MAC 110 — Introdução à Ciência da Computação

Aula 12

Nelson Lago

BMAC – 2024

Doncovim?!

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

- **Contar nos dedos, contar "palitinhos"...**

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

- **Contar nos dedos, contar "palitinhos"...**
- **Relação um para um —**

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

- **Contar nos dedos, contar "palitinhos"...**
- **Relação um para um — **
- **Escrita e algarismos**

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

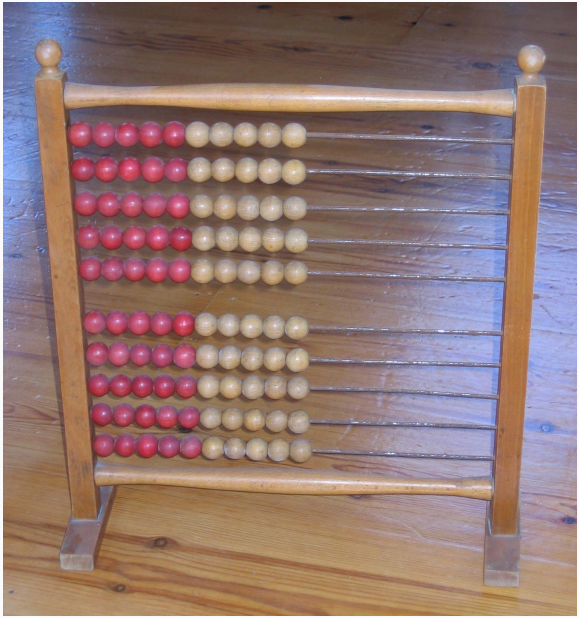
Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

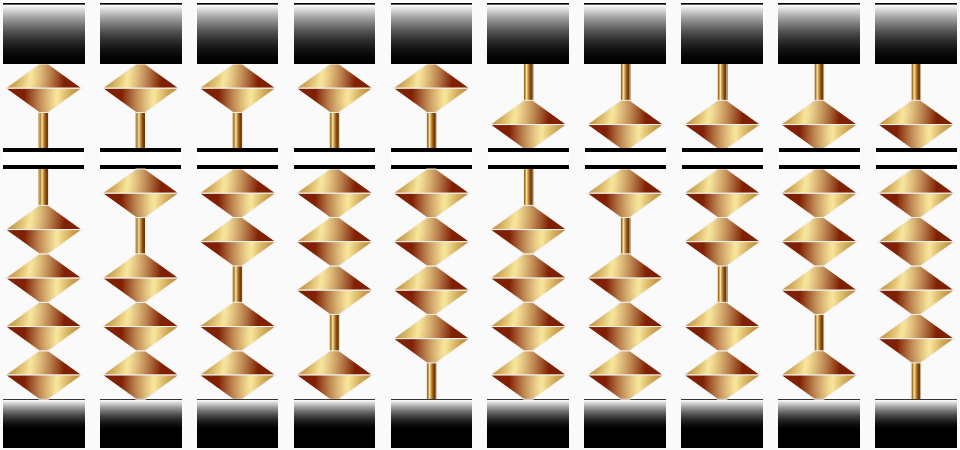
- **Contar nos dedos, contar "palitinhos"...**
- **Relação um para um —**
- **Escrita e algarismos**
  - 4 operações, grandes números, "vai um" ("carry")

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

- **Contar nos dedos, contar "palitinhos"...**
- **Relação um para um — IIIII**
- **Escrita e algarismos**
  - 4 operações, grandes números, "vai um" ("carry")
  - Ábaco





en.wikipedia.org/wiki/File:Soroban_0.svg

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

- **Réguas, balanças**

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

- **Réguas, balanças**
- **Relógios de sol e clepsidras**

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

- **Astrolábio (séc II AC)**
  - Permite determinar sua posição no solo observando as estrelas (entre outras funções)

Antiguidade — contagem, medidas e astronomia

Até o início do século XX, a história da computação é, em grande parte, um capítulo na história da matemática

- **Astrolábio (séc II AC)**
  - Permite determinar sua posição no solo observando as estrelas (entre outras funções)
- **Mecanismo de Anticítera (séc II AC)**
  - Considerado o primeiro "computador analógico", permite prever as posições dos astros e eclipses (ou seja, é mais que apenas um instrumento de medida)

commons.wikimedia.org/wiki/File:Antikythera_mechanism_clockface,_1st-2nd_century_BC,_Greece_(model).jpg
pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Antikythera_model_front_panel_Mogi_Vicentini_2007.JPG

Idade média — matemática e mecânica

- **Tabelas trigonométricas (séc I–VI)**

Idade média — matemática e mecânica

- **Tabelas trigonométricas (séc I–VI)**
  - Maior precisão com séries de Madhava (séc XIV)

Idade média — matemática e mecânica

- **Tabelas trigonométricas (séc I–VI)**
  - Maior precisão com séries de Madhava (séc XIV)
- **Números arábicos (na Europa, séc IX?)**
  - (muito mais fácil de automatizar)

Idade média — matemática e mecânica

- **Tabelas trigonométricas (séc I–VI)**
  - Maior precisão com séries de Madhava (séc XIV)
- **Números arábicos (na Europa, séc IX?)**
  - (muito mais fácil de automatizar)
- **"Órgão" automático (na verdade, flauta – séc IX), precursor da pianola (séc XIX)**
  - muslimheritage.com/hydraulic-organ-of-banu-musa/
  - (um cilindro giratório com pinos abria e fechava os furos no corpo da plauta, como uma caixa de música moderna)

Idade média — matemática e mecânica

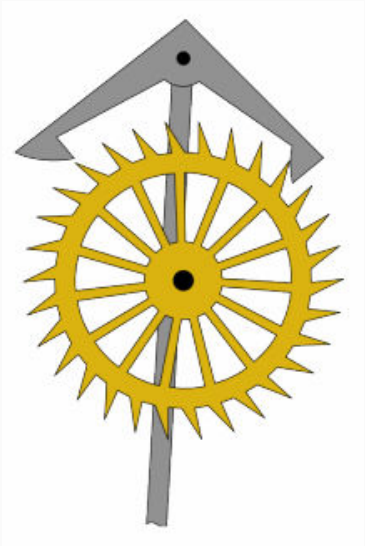
- **Tabelas trigonométricas (séc I–VI)**
  - Maior precisão com séries de Madhava (séc XIV)
- **Números arábicos (na Europa, séc IX?)**
  - (muito mais fácil de automatizar)
- **"Órgão" automático (na verdade, flauta – séc IX), precursor da pianola (séc XIX)**
  - muslimheritage.com/hydraulic-organ-of-banu-musa/
  - (um cilindro giratório com pinos abria e fechava os furos no corpo da plauta, como uma caixa de música moderna)
  - Provavelmente o primeiro sistema "programável", ou seja, em que há uma separação entre "hardware" e "software"

