



UNIVassOURas
CAMPUS UNIVERSITÁRIO
DE SAQUAREMA



UNIVASSOURAS

Curso de Graduação em Engenharia de Software



Infraestrutura de TI para Engenharia de Software

Aula 2

Prof. Dr. André Saraiva

Doutor em Ciência da Computação

Mestre em sistemas Computacionais

Especialista em Arquitetura e Projeto de Cloud Computing



UNIVASSOURAS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO
DE SAQUAREMA



Análise da arquitetura de funcionamento de um computador

Recapitulando a aula anterior (Eniac)

- Decimal (não binário).
- 20 acumuladores de 10 dígitos.
- Programado manualmente por chaves.
- 18 000 válvulas.
- 30 toneladas.
- 1 500 pés quadrados.
- 140 kW de consumo de potência.
- 5 000 adições por segundo.

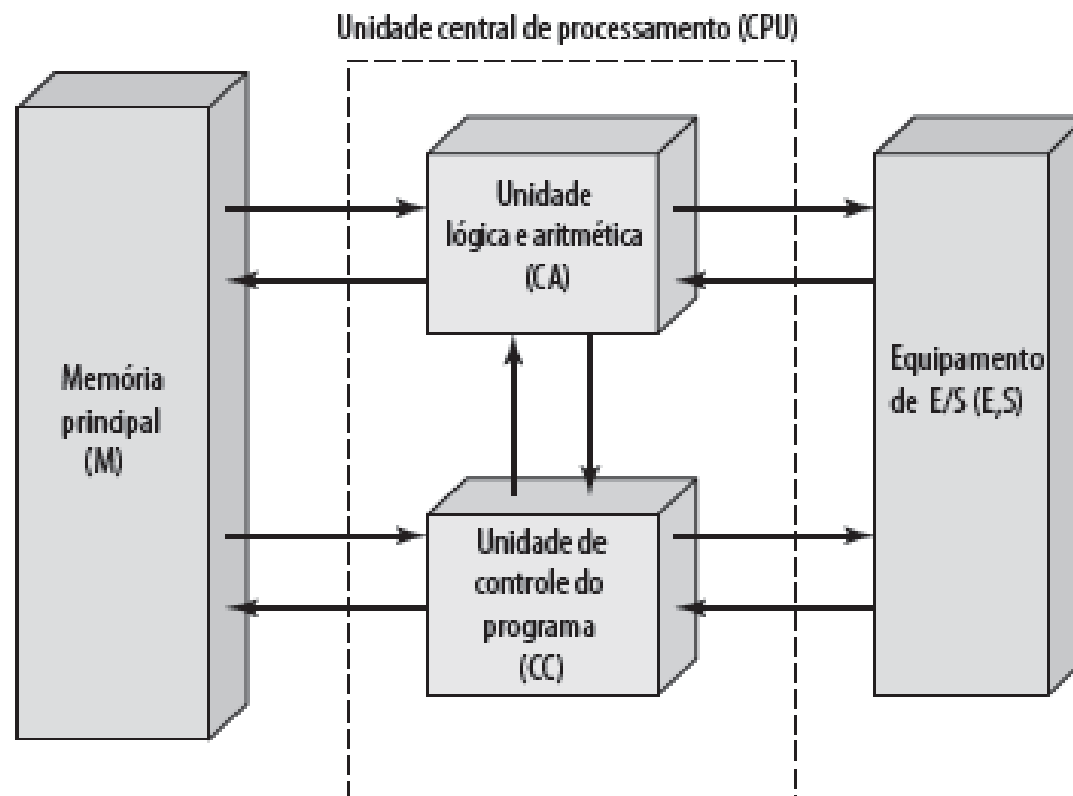
Análise da arquitetura de funcionamento de um computador


Um pouco mais de informação: Von Neuman/Turing

- Conceito de programa armazenado.
- Memória principal armazenando programas e dados.
- ALU operando sobre dados binários.
- Unidade de controle interpretando e executando instruções da memória.
- Equipamento de entrada e saída operado por unidade de controle.
- Princeton Institute for Advanced Studies.
—IAS
- Concluído em 1952.

