



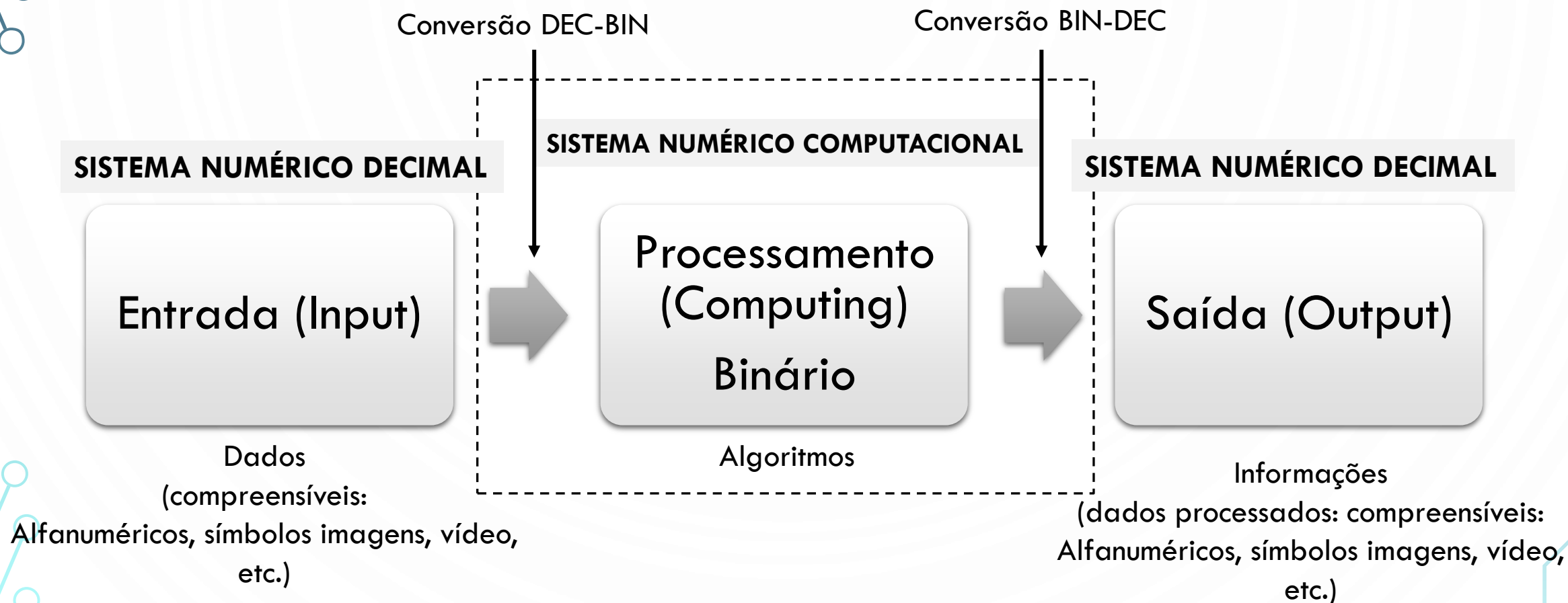
# FUNDAMENTOS DA COMPUTAÇÃO

PROF. JOSENALDE OLIVEIRA

[josenalde.oliveira@ufrn.br](mailto:josenalde.oliveira@ufrn.br)

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS - UFRN

# USUÁRIO X MÁQUINA: CONVERSÕES



# USUÁRIO X MÁQUINA: CONVERSÕES

Conversão DEC-BIN

Conversão BIN-DEC

**SISTEMA NUMÉRICO DECIMAL**

**SISTEMA NUMÉRICO COMPUTACIONAL**

**SISTEMA NUMÉRICO DECIMAL**



Dados  
(compreensíveis:  
Alfanuméricos, símbolos imagens, vídeo,  
etc.)

Algoritmos

Informações  
(dados processados: compreensíveis:  
Alfanuméricos, símbolos imagens, vídeo,  
etc.)

# MAS ANTES...ENGRENAGENS, VAPOR, ELETRICIDADE

- **Objetivo inicial:** computar: determinar por cálculo; contar; estimar; fazer o cômputo de. (resolver problemas, normalmente cálculos científicos complexos, aspecto da **matemática** (aritmética), mas foi além...**classificar, prever**, auxílio à navegação etc.