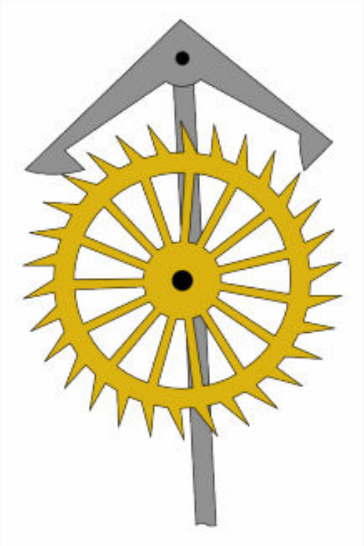
Idade média — matemática e mecânica

- **Tabelas trigonométricas (séc I–VI)**
  - Maior precisão com séries de Madhava (séc XIV)
- **Números arábicos (na Europa, séc IX?)**
  - (muito mais fácil de automatizar)
- **"Órgão" automático (na verdade, flauta – séc IX), precursor da pianola (séc XIX)**
  - muslimheritage.com/hydraulic-organ-of-banu-musa/
  - (um cilindro giratório com pinos abria e fechava os furos no corpo da plauta, como uma caixa de música moderna)
  - Provavelmente o primeiro sistema "programável", ou seja, em que há uma separação entre "hardware" e "software"
- **Relógios mecânicos (séc XIII–XIV)**

Idade média — matemática e mecânica

- **Tabelas trigonométricas (séc I–VI)**
  - Maior precisão com séries de Madhava (séc XIV)
- **Números arábicos (na Europa, séc IX?)**
  - (muito mais fácil de automatizar)
- **"Órgão" automático (na verdade, flauta – séc IX), precursor da pianola (séc XIX)**
  - muslimheritage.com/hydraulic-organ-of-banu-musa/
  - (um cilindro giratório com pinos abria e fechava os furos no corpo da plauta, como uma caixa de música moderna)
  - Provavelmente o primeiro sistema "programável", ou seja, em que há uma separação entre "hardware" e "software"
- **Relógios mecânicos (séc XIII–XIV)**
  - Início dos mecanismos de precisão





Renascimento europeu — computadores e engrenagens

- **Logaritmos (séc XVII)**
  - Mantissa e característica
    - » $log_{10}(120) = log_{10}(10^2 \times 1.2) = 2 + log_{10}(1.2)$

Renascimento europeu — computadores e engrenagens

- **Logaritmos (séc XVII)**
  - Mantissa e característica
    - » $log_{10}(120) = log_{10}(10^2 \times 1.2) = 2 + log_{10}(1.2)$
  - Computadores (profissão)

Renascimento europeu — computadores e engrenagens

- **Logaritmos (séc XVII)**
  - Mantissa e característica
    - » $log_{10}(120) = log_{10}(10^2 \times 1.2) = 2 + log_{10}(1.2)$
  - Computadores (profissão)
  - Tabelas de logaritmos

Renascimento europeu — computadores e engrenagens

- **Logaritmos (séc XVII)**
  - Mantissa e característica
    - » $log_{10}(120) = log_{10}(10^2 \times 1.2) = 2 + log_{10}(1.2)$
  - Computadores (profissão)
  - Tabelas de logaritmos
  - Régua de cálculo

Renascimento europeu — computadores e engrenagens

- **Logaritmos (séc XVII)**
  - Mantissa e característica
    - » $log_{10}(120) = log_{10}(10^2 \times 1.2) = 2 + log_{10}(1.2)$
  - Computadores (profissão)
  - Tabelas de logaritmos
  - Régua de cálculo
  - Calculadoras mecânicas

Renascimento europeu — computadores e engrenagens

- **Logaritmos (séc XVII)**
  - Mantissa e característica
    - » $log_{10}(120) = log_{10}(10^2 \times 1.2) = 2 + log_{10}(1.2)$
  - Computadores (profissão)
  - Tabelas de logaritmos
  - Régua de cálculo
  - Calculadoras mecânicas
    - » *O arithmomètre, primeira calculadora mecânica confiável e de sucesso comercial, é do séc XIX*

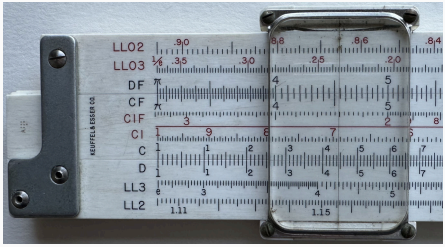
Tabelas de logaritmos

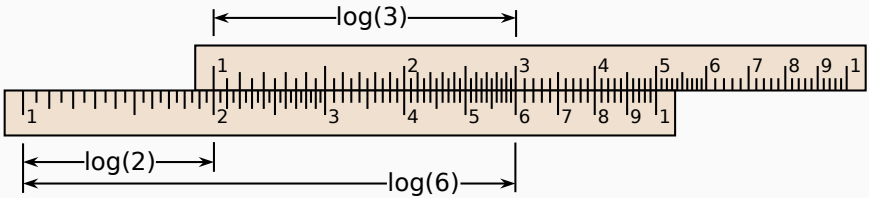
TABLE 3

Common Logarithms of Trigonometric Functions (offset +10)

0° → ↓	sin	Diff. 1′	csc	tan	Diff. 1′	cot	sec	Diff. 1′	cos	← 179° ↓
′										′
0	∞	— —	∞	∞	— —	∞	10.00000		10.00000	60
1	6.46373	30103	13.53627	6.46373	30103	13.53627	.00000	0	.00000	59
2	.76476	17609	.23524	.76476	17609	.23524	.00000	0	.00000	58
3	6.94085	12494	.05915	6.94085	12494	.05915	.00000	0	.00000	57
4	7.06579	9691	.93421	7.06579	9691	.93421	.00000	0	.00000	56
5	7.16270	7918	12.83730	7.16270	7918	12.83730	10.00000	0	10.00000	55
6	.24188	6694	.75812	.24188	6694	.75812	.00000	0	.00000	54
7	.30882	5800	.69118	.30882	5800	.69118	.00000	0	.00000	53
8	.36682	5115	.63318	.36682	5115	.63318	.00000	0	.00000	52
9	.41797	4576	.58203	.41797	4576	.58203	.00000	0	.00000	51
10	7.46373	4139	12.53627	7.46373	4139	12.53627	10.00000	0	10.00000	50
11	.50512	3779	.49488	.50512	3779	.49488	.00000	0	.00000	49
12	.54291	3476	.45709	.54291	3476	.45709	.00000	0	.00000	48
13	.57767	3218	.42233	.57767	3219	.42233	.00000	0	.00000	47
14	.60985	2997	.39015	.60986	2996	.39014	.00000	0	.00000	46
15	7.63982	2802	12.36018	7.63982	2803	12.36018	10.00000	0	10.00000	45
16	.66784	2633	.33216	.66785	2633	.33215	.00000	0	.00000	44
17	.69417	2483	.30583	.69418	2482	.30582	.00001	1	.99999	43
18	.71900	2348	.28100	.71900	2348	.28100	.00001	0	.99999	42
19	.74248	2227	.25752	.74248	2228	.25752	.00001	0	.99999	41
20	7.76475	2119	12.23525	7.76476	2119	12.23524	10.00001	0	9.99999	40
21	.78594	2021	.21406	.78595	2020	.21405	.00001	0	.99999	39