- 📌 Análise da arquitetura de funcionamento de um computador

Estrutura da máquina de von Neumann



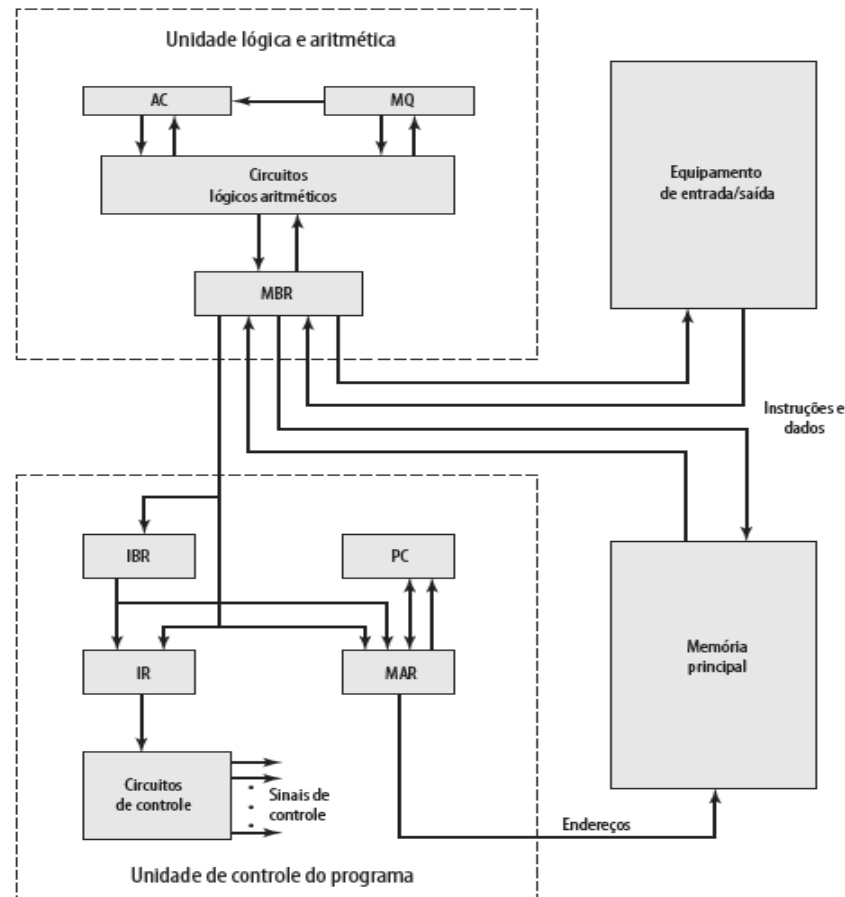
 Análise da arquitetura de funcionamento de um computador

IAS - detalhes

- 1000 “palavras” de 40 bits.
 - Número binário.
 - 2 instruções de 20 bits.
- Conjunto de registradores (armazenamento em CPU).
 - Registrador de buffer de memória.
 - Registrador de endereço de memória.
 - Registrador de instrução.
 - Registrador de buffer de instrução.
 - Contador de programa.
 - Acumulador.
 - Quociente multiplicador.

É uma sequência de tamanho fixo de bits que é processada em conjunto numa máquina e indica a unidade de transferência entre a CPU e memória principal

Estrutura do IAS – detalhes



Computadores comerciais

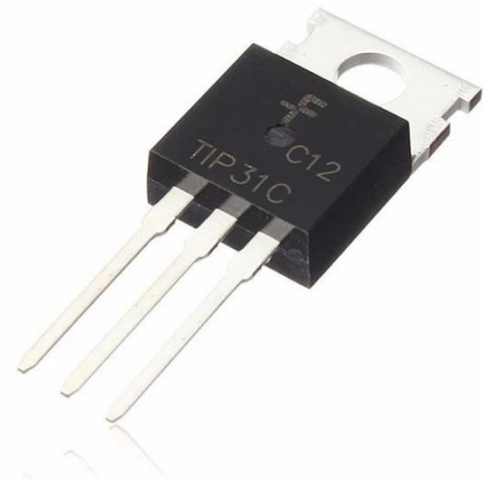
- 1947 – Eckert-Mauchly Computer Corporation.
- UNIVAC I (Universal Automatic Computer).
- Birô do Censo dos EUA para cálculos de 1950.
- Tornou-se parte da Sperry-Rand Corporation.
- Final da década de 1950 – UNIVAC II.
 - Mais rápido.
 - Mais memória.

IBM

- Equipamento de processamento de cartão perfurado.
- 1953 – 0 701
 - Primeiro computador de programa armazenado da IBM.
 - Cálculos científicos.
- 1955 – 0 702
 - Aplicações comerciais.
- Levou à série 700/7000.

Transistores

- Substituíram as válvulas.
- Menores.
- Mais baratos.
- Menos dissipação de calor.
- Dispositivo de estado sólido.
- Feito de silício (areia).
- Inventado em 1947 na Bell Labs.
- William Shockley e outros.



Computadores baseados em transistor

- Máquinas de segunda geração.
- NCR & RCA produziram máquinas com transistor pequeno.
- IBM 7000.
- DEC – 1957.
 - Produziu o PDP-1.

Microeletrônica

- Literalmente – “pequena eletrônica”.
- Um computador é composto de portas, células de memória e interconexões.
- Estas podem ser fabricadas em um semicondutor.
- Por exemplo, *wafer* de silício.

