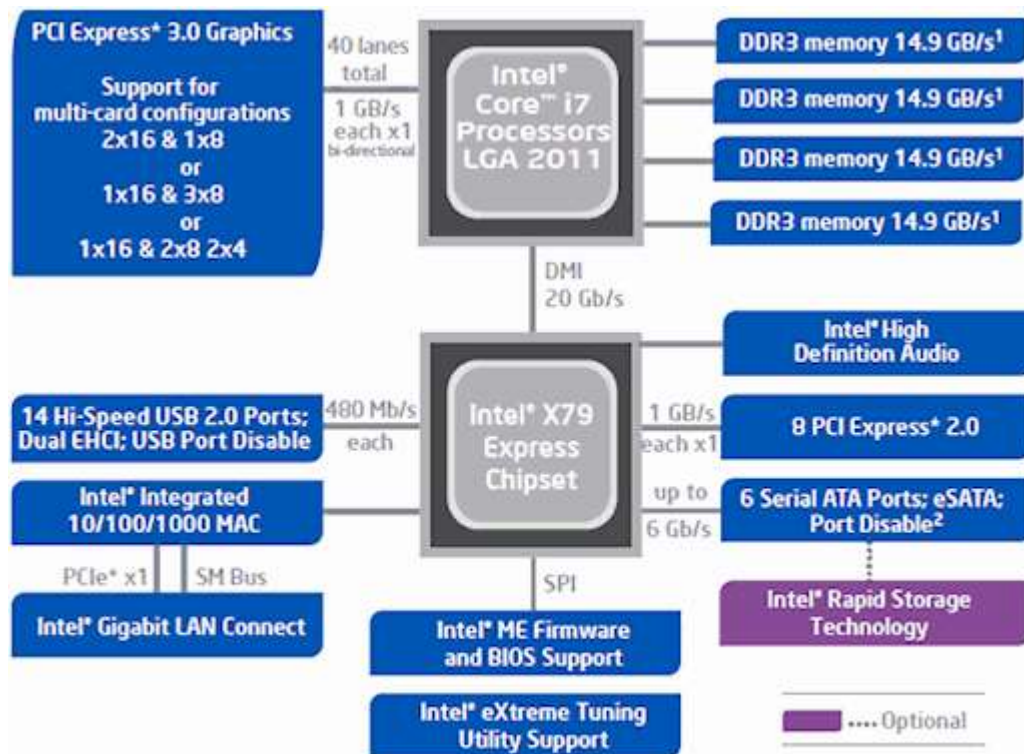
Intel Core 2 Architecture

PROCESSADORES ATUAIS

Intel i9 - Processador Intel® Core™ i9-9900K (Cache de 16M, até 5,00 GHz)



- 16 MB SmartCache Cache
- 8 Núcleos
- 16 Segmentos
- 5.00 GHz Frequência turbo max
- K - Unlocked
- 9th Generation



¹Theoretical maximum bandwidth

²All SATA ports capable of 3 Gb/s, 2 ports capable of 6 Gb/s.