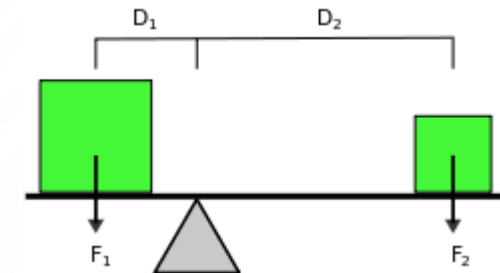
Pessoas eram chamadas “computadores ou computadoras”

Sec XVIII: John Harrison 1713, Nevil Maskelyne 1767, Almanaque Náutico (Mary Edwards 1773 – procurar logaritmos, somar, conferir tabelas astronômicas etc.); converter observação lunar numa posição no mar

Sec XIX: Edward Charles Pickering recrutou computadoras para o Catálogo das Estrelas de Henry Draper (cerca de 10 mil estrelas)



- A computação avançou para outros campos e se associou ao termo **TIC**, tecnologias da informação e comunicação (antes enciclopédias e telefones) e hoje está por trás da **ciência de dados, inteligência artificial, ciber-sistemas** etc.
- A humanidade sempre pensou em como resolver os problemas, para isto criando artefatos físicos (Arquimedes, ...), medidas dos astros (astrolábio, anticítera, observatórios (El Caracol..), ângulos (assírios), relógios, representações numéricas (romanos etc.)
- Babilônios (sistema de base 60), com frações  $1/3600$ ,  $1/216000$ ...
  - $\sqrt{2} = 1 + \frac{24}{60} + \frac{50}{3600} + \frac{10}{216000} = 1,413935 \approx 1,414214$
  - Notação posicional: 12 (doze), 21 (vinte um)
  - Representação do zero (“lugar”)
  - Hora 60 min, min 60 seg, graus mesma divisão



Parafuso e alavanca de Arquimedes (288 – 216 a.C)

# Percebe-se um “algoritmo” na aritmética Romana?

• CXLVII + LXXXIX ?

CXLVII		
unidade	Elemento subtraído	Número principal
C		•
L		•
X	•	
V		•
I		• •

+

LXXXIX		
unidade	Elemento subtraído	Número principal
C		
L		•
X		• • •
V		
I	•	

unidade	Elemento subtraído	Número principal
C		• ↑
L		• • ↑
X	•	• • •
V		•
I	•	• •

Vai-um

• 147 + 89 = 236

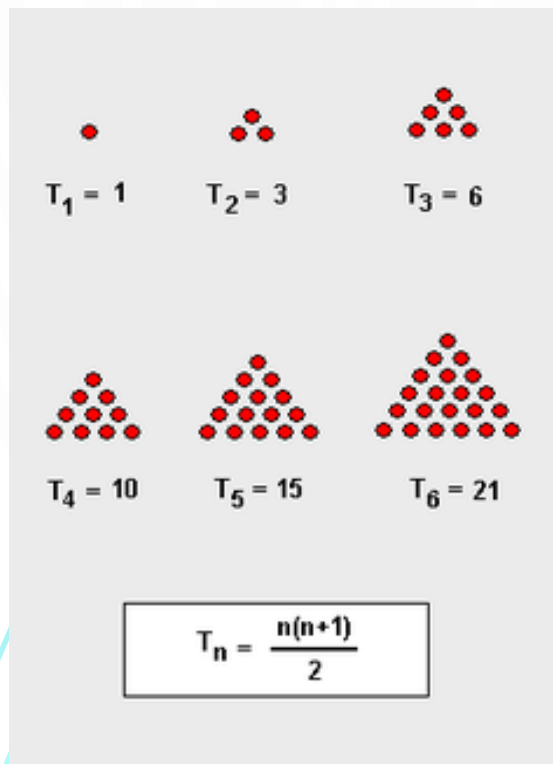
Talvez o ábaco, que, conforme se acredita, foi inventado na Babilônia há 4.500 anos, seja a mais antiga máquina de computar, usada até hoje para ensinar aritmética e contagem!



unidade	Elemento subtraído	Número principal
C		• •
L		
X		• • •
V		•
I		•

- Muhammad ibn Musa *al-Khwarizmi* (780-850d.C)

- Matemático e astrônomo: parece que as civilizações indianas desenvolveram a notação decimal no fim do século VI d.C e chegou depois à Europa pela via islâmica – escrever em decimais (posição), significado do “zero”-“nada”, notação mais simples, palavra álgebra, consequente aumento no uso dos números, **curiosidades** e busca por melhoria de precisão



$1 \times 9 = 09$	$10 \times 9 = 90$
$2 \times 9 = 18$	$9 \times 9 = 81$
$3 \times 9 = 27$	$8 \times 9 = 72$
$4 \times 9 = 36$	$7 \times 9 = 63$
$5 \times 9 = 45$	$6 \times 9 = 54$

Inversões da tabuada do 9

$11 \times 1$	11
$11 \times 11$	121
$111 \times 111$	12321
$1111 \times 1111$	1234321
...	...

**Palíndromos** numéricos

$11^2 = 121$	
$12^2 = 144$	$21^2 = 441$
$13^2 = 169$	$31^2 = 961$

Padrões nos quadrados

Primos  
**Triangulares**  
**Razão aurea**  
 etc. etc.