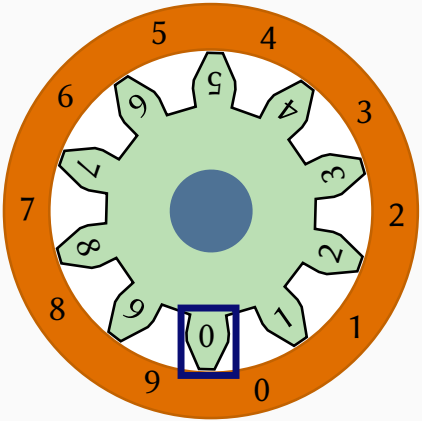
Réguas de cálculo





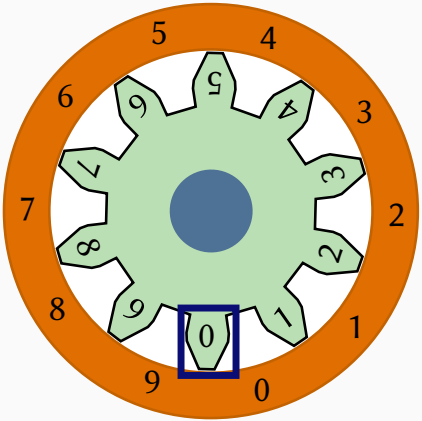
en.wikipedia.org/wiki/File:Slide_rule_example2_with_labels.svg

