

ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

Aula 01

Marcos da Arquitetura de Computadores

Prof Eduardo Marques

Computador

- **Computador** – um computador é uma máquina (eletrônica e mecânica) capaz de sistematicamente coletar, manipular e fornecer os resultados da manipulação de informações para um ou mais objetivos (*Monteiro, 2007*);
- Um computador digital é uma máquina que pode resolver problemas para as pessoas executando instruções que lhe são dadas;
- Uma **sequência de instruções** que descreve como realizar certa tarefa é denominada **programa**.

Computador (2)

- Os circuitos eletrônicos de cada computador podem reconhecer diretamente um **conjunto limitado de instruções** simples, e, para que os programas possam ser executados, todos antes devem ser convertidos em instruções (simples).

Exemplos (*Tanenbaum, 2007*):

- *Somar dois números;*
- *Executar operações lógicas sobre dois números.*

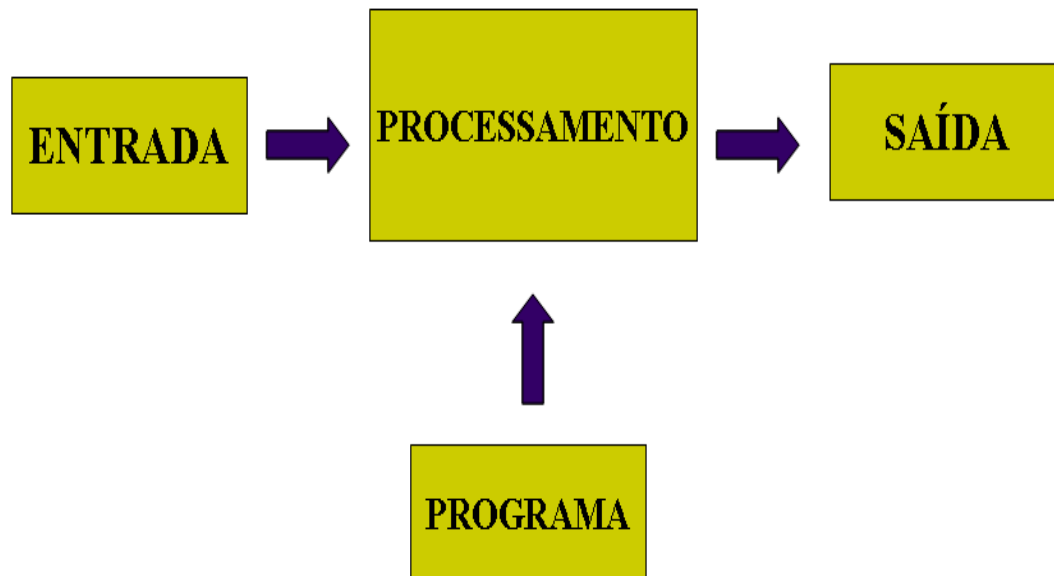
Computador (3)

- Portanto:
 - **Hardware** → componentes físicos.
 - No entanto, o hardware isoladamente é apenas um objeto inerte, sem qualquer atividade própria.
 - **Software** → conjunto de instruções ordenadas logicamente para realizar uma atividade específica.



Processamento de Dados

- Exemplo: *Processamento de estoque em uma empresa:*
- **Dados** (entrada) → itens recebidos e retirados, bem como a posição do dia anterior;
- **Processamento** → operações aritméticas de soma e subtração. O computador necessita de “ordens” específicas (suas instruções) para executar uma tarefa;



Processamento de Dados (2)

- Um computador precisa entender cada instrução, de modo a executar corretamente a operação que se pretende. O operador entende português, sendo que o computador tem sua própria linguagem – **a linguagem binária**;
 - **Linguagem de máquina** → para os seres humanos é tediosa de trabalhar, difícil de compreender e fácil de acarretar erros.
 - Razão para o desenvolvimento de linguagens mais próximas ao entendimento dos operadores: Cobol, C++, Java, Assembly, VB ...
 - Instrução em linguagem de alto nível:
 - $X := A + B / (C * D - A)$
 - Instruções binárias
 - 01111111000001111
 - O computador executa somente instruções em binário
- **Saída** → resultado (nova posição do estoque)

Marcos da arquitetura de computadores

Introdução

- Durante a evolução do computador digital moderno foram projetadas e construídas centenas de diferentes tipos de computadores;
- O objetivo é apresentar um resumo dos principais desenvolvimentos históricos, divididos em gerações (*Tanenbaum, 2007*).

Previsões...

“Este ‘telefone’ tem inconvenientes demais para ser seriamente considerado um meio de comunicação. Esta geringonça não tem nenhum valor para nós.” – memorando interno da [Western Union](#) (1876).

“No futuro os computadores não pesarão mais do que 1,5 toneladas.” – [Popular Mechanics](#) (1949).

“Penso que há, talvez no mundo, mercado para cinco computadores.” – [Thomas Watson](#), presidente da IBM (1943).

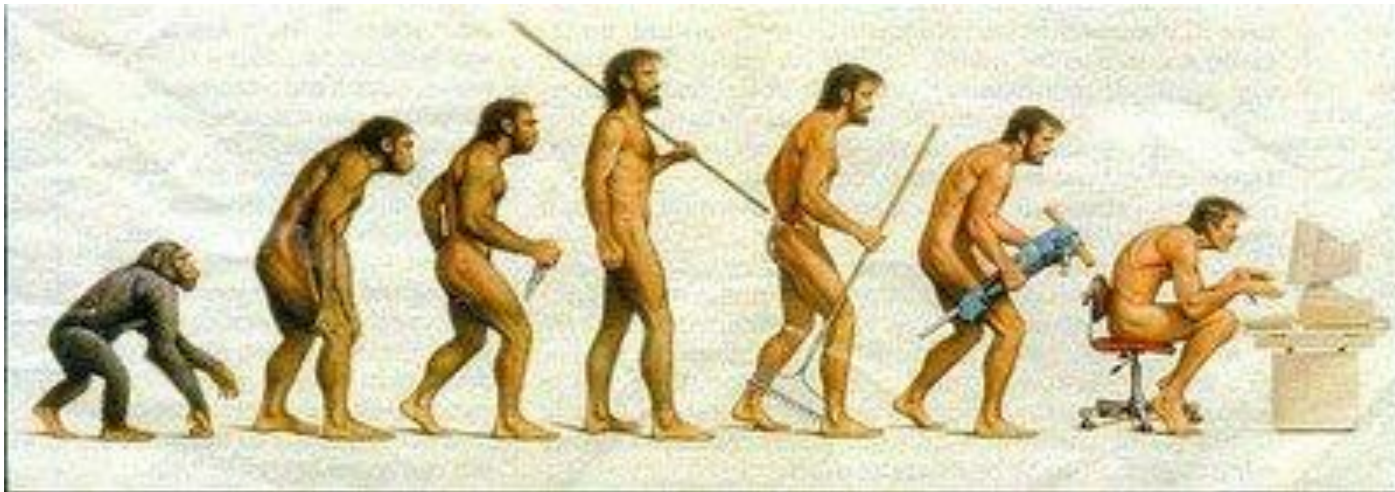
“Não há nenhuma razão para que alguém queira ter um computador em casa.” – [Ken Olson](#), presidente e fundador da [Digital Equipments Corp.](#) (1977).

“640 kB é mais do que suficiente para qualquer um.” – [Bill Gates](#), fundador e presidente da [Microsoft](#) (1981).

"Eu prevejo que a internet vai entrar em um colapso catastrófico em 1996" (Robert Metcalfe, fundador da 3Com e inventor do protocolo Ethernet, 1995)

Gerações

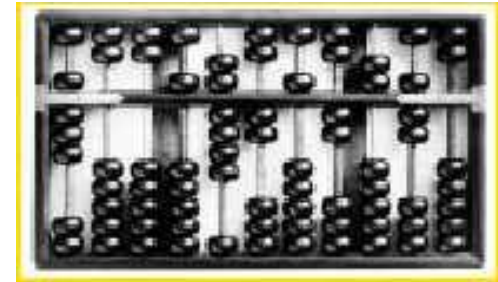
- A geração Zero – computadores mecânicos (1642 – 1945);
- A Primeira Geração (1945-1955): Válvulas;
- A Segunda Geração (1956-1965): Transistores;
- A Terceira Geração (1965-1980): Circuitos Integrados (CI's);
- A Quarta Geração (1980-?): Integração em escala muito grande;
- A Quinta Geração – Computadores Invisíveis.



