

**Instituto de  
Computação**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



# Organização Básica de computadores e linguagem de montagem

## **Evolução da Computação**

**Prof. Edson Borin**

<https://www.ic.unicamp.br/~edson>

Institute of Computing - UNICAMP

# A Evolução da Computação

~2500 AC – Ábaco:  
dispositivo para auxiliar a  
contagem em operações  
aritméticas



~200 AC – Matemático Indiano descreveu o sistema binário (utilizado atualmente em praticamente todos os sistemas de computação).

~100 AC – Números negativos

# A Evolução da Computação

1642 – Blaise Pascal inventou a calculadora mecânica



1801 – Joseph-Marie Jacquard desenvolveu um tear automático controlado por cartões perfurados

# Tear de Jacquard - 1801



# Tear de Jacquard - 1801



# Tecido fabricado pelo tear de Jacquard



# Tecido fabricado pelo tear de Jacquard



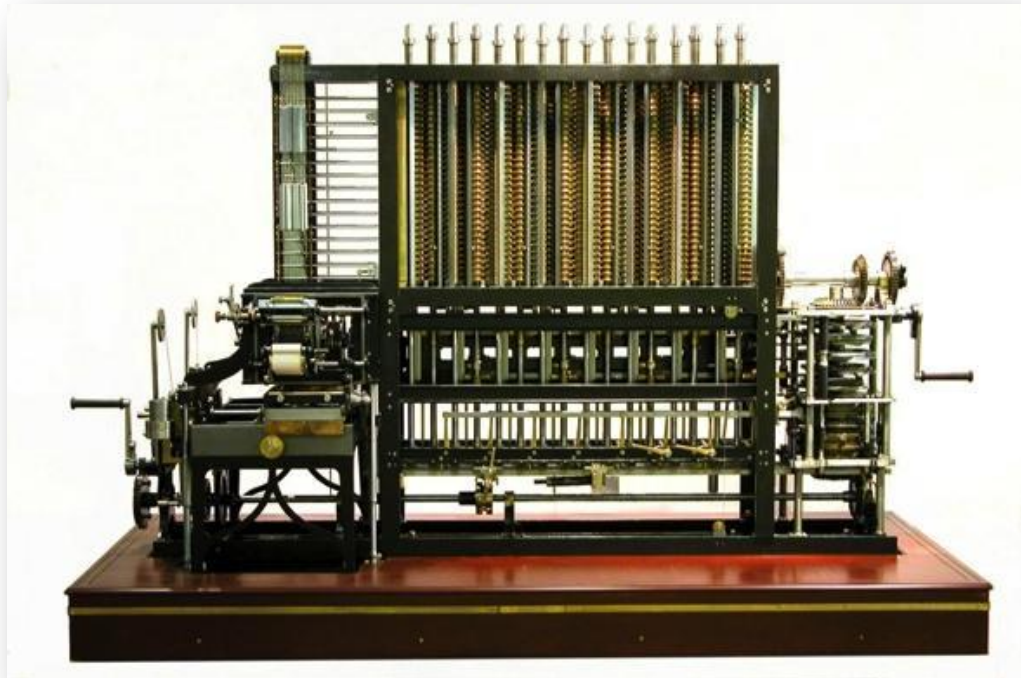
## **Jacquard fabric sample, 19<sup>th</sup> century**

A complex pattern woven by the loom needed tens of thousands of individually punched cards. But once made and debugged – like a software program – the cards could be used many times to create identical fabric.

# A Evolução da Computação

~1834 – Charles Babbage concebeu e começou a projetar a “máquina analítica”, um computador mecânico de propósito geral, com cartões perfurados e alimentado por uma máquina à vapor.

Difference  
Engine No. 2.





# A Evolução da Computação

- 1833: Ada Lovelace (condessa de Lovelace) conheceu Charles Babbage e o seu trabalho com a difference engine.
- 1842-43: Lovelace traduziu um artigo em italiano sobre a “máquina analítica” de Babbage e adicionou diversas notas sobre seu funcionamento e potencial.
- As notas foram organizadas de A a G e eram maiores do que o artigo traduzido.
- A nota G inclui um algoritmo para a “máquina analítica” computar os números de Bernoulli.
  - Considerado o primeiro programa publicado;
  - Ada Lovelace é reconhecida como a primeira programadora de computadores do mundo!



# A Evolução da Computação

## **Na década de 30:**

- Um computador era uma pessoa que realizava cálculos.

# A Evolução da Computação

## Na década de 30:

- Um computador era uma pessoa que realizava cálculos.