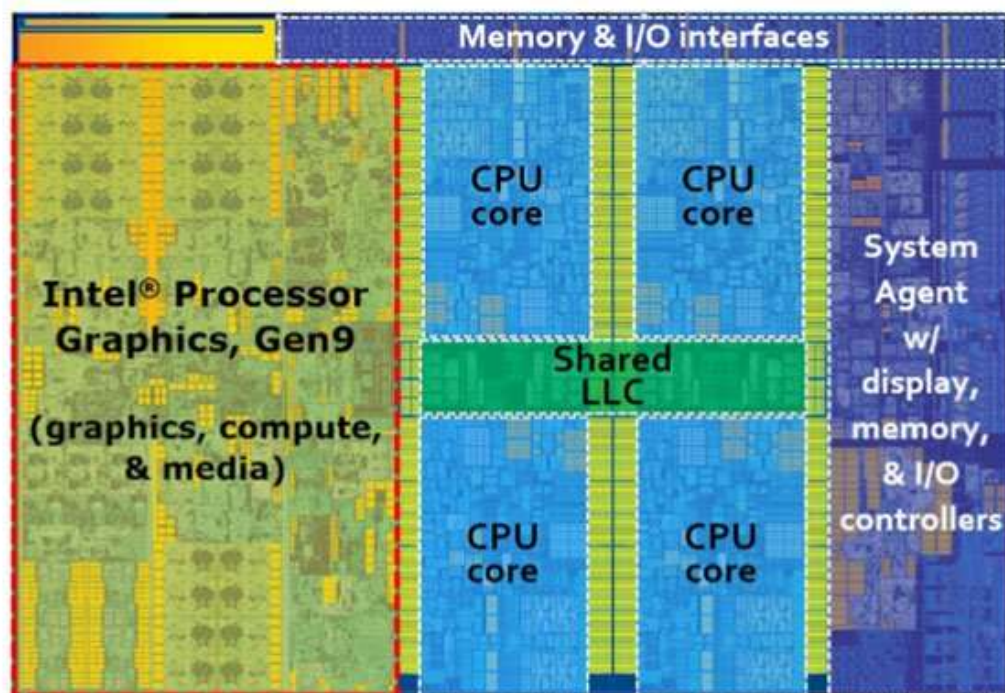
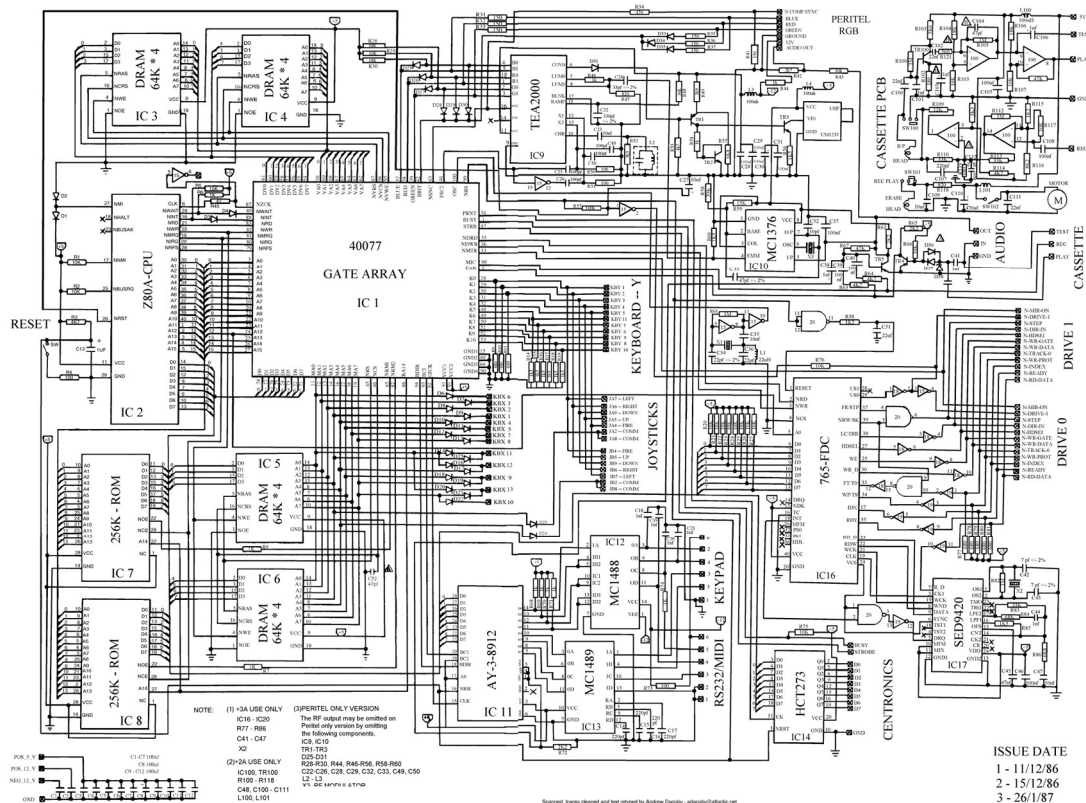
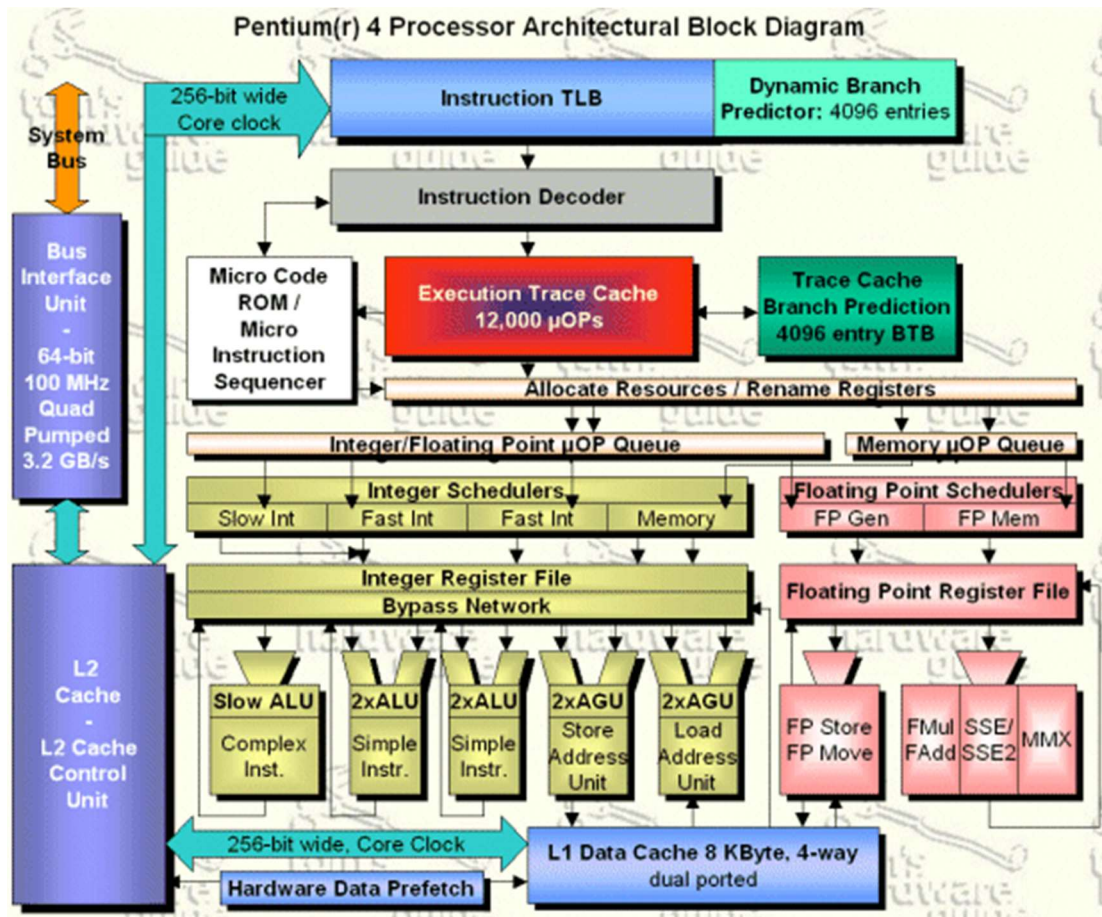
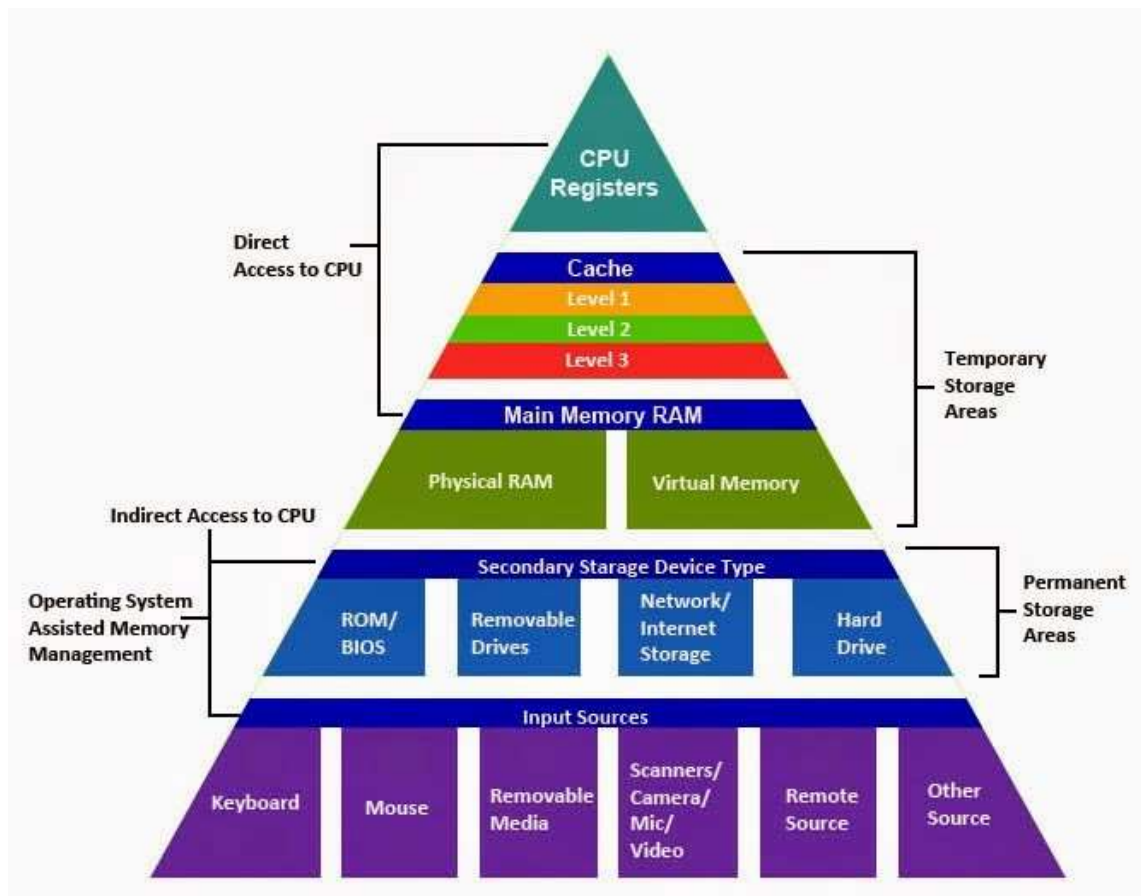