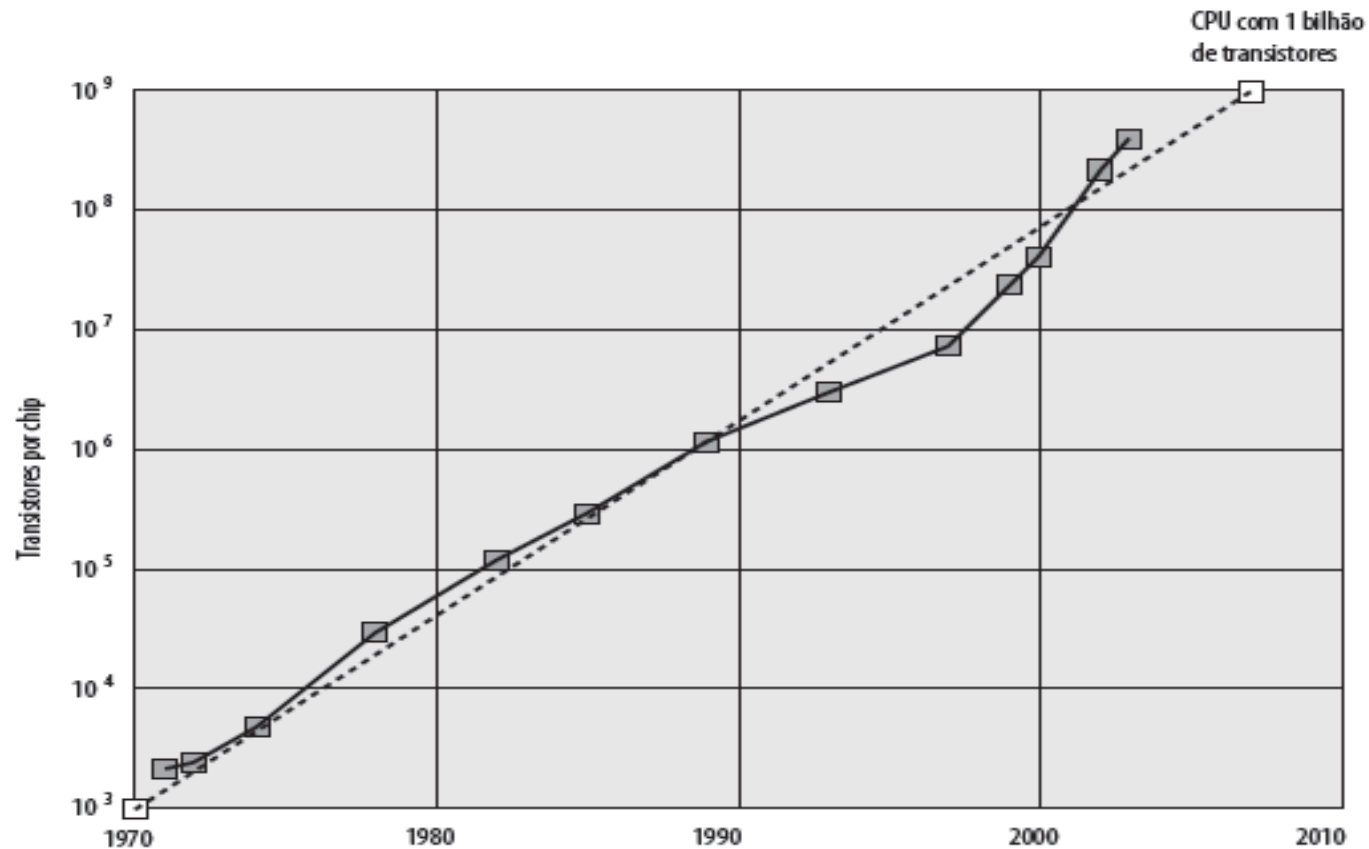
Gerações de computadores

- Válvula – 1946-1957.
- Transistor – 1958-1964.
- Integração em pequena escala – 1965 em diante.
 - Até 100 dispositivos em um chip.
- Integração em média escala – 1971.
 - 100-3 000 dispositivos em um chip.
- Integração em grande escala – 1971-1977.
 - 3 000 – 100 000 dispositivos em um chip.
- Integração em escala muito grande – 1978 -1991.
 - 100 000 – 100 000 000 dispositivos em um chip.
- Integração em escala ultragrande – 1991.
 - Mais de 100 000 000 dispositivos em um chip.

Lei de Moore

- Maior densidade de componentes no chip.
- Gordon Moore – cofundador da Intel.
- Número de transistores em um chip dobrará a cada ano.
- Desde 1970, isso diminuiu um pouco.
 - Número de transistores dobra a cada 18 meses.
- Custo de um chip permaneceu quase inalterado.
- Maior densidade de empacotamento significa caminhos elétricos mais curtos, gerando maior desempenho.
- Menor tamanho oferece maior flexibilidade.
- Redução nos requisitos de potência e resfriamento.
- Menos interconexões aumenta a confiabilidade.