# A Evolução da Computação

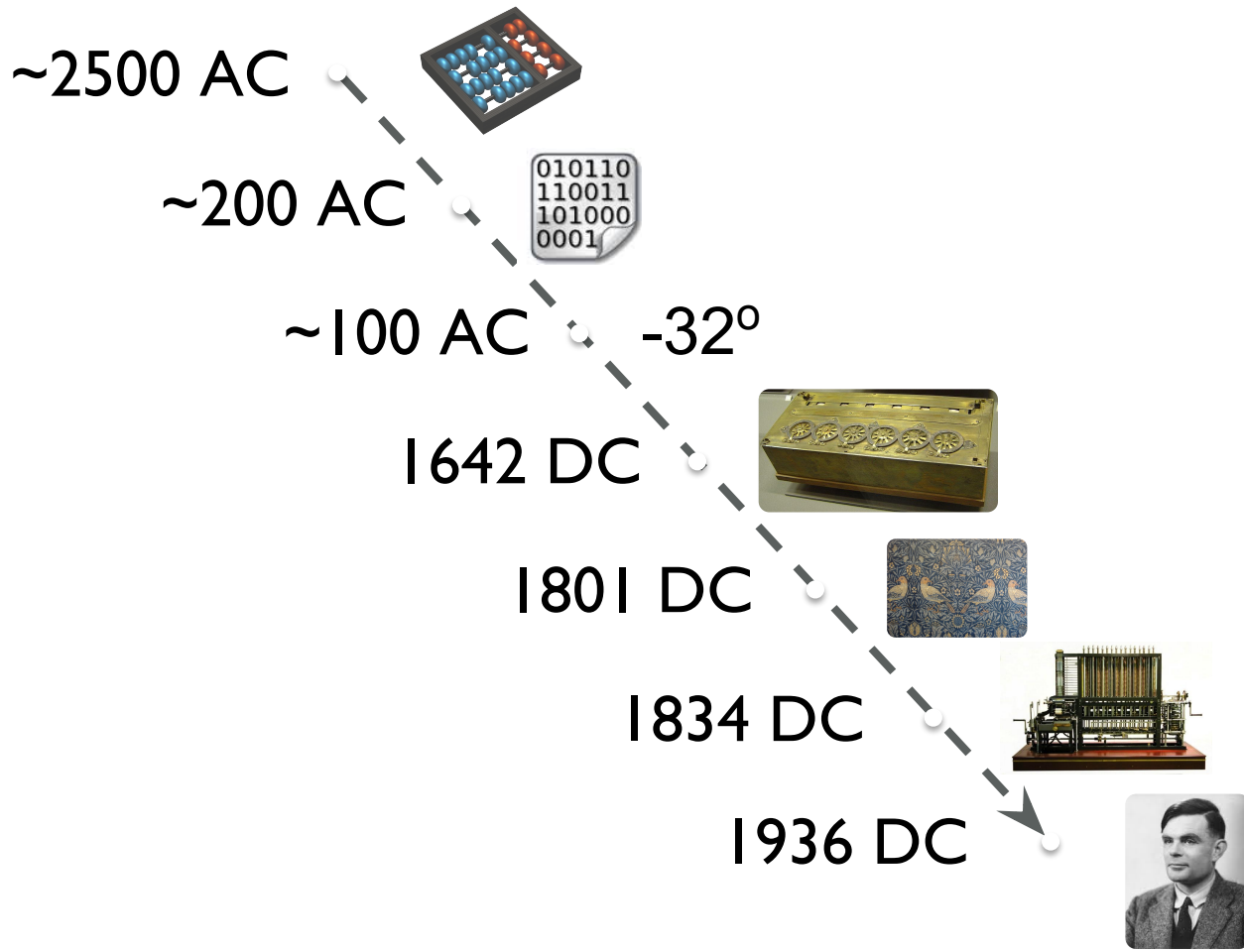
## Na década de 30:

- Um computador era uma pessoa que realizava cálculos.

1936– Alan Turing: Publicou o artigo “*computable numbers*”, onde o mesmo apresentou a máquina de Turing.