A geração Zero – computadores mecânicos (1642 – 1945)

Primeiros inventos

Ábaco - utilizado no oriente 2000 a.c

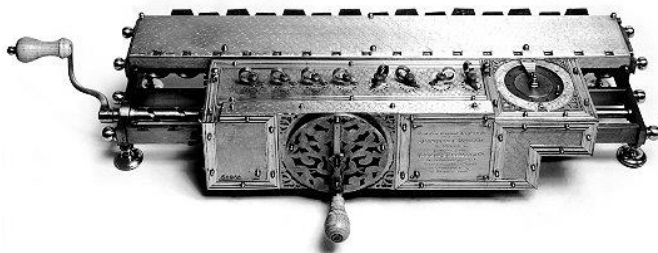


Régua de cálculo - desde 1621



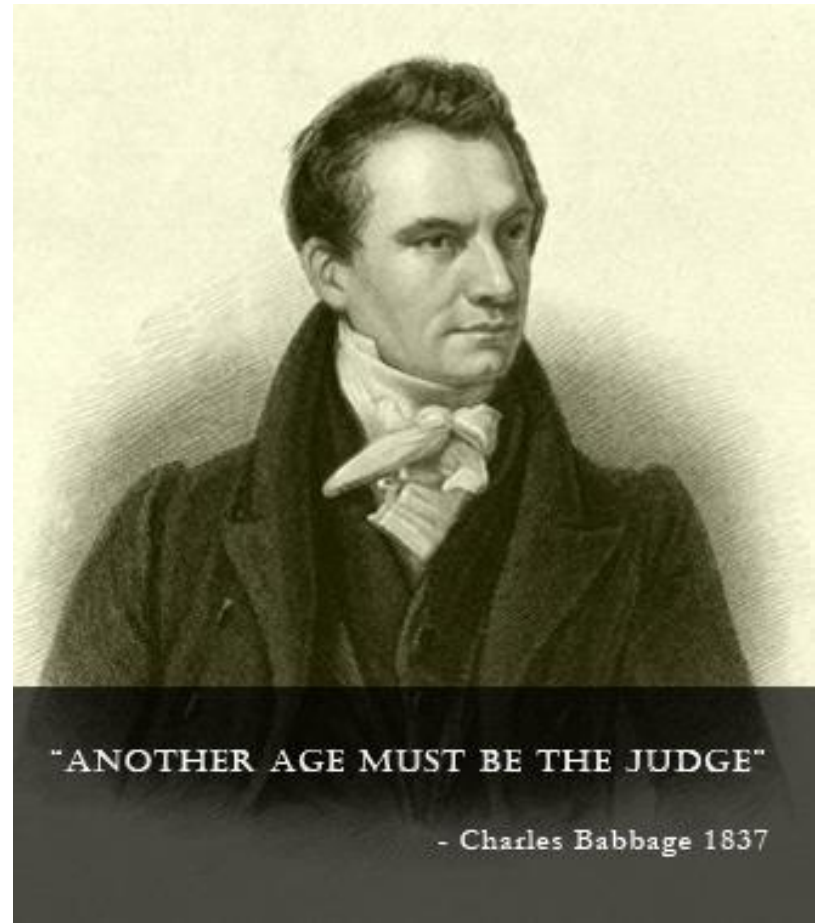
Máquina Aritmética de **Blaise Pascal**
a Pascaline (1642), que era capaz de
somar e subtrair.

Depois de 30 anos, **Leibniz** construiu uma
Máquina que podia multiplicar e dividir.



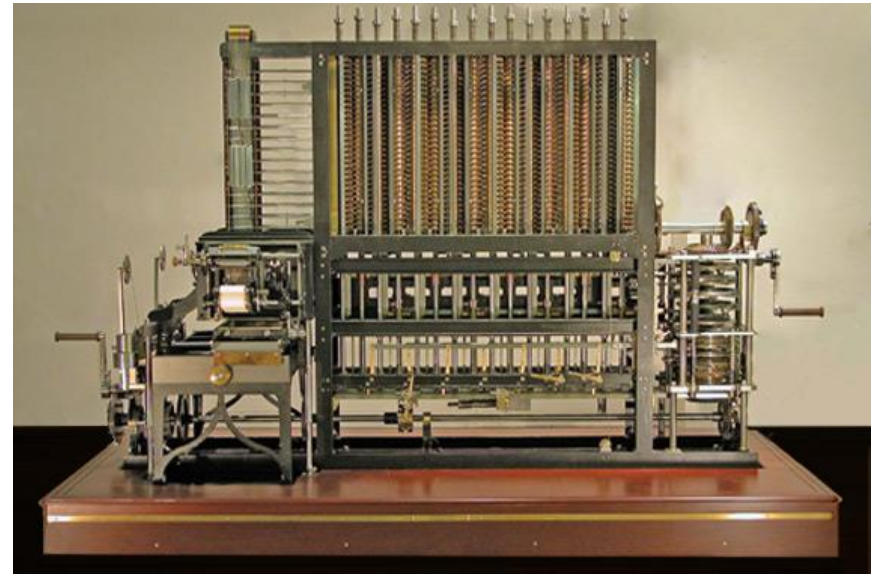
Charles Babbage

- Durante 150 anos nada de muito importante aconteceu, até que um professor de matemática da Universidade de Cambridge, **Charles Babbage (1792-1871)**, o inventor do velocímetro, projetou e construiu sua primeira máquina diferencial (somar e subtrair).
- Método de saída: ela perfurava seus resultados sobre uma chapa de gravação de cobre.
- **Babbage** logo frustrou-se com a máquina que só podia executar um único algoritmo, e começou a projetar a máquina analítica.
- A máquina analítica tinha quatro componentes:
 - Armazenagem (memória)
 - Moinho (unidade de cálculo)
 - Entrada (cartões perfurados)
 - Saída (saída perfurada e impressa)



Charles Babbage (2)

- A **máquina** era inteiramente **mecânica**, realizando as operações de **soma, subtração, multiplicação e divisão**;
- A **máquina** era **programável**, lendo instruções de cartões perfurados e realizando cálculos diversos;
- Os **resultados** podiam ser **armazenados**.
- Visto que a máquina era programável em uma linguagem de montagem simples, Babbage contratou a primeira programadora do mundo: Ada Augusta Lovelace.
- Infelizmente, **Babbage não conseguiu avançar** no projeto, pois necessitava de milhares de dentes, rodas e engrenagens que a tecnologia do século XIX não podia oferecer.
- Ainda assim, suas idéias estavam muito à frente da sua época e até hoje os computadores modernos têm uma estrutura muito semelhante à da máquina analítica.
- Babbage foi o avô do computador moderno



<http://www.computerhistory.org/babbage/>

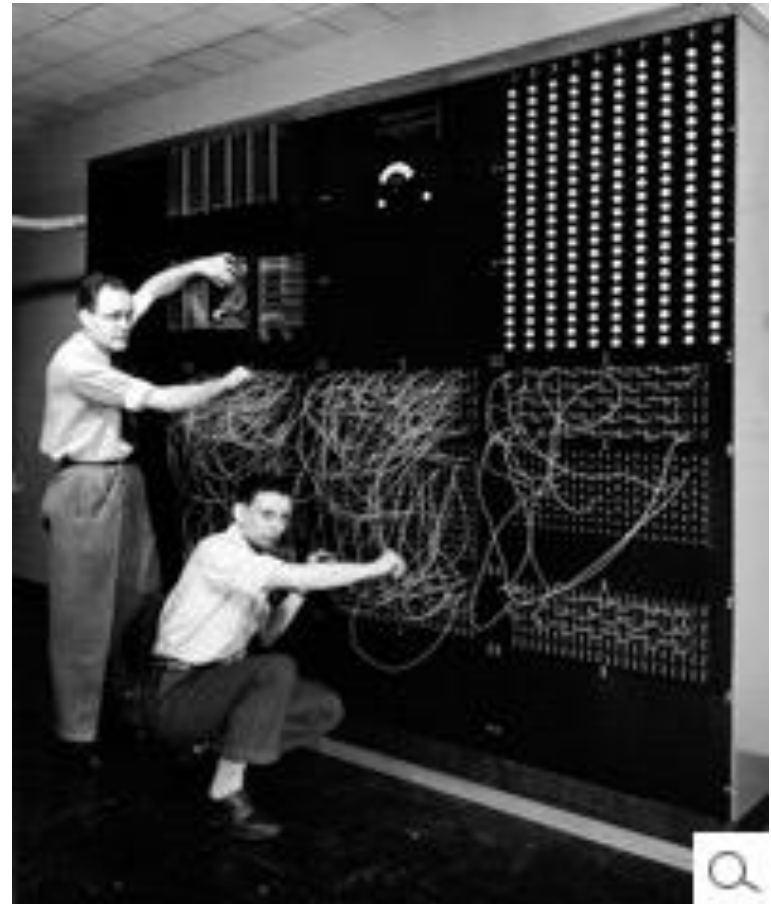
Época dos dispositivos eletromecânicos

- Em **1889**, **Herman Hollerith** desenvolveu uma máquina tabuladora mecânica, acionada por motor elétrico, que contava, classificava e ordenava informações armazenadas em cartões perfurados;
- Em **1890**, o **Bureau of Census dos EUA** contratou Hollerith para utilizar o seu invento com a finalidade de apurar o censo de 1890, com uma redução de 10 para 2,5 anos;
- Em 1896, Hollerith criou a **Tabulating Machine Company**, para venda das máquinas, que posteriormente daria origem com outras três empresas a **IBM** (International Business Machine), em 1924.