- `<code> palindromo11.cpp`

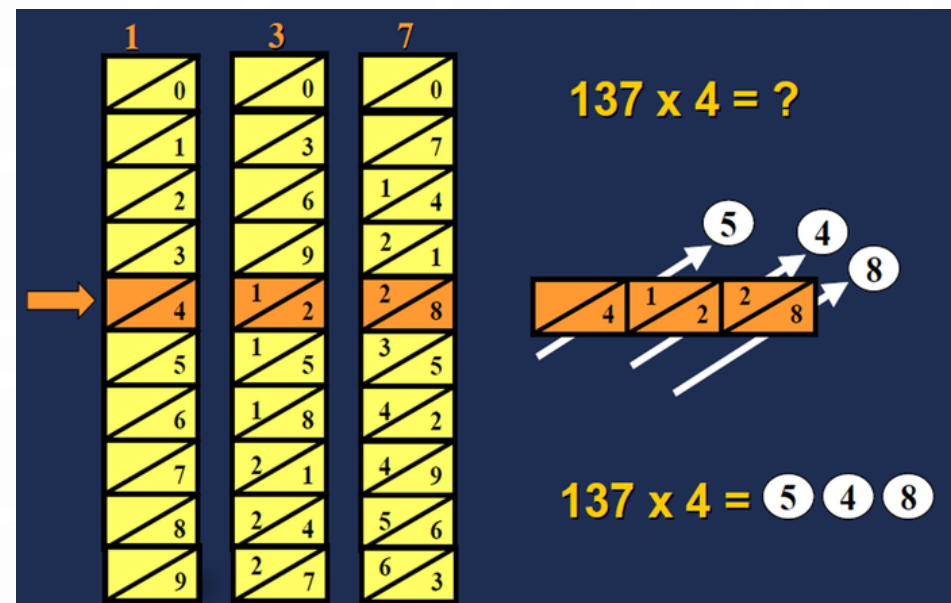
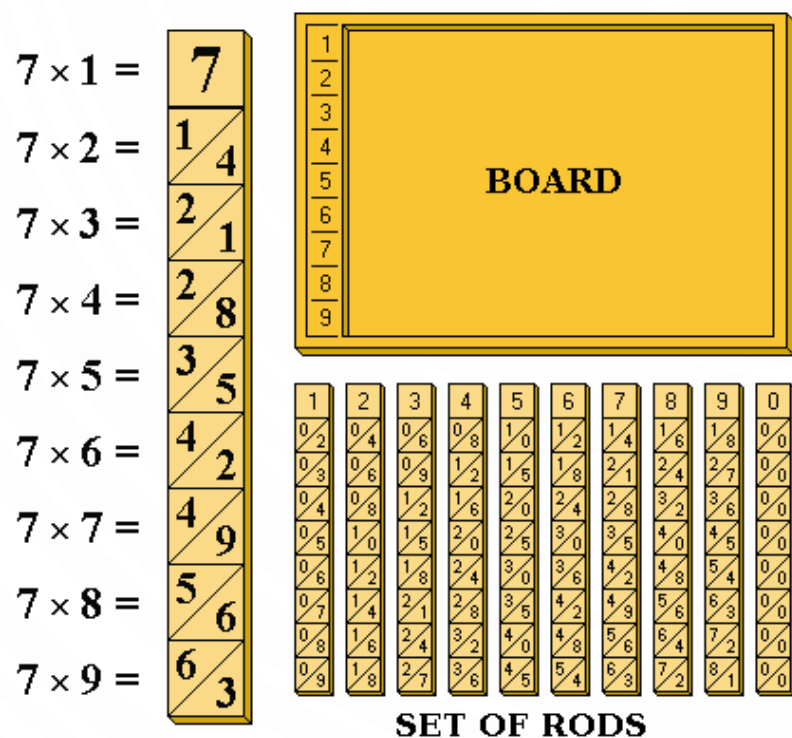
<https://repl.it/languages/cpp>

```
#include <iostream>
#include <cmath>
//Algoritmo palindromos_numericos_11
int main() {
    double n = 11;
    int r = 1;
    std::cout.precision(18);
    while (r < 10) {
        std::cout << n << " * " << n << " = " \
        << pow(n,2) << "\n";
        n = (n*10) + 1;
        r++;
    }
    return 0;
}
```

<https://github.com/josenalde/computing-fundamentals/blob/master/src/palindromo11.cpp>



- John Napier (1550-1617, Escócia) simplificou aritmética, inventando um conjunto de varetas ou bastões, chamado de ossos de Napier, para realizar multiplicações, baseado na tabuada, permitia transportes; é inventor do **logaritmo**. Viu que somar a potência dos números tinha o mesmo efeito de multiplicá-los, se pudermos estar na mesma base:  $2^2 \times 2^3 = 4 \times 8 = 2^{2+3} = 32$ . Henry Briggs (Oxford, em 1615) define junto com Napier que **log 10 = 1** seria adotado como padrão e passa a calcular os logaritmos (tabela) – caminho para a régua de cálculo, usada até 1970, antes das calculadoras eletrônicas.