# Eventos marcantes até a década de 40



# Década de 40

# Década de 40

## 1946: ENIAC – Computador e Integrador Numérico Eletrônico

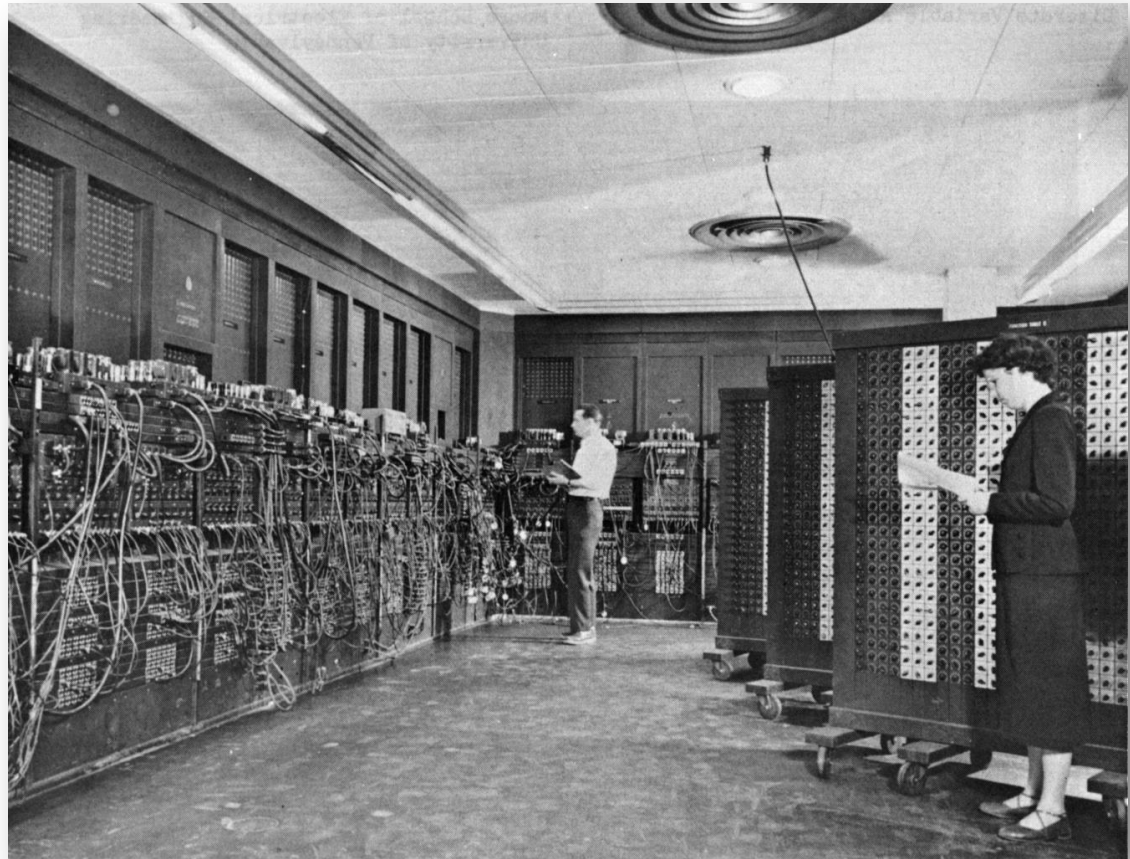


- Universidade da Pensilvânia: Um dos primeiros computadores eletrônicos digitais de propósito geral
- Financiado pelo exército dos EUA durante a 2<sup>a</sup> guerra para o cálculo de tabelas de artilharia
- 30.000 quilos, 140 m<sup>2</sup>, > 18.000 válvulas
- Consumo: ~140kW
- 5.000 adições por segundo!!!

# Década de 40

1946: ENIAC – Computador e Integrador Numérico Eletrônico

Programado  
manualmente,  
através de  
interruptores  
e cabos!





# Década de 40

## Válvulas:

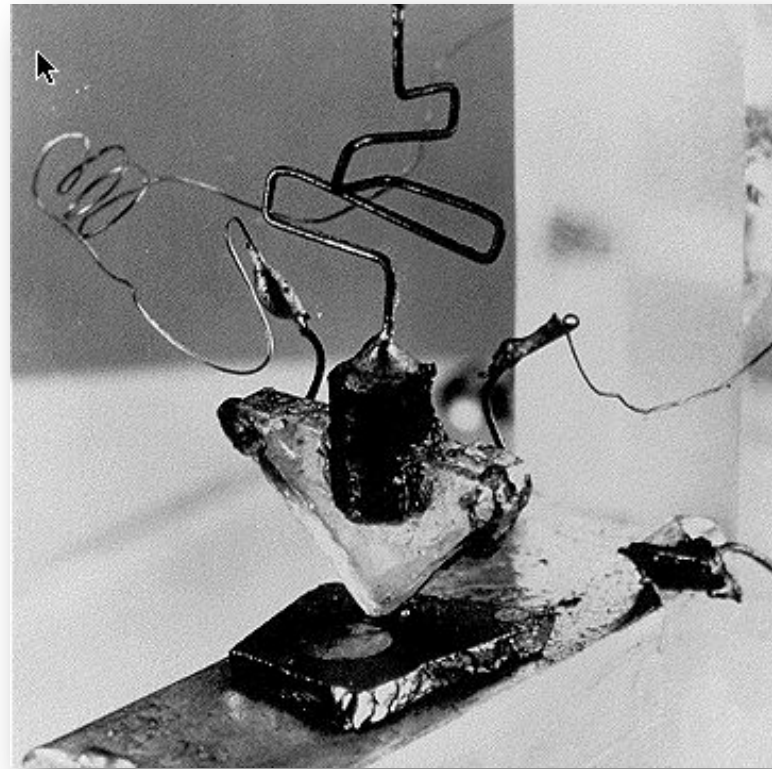
- Requerem o uso de fios, placas de metal, cápsula de vidro e vácuo
- Geram bastante calor



# Década de 40

## 1947: Transistor

- Dispositivo de estado sólido feito de silício.
- Menor, mais barato e dissipa menos calor.
- Inventado no Bell Labs em 1947



# Década de 40

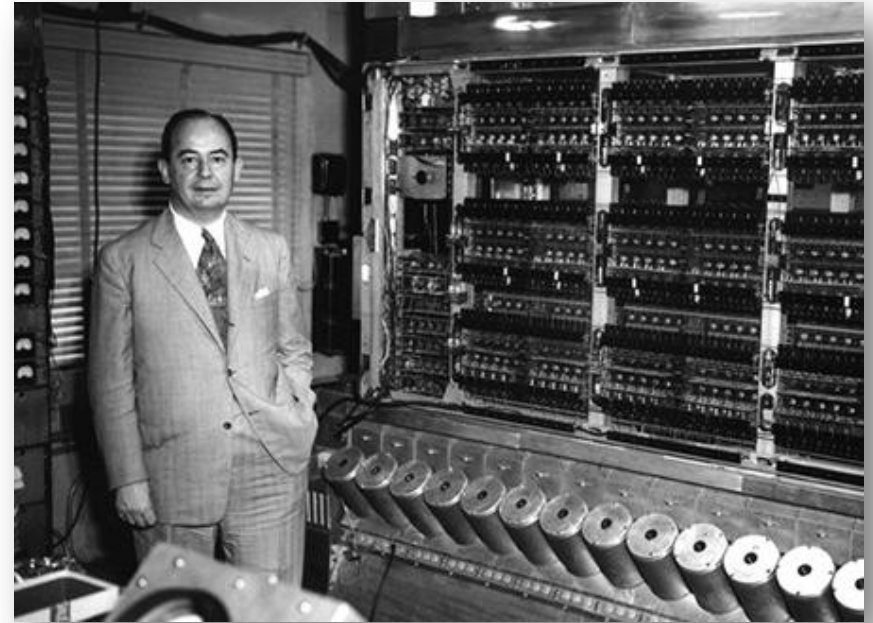
**1949:** Revista “*Popular Mechanics*”

“Computers in the future may weigh no more than 1.5 tons”

# Década de 40

## 1952: IAS – Instituto de Estudos Avançados de Princeton

- Construído entre 1946 e 1951 sob a direção de John von Neumann (Professor de Princeton e do IAS).
- ~2.300 válvulas
- Memória: 1024 palavras de 40 bits
- Serviu como modelo para diversos outros computadores.