Outros desenvolvimentos ...

- No final da década de 1930, *John Atanasoff* (Iowa State College) e *George Stibbitz* (Bell Labs) projetaram calculadoras automáticas;
- Um jovem chamado **Howard Aiken**, baseado no trabalho de Babbage, decidiu construir com relés e computador de uso geral que Babbage não tinha conseguido com rodas dentadas;
- A primeira máquina de Aiken, a **Mark I**, foi concluída em Harvard em 1944. A entrada e a saída usavam fita de papel perfurada;
- O Mark I podia realizar uma soma em 6 segundos e uma divisão em 12 segundos.



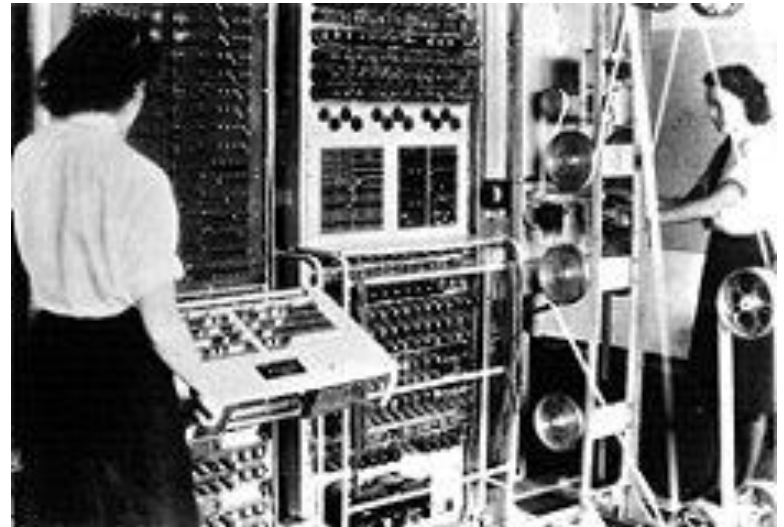
A Primeira Geração (1945-1955):

Válvulas



O computadores eletrônicos

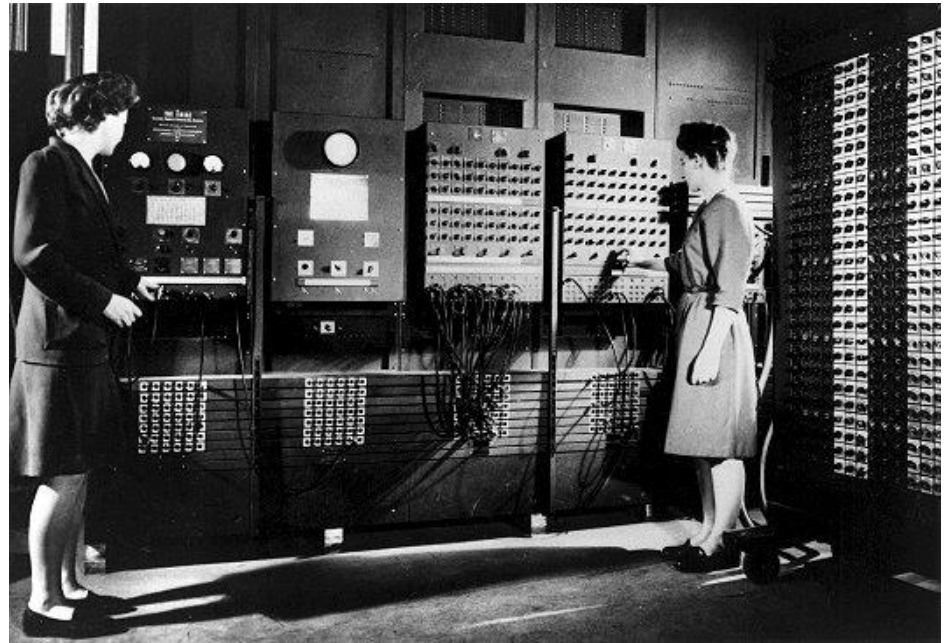
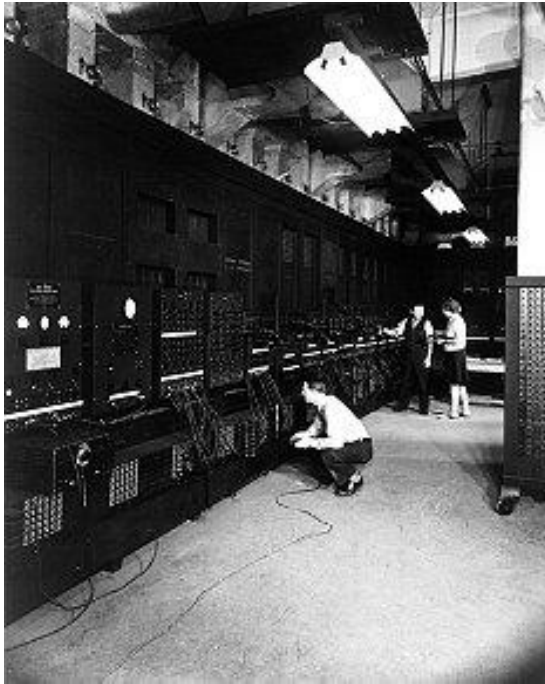
- O estímulo para o **computador eletrônico** foi a **2ª Guerra Mundial**, com o objetivo de realizar cálculos para decifrar mensagens codificadas;
- O governo britânico projetou e desenvolveu o **COLOSSUS** (1943), com a participação do famoso matemático **Alan Turing**;
- Nos EUA o exército precisava de tabelas de alcance para mirar sua artilharia pesada e produzia essas tabelas contratando centenas de mulheres com calculadoras de mesa. Processo demorado e sujeito a erros;
- Em **1943**, **John Mauchley e J. Presper Eckert**, passaram com financiamento do exército construir um computador eletrônico denominado **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Compute).



ENIAC

- O **ENIAC** entrou em funcionamento em **1946**, sendo composto por 18.000 válvulas e 1.500 relés, pesava 30 toneladas e consumia 140 quilowatts de energia, em uma sala de 170 m²;
- O ENIAC era programado com o ajuste de até 6 mil interruptores e com a conexão de uma imensa quantidade de soquetes com uma verdadeira floresta de cabos;
- O ENIAC era uma máquina decimal (não binária) e, por isso, cada dígito era representado por 10 válvulas.
- A preparação do ENIAC demorava semanas, apresentando baixa confiabilidade.
- Apesar disso, conseguir reduzir para 30 segundos os cálculos de trajetórias de mísseis que antes levavam cerca de 1000 seg.

ENIAC (2)



Depois do ENIAC

- Mauchly e Eckert iniciaram a construção de um novo computador, o **EDVAC**;
- Posteriormente, eles saíram da Universidade de Pensilvânia, para constituírem sua própria empresa, mais tarde **UNIVAC**, e atualmente, Unysis Corp.;
- O matemático **Jon von Neumann**, um dos colaboradores do projeto ENIAC, também iniciou outro projeto de aperfeiçoamento do computador inicial, denominado IAS;
- A John von Neumann se credita de um modo geral a definição de uma arquitetura de computadores com programa armazenado, que até os dias atuais é empregada nos computadores modernos;

Depois do ENIAC (2)

- Em 1949, a empresa fundada por Mauckly e Eckert construiu com sucesso o primeiro computador para fins comerciais, o **UNIVAC 1** (Universal Automatic Computer), adquirido para processar os dados do censo de 1950. Ele “previu” a vitória de Eisenhower;
- Em 1953, a **IBM**, então voltada, e com sucesso, para a construção e comercialização de equipamentos de processamento por cartão perfurado, lançou o seu primeiro computador eletrônico de programa armazenado, o **IBM-701**, com memória de 2 Kb.