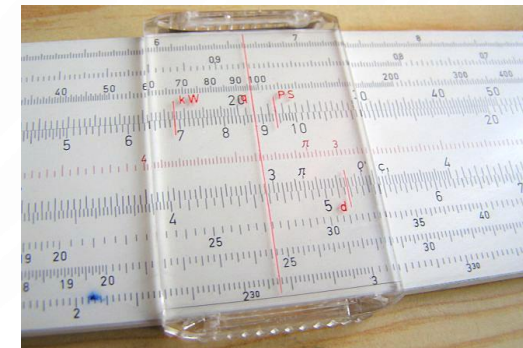


- Blaise Pascal (matemático, teólogo, inventor, França, 1623-1662): automatizar somas e subtrações para ajudar ao pai (coletor de impostos) – baseada em discos que transportavam o valor para a roda seguinte, após estar completa! Ideia base dos somadores até os computadores eletrônicos, porém usado até hoje em odômetros, catracas de acesso etc.; G.W. Leibniz (Alemanha, 1646-1716) teve ideia similar, mas realizava 04 operações, contudo não avançaram como “produto” pelo custo e ausência de procedimentos de manufatura à época.

Pascalina



Régua de cálculo



- As conversões DEC-BIN-DEC são transparentes (e rápidas!) para o usuário, contudo constitui um fundamento da computação compreender como se dá tais conversões para o estudante/profissional de computação (**algoritmicamente**)
- A questão é, portanto, como a máquina manipula dados...isto remonta à **história da costura**, da mecânica, eletro-eletrônica e computação!

Tear mecânico automatizado com cartões perfurados: 1801, **Joseph-Marie Jacquard** usava cartões perfurados para instruir a máquina a erguer um gancho ou deixa-lo no lugar, poupando ao operador incontáveis horas de tédio.

**Revolução Industrial: 1760-1860 (Inglaterra principalmente)**  
**Entre 1860-1900 outros países da Europa**

Jacquard levou à automação a capacidade de **programar**, de selecionar comportamentos diferentes de acordo com as Informações do cartão



- Séc XIX: fascínio pelo **vapor** – erros nas tabelas das sociedade de astronomia impulsionaram o matemático e engenheiro **Charles Babbage** em 1821, junto com John Herschel – vapor como fonte de energia para operar e ventilar minas inundadas e movimentar coisas (locomotivas etc.) será que serviria para a computação? OBS: a **engenharia mecânica** acompanhava esta evolução.

- **Babbage:** mecanização do processo de computação!
  - Problemas complexos como polinômios, que poderiam ser reduzidos a somas simples por meio de passos, **o método das Diferenças**

- Nasce a computação automática, pois o operador fornecia via manivela o movimento de ida e volta para a máquina funcionar, mas não interferia em ajustar os resultados intermediários etc., bastava inserir o problema (configurar) e a máquina daria a resposta.



Rocket de Stephenson, 1829



- Máquina diferencial (1832), junto com Joseph Clement – modelo de demonstração até terceiro grau
- Em 1834 Babbage vislumbra uma máquina analítica, versátil, capaz de ser programada, modificar instruções dadas, tinha conceito de memória (“depósito”) e processamento “usina”  
Comportamento operacional da usina controlado por cartões perfurados

Resultado	1. Dif	2. Dif
1		
4	3	
9	5	2
16	7	2
25	9	2
36	11	2



- **Ada Lovelace** (1815-1852) conheceu Babbage aos 18 anos, tendo morrido aos 36 anos com câncer. Interpretou ideias de Babbage, tendo ampliado a descrição de Luigi Menabrea com uma espécie de algoritmo para calcular números de Bernoulli, inclusive explicando quais cartões seriam necessários (AAL era como assinava seus trabalhos)