# Década de 40

## Eventos marcantes

- ENIAC
  - Um dos primeiros computadores eletrônico de propósito geral programável
- IAS
  - Invenção do conceito do programa armazenado
- Invenção do transistor no Bell Labs

# Década de 50

# Década de 50

- UNIVAC I: Primeiro computador comercial de sucesso. Desenvolvido por Eckert e Mauchly (desenvolvedores do ENIAC)
- 1953: IBM 701 – Primeiro computador eletrônico programável da IBM
  - Primeiro de uma série de computadores que estabeleceram a IBM como o maior fabricante de computadores do mercado!

# Década de 50

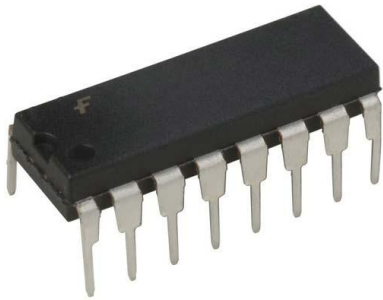
- 1954-1957: Fortran é desenvolvido
- 1958: Computadores passam a ser construídos com transistores, em vez de válvulas.



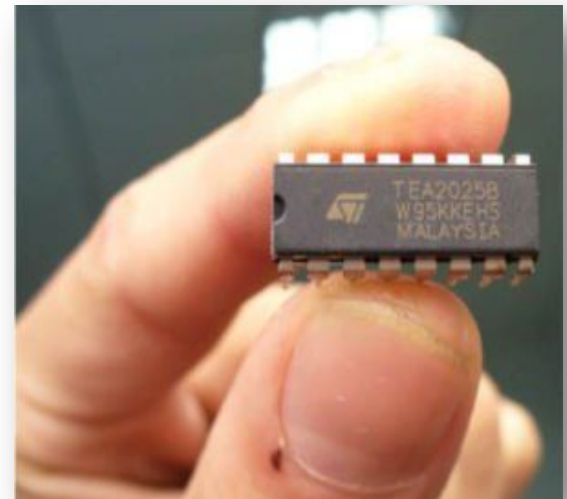
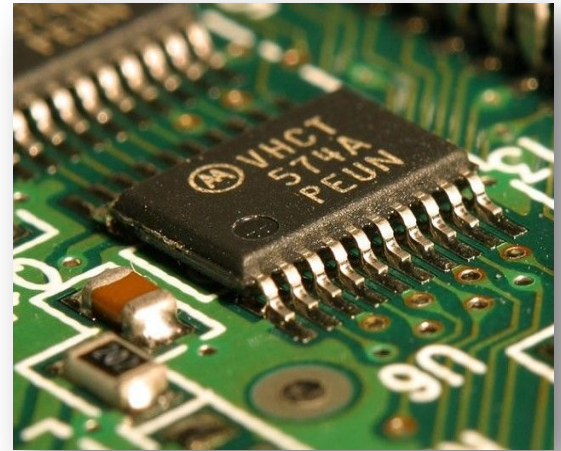
# Década de 50

## Circuito Integrado (1958)

- Múltiplos transistores em uma única pastilha de silício.



- Inventado simultaneamente por Jack Kilby (Texas Instruments) e Robert Noyce (Fairchild Semiconductors)



# Década de 50

## Segunda geração: transistores

---

Geração	Datas Aproximadas	Tecnologia	Velocidade típica (ops / segundo)
1	1946-1957	Válvula	40.000
2	1958-1964	Transistor	200.000

---

- Unidades lógicas e aritméticas mais complexas
  - => Linguagens de programação de alto nível
- Surgimento da DEC (Digital Equipment Corporation) em 1957.
  - Lançou o PDP-1, o primeiro minicomputador

# Década de 50

## Eventos marcantes

- Univac I – 1º computador comercial de sucesso
- IBM 701 – 1º de uma série de computadores que estabeleceram a IBM como o maior fabricante de computadores do mercado
- Fortran é desenvolvido
- Computadores começam a ser construídos com transistores
- Invenção do circuito integrado

# Década de 60

# Década de 60

- 1965: Gordon Moore publicou um artigo prevendo que, nos próximos 10 anos, o número de componentes (transistores) em um circuito integrado dobraria a cada ano.

The experts look ahead

## Cramming more components onto integrated circuits

With unit cost falling as the number of components per circuit rises, by 1975 economics may dictate squeezing as many as 65,000 components on a single silicon chip

By Gordon E. Moore  
Director, Research and Development Laboratories, Fairchild Semiconductor  
Division of Fairchild Camera and Instrument Corp.

The future of integrated electronics is the future of electronics itself. The advantage of integration will bring about a proliferation of electronics, pushing this science into many new areas.

Integrated circuits will lead to such wonders as home computers—or at least terminals connected to a central computer—automatic controls for automobiles, and personal portable communications equipment. The electronic wristwatch needs only a display to be feasible today.

But the biggest potential lies in the production of large systems. In telephone communications, integrated circuits in digital filters will separate channels on multiplex equipment. Integrated circuits will also switch telephone circuits and perform data processing.

Computers will be more powerful, and will be organized in completely different ways. For example, memories built of integrated electronics may be distributed throughout the

machine instead of being concentrated in a central unit. In addition, the improved reliability made possible by integrated circuits will allow the construction of larger processing units. Machines similar to those in existence today will be built at lower costs and with faster turnaround.