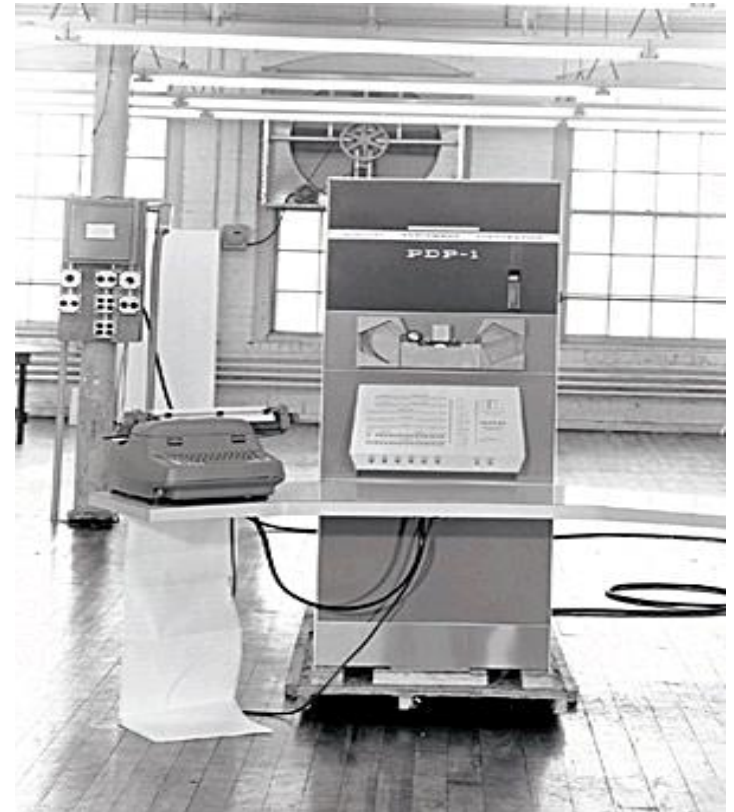
A Segunda Geração (1956-1965):

Transistores



O computador transistorizado

- O **transistor** foi inventado no Bell Labs em **1948** por John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley, pelo qual receberam o Prêmio Nobel de física de 1956;
- Em dez anos o transistor **revolucionou** os computadores e, ao final década de 1950, os computadores de válvulas estavam obsoletos;
- O transistor realizava as mesmas funções básicas de uma válvula, porém, **consumindo muito menos energia**. Além disso, seu **tamanho** é muito menor que o de uma válvula;
- Como consequência, surgiram computadores mais baratos, menores, diminuição do consumo de energia e de dissipação de calor;
- Essa nova geração teve a participação efetiva da IBM, com a produção de uma máquina comercial de sucesso, o **IBM-1401**;



O computador transistorizado (2)

Surgimento de outras empresas importantes, como a **DEC** (Digital Equipment Corporation), em 1957. Nesse mesmo ano, a DEC lançou seu primeiro computador, o PDP-1, início de uma longa série de máquinas extraordinariamente eficazes e tecnologicamente avançadas, até o famoso **PDP-11**.

O Desenvolvimento dos primeiros **sistemas operacionais**: (FMS e IBSYS), ambos desenvolvidos pela IBM para o modelo **IBM 1401e 7094**;

O aparecimento de **linguagens de programação** de nível superior ao das linguagem Assembly: Algol 60;

Sucesso do IBM-1401. Início da era comercial.



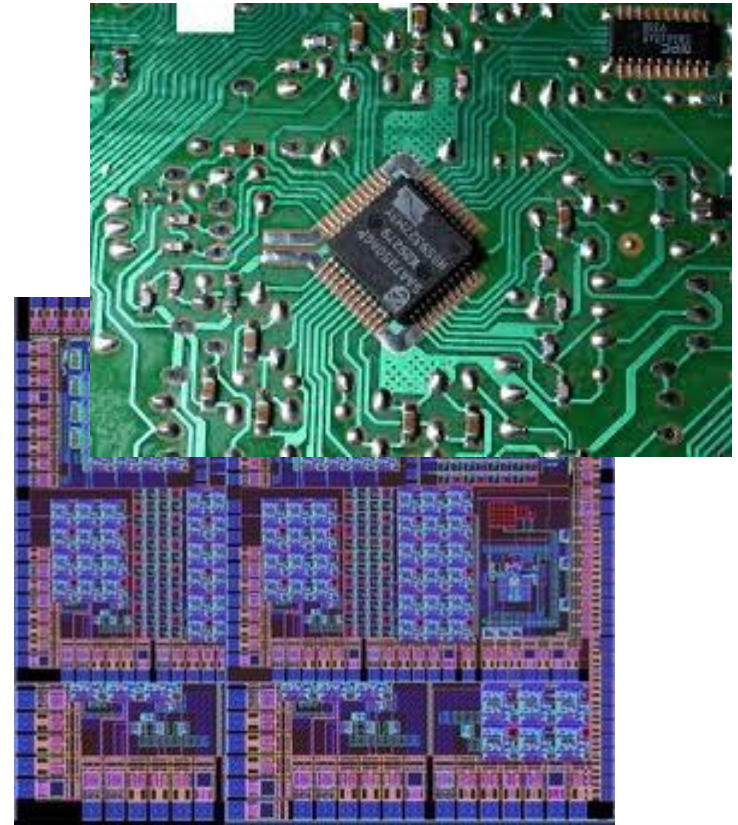
A Terceira Geração (1965-1980):

Circuitos Integrados (CI's)



Circuitos Integrados

- A invenção do **circuito integrado** de silício por Robert Noyce (*Fairchild Semiconductor Inc.*) em **1958** permitiu que dezenas de transistores fossem colocados em um único chip;
- Esse empacotamento possibilitava a construção de computadores menores, mais rápidos e mais baratos. Início da integração em larga escala (**LSI – Large Scale Integration**).



O system/360

- Em 1964, a **IBM** era a empresa líder da área de computadores e tinha um grande problema com suas duas máquinas de grande sucesso, a **7094** e a **1401**: **elas eram incompatíveis**;
- Quando chegou a hora de substituir essas duas séries, a IBM deu um passo radical. **Lançou uma linha de um único produto (família), o System/360**, baseado em circuitos integrados, projetado para computação científica e também comercial;
- A IBM oferecia o mesmo tipo de máquina, com diferentes capacidades e preços. O sistema /360 foi lançado com cinco modelos, 30, 40, 50, 60 e 75, cada um com características próprias de memória, processadores de E/S, embora todos tivessem o mesmo conjunto básico de instruções;



O system/360 (2)

- Outras inovações:
 - Introdução da técnica de multiprogramação;
 - Grande capacidade de processamento e memória (para a época), 16 Mbytes;
 - Sistema operacional mais integrado e eficaz: OS/360;
 - Primeira máquina que podia emular (simular) outros computadores. Por exemplo, o 1401;
- Grande sucesso do minicomputador PDP-11 (DEC), em especial nas universidades.

A Quarta Geração (1980-?):

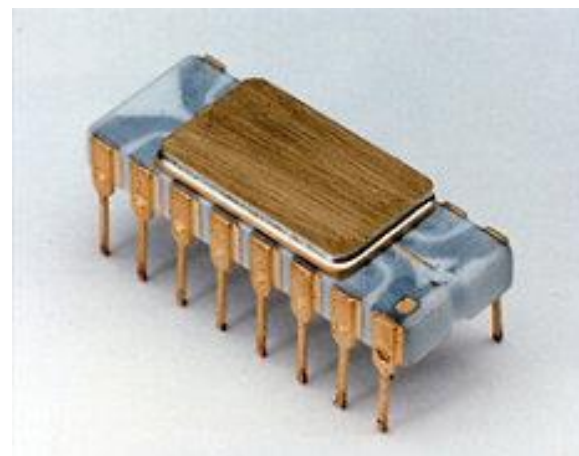
Integração em escala muito grande (VLSI)

A quarta geração

- A **VLSI** (*Very Large Scale Integration*), caracteriza armazenar, em um único chip, milhares e até milhões de transistores;
- O avanço da **miniaturização** dos componentes conduziu, por volta de 1971/1972, ao desenvolvimento dos primeiros **microcomputadores**;
- Os mainframes e minicomputadores foram sendo progressivamente substituídos nas empresas, restando hoje um nicho de mercado bem específico para aquelas máquinas.