Crescimento na contagem de transistores da CPU



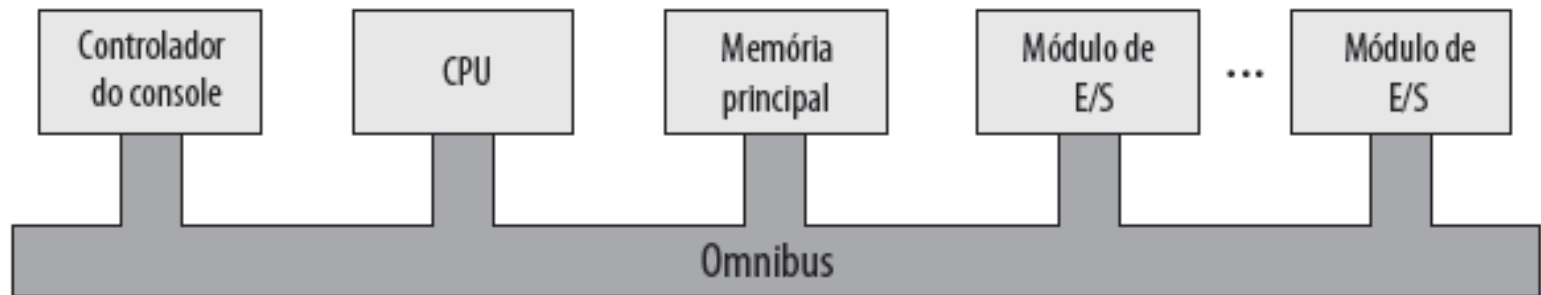
IBM série 360

- 1964.
- Substituiu (incompatível com) série 7000.
- Primeira “família” planejada de computadores.
 - Conjuntos de instruções semelhantes ou iguais.
 - SO semelhante ou igual.
 - Velocidade aumentada.
 - Número cada vez maior de portas de E/S (ou mais terminais).
 - Tamanho de memória crescente.
 - Maior custo.
- Estrutura comutada multiplexada.

DEC PDP-8

- 1964.
- Primeiro minicomputador (nome deve-se à minissaia)
- Não precisava de sala resfriada.
- Pequeno o suficiente para ser colocado sobre uma bancada de laboratório.
- US\$ 16 000.
 - Centenas de milhares de US\$ do IBM 360.
- Aplicações embutidas & OEM.
- Estrutura de barramento.
- [Página do PDP](#)
 - <https://www.pdp8online.com/>

Estrutura de barramento do DEC PDP-8



Memória semicondutora

- 1970.
- Fairchild.
- Tamanho de um único core.
 - Ou seja, 1 bit de armazenamento do core magnético
- Mantém 256 bits.
- Leitura não destrutiva.
- Muito mais rápida que o core.
- Capacidade dobra aproximadamente a cada ano.

Intel

- 1971 – 4004
 - Primeiro microprocessador.
 - Todos os componentes da CPU em um único chip.
 - 4 bits.
- Acompanhado em 1972 pelo 8008.
 - 8 bits.
 - Ambos projetados para aplicações específicas.
- 1974 – 8080.
 - Primeiro microprocessador de uso geral da Intel.

Ganhando velocidade

- Pipelining.
- Cache na placa.
- Cache L1 & L2 na placa.
- Previsão de desvio.
- Análise de fluxo de dados.
- Execução especulativa.

Pipeline consiste em uma cadeia de elementos de processamento - processos, threads, funções - dispostos de modo que a saída de cada elemento seja a entrada do próximo