**Present and future**

By integrated electronics, I mean all the various technologies which are referred to as microelectronics today as well as any additional ones that result in electronic functions supplied to the user as irreducible units. These technologies were first investigated in the late 1950's. The object was to minimize electronic equipment to include increasingly complex electronic functions in limited space with minimum weight. Several approaches evolved, including microassembly techniques for individual components, thin-film structures and semiconductor integrated circuits.

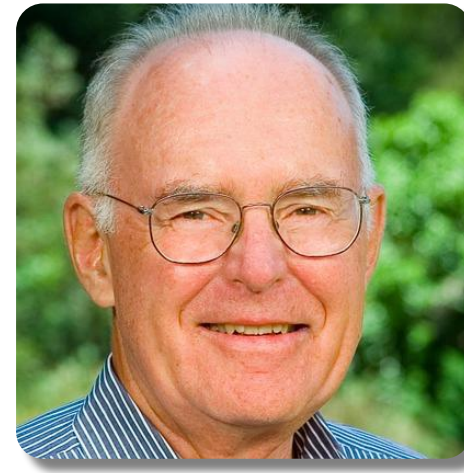
Each approach evolved rapidly and converged so that each borrowed techniques from another. Many researchers believe the way of the future to be a combination of the various approaches.

The advocates of semiconductor integrated circuitry are already using the improved characteristics of thin-film resistors by applying such films directly to an active semiconductor substrate. Those advocating a technology based upon films are developing sophisticated techniques for the attachment of active semiconductor devices to the passive film arrays.

Both approaches have worked well and are being used in equipment today.

The author, Dr. Gordon E. Moore is one of the new breed of electronic engineers, referred to as practical scientists rather than theoretical scientists. He earned a B.S. degree in chemistry from the University of California and a Ph.D. degree in physical chemistry from the California Institute of Technology. He was one of the founders of Fairchild Semiconductor and has been director of the research and development laboratories since 1959.

Electronics, Volume 38, Number 4, April 15, 1965



# Década de 60

- Predição de Moore estava correta. De fato, o crescimento exponencial do número de transistores em circuitos integrados durou muito mais do que 10 anos.
- A projeção realizada por Gordon Moore ficou conhecida como “Lei de Moore”!
- **Lei de Moore:** Uma projeção realizada por Gordon Moore em 1965 que afirmava que, nos próximos 10 anos, o número de componentes (transistores) em um circuito integrado dobraria a cada ano.

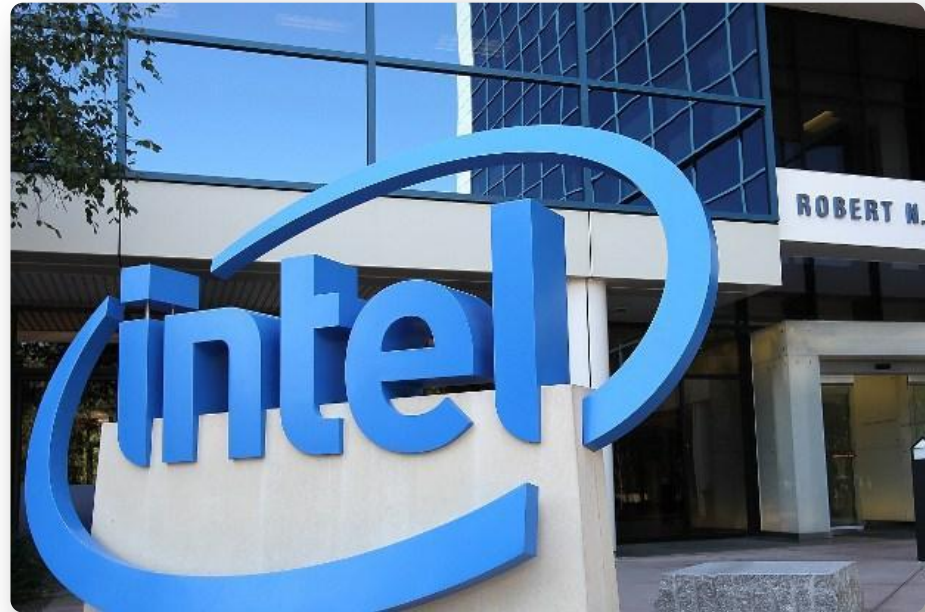


# Década de 60

## 1968: Intel é fundada

Fundadores:

- Robert Noyce
- Gordon Moore





# Década de 60

1968: Transistores => Circuito integrado

---

Geração	Datas Aproximadas	Tecnologia	Velocidade típica (ops / segundo)
1	1946-1957	Válvula	40.000
2	1958-1964	Transistor	200.000
3	1965-1971	Integração em baixa e média escalas	1.000.000
4	1972-1977	Integração em grande escala	10.000.000
5	1978-	Integração em escala muito grande	100.000.000

---

# Década de 60

## **1969: Curso de computação na Unicamp é Fundado**

- Primeiro curso de ciência da computação do país!