Os primeiros microcomputadores

- Em **1971**, a **Intel** produziu a sua primeira CPU, contendo todos os componentes eletrônicos em uma só pastilha de circuito integrado, denominada **Intel-4004**, com cerca de **2.300 transistores** na pastilha;
- Em **1973**, a **Intel** lançou o **8080**, com cerca de **3.500 transistores**, 8 bits e 64 KB de memória, vendendo milhões de unidades;
- Os **primeiros microcomputadores** costumavam ser vendidos em **kits**, composto por uma placa de circuito impresso, um Intel 8080, cabos, fonte de energia, etc. Montar o computador era tarefa do comprador, e o software não era fornecido. Caso o usuário quisesse algum, o próprio usuário deveria escrevê-lo. Mais tarde, o **sistema operacional CP/M**, escrito por Gary Kildall tornou-se popular nos 8080s.



Intel 4004



Intel 8080

Os primeiros microcomputadores (2)

- Em **1975**, ocorreu o lançamento do **Altair**, que pode ser considerado o **primeiro computador pessoal oferecido com fins comerciais**;
- Esse microcomputador, construído pela empresa MITS, baseava-se no processador **Intel 8080** e utilizava um interpretador da linguagem **Basic**, desenvolvido por **Bill Gates** e **Paul Allen**, que fundaram naquela ocasião a Microsoft.



O Apple I

- Em **1976**, foi fundada a **Apple**, tendo como sócios Steve Jobs (1955-2011) e Steve Wozniak;
- Diferente do Altair, o Apple I era vendido **já montado**. A placa era vendida "pelada" dentro de uma caixa de papelão, sem nenhum tipo de gabinete, por isso era comum que os Apple I fossem instalados dentro de caixas de madeira feitas artesanalmente;
- Uma das vantagens é que o Apple I podia ser ligado diretamente a uma TV, dispensando a compra de um terminal de vídeo;
- O Apple I vendeu 200 unidades.



O Apple II

- O **Apple II** foi lançado em **1977** e vinha com apenas 4 KB de memória, mas incluía mais 12 KB de memória ROM, que armazenava um interpretador BASIC;
- O Apple II já era bem mais parecido com um computador atual, pois vinha num gabinete plástico e tinha um teclado incorporado;
- Além dos jogos, um dos programas mais populares para o Apple II foi o **VisiCalc**, criado por **Dan Bricklin**, ancestral dos programas de planilha atuais.



	A	B	C	D
	ITEM	NO.	UNIT	COST
1				
2				
3	MUCK RAKE	43	12.95	556.85
4	BUZZ CUT	15	6.75	101.25
5	TONER	250	49.95	12487.50
6	EYE SNUFF	2	4.95	9.90
7				
8				
9				
10			SUBTOTAL	13155.50
11			9.75% TAX	1282.66
12			TOTAL	14438.16

O IBM-PC

- Depois de muito deliberar e observar o que as outras empresas estavam fazendo, a **IBM**, que então era a força dominante na indústria de computadores, decidiu entrar no negócio de **computadores pessoais**;
- Nesse quadro surgiu em 1981, **IBM-PC** (Personal Computer), equipado com uma CPU 8088, que vinha com o MS-DOS fornecido pela então minúscula Microsoft;
- A IBM fez algo que não lhe era característico e de que mais tarde viria a se arrepender. Em vez de manter o projeto em total segredo (ou protegido por patentes), publicou os planos completos, incluindo todos os diagramas de circuitos;
- A partir desse fato, diversas empresas começaram a fabricar **clones** do PC, possibilitando o surgimento de toda uma indústria;



O IBM-PC (2)

- Desde então, a evolução da microeletrônica, tecnologia de fabricação, a evolução de processadores e outros componentes têm sido extraordinária;



**Intel 8088 – 1981
(29000 transistores)**



**Intel Core i7 7700- 2016 – 6 a 10 núcleos
(+ 2.6 bilhões de transistores)**

Tecnologia atual...

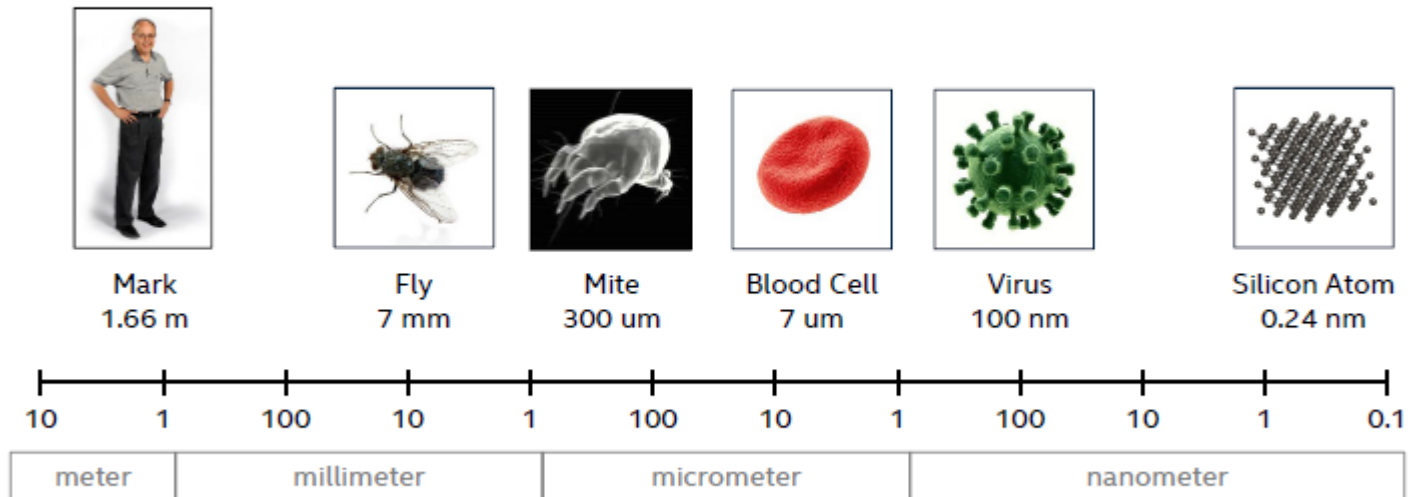


6th Generation Intel® Core™ i7 Processors



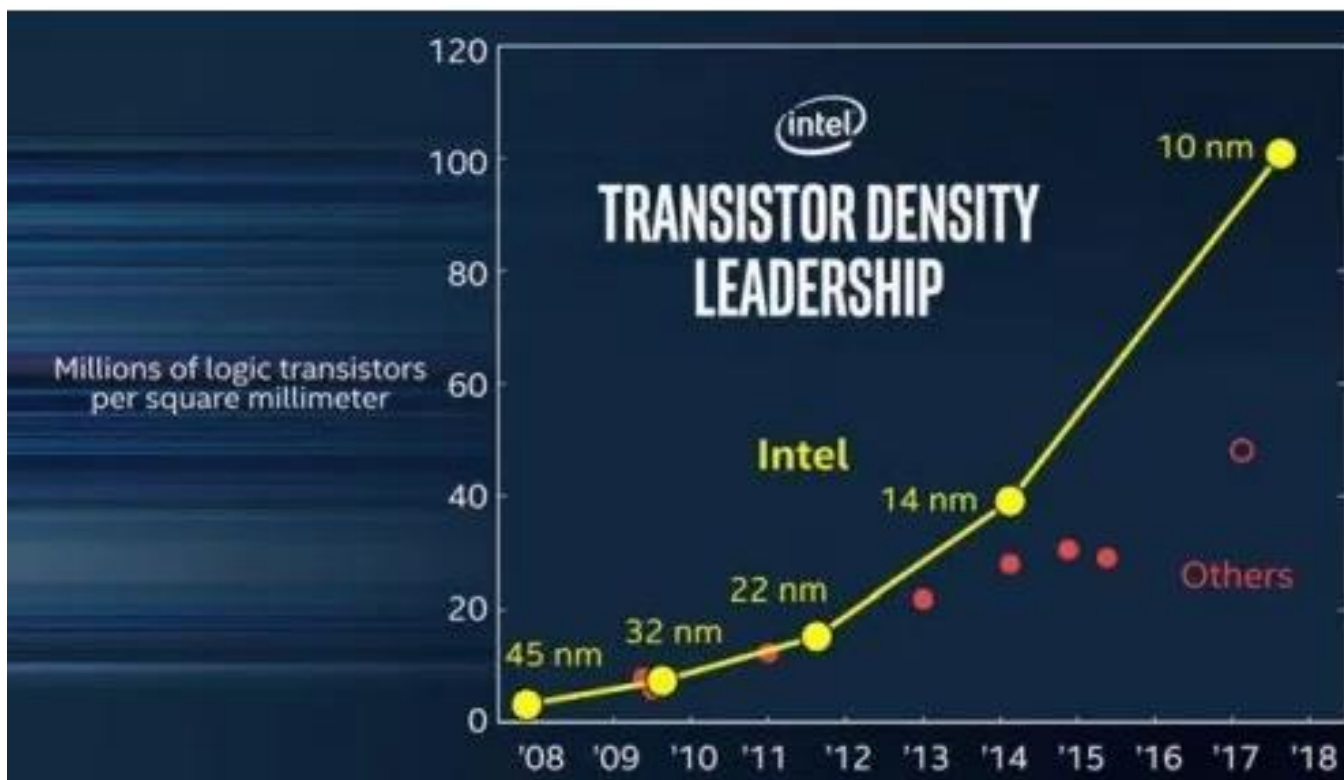
Tecnologia: 14 nm
Anterior: 22 nm

How Small is 14 nm?