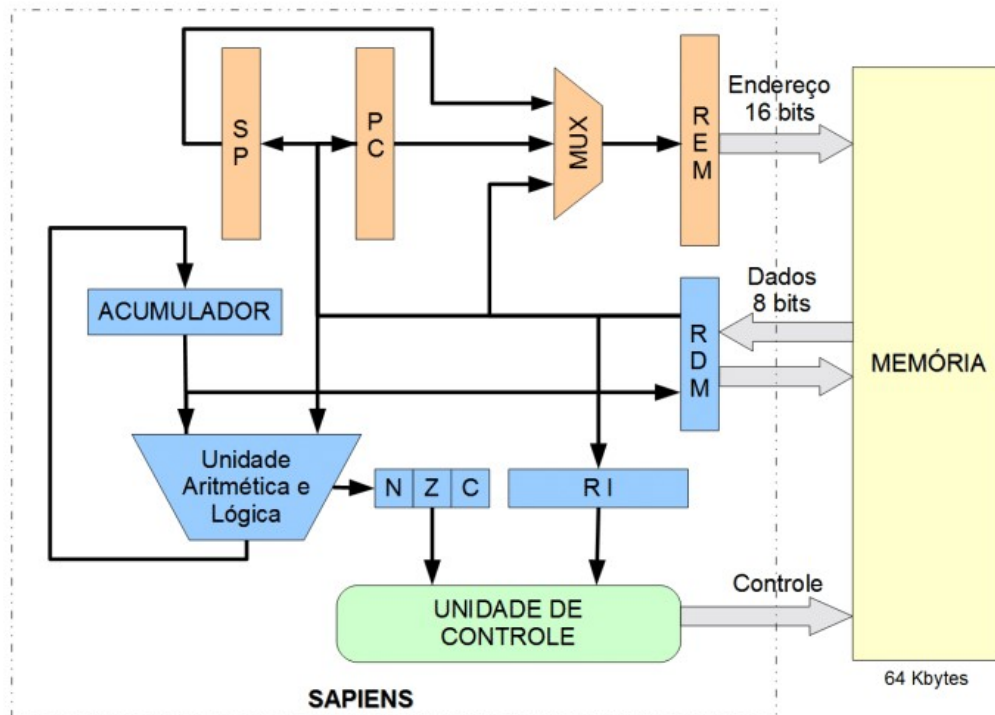
Figure 1: Architecture components layout for an Intel® Core™ i7 processor 6700K for desktop systems. This SoC contains 4 CPU cores, outlined in blue dashed boxes. Outlined in the red dashed box, is an Intel® HD Graphics 530. It is a one-slice instantiation of Intel processor graphics gen9 architecture.