Ganhando velocidade

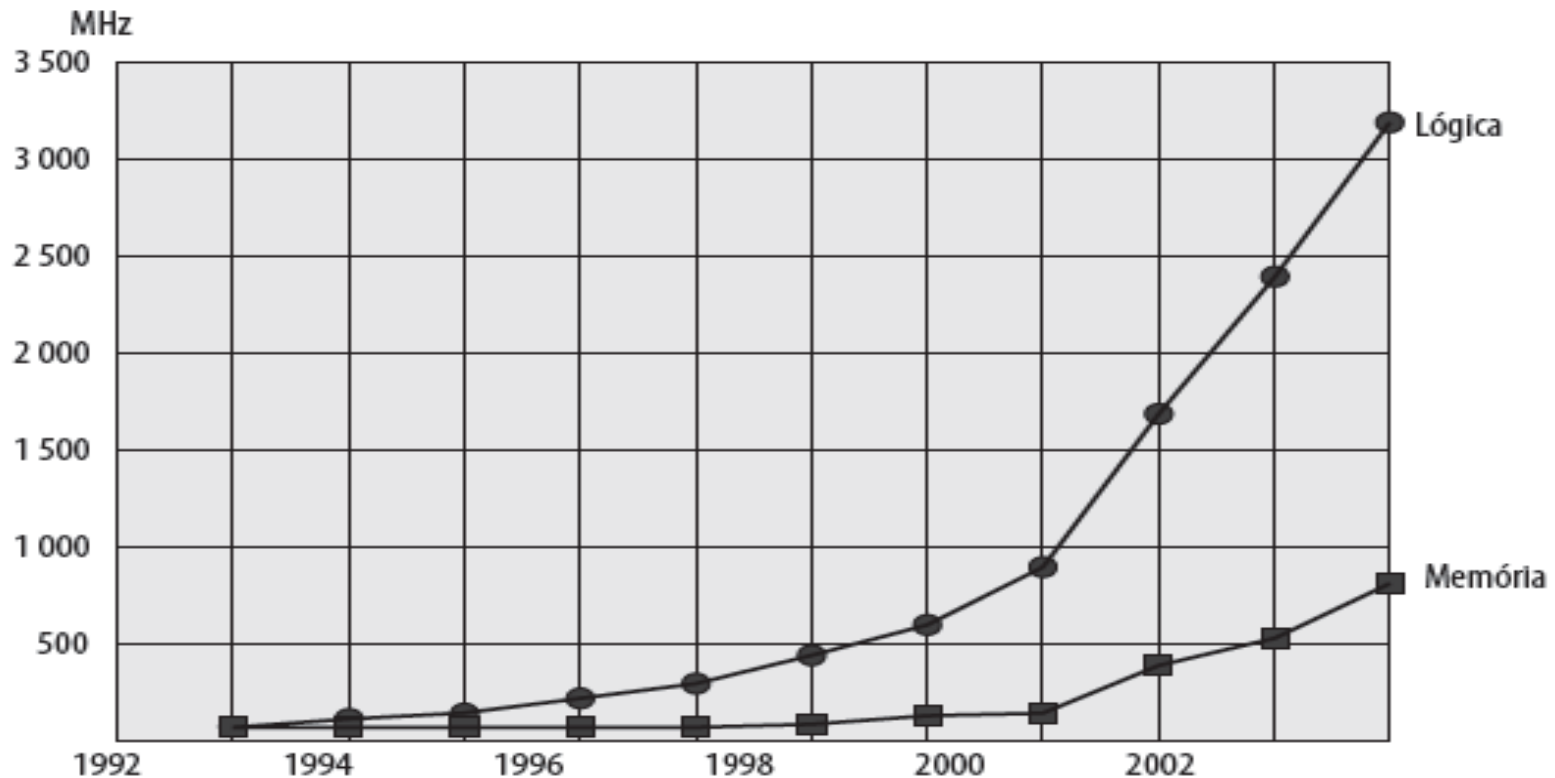
- Pipelining.
- Cache na placa.
- Cache L1 & L2 na placa.
- Previsão de desvio.
- Análise de fluxo de dados.
- Execução especulativa.

armazenamento físico de dados de alta velocidade que guarda um subconjunto de dados, temporário por natureza, para que futuras solicitações sejam atendidas de modo mais rápido

Balanço do desempenho

- Aumento da velocidade do processador.
- Aumento da capacidade de memória.
- Velocidade da memória fica para trás da velocidade do processador.