1 nanômetro = 1 milionésimo de milímetro

Tecnologia atual...



IBM revela o primeiro chip com tecnologia de 5nm que tem 30 bilhões de transistores

Tecnologia atual...processo de fabricação



Os cientistas da IBM no Complexo NanoTech da SUNY Polytechnic Institute Colleges of Nanoscale Science and Engineering, em Albany, estado de Nova Iorque, preparam pastilhas de teste com transistores de nanofolhas de silício de 5nm, carregados nos FOUP's (FOUP – Front Opening Unified Pod ou, em tradução livre, cartucho unificado de abertura frontal), para testar o processo de construção de alta tecnologia de transistores de 5nm usando nanofolhas de silício. Crédito: Connie Zhou

A Quinta Geração

Computadores Invisíveis

A quinta geração

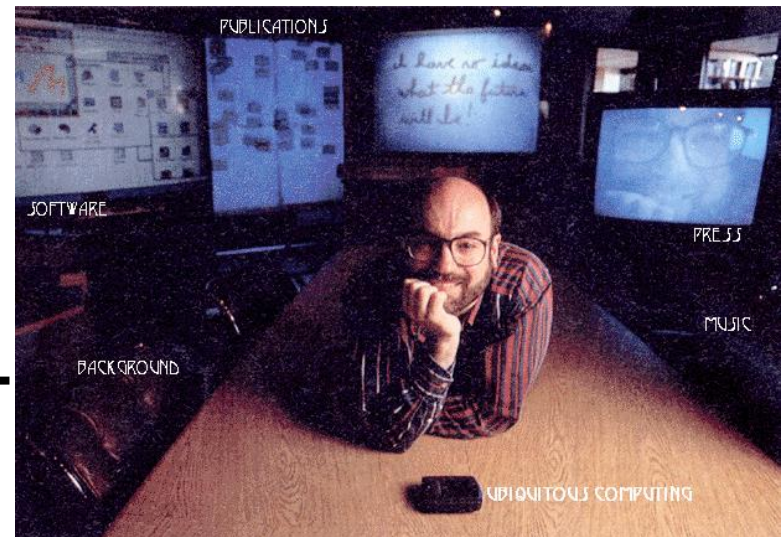
- A **quinta geração** é mais uma mudança de paradigma do que uma nova arquitetura específica;
- No futuro, **computadores estarão em toda parte e embutidos em tudo – na verdade, invisíveis**;
- Eles farão parte (em alguns casos, já é realidade), da estrutura da vida diária;
- Esse mundo, arquitetado por **Mark Weiser**, foi denominado originalmente **computação ubíqua**, mas o termo **computação pervasiva** também é utilizado com frequência.

Computação Ubíqua ou Pervasiva

(3a. onda da computação)

- Era da tecnologia “calma” (*calm technology*);
- A computação passa a ser subjacente às nossas vidas.
- Os computadores passam a ser tão naturais, tão sob medida e tão “embutidos” em todos os locais, que eles se tornam praticamente invisíveis, isto é, nós os utilizamos quase sem pensar.
- Forma transparente de integrar tecnologia às atividades diárias das pessoas.

Mark Weiser

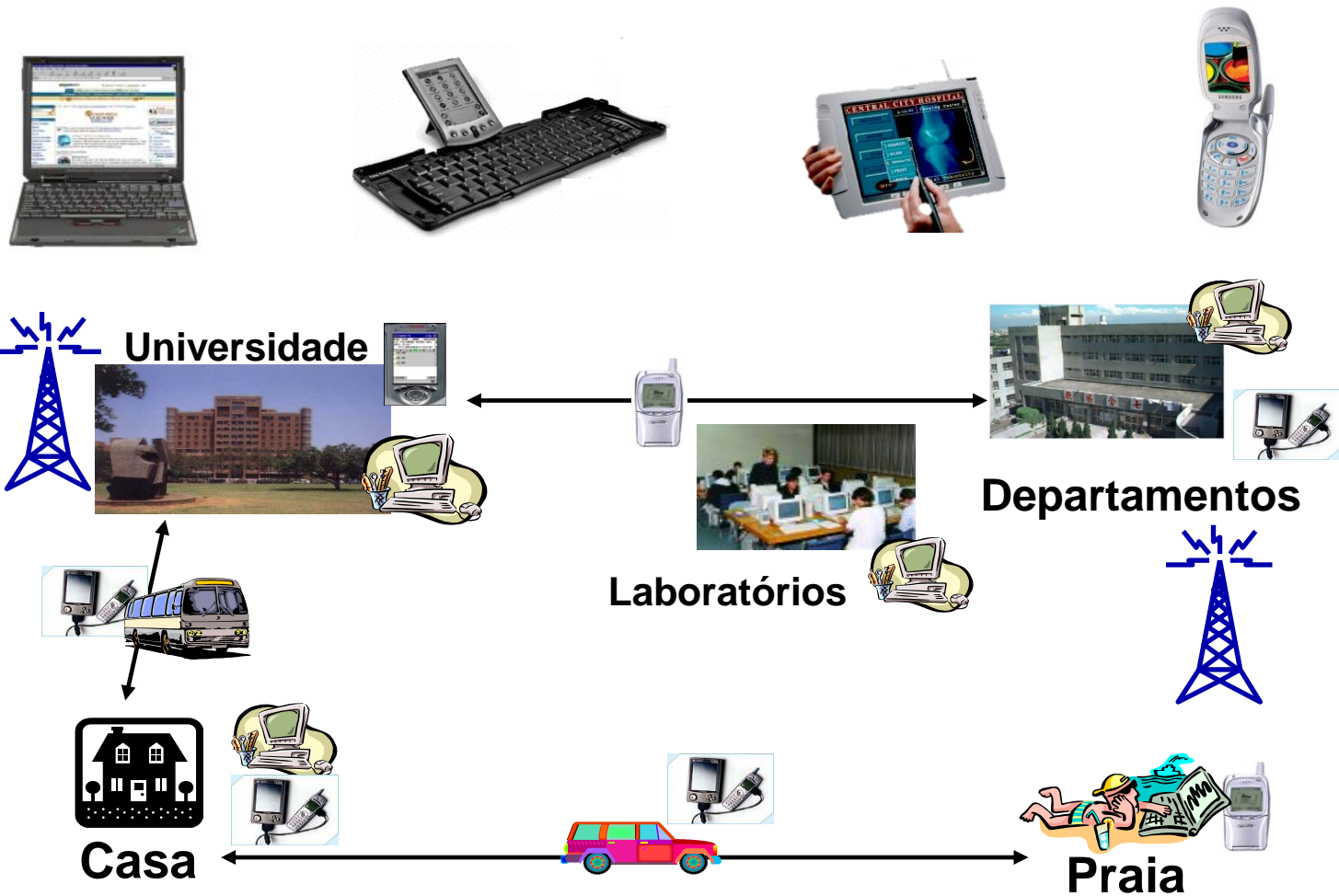


Computação Pervasiva

- **computadores de mão** (*handheld*) fornecem uma interface de usuário móvel para redes inteligentes;
- **cartões inteligentes** (*smart cards*) ultra finos, que cabem em qualquer carteira, possibilitam o acesso seguro à informação;
- **telefones celulares** permitem, de qualquer lugar, o acesso móvel sem fio a sistemas computacionais e serviços baseados em informação;
- **set-top-boxes, televisão interativa e consoles de jogos** são interfaces entre sistemas domésticos e fornecedores de entretenimento;
- **eletrodomésticos inteligentes** (e.g., refrigerador, máquina de lavar, ar condicionado) numa rede residencial, comandados via Internet.