Hierarquia das memórias



O IMPORTANTE DE FATO (ESCOPO DE CONHECIMENTO)?



O QUE É UM MICROPROCESSADOR

O microprocessador é um dispositivo lógico programável em um único chip de silício, concebido sob a tecnologia VLSI (circuito integrado em alta escala – *Very Large Scale Integration*).

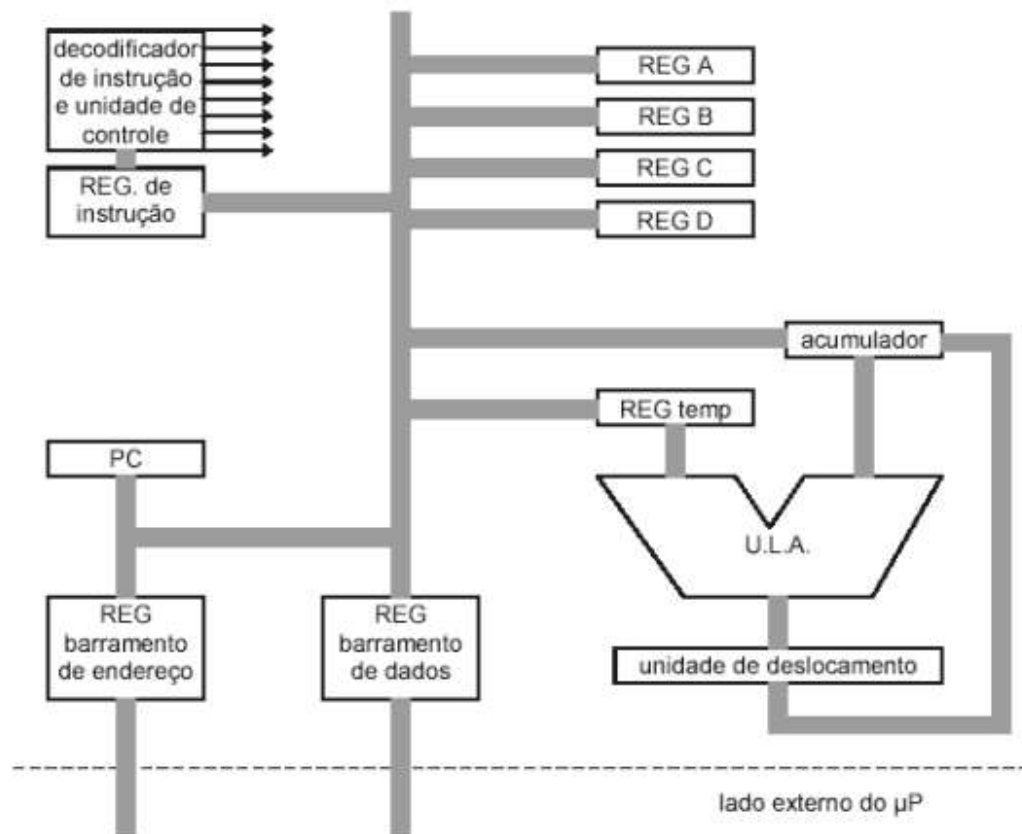
Ele age sob o controle de um programa armazenado em memória, executando operações aritméticas, lógica booleana, tomada de decisão, além de entrada e saída, permitindo a comunicação com outros dispositivos periféricos.

ARQUITETURA DE MICROPROCESSADORES

Apesar de existirem diversos fabricantes e famílias de microprocessadores, podemos identificar muitos aspectos comuns no que diz respeito à arquitetura desses componentes. Em geral, o bom conhecimento de algum deles acelera o aprendizado de outro.

Do ponto de vista de funcionamento, basicamente um microprocessador lê uma-a-uma as instruções de um programa armazenado na memória, obtém os seus operandos quando necessário, manipula os dados de acordo com o especificado no código da instrução, podendo ainda, ler dados de dispositivos de entrada e enviar dados para dispositivos de saída.