Diferença de desempenho entre lógica e memória



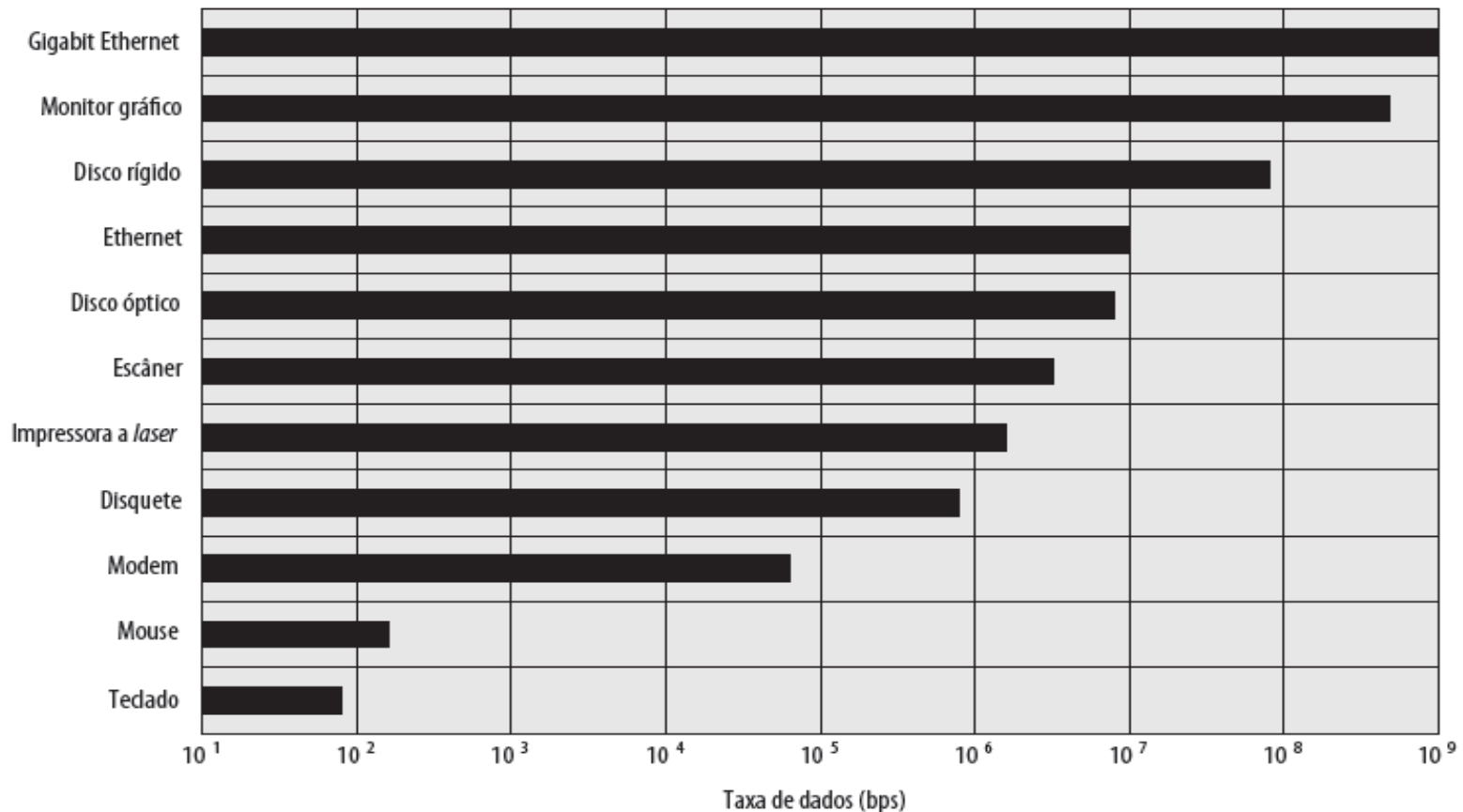
Soluções

- Aumentar número de bits recuperados de uma só vez.
 - Tornar DRAM “mais larga” ao invés de “mais profunda”.
- Mudar interface da DRAM.
 - Cache.
 - Reduzir frequência de acesso à memória.
 - Cache mais complexa e cache no chip.
- Aumentar largura de banda de interconexão.
 - Barramentos de alta velocidade.
 - Hierarquia de barramentos.

Dispositivos de E/S

- Periféricos com demandas intensas de E/S.
- Grandes demandas de vazão de dados.
- Processadores podem tratar disso.
- Problema de movimentar dados.
- Soluções:
 - Caching.
 - Buffering.
 - Barramentos de interconexão de maior velocidade.
 - Estruturas de barramentos mais elaboradas.
 - Configurações de processador múltiplo.

Taxas de dados típicas dos dispositivos de E/S



A chave é o balanço

- Componentes do processador.
- Memória principal.
- Dispositivos de E/S.
- Estrutura de interconexão.

Melhorias na organização e na arquitetura do chip

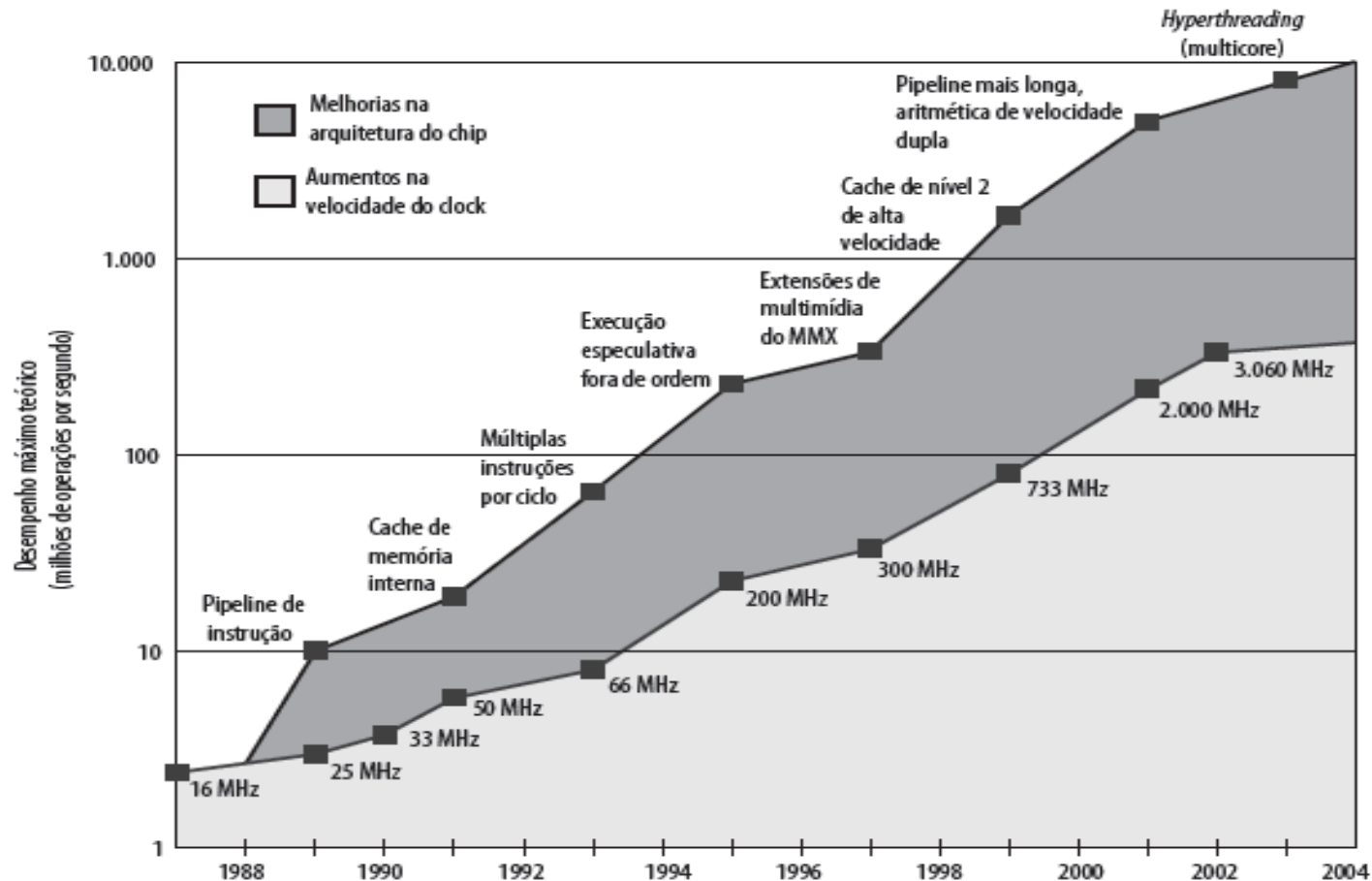
- Aumentar velocidade de hardware do processador.
 - Deve-se fundamentalmente ao encolhimento do tamanho das portas lógicas no chip.
 - Mais portas, reunidas mais de perto, aumentando a taxa de clock.
 - Redução no tempo de propagação dos sinais.
 - Aumentar tamanho e velocidade das caches.
 - Dedicando parte do chip do processador .
 - Tempos de acesso à cache caem significativamente.
- Mudar organização e arquitetura do processador.
 - Aumenta velocidade de execução efetiva.
 - Paralelismo.