Mobilidade



Computadores vestíveis (*wearables*)

Relógios inteligentes



Na pele

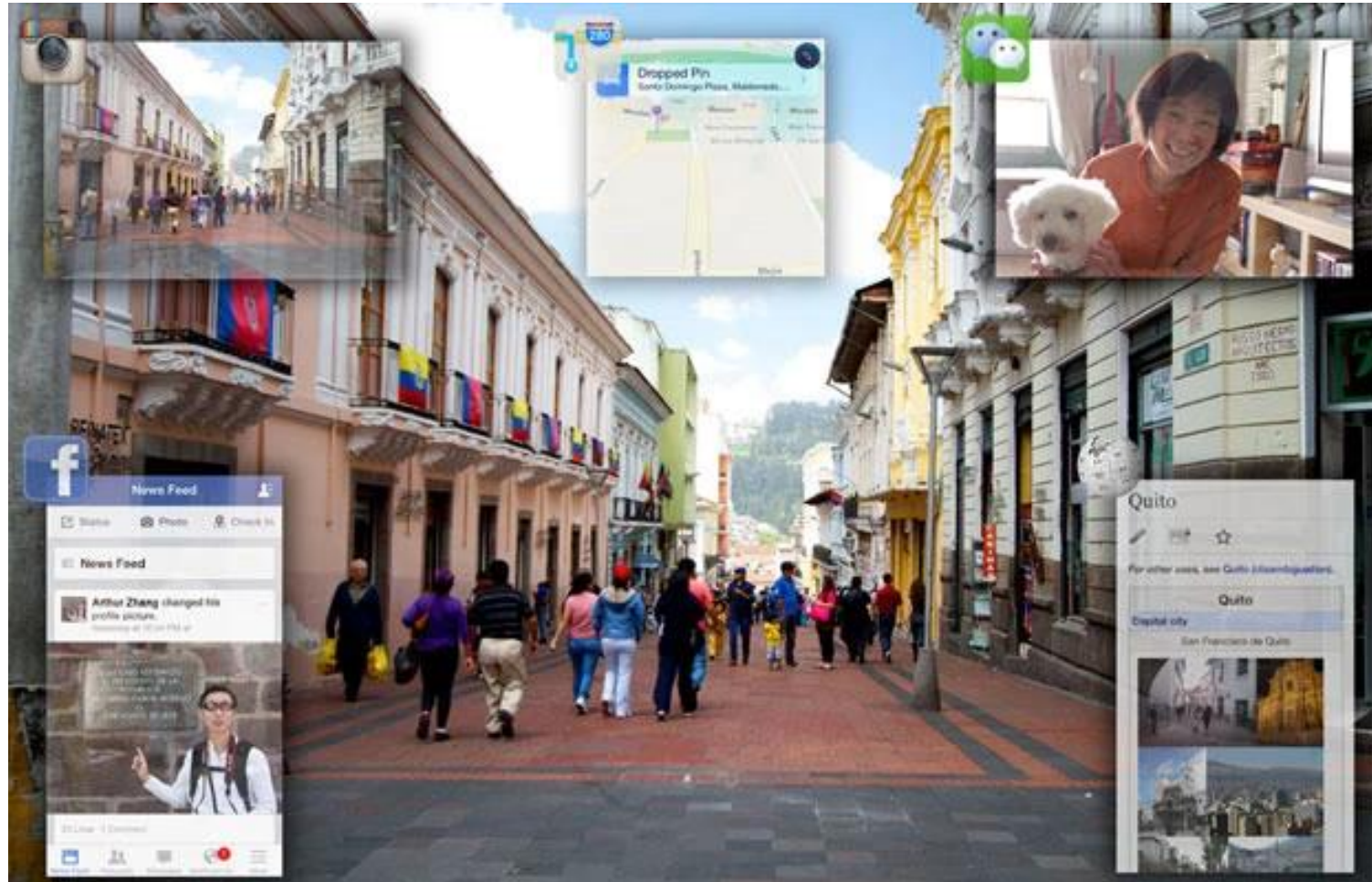


Ficção científica...



Computadores vestíveis

Em formato de lente e combinado com óculos, o iOptik da Innovega



Parte II

Zoológico dos computadores

Tanenbaum, 2007

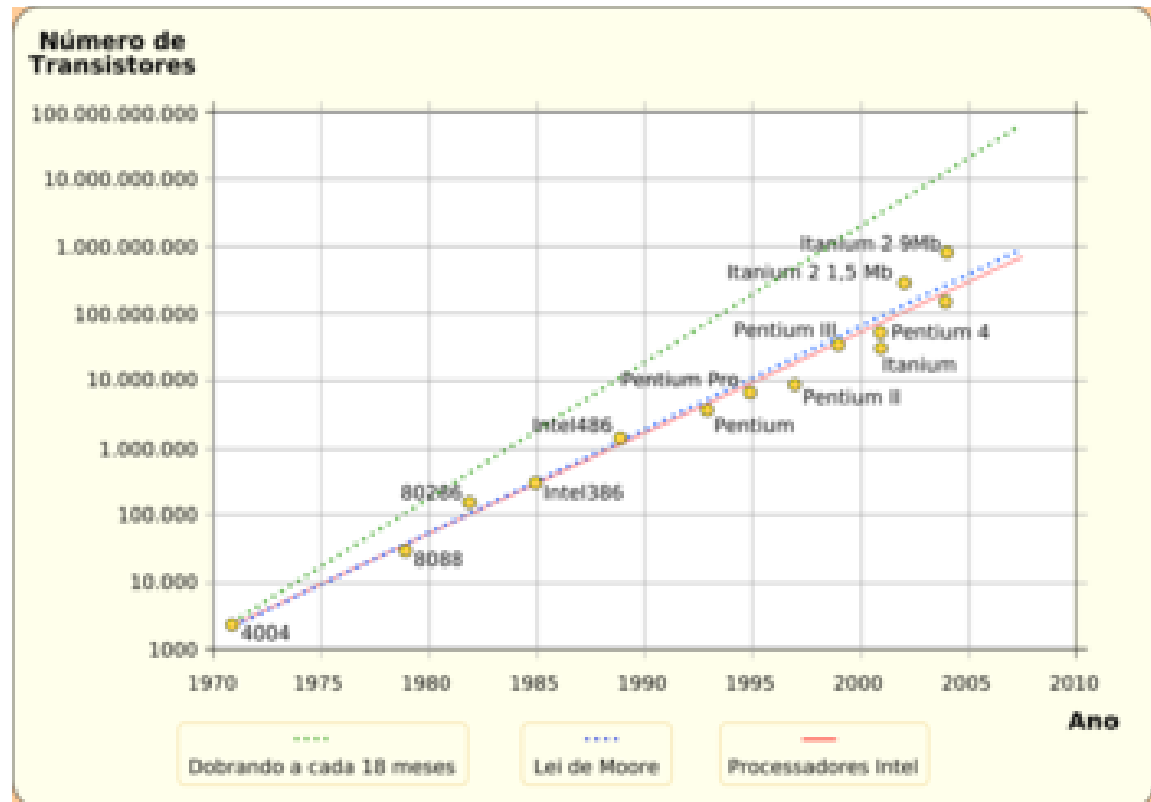
Forças tecnológicas e econômicas

- A indústria de computadores está avançando como nenhuma outra;
- A força propulsora primária é a capacidade dos fabricantes de chips de empacotar cada vez mais transistores por chip todo ano;
- Mais transistores, significam memória maiores e processadores mais poderosos;
- **Gordon Moore**, co-fundador e ex-presidente da Intel, uma vez disse, brincando:

Se a tecnologia da aviação tivesse progredido tão rapidamente quanto a tecnologia dos computadores, um avião custaria 500 dólares e daria uma volta na Terra em 20 minutos com 5 galões de gasolina. Entretanto, seria do tamanho de uma caixa de sapatos.

Forças tecnológicas e econômicas (2)

- Gordon Moore fez uma observação sobre a indústria de computadores, dizendo que o **número de transistores dobra a cada 18 meses**. Tal observação ficou conhecida como lei de Moore;
- Claro que a lei de Moore não é uma lei real, mais uma simples observação empírica sobre os avanços do setor.



Forças tecnológicas e econômicas (3)

- Um outro fato importante foi a lei de **Nathan**:

Software é um gás. Ele se expande até preencher o recipiente que o contém.