- **Babbage** antecipou inovações “redescobertas” no século XX

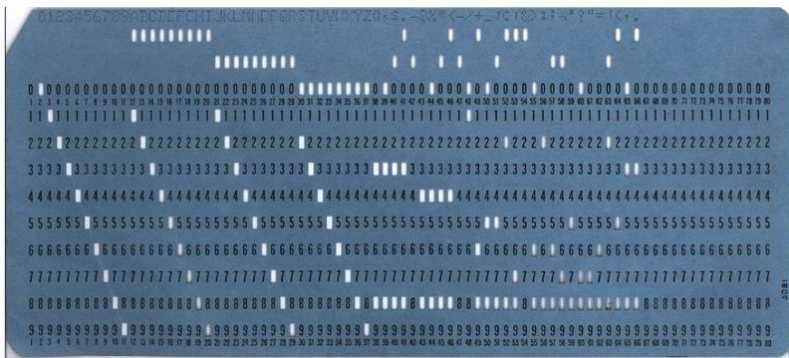
- Abordagem top-down (reduzir processo a subprocessos)
- Ausência de intervenção humana durante computação
- **Computação baseada em símbolos**
- **Separação entre variáveis e instruções**
- Solução definida pela parada da máquina (rodar até encontrar solução ou critério)
- Artefatos “pensantes”
- Filho (Henry) publicou seus desenhos em 1889, e artigo foi publicado em 1933

Exemplo de código em Ada® (2012)

```
with Ada.Text_IO;  
procedure Oi is  
begin  
    Ada.Text_IO.Put_Line("Oi, mundo!");  
end Oi;
```

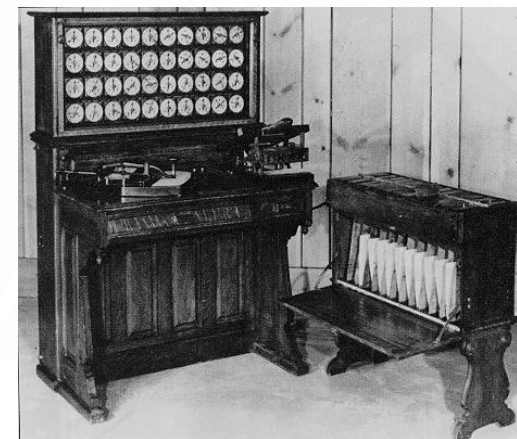
- VOLTEMOS AOS CARTÕES PERFURADOS E À ELETRICIDADE

- **REVOLUÇÃO:** cartão perfurado (Herman Hollerith: 1860-1929 máquina para ler cartões – recenseamento nos EUA de 1890)