Pascalina



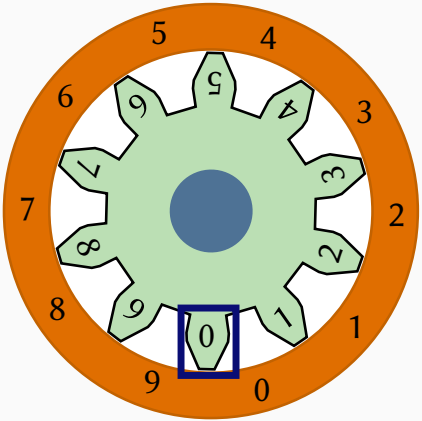
Pascalina

4 + 2 + 2



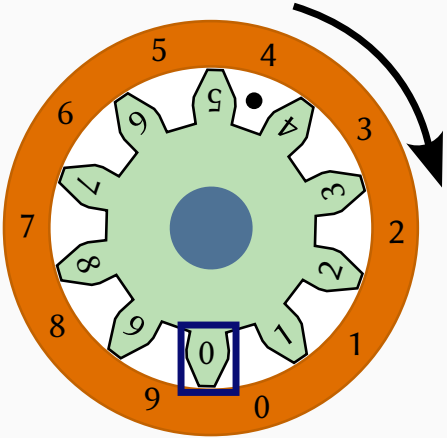
Pascalina

4 + 2 + 2



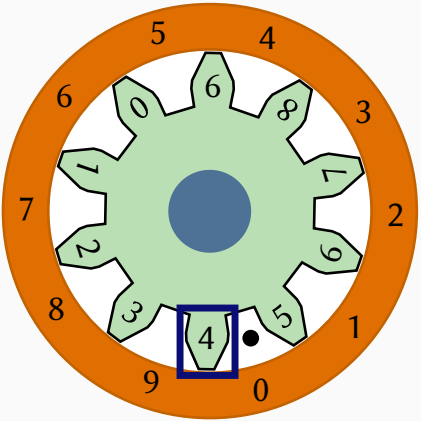
Pascalina

4 + 2 + 2



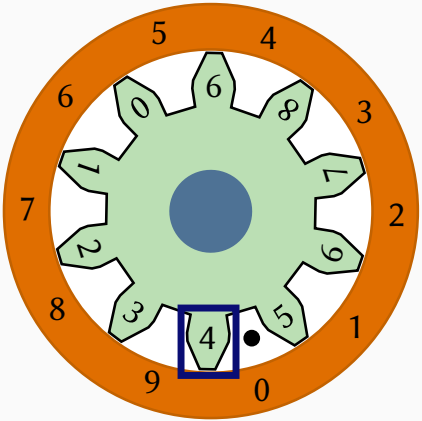
Pascalina

4 + 2 + 2



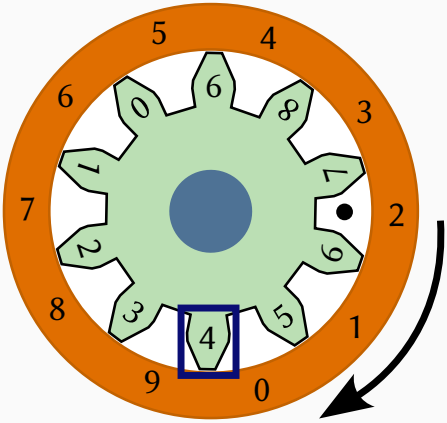
Pascalina

$$4 + 2 + 2$$



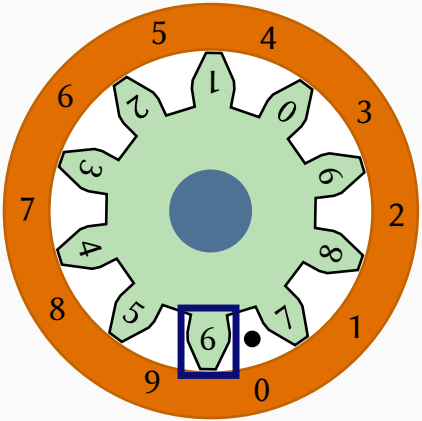
Pascalina

$$4 + 2 + 2$$



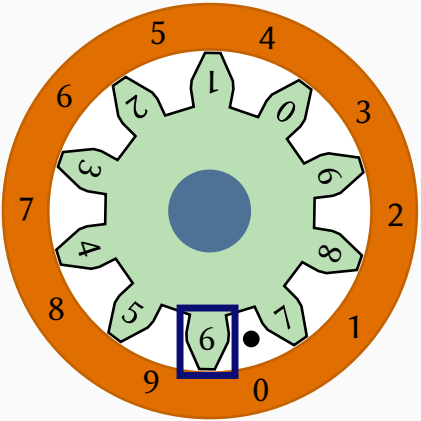
Pascalina

$$4 + 2 + 2$$



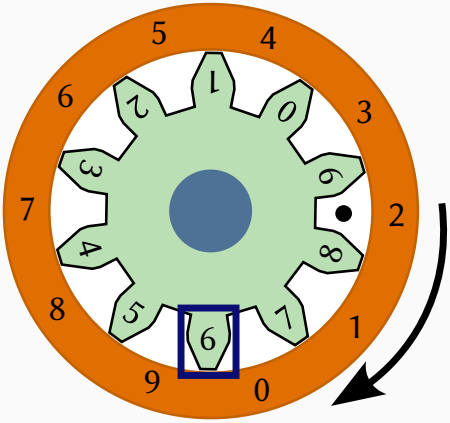
Pascalina

$$4 + 2 + 2$$



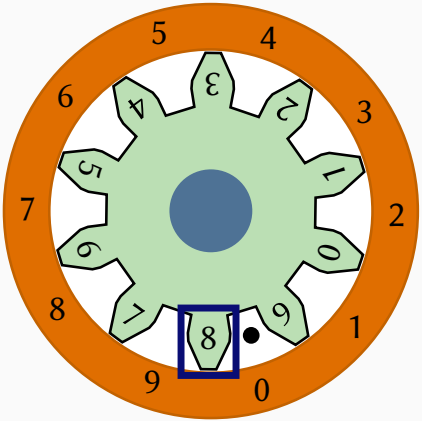
Pascalina

$$4 + 2 + 2$$

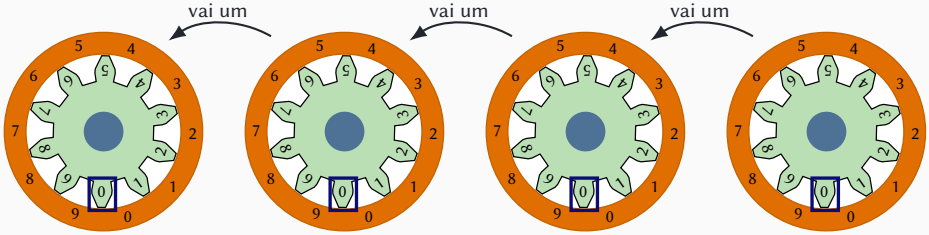


Pascalina

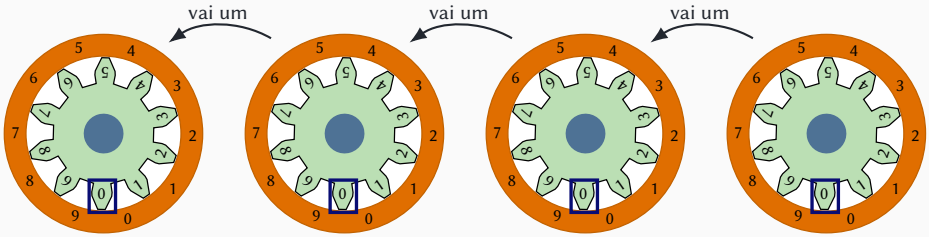
$$4 + 2 + 2$$



Pascalina



Pascalina



Teoricamente, fazer o “vai um” com engrenagens é simples; na prática, com vários dígitos o esforço mecânico é muito grande. A inovação da Pascalina foi um mecanismo de molas para o “vai um”.

Para mais detalhes:
www.youtube.com/watch?v=3h71HAJWnVU
www.youtube.com/watch?v=nyCrDI7hRpE

O acumulador

$$4 + 2 + 2 = 6$$

O acumulador

~~4 + 2 + 2 = 6~~

O acumulador

$$4 + 2$$

O acumulador

~~4 + 2~~

O acumulador

6

O acumulador

$$6 + 2$$

O acumulador

~~6 + 2~~

O acumulador

8

O acumulador

- **Um dos operandos é sempre o resultado da expressão anterior**

O acumulador

- Um dos operandos é sempre o resultado da expressão anterior
- O resultado sempre fica armazenado no mesmo lugar

O acumulador

- **Um dos operandos é sempre o resultado da expressão anterior**
- **O resultado sempre fica armazenado no mesmo lugar**
  - (substituindo o resultado anterior)

O acumulador

- **Um dos operandos é sempre o resultado da expressão anterior**
- **O resultado sempre fica armazenado no mesmo lugar**
  - (substituindo o resultado anterior)
- **“Acumulador”**

O acumulador

- **Um dos operandos é sempre o resultado da expressão anterior**
- **O resultado sempre fica armazenado no mesmo lugar**
  - (substituindo o resultado anterior)
- **"Acumulador"**
  - (também ábaco, calculadora de bolso... e o computador!)

Computadores analógicos e digitais

- O mecanismo de Anticítera era um computador **analógico**

Computadores analógicos e digitais

- O mecanismo de Anticítera era um computador **analógico**
- A régua de cálculo é um instrumento **analógico**

Computadores analógicos e digitais

- O mecanismo de Anticítera era um computador **analógico**
- A régua de cálculo é um instrumento **analógico**
- O ábaco é um instrumento **digital**

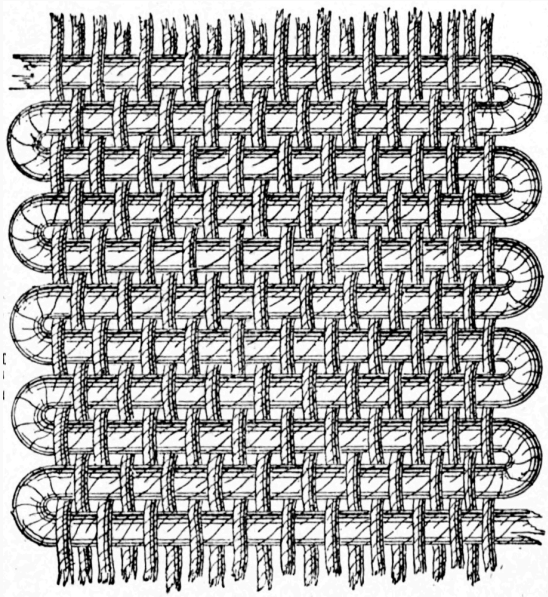
Computadores analógicos e digitais

- O mecanismo de Anticítera era um computador **analógico**
- A régua de cálculo é um instrumento **analógico**
- O ábaco é um instrumento **digital**
- As calculadoras mecânicas são sistemas **digitais**

Tear de Jacquard

Tear de Jacquard

WTF “tear”?