Apesar de cada Microprocessador ter suas peculiaridades, sua estrutura interna é bastante semelhante e pode ser generalizada. A estrutura interna de um Microprocessador pode ser ilustrada na figura seguinte.



Estrutura interna de um Microprocessador

Um Microprocessador é a parte principal de um microcomputador e a sua principal responsabilidade é executar instruções, que em última análise controlam todas as suas partes. Ele possui duas unidades básicas: a Unidade Lógica Aritmética (ULA), responsável pela realização das operações lógicas e aritméticas, e a Unidade de Controle (UC), responsável pela decodificação e execução das instruções, fornecendo os sinais de temporização adequados para as diversas partes do processador e do próprio computador além de Registradores para armazenamento da Informação Binária (dados, endereços e instruções).

UNIDADE CENTRAL DE PROCESSAMENTO - CPU

Esta parte do processador realiza todas as operações lógicas e aritméticas, possuindo além da própria Unidade Lógica e Aritmética, os registradores (Acumulador, registradores de propósito gerais e especiais) e a Unidade de Controle.

- **Registradores:** corresponde a uma memória local rápida do microprocessador, destinada ao armazenamento de dados e instruções. Um registrador pode ser:
 - *De propósito geral:* utilizado por exemplo, para as operações de movimentação de dados e operações lógicas e aritméticas.
 - *Especiais:* são registradores com funções específicas para determinados fins. São exemplos de registradores especiais:
 - Acumulador: é o principal registrador dentro de um processador, participando da maioria das operações lógicas e aritméticas, sendo em geral fonte de um dos operandos, e destino dos resultados das operações, além de participar das operações de entrada e saída de dados.
 - Registrador de Flags: armazena os indicadores de estado do processador (1 bit cada estado), como a ocorrência de um estouro numa

operação aritmética, ou a ocorrência de um resultado nulo, dentre outros.

- Contador do Programa: (“Program Counter” - PC) é um registrador que armazena o endereço de memória do início da próxima instrução a ser executada. Após a leitura de um byte de uma instrução, o contador do programa é incrementado, apontando para o seu próximo byte (se houver). Ao final da instrução, o contador do programa sempre armazena o endereço da próxima instrução a ser executada. O valor do contador do programa pode mudar de forma não sequencial quando alguma instrução de desvio ou chamada de sub-rotina é executada, sendo um novo endereço carregado neste registrador.
- Ponteiro da Pilha: (“Stack Pointer” - SP) armazena o endereço da última posição ocupada da pilha (topo da pilha). A pilha é uma estrutura do tipo LIFO (“Last In First Out”), sendo utilizada para armazenamento temporário de dados, como o endereço de retorno de uma sub-rotina ou o salvamento de registradores do microprocessador. Em muitos microprocessadores, quando um dado é inserido na pilha, o Stack Pointer é decrementado, ocorrendo o inverso quando um dado é retirado.
- **Unidade Lógica e Aritmética - ALU**: implementa as operações lógicas (NOT, AND, OR, XOR) e aritméticas (geralmente adição, subtração, multiplicação, divisão, dependendo do microprocessador). Em geral, o resultado de uma operação é armazenado no acumulador.
- **Unidade de Controle – UC**: Todas as funções de um microprocessador são controladas pela UC. Ela retira cada instrução da memória (operação de busca ou “fetch”), interpretando-a (operação chamada de decodificação), fornecendo os sinais de controle necessários à sua execução. A UC em geral é constituída pelas seguintes partes:
 - Circuitos de Temporização (Gerador de Clock): implementam o funcionamento síncrono do processador, indicando os instantes onde cada etapa da execução de uma instrução deve ocorrer. Em geral, o sinal de temporização (“clock”) é fornecido por um circuito oscilador a cristal associado a um circuito quadrador do sinal.
 - Controle e Decodificação (Memória de Microprogramas): memória apenas leitura que possui as atividades internas que devem ser realizadas para a execução de cada instrução.
 - Decodificador de Instrução: recebe a instrução que estava armazenada na memória e gera os códigos do Microprograma que realizará a tarefa definida por ela.