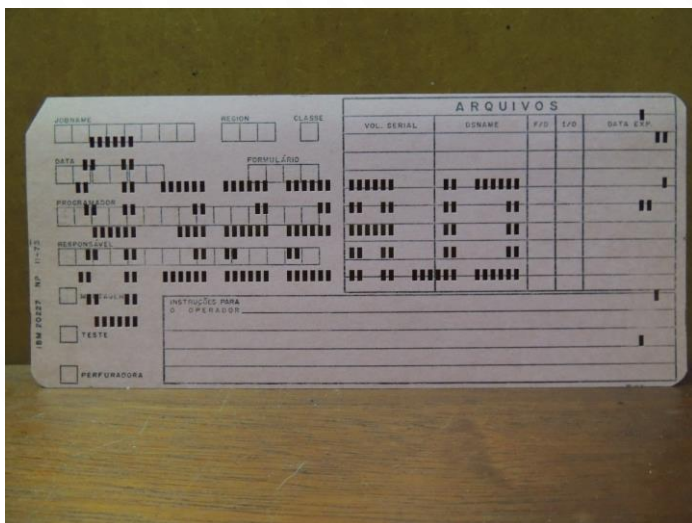
Específico para o censo

1906 Type I permitia  
Reconfiguração – primeiros  
Passos para programação



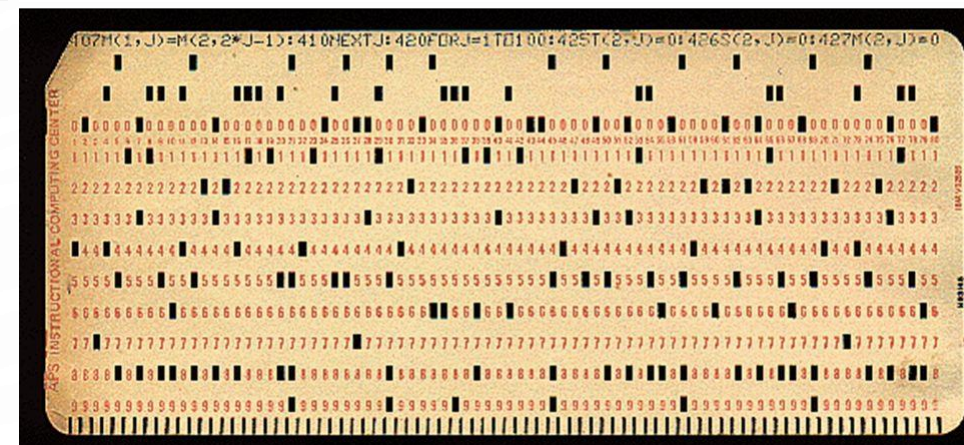
**IBM**

- Cartão perfurado com linha de programa em Fortran



**Em 1924, Thomas J. Watson  
Renomeia a CTRC para IBM**

Necessidades: contar,  
classificar, somar, subtrair  
**Máquinas de tabulação**





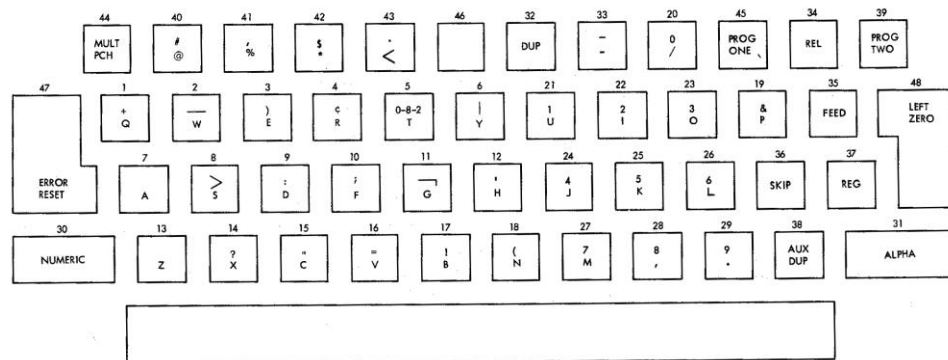


Figure 8. Combination Keyboard Chart

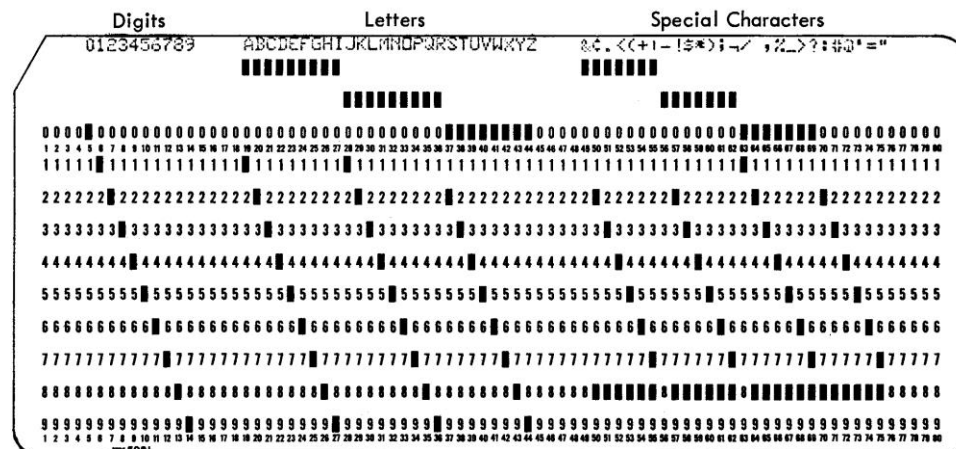


Figure 4. Card Codes and Graphics for 64-Character Set

## IBM029-teclado 64charset e cartão (1964) System/360 da IBM lançado em 1964

<http://cfbcursos.com.br/sistcartperfurado/sistemaCartao.html>

<http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/026.html>

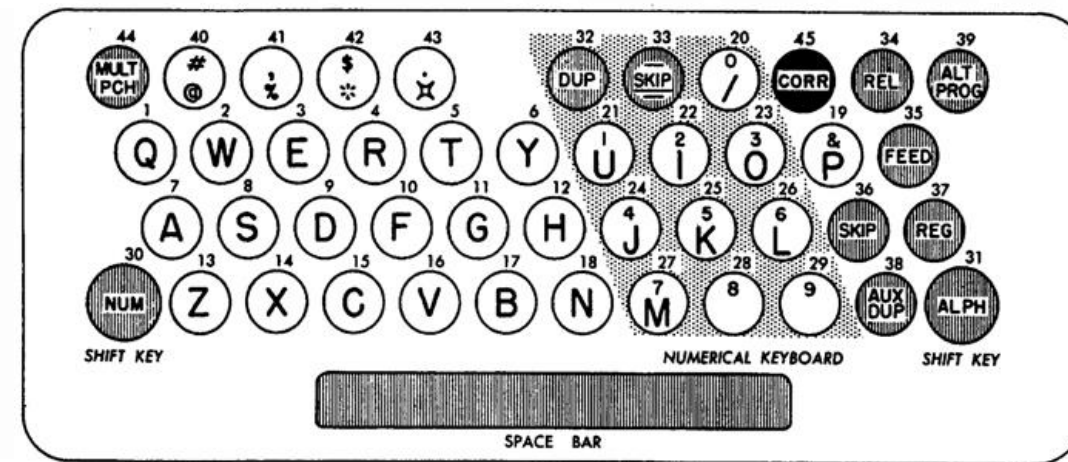


Figure 28. Combination Keyboard Chart

## IBM026 – detalhe teclado (1949) Não adequado para programação Fortran (1957) IBM704

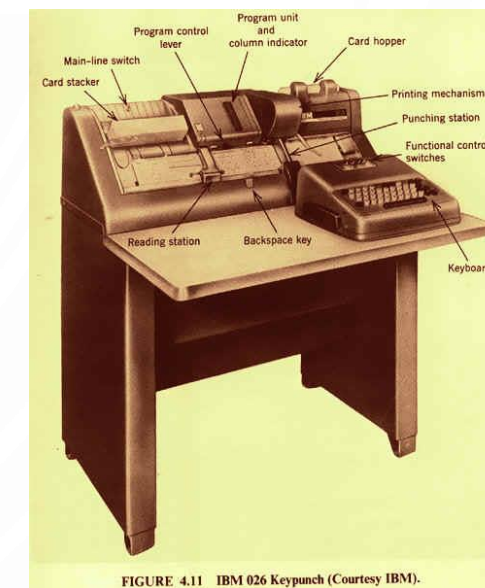