en.wikipedia.org/wiki/File:Belarus_weaving.jpg

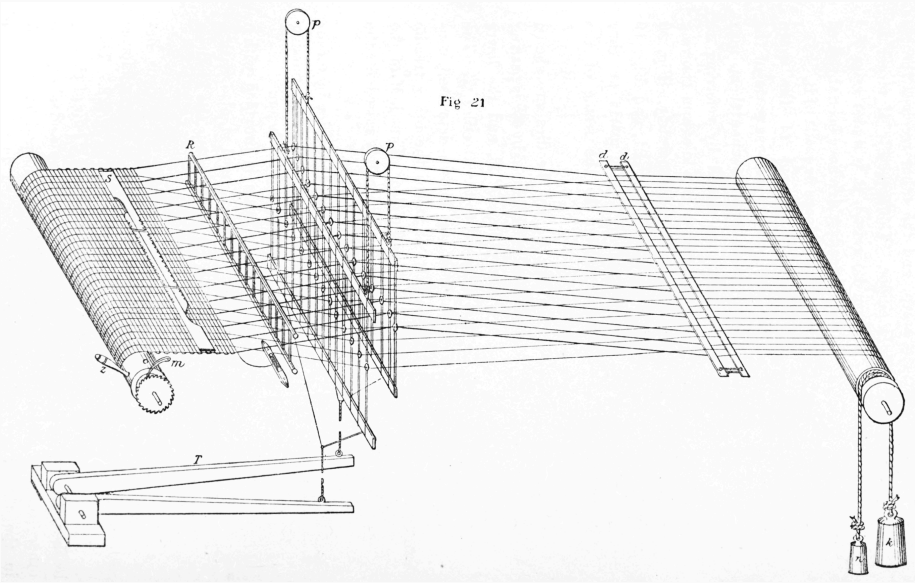


Fig 21

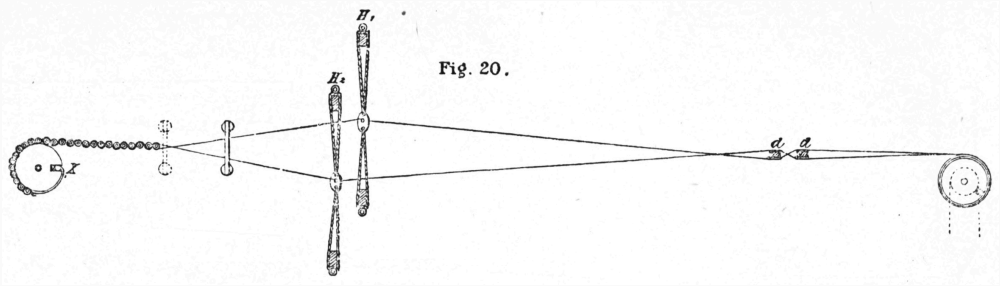
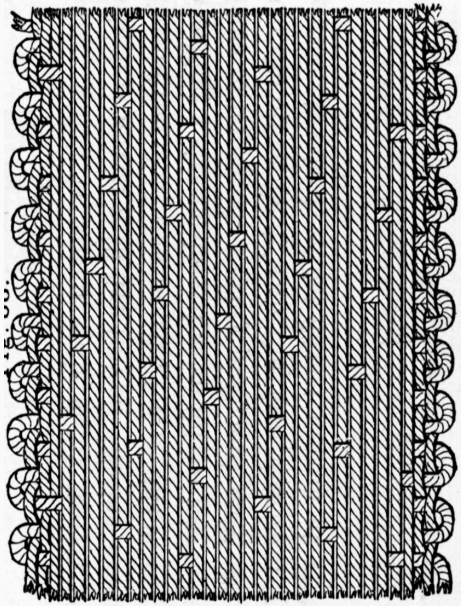
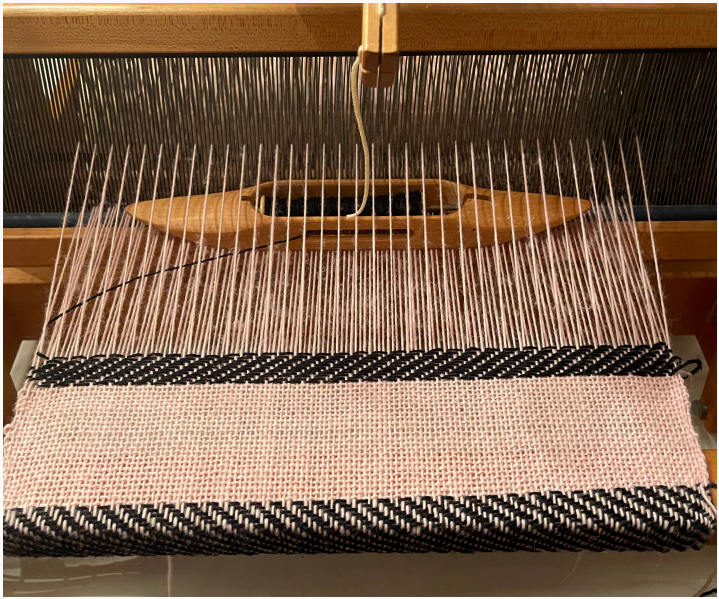
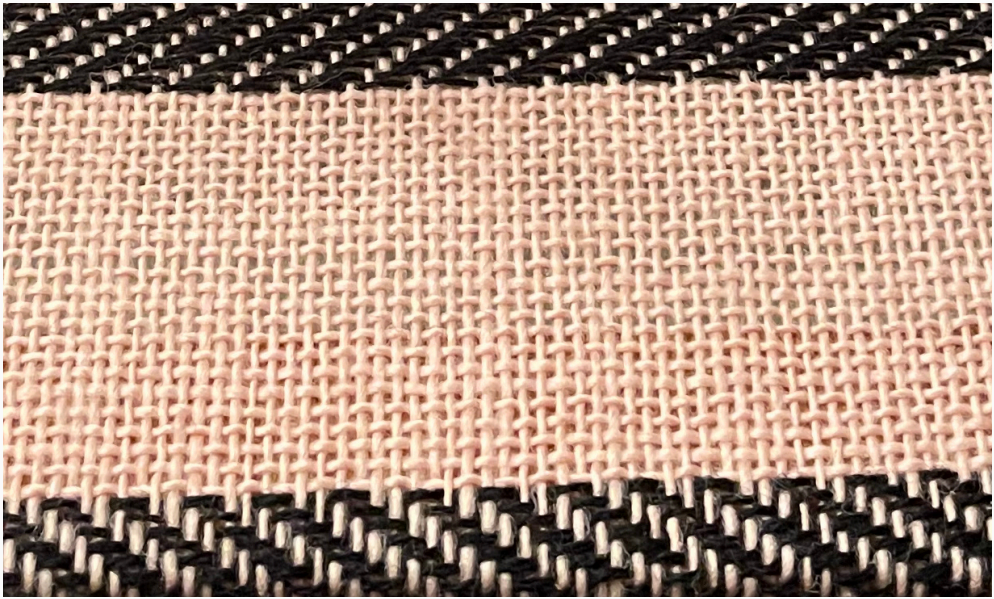


Fig. 20.

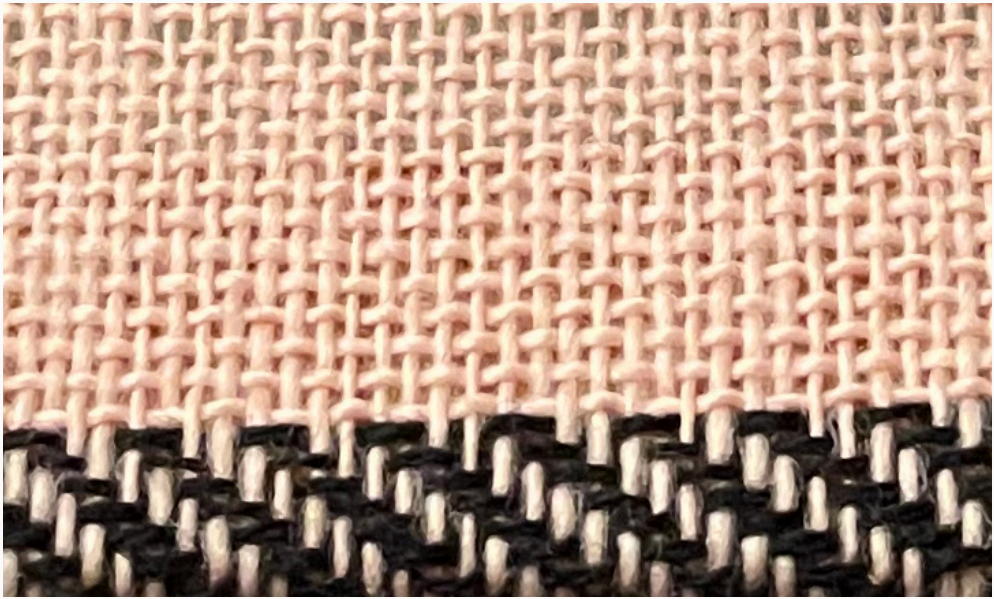


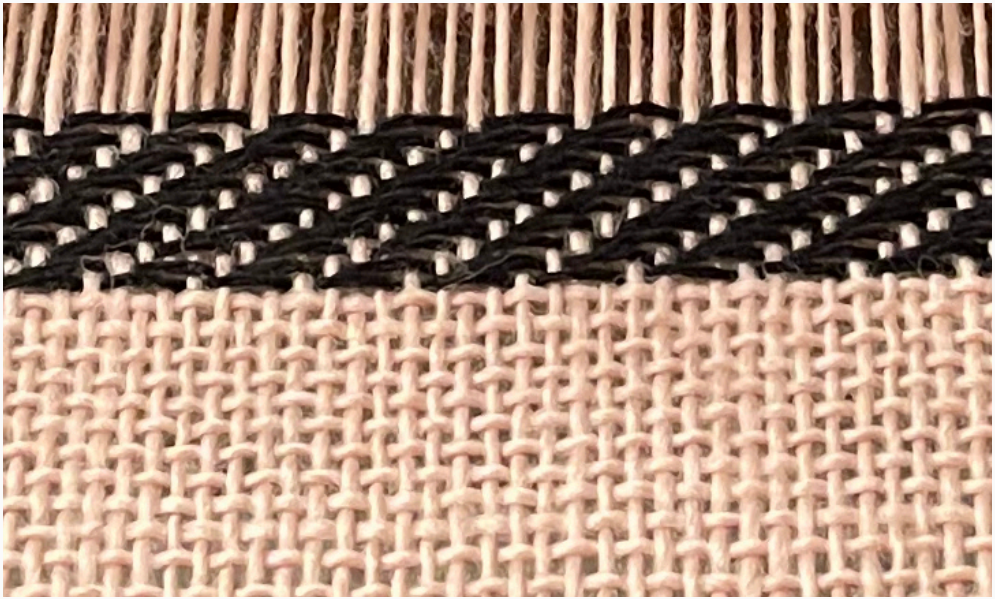


commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhode_Island_weaving_(51015839030).jpg



commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhode_Island_weaving_(51015839030).jpg