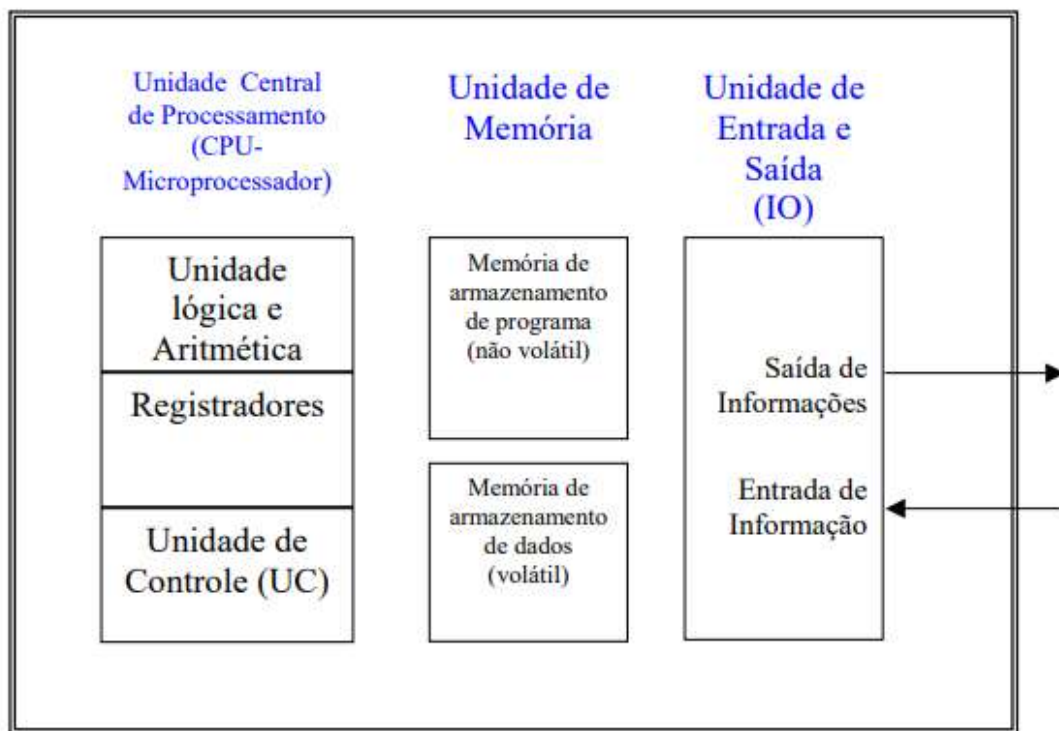
BARRAMENTOS INTERNOS

Os barramentos internos ou vias internas interligam os diversos componentes do microprocessador, conduzindo dados e endereços. Transportam informações entre os vários componentes internos do processador, como cache L1, registros etc. São três barramentos:

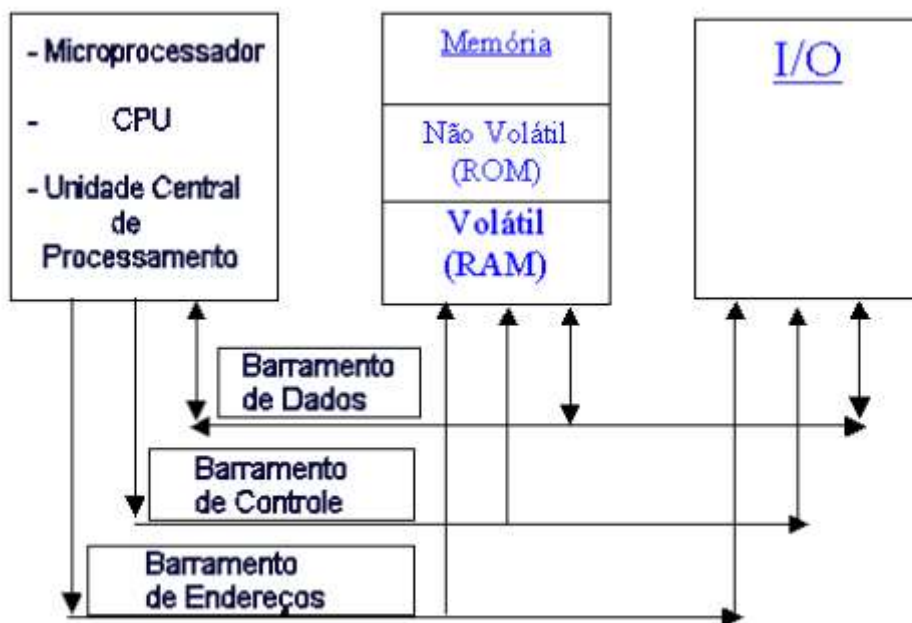
- **Barramento de dados**: Circulam os dados que são recebidos ou enviados. Um processador de 16-bits tem 16 fios transmitindo dados e recebendo dados, um de 32-bits terá o dobro e assim sucessivamente
- **Barramento de endereços**: Permite identificar qual o componente e a localização exata dentro dele, para que o processador possa comunicar com ele e enviar os respectivos dados.
- **Barramento de controle**: Tem como função principal a sincronização do processador com o restante dos componentes. Atua como um regulador das outras funções, podendo limitá-las ou expandi-las em razão de sua demanda.

ARQUITETURA DE MICROCOMPUTADORES

Um Microcomputador é constituído de um Microprocessador, Memórias e Unidade de Entrada e Saída de Dados.



Blocos básico de um Microcomputador



Ligação dos Blocos através dos Barramentos externos

DIFERENÇAS ENTRE OS MICROPROCESSADORES

Existem muitos tipos de microprocessadores no mercado, podendo-se encontrar grandes variações tanto no custo como no desempenho de cada um. As principais diferenças estão relacionadas ao:

- Tamanho da palavra (palavra de Memória: um grupo de células. Nos computadores atuais, o tamanho das palavras, normalmente está na faixa que varia de 32 a 64 bits)
- Quantidade de memória endereçável;
- Velocidade;
- Consumo.

Outras características também são importantes quando da comparação e escolha desses componentes:

- Número e tipos de registradores;
- Modos de endereçamento;
- Tipos de instruções;
- Compatibilidade de hardware ou software com outros processadores;
- Sistema ou ferramentas de desenvolvimento de hardware e de software, e suporte técnico;
- Componentes complementares (canais de comunicação serial, portas de entrada e saída etc.).