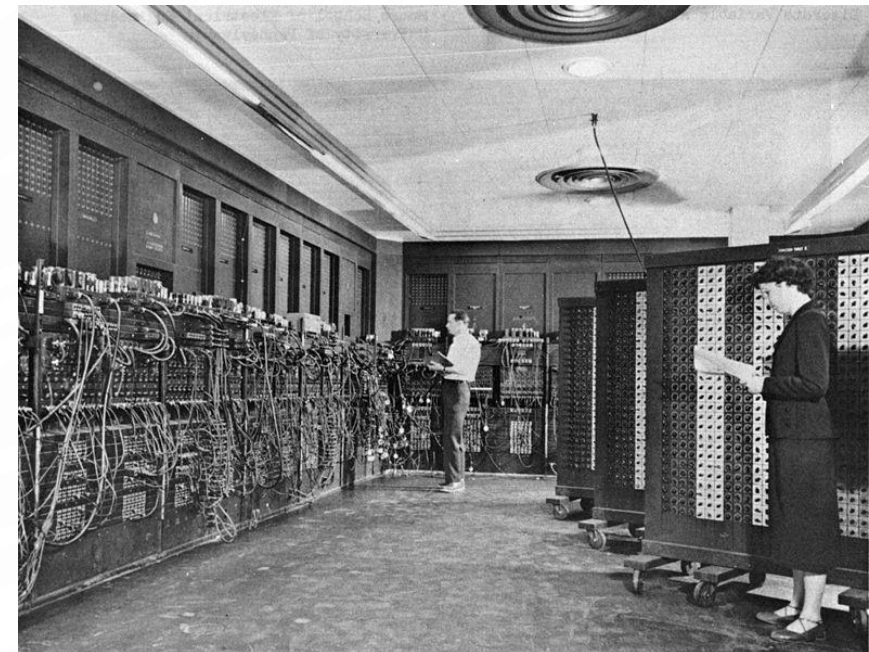


FIGURE 4.11 IBM 026 Keypunch (Courtesy IBM).

IBM1130 (1965 – “desk” computador)  
\$32.280 compra e \$1.000 mensais aluguel

- IDEIA dos cartões: presença/ausência de buracos para fechar circuito elétrico, os furos abertos nos cartões formavam as **instruções binárias** necessárias para dizer à máquina que seguisse uma via ou outra
- Computadores analógicos/mecânicos primeira metade do século XX (relés, circuitos)
- Computadores eletro-eletrônicos, máquina de **Turing**: pesquisas para novos computadores, decifrar enigmas criptografados – “vencer a guerra”... (válvulas)
- ENIAC (cálculo de trajetórias: balística)
  - 30 Ton
  - 180 m<sup>2</sup> de área
  - 70 mil resistores, 18 mil **válvulas a vácuo (Fleming 1904)**
  - 200 kw
  - 1943 – 1947 (ligado), cartões perfurados (SO)



- Evolução nas formas de escrever código!