# Década de 60

## Eventos marcantes

- 1965: Gordon Moore realiza uma projeção que vem a ser conhecida mais tarde como “Lei de Moore”.
- 1968: Intel é fundada
- 1968: Circuitos integrados começam a ser utilizados na construção de computadores.
- 1969: Criação do curso de computação da Unicamp 😊

# Década de 70

# Década de 70

## Microprocessadores

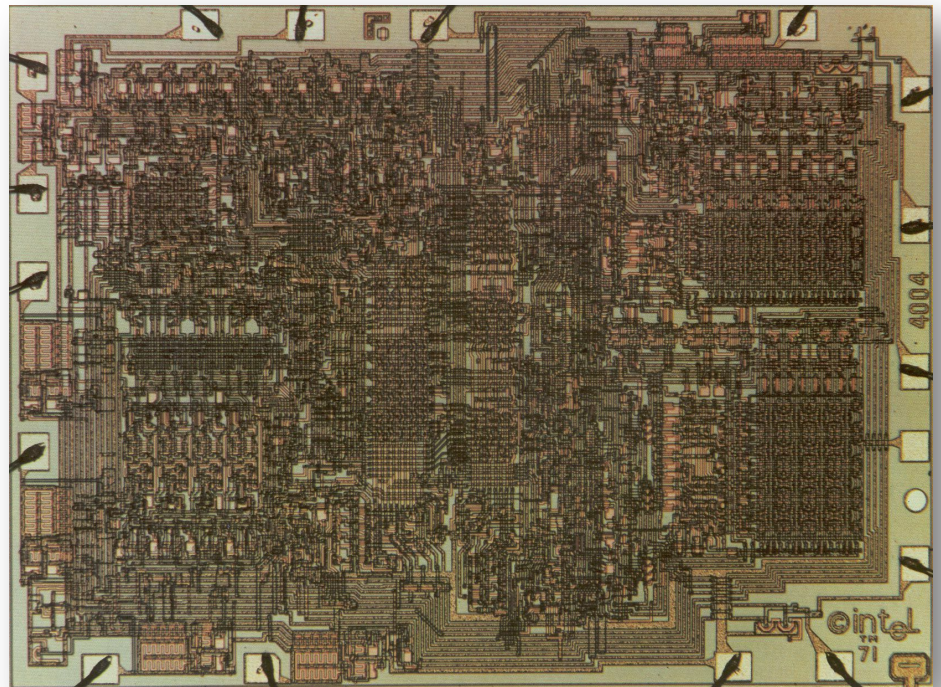
- Intel 4004 (1971): Primeiro microprocessador
- Encomendado pela Busicom para fazer calculadoras
- Todos os componentes da CPU foram integrados em um único *chip*



# Década de 70

## Microprocessadores

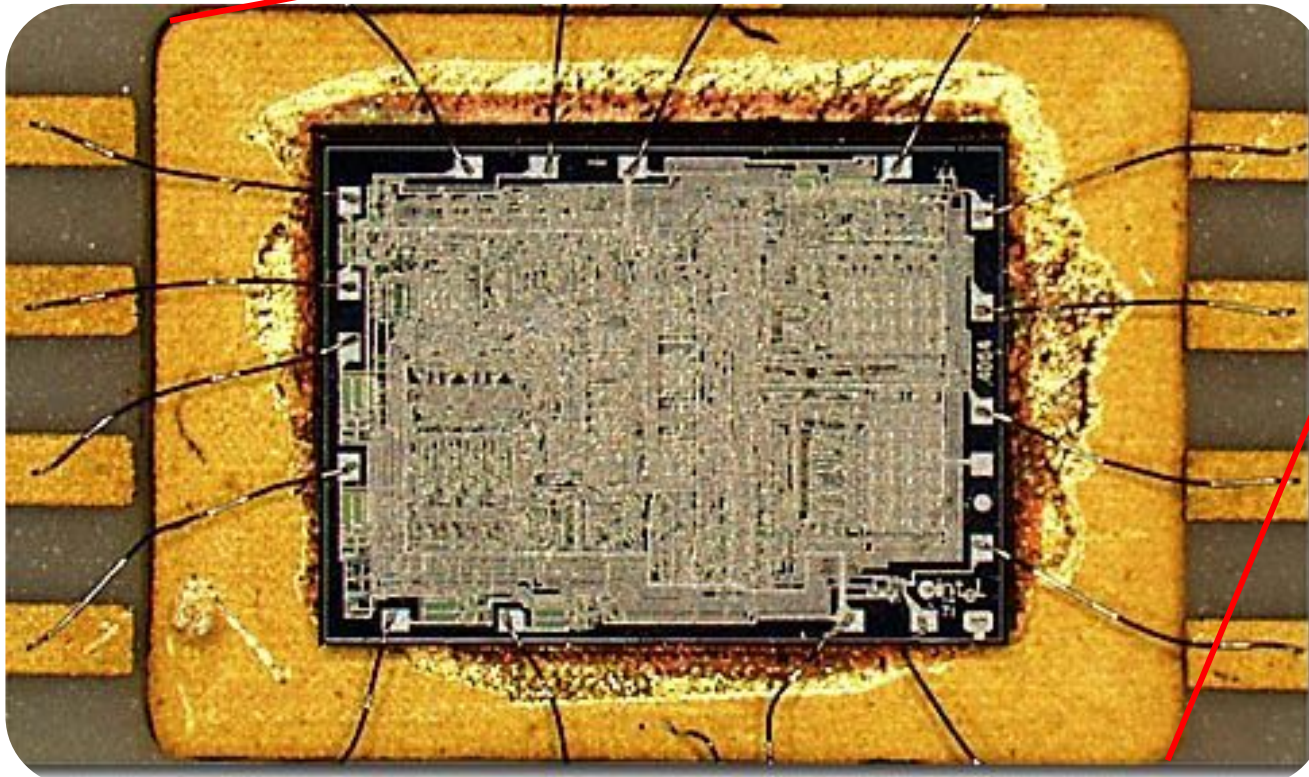
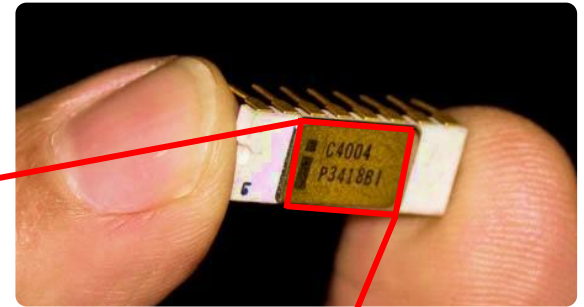
- Intel 4004 (1971)
- ~2.300 transistors
- Até 0.74 MHz
- Até 92.600 operações por segundo