Problemas com velocidade do clock e densidade da lógica

- Potência
 - Densidade de potência aumenta com densidade da lógica e velocidade do clock.
 - Dissipação de calor.
- Atraso de RC
 - Velocidade em que os elétrons fluem pela resistência e capacitância dos fios de metal que os conecta.
 - Aumentos de atraso à medida que o produto RC aumenta.
 - Interconexões de fio mais finas, aumentando a resistência.
 - Fios mais próximos, aumentando a capacitância.

- Latência da memória
 - Velocidades de memória ficam atrás das velocidades de processador.
- Solução:
 - Mais ênfase em abordagens de organização e arquitetura.

Desempenho do microprocessador Intel



Aumento da capacidade de cache

- Normalmente, dois ou três níveis de cache entre processador e memória principal.
- Densidade de chip aumentada.
 - Mais memória cache no chip.
 - Acesso mais rápido à cache.
- Chip Pentium dedicou cerca de 10% da área do chip à cache.
- Pentium 4 dedica cerca de 50%.

Nova técnica – múltiplos cores

- Múltiplos processadores em único chip.
 - Grande cache compartilhada.
- Dentro de um processador, aumento no desempenho proporcional à raiz quadrada do aumento na complexidade.
- Se o software puder usar múltiplos processadores, dobrar o número de processadores quase dobra o desempenho.
- Assim, use dois processadores mais simples no chip ao invés de um processador mais complexo.
- Com dois processadores, caches maiores são justificadas.
 - Consumo de potência da lógica de memória menor lógica do processamento.

Evolução do x86

- 8080
 - Primeiro microprocessador de uso geral.
- Caminho de dados de 8 bits.
 - Usado no primeiro computador pessoal – Altair.
- 8086 – 5MHz – 29 000 transistores.
 - Muito mais poderoso.
- 16 bits.
 - Cache de instruções, pré-busca poucas instruções.
 - 8088 (barramento externo de 8 bits) usado no primeiro IBM PC.
- 80286
 - 16 MB de memória endereçável.
 - A partir de 1MB.

- 80386
 - 32 bits.
 - Suporte para multitarefa.
- 80486
 - Cache sofisticada e poderosa, pipeline sofisticado de instrução.
 - Coprocessador matemático embutido.

Tópicos

Infraestrutura de TI

- Pentium
 - Superescalar.
 - Múltiplas instruções executadas em paralelo.
- Pentium Pro
 - Organização superescalar aumentada.
 - Renomeação de registrador agressiva.
 - Previsão de desvio.
 - Análise de fluxo de dados.
 - Execução especulativa.
- Pentium II
 - Tecnologia MMX.
 - Processamento de gráficos, vídeo e áudio.
- Pentium III
 - Instruções adicionais de ponto flutuante para gráficos 3D.