- Os **softwares** atuais ocupam megabytes de memória. No futuro exigirão gigabytes de memória;
- O software cria uma **demanda constante** por processadores mais velozes, memória maiores e maior capacidade de E/S;
- Os ganhos em outras tecnologias não são menores. Por exemplo, em relação ao armazenamento de dados, o custo por gigabyte tem diminuído.
 - Quando chegou a 100 dólares por gigabyte, com quota de 2 MB por usuário;
 - Quando chegou a 1 dólar por gigabyte , o Google criou o Gmail, com 1 GB na época;
- No final de 2007, o preço do GB estava em torno de 40 centavos de dólar, e o Yahoo! passou a oferecer espaço ilimitado.

Tipos de computador

Plataformas de hardware

Tipos de computador

Preço (US\$)

- Existe uma grande variedade de computadores disponíveis atualmente. Uma categorização muito esquemática dos computadores existentes é dada na tabela

Computador descartável	0,5
Microcontrolador	5
Computador de jogos	50-500
Computador pessoal	500-1500
Servidor	5 K
Workstation – estação de trabalho	50-500 K
Mainframe	5 M

Computadores descartáveis

- Na extremidade inferior desse tipo encontramos um **único chip** colocado na parte interna de um cartão de congratulações;
- Contudo, o desenvolvimento mais importante é o chip **RFID** (*Radio Frequency IDentification* – identificação por radiofrequência);
- Por **alguns centavos de dólar**, é possível fabricar chips RFID sem bateria, com menos de 0,5 mm de espessura que contêm um minúsculo radiotransponder e um único número de 128 bits embutido;
- Quando pulsados por uma antena externa, são alimentados pelo sinal de rádio por tempo suficiente para transmitir seu número de volta à antena.



Computadores descartáveis (2)

- Principal aplicação: **substituir o código de barras** nos produtos:
 - Supermercado automatizado;
 - Rastreamento de veículos;
 - Transporte de mercadorias (logística);
 - Linha de produção (ex: pintura de veículos);
- Chips **RFID** também podem conter armazenamento permanente. O banco central europeu decidiu incorporar chips nas notas de euros nos próximos anos;
- A tecnologia está se desenvolvendo rapidamente. Chips ativos, contendo bateria e processador primitivo, são capazes de fazer alguns cálculos. Os smart cards estão nesta categoria.
- Mais detalhes: www.rfid.org
- <http://www.youtube.com/watch?v=2GGmjCcByn4>
- <http://www.youtube.com/watch?v=eob532iEpqk&feature=related>

Microcontroladores

- No degrau seguinte temos **computadores** que são **embutidos** em dispositivos que não são vendidos como computadores;
- Os computadores embutidos, às vezes denominados **microcontroladores**, gerenciam os dispositivos e manipulam a interface de usuário;
- Alguns exemplos:
 - Eletrodomésticos
 - Aparelhos de comunicação
 - Periféricos de computadores
 - Aparelhos de áudio e vídeo
 - Equipamentos médicos
 - Sistemas de armamento militares
 - Brinquedos



Microcontroladores (2)

- Enquanto chips RFID são sistemas mínimos, microcontroladores são computadores pequenos, mas completos. Cada **microcontrolador** tem um **processador**, **memória e capacidade de E/S**;
- Os microcontroladores **funcionam em tempo real, pois recebem um estímulo e devem dar uma resposta instantânea**;
- Apresentam limitações físicas em termos de tamanho, peso, consumo de bateria, etc.
- Por exemplo, um carro pode ter cerca de 50 microcontroladores que executam subsistemas, como freios ABS, injeção de combustível, rádio e GPS.



Computadores de jogos



- São computadores normais, com **recursos gráficos especiais e capacidade de som**, mas com pouca capacidade de extensão;
- Podem rivalizar ou ultrapassar o desempenho de computadores pessoais em certas dimensões;
- São arquiteturas fechadas e otimizadas para uma única área de aplicação: jogos de alta interatividade em 3-D com alta qualidade de áudio estéreo;
- A nova geração apresenta grande evolução em termos de hardware, inclusive com a adoção de disco rígido.

Computadores pessoais

- O termo computador pessoal abrange computadores de mesa (desktop) e notebooks;
- Representam o maior percentual nas vendas de computadores;
- Destinados para o mercado *SoHo (Small Office Home Office)*;
- Processadores das família Intel e AMD;
- Sistemas operacionais Windows, Linux e Mac OS X.
- Novos equipamentos: Tablets

Computadores modernos (2)



Notebook



Netbook



Tablet - iPad



PDA



Smartphone



Híbrido Sony

MicroPC - Raspberry Pi



Quad Core 1.2GHz Broadcom

BCM2837 64bit CPU

1GB RAM

BCM43438 wireless LAN and Bluetooth

4 USB 2 ports

4 Pole stereo output and composite
video port

Full size HDMI

\$ 35

<http://www.raspberrypi.org/>

Workstation – estação de trabalho

- Equipamentos que **estão um nível acima dos microcomputadores** - em termos de capacidade de processamento.
- Em geral apresentam CPU do tipo RISC.
- Sistema Operacional Unix e Windows Server.
- As estações de trabalho são utilizadas em aplicações como: animação, renderização e efeitos especiais de vídeo, projeto de automóveis / aviões;

Workstation



Dell Workstation 5810

Processador Xeon – 10 núcleos

Até 128 GB – RAM

Placa gráfica Nvidia de alta performance

Conjunto de estações de trabalho

- Devido às melhorias contínuas na relação preço/desempenho de estações de trabalho e PCs, nos últimos anos os projetistas de sistemas começaram a conectá-los para formar **COWs** (*Clusters of Workstation*), ou simplesmente **Clusters**;
- **Conectados por rede**, executam software especial que permite que as **máquinas trabalhem juntas em** um único problema, muitas vezes científico ou de engenharia;
- A escala desses conjuntos pode ser aumentada com facilidade e vai desde algumas máquinas até milhares delas.



Servidores

- Em geral são **PCs com uma configuração bastante robusta** são muito utilizados como servidores de rede (locais) ou na Internet;
- Podem ter um **único** processador ou **múltiplos** processadores, com grande capacidade de memória e grande capacidade de disco;
- Uma outra possibilidade é a utilização de **máquinas de maior capacidade e tecnologia RISC**, também denominados minicomputadores. Os principais fabricantes são: Sun, IBM e HP;
- Sistemas Operacionais: Unix, Linux e Windows.

Servidores (2)



SUN Microsystems

Até 32 SPARC M6 -12-core, 3.6GHz

Máx: 32 TB – RAM

Até 32 discos

SO: Solaris

Mainframes

- O maior tipo de computador de uso comercial é o mainframe.
- Máquinas de altíssimo nível de segurança e confiabilidade.
 - A linha IBM/390 apresenta confiabilidade de 99,999%, ou seja, somente 5 minutos de parada em 1 ano.
- Projetados para **processar** e **armazenar** grande quantidade de dados.
- Pode suportar **centenas de usuários conectados**, apresentando o ambiente de processamento de transações on-line mais robusto do mercado.
- Utilizado principalmente em instituições financeiras, empresas de telecomunicações, etc.



Supercomputadores

- Computador de maior capacidade de processamento.
- Máquinas especializadas em **cálculos científicos** e utilizados em centros de pesquisas e universidades.
- Um supercomputador costuma ter **dezenas ou até milhares de processadores funcionando em paralelo**, para executar cálculos em alta velocidade.
- Por exemplo, os cientistas criam modelos de processos complexos e simulam esses processos em um supercomputador, como a fissão nuclear e previsão meteorológica.
- Os supercomputadores podem necessitar de autorização especial do governo para serem vendidos.

Supercomputadores (2)

Rank	System	Cores
1	Sunway TaihuLight - Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway , NRCPC National Supercomputing Center in Wuxi China	10,649,600
2	Tianhe-2 (MilkyWay-2) - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 31S1P , NUDT National Super Computer Center in Guangzhou China	3,120,000
3	Piz Daint - Cray XC50, Xeon E5-2690v3 12C 2.6GHz, Aries interconnect , NVIDIA Tesla P100 , Cray Inc. Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	361,760
4	Gyokkou - ZettaScaler-2.2 HPC system, Xeon D-1571 16C 1.3GHz, Infiniband EDR, PEZY-SC2 700Mhz , ExaScaler Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology Japan	19,860,000
5	Titan - Cray XK7, Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x , Cray Inc. DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	560,640

Supercomputadores

Tianhe-2 - China



Sunway TaihuLight - China

- Sunway TaihuLight (CHINA)
- Líder da lista Top500 (www.top500.org)
- Sunway SW26010 260C
1.45GHz— total de
10.649.600 núcleos
- Sunway RaiseOS 2.0.5
- 93,014.6 TFlop/s

<http://www.youtube.com/watch?v=7jj9X9eLxto>