A escolha do microprocessador mais adequado depende basicamente da aplicação, e deve ser levar em conta os critérios:

- Técnicos: velocidade, capacidade de processamento, consumo;
- Econômicos: custo do projeto, custo de reprodução;
- Políticos: confiança no fornecedor; experiência anterior da equipe, etc.
- Estratégicos: disponibilidade de mais de um fornecedor, potencial de evolução do componente etc.

MICROPROCESSADORES E MICROCONTROLADORES

Apesar de serem utilizados há bastante tempo, ainda existe confusão entre os termos "microcomputador", "microprocessador" e "microcontrolador".

Basicamente um microcomputador nada mais é do que um computador digital com velocidade e recursos limitados, e tipicamente é constituído por:

- unidade central de processamento – CPU;
- memória;
- circuitos de entrada e saída.

Suas aplicações são também limitadas quando comparadas às de um computador de maior porte.

O microprocessador é geralmente implementado em um único componente, que possui:

- Unidade central de processamento – CPU; Ele pode ser encarado como uma máquina sequencial de uso geral, cujo comportamento no tempo é determinado por um programa externo colocado em memória.

Associado a pastilhas periféricas, ele pode gerar:

- Microcomputadores e controles lógicos de uso específico
- Microcomputadores de uso geral

Suas aplicações mais destacadas são as que envolvem o processamento de informações demasiadamente complexas para uma solução convencional com circuitos digitais discretos, e não complexas o suficiente para o aproveitamento das flexibilidades de um microcomputador. Exemplos de aplicações: instrumentação; comunicações; computação: micros e seus periféricos;

automação: industrial, comercial, bancária, predial; transportes; diversão: aparelhos de uso doméstico e brinquedos.

Algum tempo após o lançamento dos microprocessadores surgiram os microcontroladores, que possuem em um único componente:

- a unidade central de processamento
- memória (ROM e RAM);
- entradas e saídas (serial, paralela, timer etc.).

Contudo, os microcontroladores apresentam menor desempenho que os microprocessadores, mas possuem um custo muito baixo (alguns dólares tipicamente), sendo destinados a aplicações onde as dimensões, custo, tamanho e consumo do produto são muito importantes. O primeiro microcontrolador foi o 8048 da Intel, o qual foi sucedido posteriormente pela família 8051, muito popular atualmente, juntamente com o 6811 da Motorola. Contudo, existem muitos modelos e fornecedores desses componentes no mercado, podendo ser encontrados em veículos, equipamentos domésticos, dispositivos periféricos de computadores, pequenos sistemas de controle, brinquedos, etc.

FUNCIONAMENTO DE UM MICROPROCESSADOR OU MICROCONTROLADOR

O microcomputador/microcontrolador é uma máquina eletrônica capaz de buscar e executar instruções de programas alocados em memória.

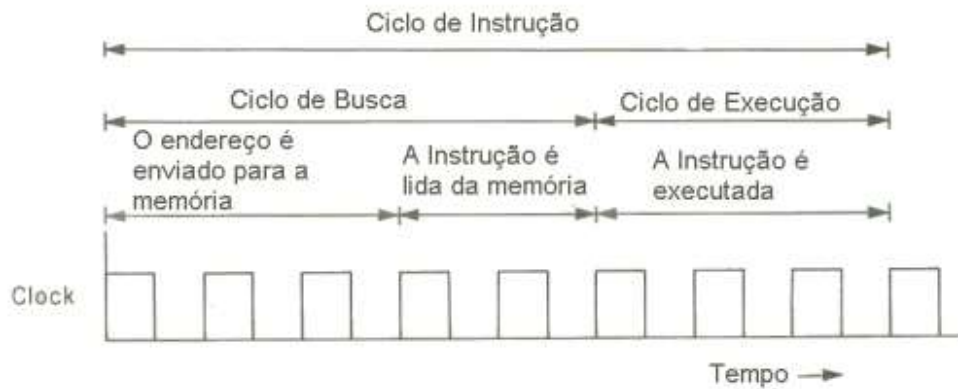
Após a energização de um microcomputador/microcontrolador, é gerado um sinal de reset que zera o Program Counter (PC), ou seja, posiciona o Contador de Programa no endereço inicial. O programa é executado a partir de seu início.

O microprocessador/microcontrolador irá buscar e executar a instrução que está localizada no endereço de memória definida pelo PC (início do programa). Para buscar uma instrução na Memória, o microprocessador/microcontrolador gasta um determinado tempo chamado de Ciclo de Busca. Para executar a instrução buscada, o Microprocessador/microcontrolador gasta outro tempo determinado chamado de Ciclo de Execução.

A figura a seguir ilustra os tempos envolvidos.