Exemplo de código em Fortran	Exemplo de código Assembly Intel x86
<pre>PROGRAM OI WRITE (*,10) 10  FORMAT ('OI, MUNDO!') STOP END</pre> <p><b>Linguagem criada pela IBM na década de 50, 1954..., ainda utilizava os cartões perfurados para armazenar o software, numa espécie de memória secundária (auxiliar)</b></p> <p><b>Para entusiastas: Fortran 2008:</b> <a href="https://www.fortran.com/the-fortran-company-homepage/fortran-training/modern-fortran-20032008/">https://www.fortran.com/the-fortran-company-homepage/fortran-training/modern-fortran-20032008/</a></p>	<pre>MODEL SMALL IDEAL STACK  DATASEG     MSG DB 'OI, MUNDO!\$'  CODESEG     MOV AX, @data     MOV DS, AX     MOV DX, OFFSET MSG     MOV AH, 09H     INT 21H     MOV AX, 4C00H     INT 21H END</pre> <p><b>Conhecer arquitetura alvo – obrigatório</b> <b>Necessário “guardar passos anteriores”</b></p>



- **George Boole** (1815-1864) extraiu a essência das proposições e elaborou uma “álgebra” com a qual pudesse combiná-las sem necessidade de verborragia; assim, criou a disciplina de **Lógica Simbólica**

- W.S.Jevons (1835-1882) cria “piano lógico” para processar proposições

- A e a (não A)
- Influenciou lógica, criptologia
- Em meados do séc XX, Wolfe Mays e Dietrich Prinz constroem o computador lógico (precursor da IA e programação moderna)

- Alan Turing (1912-1954): máquina universal (imaginária)  
instruções simples (apagar, imprimir, mudar fita etc.) são lidas, examinadas e executadas, processo lógico e mecânico; ideias: máquina que agisse com base numa tabela de instruções, máquina era digital (simbólica) é a base teórica dos computadores modernos



Computador Ferranti



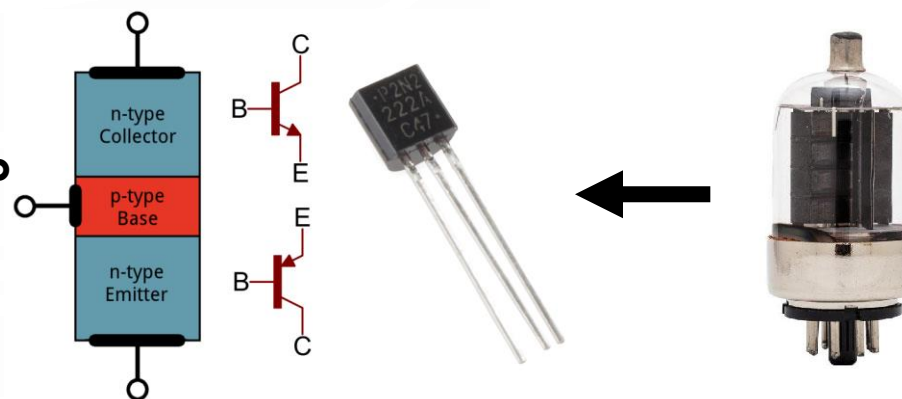
Piano lógico de Jevons

- Ao invés de manipular 10 dígitos ou estados (0 à 9), a ideia do cartão perfurado seria ter um dispositivo eletrônico para conduzir ou cortar a corrente elétrica (2 estados). À época, a válvula eletrônica, como a válvula diodo, era uma solução para o problema. Antes, relés usados nas chamadas telefônicas antes da segunda guerra mundial foram adaptados.
- **Claude Shannon** (MIT), 1937, foi anfitrião de Turing em visita ao Bell Labs durante a guerra. Shannon usou a álgebra para mostrar que circuitos complexos poderiam ser simplificados e que era possível projetar um circuito que modelasse operações aritméticas e funções algébricas.
- Transistor (1947, Shockley, Brattain, Bardeen, Nobel em 1956), com material semicondutor (Germânio, Silício) similar à válvula triodo



**IBM 7030 – 1961**

**Dica: Estrelas além do tempo**



- Assim, o estado (state) LIGADO/ATIVO é associado à condução elétrica, com associação lógica ao estado VERDADEIRO, ou nível lógico 1
- O estado DESLIGADO/INATIVO é associado à não condução elétrica, com associação lógica ao estado FALSO, ou nível lógico 0
- O conceito de BIT na computação refere-se a este estado lógico, que só pode ser 1 OU EXCLUSIVAMENTE 0 em cada instante. Em termos práticos (elétricos), utiliza-se a convenção de 1 ser o estado associado à tensão de 5 V contínua e 0 ser associado à tensão de 0 V (lógica TRANSISTOR-TRANSISTOR TTL)
- Quando temos 8 BITS agrupados, chamamos 1 BYTE (1B), para representar dado computacional ou BINÁRIO. Os múltiplos são Kilo, Mega, Giga, Tera, Peta..4 BITS é o nibble, menos utilizado, 16 BITS é word, e 32 BITS dword.

- Os cartões de memória (e atualmente) utilizavam um código denominado BINARY CODED DIGIT (BCD), que a cada dígito decimal, haveria um NIBBLE associado, no sistema denominado como 8421 (método da tabela)



Anita 1011 (Sumlock Anita, England, 1969)