Tear de Jacquard

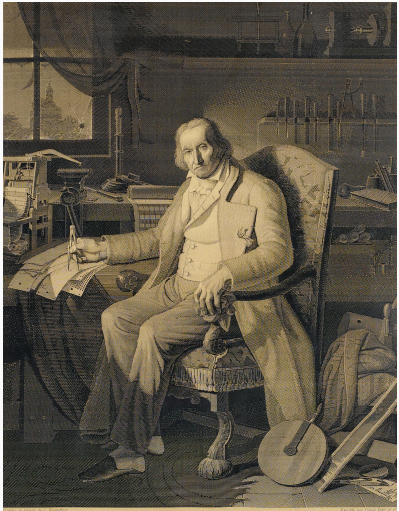
- **Tramas complexas envolvem vários conjuntos de linhas ao invés de apenas dois**

Tear de Jacquard

- Tramas complexas envolvem vários conjuntos de linhas ao invés de apenas dois
- Com um número não muito grande de conjuntos, é possível gerar vários padrões geométricos diferentes

Tear de Jacquard

- Tramas complexas envolvem vários conjuntos de linhas ao invés de apenas dois
- Com um número não muito grande de conjuntos, é possível gerar vários padrões geométricos diferentes
- Para gerar figuras realmente complexas, é necessário selecionar o movimento das linhas manualmente a cada passo, limitando o que é possível na prática


A LA MÉMOIRE DE J. M. JACQUARD.

Tear de Jacquard

- **No tear de Jacquard, não há conjuntos de linhas; cada linha é movida para cima ou para baixo individualmente, mas de maneira automatizada**

Tear de Jacquard

- **No tear de Jacquard, não há conjuntos de linhas; cada linha é movida para cima ou para baixo individualmente, mas de maneira automatizada**
  - (cada linha está presa a um gancho que se move ou não a cada passo)

Tear de Jacquard

- **No tear de Jacquard, não há conjuntos de linhas; cada linha é movida para cima ou para baixo individualmente, mas de maneira automatizada**
  - (cada linha está presa a um gancho que se move ou não a cada passo)
- **O movimento das linhas a cada iteração é controlado por uma folha de papel com furos**

Tear de Jacquard

- **No tear de Jacquard, não há conjuntos de linhas; cada linha é movida para cima ou para baixo individualmente, mas de maneira automatizada**
  - (cada linha está presa a um gancho que se move ou não a cada passo)
- **O movimento das linhas a cada iteração é controlado por uma folha de papel com furos**
  - A folha de papel é pressionada contra um conjunto de hastes: onde não há furo, a haste é empurrada e move o gancho correspondente; onde há furo, a haste passa pelo furo e não se move

Tear de Jacquard

- **No tear de Jacquard, não há conjuntos de linhas; cada linha é movida para cima ou para baixo individualmente, mas de maneira automatizada**
  - (cada linha está presa a um gancho que se move ou não a cada passo)
- **O movimento das linhas a cada iteração é controlado por uma folha de papel com furos**
  - A folha de papel é pressionada contra um conjunto de hastes: onde não há furo, a haste é empurrada e move o gancho correspondente; onde há furo, a haste passa pelo furo e não se move
- **Uma mesma máquina é capaz de executar vários desenhos diferentes, além de reproduzir um mesmo desenho várias vezes — "hardware" vs "software"**

A ideia dos cartões perfurados influenciou Charles Babbage e Herman Hollerith, e se tornou o mecanismo padrão de entrada de dados nos computadores, permanecendo em uso até os anos 1980

“I wish to God these calculations had been executed by steam!”

Charles Babbage

A máquina diferencial – 1/3

- **No séc XIX, as tabelas de logaritmos eram amplamente utilizadas, mas obviamente continham (muitos) erros**
  - (principalmente na preparação para a impressão)

A máquina diferencial – 1/3

- **No séc XIX, as tabelas de logaritmos eram amplamente utilizadas, mas obviamente continham (muitos) erros**
  - (principalmente na preparação para a impressão)
- **Babbage imaginou que seria possível construir uma máquina calculadora capaz de utilizar o método das diferenças divididas (apenas somas) para gerar essas tabelas de forma automática**

A máquina diferencial – 1/3

- **No séc XIX, as tabelas de logaritmos eram amplamente utilizadas, mas obviamente continham (muitos) erros**
  - (principalmente na preparação para a impressão)
- **Babbage imaginou que seria possível construir uma máquina calculadora capaz de utilizar o método das diferenças divididas (apenas somas) para gerar essas tabelas de forma automática**
- **Após a apresentação de um protótipo, o governo britânico financiou o projeto**

A máquina diferencial – 1/3

- **No séc XIX, as tabelas de logaritmos eram amplamente utilizadas, mas obviamente continham (muitos) erros**
  - (principalmente na preparação para a impressão)
- **Babbage imaginou que seria possível construir uma máquina calculadora capaz de utilizar o método das diferenças divididas (apenas somas) para gerar essas tabelas de forma automática**
- **Após a apresentação de um protótipo, o governo britânico financiou o projeto**
- **A primeira versão da máquina (incluindo a impressora) teria cerca de 25.000 peças, pesaria 4 toneladas e seria capaz de processar números com 20 dígitos de precisão, resolvendo polinômios de sexto grau (7 acumuladores)**

A máquina diferencial – 2/3

- **Fabricar as peças com a qualidade necessária se mostrou muito difícil para a indústria da época, e o projeto foi abandonado**
  - Em parte, o custo se tornou proibitivo: em valores atuais, o governo britânico investiu cerca de US$3 milhões e, após 20 anos, ainda não tinha algo funcional
  - De outra parte, o próprio Babbage perdeu o interesse na máquina diferencial por causa da máquina analítica

A máquina diferencial – 3/3

- Outras pessoas adotaram o design e construíram versões reduzidas da máquina, com menor precisão e capazes de lidar com polinômios de grau menor

A máquina diferencial – 3/3

- Outras pessoas adotaram o design e construíram versões reduzidas da máquina, com menor precisão e capazes de lidar com polinômios de grau menor
- Em 1991, o projeto revisado de Babbage, com apenas 8.000 peças, pesando 5 toneladas e precisão de 31 dígitos com polinômios de sétimo grau, foi executado (simulando os limites de precisão das peças no séc XIX) em comemoração ao aniversário de 200 anos de seu nascimento. Hoje existem duas máquinas diferenciais no mundo.