# Década de 70

## Microprocessadores

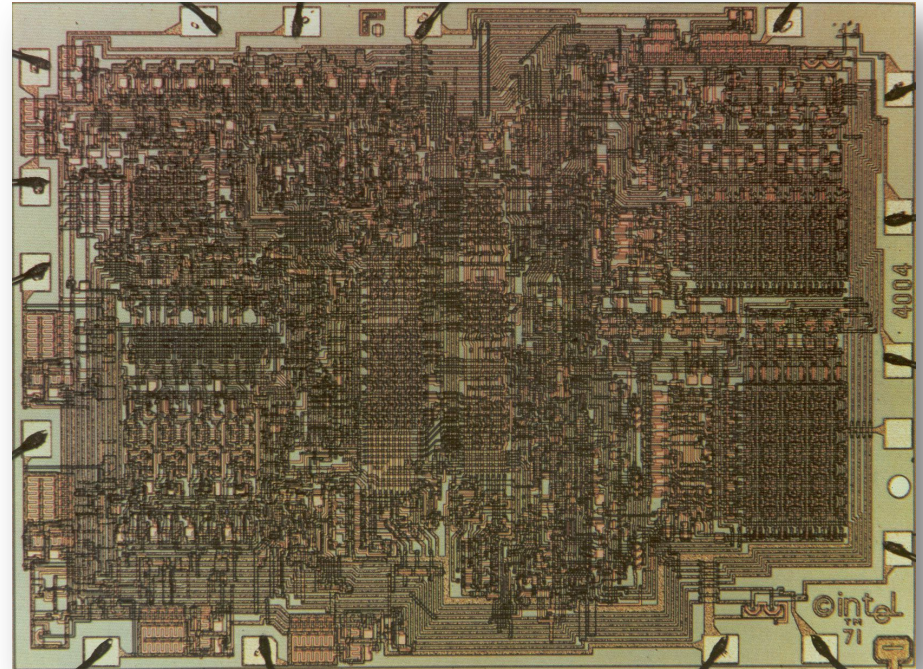
- Intel 4004 (1971)



# Década de 70

## Microprocessadores

- Intel 4004 (1971)
- ~2.300 transistors
- Até 0.74 MHz
- Até 92.600 operações por segundo



---

ENIAC	1946	18.000 Válvulas	5.000 op/s	30.000 kg, 140 m <sup>2</sup> , 140kW > U\$ 400.000
4004	1971	IC: 2.300 Transistores	92.600 op/s	12 mm <sup>2</sup> , U\$ 200

---



# Década de 70

## Microprocessadores

- 1978: Intel 8086 – O patriarca da família x86



- Não é compatível com os chips anteriores da Intel (4004, 8008, 8080)
- 1979: Intel 8088 – Versão mais barata do 8086



- Utilizada no IBM PC

# Década de 70

## Eventos marcantes

- 1971: Intel 4004 – 1º microprocessador
- 1978: Intel 8086 – Patriarca da família x86
- 1979: Intel 8088 – Usado no IBM PC

# Década de 80

# Década de 80

1981  
IBM PC



# Década de 80

- Popularização do modelo IBM PC
- 8088 clonado por AMD, NEC, Texas Instruments e outros
- 1983: IBM PC XT – compatível com código legado (8088)
- 1984: IBM PC AT – Intel 80286



# Década de 80

1985: 80386 – 32 *bits*, Memória Virtual com paginação

- Tornou-se um denominador comum de todas as arquiteturas subsequentes da família x86.



# Década de 80

- 80's: A batalha RISC vs CISC
- Diversas arquiteturas RISC surgiram: MIPS, PowerPC, SPARC, ARM, Alpha, ....
- Desempenho dos processadores RISC superior
- Simplicidade dos processadores RISC permitia
  - *Pipelining, out-of-order execution, on-chip caches, etc...*

# Década de 80

- 80's: A batalha RISC vs CISC
- Desempenho dos processadores RISC superior, mas.....



# Década de 80

- 80's: A batalha RISC vs CISC
- Desempenho dos processadores RISC superior, mas.....

**Legacy Code is  
King!!!**

# Década de 80

## Eventos marcantes

- 1981: IBM PC– 1º computador pessoal comercializado
  - Popularizou a família de processadores x86
  
- Batalha do RISC vs CISC => muitos processadores RISC surgiram.

# Década de 90

# Década de 90

90's: A revolução da microarquitetura P6

- Problema: x86 é muito complexo
- Solução: tradução dinâmica para RISC
- Primeiro processador: Pentium Pro (1995)

# Década de 90

90's: A revolução da microarquitetura P6

- 1995: Pentium Pro: Primeiro processador comercial com microarquitetura P6
- 1997: Pentium II: adicionou MMX
- 1999: Pentium III
- Aumento do desempenho de forma exponencial: 2x a cada 18 meses.