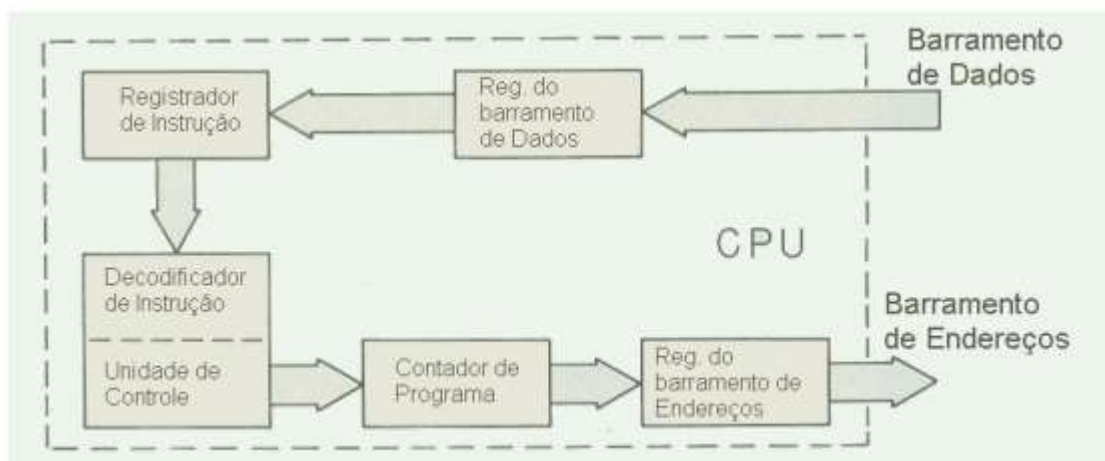
Ciclo de Busca: operação de leitura de uma instrução a partir da posição de memória cujo endereço é definido pelo conteúdo do PC. Nesse ciclo o conteúdo do PC é incrementado de uma, duas ou três unidades. Isso depende do tamanho da instrução;

Ciclo de Execução: executa a instrução (operações de movimentação de informação, operações aritméticas e lógicas etc.).



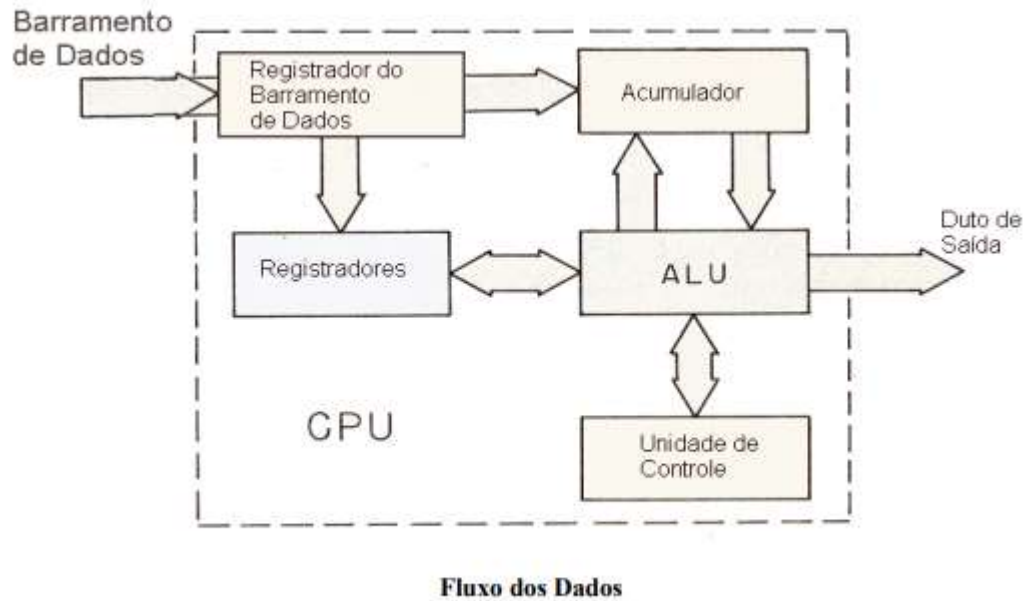
Ciclo de Busca e Ciclo de Execução

Fluxo de uma Instrução: a instrução armazenada na memória entra na CPU através do Duto de Dados, conforme mostra a figura seguinte. O código binário correspondente à Instrução vai para o Decodificador de Instrução que aciona a Unidade de Controle que comanda a execução.



Fluxo da Instrução

Fluxo dos Dados: Os Dados lidos ou a serem armazenados na memória também entram ou saem pelo duto de Dados, mas dirigem-se para o Acumulador ou Registradores para serem operados pela ALU, conforme figura seguinte.



DMA

Sigla relacionada com o mundo da tecnologia que significa **Direct Memory Access**, ou em português **Acesso Direto à Memória**. O DMA é uma característica dos computadores mais **modernos** que possibilita que determinados subsistemas de hardware dentro do computador **acessem a memória do sistema**, sem depender da unidade de processamento central (CPU).

O DMA é um recurso da placa mãe que capacita os periféricos a terem acesso direto à memória RAM, sem sobrecarregarem o processador. Com o DMA, as transferências de dados ocorrem sem a intervenção da CPU por cada byte que é transferido. Desta forma, a transferência de dados ocorre de forma muito mais rápida. Muitos sistemas de hardware usam o processo DMA, incluindo controladores de disco, placas de vídeo, placas de rede e placas de som.

Este método de transferência de dados ocorre em canais específicos de DMA. Existem 8 canais de DMA, que estão numerados de 0 a 7. Nos canais de 0 a 3 as transferências ocorrem a 8 bits, e estes canais pretendem garantir a compatibilidade com periféricos mais antigos. Nos restantes canais, as transferências são feitas a 16 bits.