A máquina analítica e Ada Lovelace — 1/2

- **Durante o trabalho com a máquina diferencial, Babbage acabou por conceber um projeto muito mais sofisticado e ambicioso: a máquina analítica**

A máquina analítica e Ada Lovelace — 1/2

- **Durante o trabalho com a máquina diferencial, Babbage acabou por conceber um projeto muito mais sofisticado e ambicioso: a máquina analítica**
- **Embora nunca tenha sido construída, a máquina analítica seria um computador Turing-completo**

A máquina analítica e Ada Lovelace — 1/2

- Durante o trabalho com a máquina diferencial, Babbage acabou por conceber um projeto muito mais sofisticado e ambicioso: a máquina analítica
- Embora nunca tenha sido construída, a máquina analítica seria um computador Turing-completo
- Para a entrada de dados e de programas, a máquina utilizaria cartões de papel perfurado — Babbage foi fortemente influenciado pelo tear de Jacquard

A máquina analítica e Ada Lovelace — 1/2

- Durante o trabalho com a máquina diferencial, Babbage acabou por conceber um projeto muito mais sofisticado e ambicioso: a máquina analítica
- Embora nunca tenha sido construída, a máquina analítica seria um computador Turing-completo
- Para a entrada de dados e de programas, a máquina utilizaria cartões de papel perfurado — Babbage foi fortemente influenciado pelo tear de Jacquard
- Para a saída de dados, a máquina teria uma impressora e seria capaz de plotar gráficos, além de perfurar cartões de papel para serem lidos em outra execução

A máquina analítica e Ada Lovelace — 2/2

- **Babbage conheceu Ada Lovelace, que se interessou grandemente pela máquina analítica**

A máquina analítica e Ada Lovelace — 2/2

- **Babbage conheceu Ada Lovelace, que se interessou grandemente pela máquina analítica**
- **Babbage criou alguns programas para sua máquina, mas sempre esteve focado em cálculos matemáticos e na construção do engenho em si**

A máquina analítica e Ada Lovelace — 2/2

- **Babbage conheceu Ada Lovelace, que se interessou grandemente pela máquina analítica**
- **Babbage criou alguns programas para sua máquina, mas sempre esteve focado em cálculos matemáticos e na construção do engenho em si**
- **Foi Ada quem se deu conta do imenso potencial da máquina analítica, a depender apenas dos programas que fossem criados para ela**

A máquina analítica e Ada Lovelace — 2/2

- **Babbage conheceu Ada Lovelace, que se interessou grandemente pela máquina analítica**
- **Babbage criou alguns programas para sua máquina, mas sempre esteve focado em cálculos matemáticos e na construção do engenho em si**
- **Foi Ada quem se deu conta do imenso potencial da máquina analítica, a depender apenas dos programas que fossem criados para ela**
  - Algoritmos podem ser generalizados

A máquina analítica e Ada Lovelace — 2/2

- **Babbage conheceu Ada Lovelace, que se interessou grandemente pela máquina analítica**
- **Babbage criou alguns programas para sua máquina, mas sempre esteve focado em cálculos matemáticos e na construção do engenho em si**
- **Foi Ada quem se deu conta do imenso potencial da máquina analítica, a depender apenas dos programas que fossem criados para ela**
  - Algoritmos podem ser generalizados
  - É possível fazer atribuição de variáveis (não usar apenas entrada, saída e "acumuladores")

A máquina analítica e Ada Lovelace — 2/2

- **Babbage conheceu Ada Lovelace, que se interessou grandemente pela máquina analítica**
- **Babbage criou alguns programas para sua máquina, mas sempre esteve focado em cálculos matemáticos e na construção do engenho em si**
- **Foi Ada quem se deu conta do imenso potencial da máquina analítica, a depender apenas dos programas que fossem criados para ela**
  - Algoritmos podem ser generalizados
  - É possível fazer atribuição de variáveis (não usar apenas entrada, saída e "acumuladores")
  - É possível usar outros símbolos além de números, como notas musicais

A máquina analítica e Ada Lovelace — 2/2

- **Babbage conheceu Ada Lovelace, que se interessou grandemente pela máquina analítica**
- **Babbage criou alguns programas para sua máquina, mas sempre esteve focado em cálculos matemáticos e na construção do engenho em si**
- **Foi Ada quem se deu conta do imenso potencial da máquina analítica, a depender apenas dos programas que fossem criados para ela**
  - Algoritmos podem ser generalizados
  - É possível fazer atribuição de variáveis (não usar apenas entrada, saída e "acumuladores")
  - É possível usar outros símbolos além de números, como notas musicais
- **Seus escritos, em particular a primeira publicação de um algoritmo completo (cálculo de números de Bernoulli, baseado em uma ideia de Babbage) e a discussão sobre ele, fazem com que ela seja considerada a primeira programadora da história**

Hollerith e o censo americano

- **Para acelerar a tabulação de dados do censo, Hollerith imaginou usar cartões perfurados pelos recenseadores que depois poderiam ser lidos de maneira automática**

Hollerith e o censo americano

- **Para acelerar a tabulação de dados do censo, Hollerith imaginou usar cartões perfurados pelos recenseadores que depois poderiam ser lidos de maneira automática**
  - Os cartões eram lidos pressionando um conjunto de conectores com molas sobre eles; nos locais em que havia furos, o conector encostava em um contato de mercúrio, acionando um mecanismo elétrico que incrementava o contador correspondente

Hollerith e o censo americano

- **Para acelerar a tabulação de dados do censo, Hollerith imaginou usar cartões perfurados pelos recenseadores que depois poderiam ser lidos de maneira automática**
  - Os cartões eram lidos pressionando um conjunto de conectores com molas sobre eles; nos locais em que havia furos, o conector encostava em um contato de mercúrio, acionando um mecanismo elétrico que incrementava o contador correspondente
- **A ideia teve grande sucesso; sua empresa acabou fundindo-se com outras (fabricantes de relógios de ponto, calculadoras mecânicas e balanças "inteligentes"), dando origem à IBM algumas décadas depois**

Hollerith e o censo americano

- **Para acelerar a tabulação de dados do censo, Hollerith imaginou usar cartões perfurados pelos recenseadores que depois poderiam ser lidos de maneira automática**
  - Os cartões eram lidos pressionando um conjunto de conectores com molas sobre eles; nos locais em que havia furos, o conector encostava em um contato de mercúrio, acionando um mecanismo elétrico que incrementava o contador correspondente
- **A ideia teve grande sucesso; sua empresa acabou fundindo-se com outras (fabricantes de relógios de ponto, calculadoras mecânicas e balanças "inteligentes"), dando origem à IBM algumas décadas depois**
- **Por fabricar equipamentos de precisão em larga escala, além de fornecer para o governo americano por conta do censo, a IBM esteve fortemente envolvida no desenvolvimento do ENIAC**

A curta vida dos computadores mecânicos – 1/2

- **No século XX, alguns computadores mecânicos e eletromecânicos foram de fato construídos**

A curta vida dos computadores mecânicos – 1/2

- **No século XX, alguns computadores mecânicos e eletromecânicos foram de fato construídos**
  - Vários modelos de máquinas enigma, usadas para criptografar as comunicações das forças nazistas durante a guerra

A curta vida dos computadores mecânicos – 1/2

- **No século XX, alguns computadores mecânicos e eletromecânicos foram de fato construídos**
  - Vários modelos de máquinas enigma, usadas para criptografar as comunicações das forças nazistas durante a guerra
  - A “bomba kryptologiczna” polonesa e a “bombe” inglesa, usadas para decriptografar mensagens criadas pela enigma