Tópicos

Infraestrutura de TI

- Pentium
 - Superescalar.
 - Múltiplas instruções executadas em paralelo.
- Pentium Pro
 - Organização superescalar aumentada.
 - Renomeação de registrador agressiva.
 - Previsão de desvio.
 - Análise de fluxo de dados.
 - Execução especulativa.
- Pentium II
 - Tecnologia MMX.
 - Processamento de gráficos, vídeo e áudio.
- Pentium III
 - Instruções adicionais de ponto flutuante para gráficos 3D.

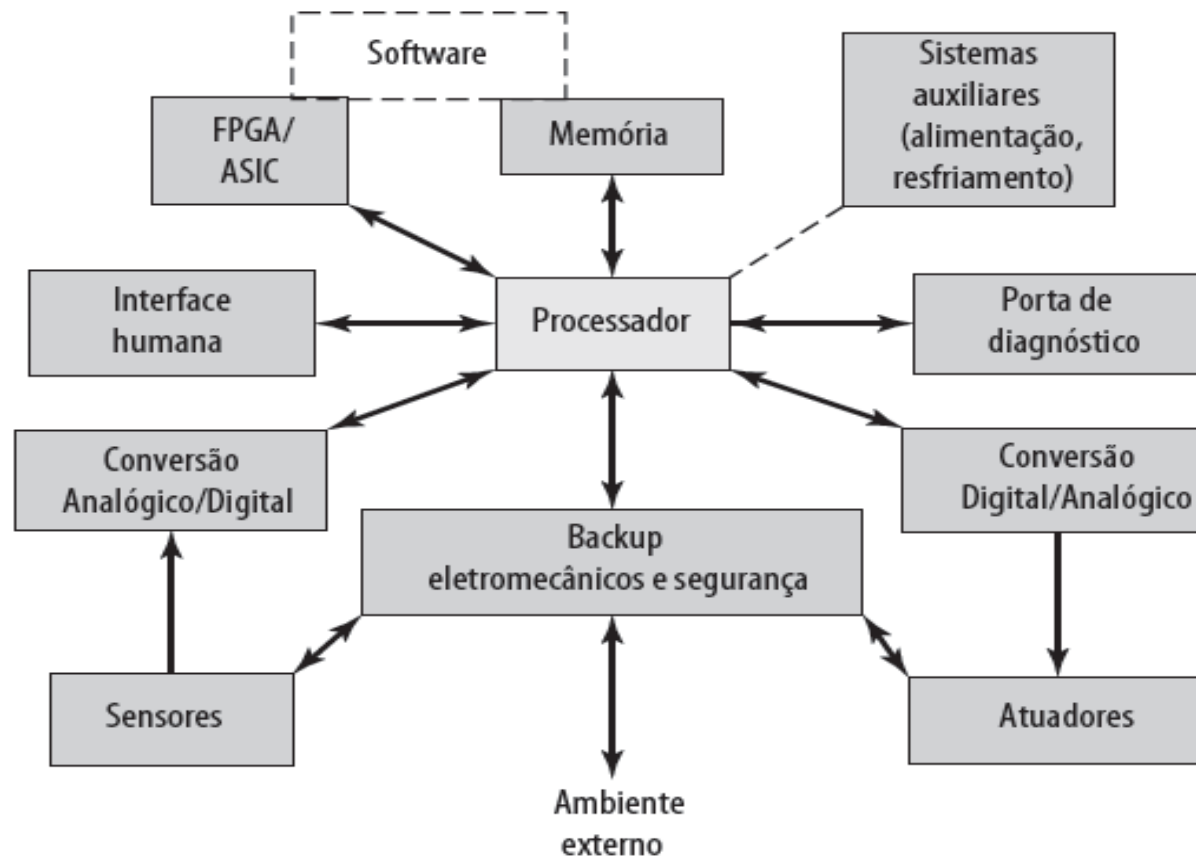
Sistemas embarcados ARM

- ARM evoluiu dos princípios de projeto RISC.
- Usada principalmente em sistemas embarcados.
 - Usada dentro do produto.
 - Não para computador de uso geral.
 - Função dedicada.
 - Por exemplo, freios ABS no carro.

Requisitos dos sistemas embarcados

- Diferentes tamanhos.
 - Diferentes restrições, otimização, reuso.
- Diferentes requisitos.
 - Segurança, confiabilidade, tempo real, flexibilidade e legislação.
 - Tempo de vida
 - Condições ambientais.
 - Cargas estáticas *versus* dinâmicas.
 - Velocidades de lenta a rápida.
 - Uso intenso de computação *versus* E/S.
 - Sistemas de evento discreto até dinâmica de tempo contínuo.

Possível organização de um sistema embarcado



✓ Atividades

✓ Ler o capítulo 2 da bibliografia a seguir:

STALLINGS, W. Arquitetura e Organização de Computadores. 8ª edição. São Paulo: Pearson, 2010.

Motivação: Cai na prova. 😊



Professor:
André Saraiva, DSc



E-mail:
andre.saraiva@univassouras.edu.br