# Década de 90

## Eventos marcantes

- Domínio da Intel no mercado de processadores em computadores pessoais.
- Aumento do desempenho em função do aumento da frequência de operação dos microprocessadores.
  - Aumento exponencial: 2x a cada 18 meses.

# Década de 2000

# Década de 2000

- Para continuar aumentando a frequência de operação a Intel investiu em um projeto agressivo com *pipeline* bem profundo, chamado Netburst.
- Frequências de operação altas, mas desempenho ruim quando predição de saltos não é boa.
- AMD continuou com uma microarquitetura parecida com a do P6 (frequências menores)



# Década de 2000

- AMD lidera as inovações na família x86
- 2003: AMD Opteron – Introdução do modo 64 *bits* (AMD64)

# Década de 2000

- *Power Wall* limita aumento de frequência levando a indústria a mudar o modelo de escalabilidade para número de núcleos, em vez de frequência.
- Intel abandona microarquitetura Netburst e volta a usar a P6
- 2006: Core 2 Duo

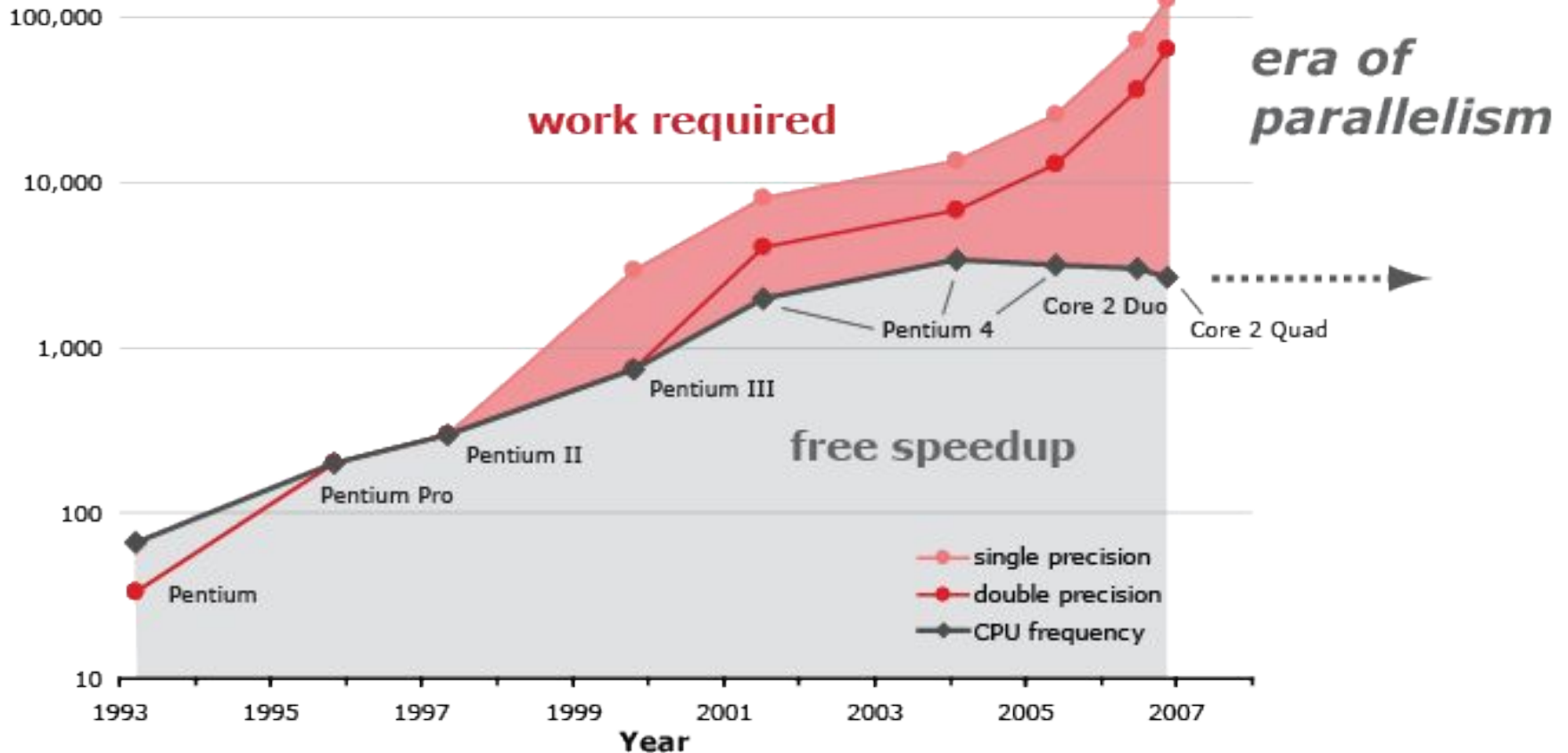
# Década de 2000

- Processadores com múltiplos núcleos de processamento: *multi-core*
- Código tem que ser paralelizado para obter-se desempenho.

# Década de 2000

## Evolution of Intel Platforms

Floating point peak performance [Mflop/s]  
CPU frequency [MHz]



# Década de 2000

- Introdução dos *smartphones* e *tablets*
- 2007: Apple lança o 1º iPhone.
- 2008: Google lança o Android

# Década de 2000

- 2008: Intel Atom
- Intel reconhece a importância do mercado de *smartphones* e *tablets* e lança processador de baixo consumo de energia.
  - Líder do segmento é a ARM (Código Legado)

# Década de 2010

# Década de 2010

- Consolidação do mercado de Smartphones!
- Computação na nuvem
  - Popularização do poder computacional!
- Uso de GPUs para computação de propósito geral
- IoT – Internet das Coisas
- Deep Learning (AI chips)