A curta vida dos computadores mecânicos – 1/2

- **No século XX, alguns computadores mecânicos e eletromecânicos foram de fato construídos**
  - O Z3 de Konrad Zuse, baseado em relês, usava o sistema binário, era programável com cartões perfurados e era "quase Turing-completo", mas não foi valorizado durante a guerra

A curta vida dos computadores mecânicos – 1/2

- **No século XX, alguns computadores mecânicos e eletromecânicos foram de fato construídos**
  - O Z3 de Konrad Zuse, baseado em relês, usava o sistema binário, era programável com cartões perfurados e era "quase Turing-completo", mas não foi valorizado durante a guerra
  - Harvard Mark I, similar e influenciado por Babbage, mas efetivamente usado para o cálculo de tabelas matemáticas e cálculos relacionados à bomba atômica

A curta vida dos computadores mecânicos – 1/2

- **No século XX, alguns computadores mecânicos e eletromecânicos foram de fato construídos**
  - O Z3 de Konrad Zuse, baseado em relês, usava o sistema binário, era programável com cartões perfurados e era "quase Turing-completo", mas não foi valorizado durante a guerra
  - Harvard Mark I, similar e influenciado por Babbage, mas efetivamente usado para o cálculo de tabelas matemáticas e cálculos relacionados à bomba atômica
    - » *Parceria entre a universidade e a IBM*

A curta vida dos computadores mecânicos – 1/2

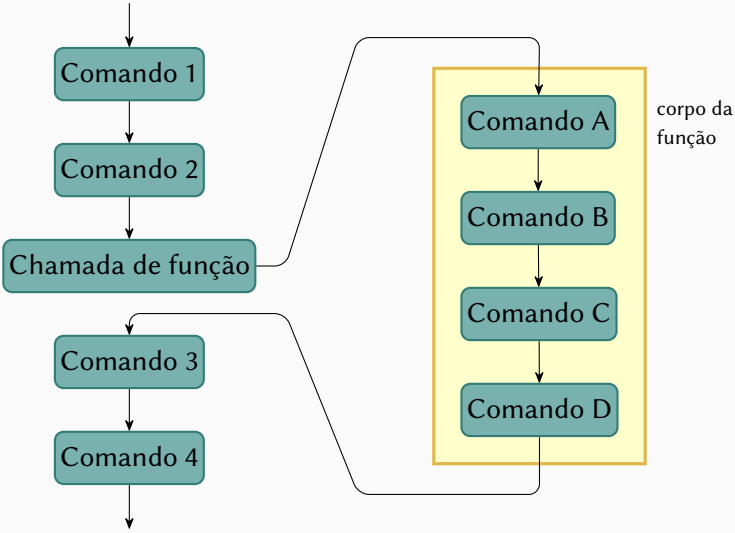
- **No século XX, alguns computadores mecânicos e eletromecânicos foram de fato construídos**
  - O Z3 de Konrad Zuse, baseado em relês, usava o sistema binário, era programável com cartões perfurados e era "quase Turing-completo", mas não foi valorizado durante a guerra
  - Harvard Mark I, similar e influenciado por Babbage, mas efetivamente usado para o cálculo de tabelas matemáticas e cálculos relacionados à bomba atômica
    - » *Parceria entre a universidade e a IBM*
  - A pianola também foi concebida nesse período, e também era controlada por uma fita de papel perfurado

Nenhum deles era de fato Turing-completo

Nenhum deles era de fato Turing-completo

Os computadores eletrônicos (Colossus, ENIAC) tornaram esses sistemas obsoletos quase imediatamente

Funções são “desvios”



Funções – escopo

- Funções são **nomes** dados a trechos de código que representam uma **ideia** bem definida e auto-contida

Funções – escopo

- Funções são **nomes** dados a trechos de código que representam uma **ideia** bem definida e auto-contida
- Uma das vantagens é que elas podem ser usadas em contextos diferentes para realizar a computação correspondente àquela ideia

Funções – escopo

- Funções são **nomes** dados a trechos de código que representam uma **ideia** bem definida e auto-contida
- Uma das vantagens é que elas podem ser usadas em contextos diferentes para realizar a computação correspondente àquela ideia
- Portanto...

Funções – escopo

- Funções são **nomes** dados a trechos de código que representam uma **ideia** bem definida e auto-contida
- Uma das vantagens é que elas podem ser usadas em contextos diferentes para realizar a computação correspondente àquela ideia
- Portanto...
- Elas precisam ser capazes de funcionar de maneira independente do contexto

Cada um com seu cada um e ninguém se mete no cada um dos outros

Funções – escopo

```
def fatorial(n):
    fat = 1
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat
fatorial(4)
print(fat)
```

Funções – escopo

```
def fatorial(n):
    fat = 1
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat
print(fatorial(4))
```

Funções – escopo

```
n = 4
def fatorial(n):
    fat = 1
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat
print(fatorial())
```

Funções – escopo

```
n = 5
def fatorial(n):
    fat = 1
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat
print(fatorial(4))
print(n)
```

Funções – escopo

```
def fatorial_enviesado(n):
    fat = 1
    viés = 5
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat + viés
print(fatorial_enviesado(4))
print(viés)
```

Funções – escopo

```
viés = 3
def fatorial_enviesado(n):
    fat = 1
    viés = 5
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat + viés
print(fatorial_enviesado(4))
print(viés)
```

Funções – escopo

```
viés = 3
def fatorial_enviesado(n):
    fat = 1

    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat + viés
print(fatorial_enviesado(4))
```

Funções – escopo

```
viés = 3
def fatorial_enviesado(n):
    fat = 1

    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat + viés
print(fatorial_enviesado(4))
```

AAAAHHHH!!!!

Funções – escopo

```
viés = 3
def fatorial_enviesado(n):
    fat = 1
    print("Viés anterior:", viés)
    viés = 5
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat + viés
print(fatorial_enviesado(4))
print(viés)
```

Funções – escopo

```
viés = 3
def fatorial_enviesado(n):
    fat = 1
    print("Viés anterior:", viés)
    viés = 5
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat + viés
print(fatorial_enviesado(4))
print(viés)
```

AAAAHHHH!!!!

Funções – escopo

```
viés = 3
def fatorial_enviesado(n):
    global viés
    fat = 1
    print("Viés anterior:", viés)
    viés = 5
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat + viés
print(fatorial_enviesado(4))
print(viés)
```

Cada um com seu cada um e ninguém se mete no cada um dos outros

Cada um com seu cada um e ninguém se mete no cada um dos outros

(só às vezes) 🥲

Funções – escopo

- Às vezes significa:

Funções – escopo

- **Às vezes significa:**
  - Quando usamos a palavra-chave **`global`**

Funções – escopo

- **Às vezes significa:**
  - Quando usamos a palavra-chave `global`
  - Quando a variável não existe no contexto da função, mas existe no contexto global **E** é usada na função apenas para leitura

Funções – `main()`

```
print(fatorial(4))
def fatorial(n):
    fat = 1
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat
```

Funções – `main()`

```
def main():
    x = int(input("Digite um inteiro positivo: "))
    print(fatorial(x))

def fatorial(n):
    fat = 1
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat

main()
```

Funções – main()

```
def fatorial(n):
    fat = 1
    while n >= 2:
        fat *= n
        n -= 1
    return fat

def main():
    x = int(input("Digite um inteiro positivo: "))
    print(fatorial(x))

main()
```

Embora não seja obrigatório, em geral é uma boa ideia usar uma função `main()`