

# HISTORIA KOMPUTERÓW

## 2015/16

**Bartosz Klin**

`klin@mimuw.edu.pl`

`http://www.mimuw.edu.pl/~klin/`

# Oś czasu

Baldwin



Odhner



Burroughs



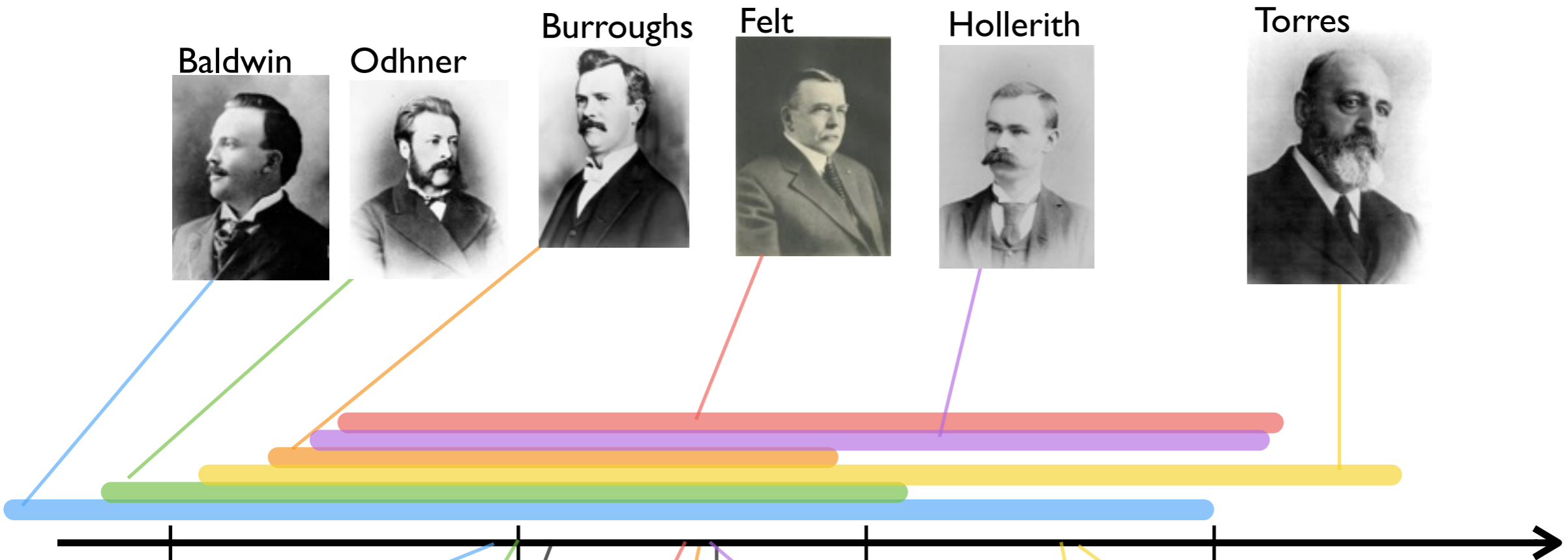
Felt



Hollerith



Torres

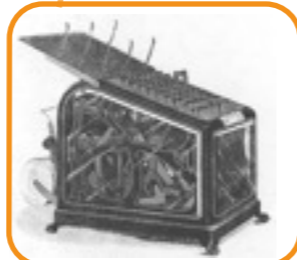
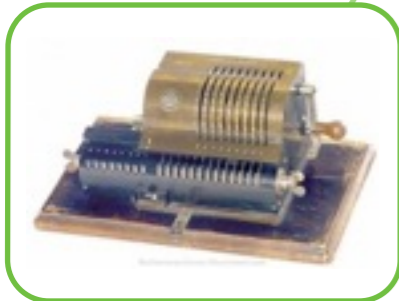
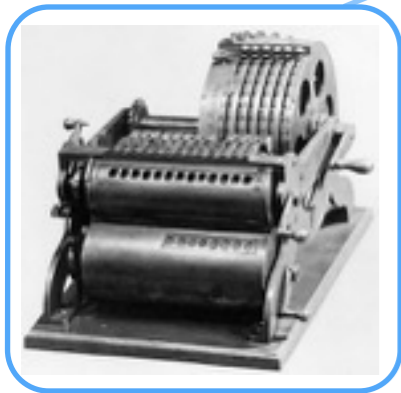


1850

1875

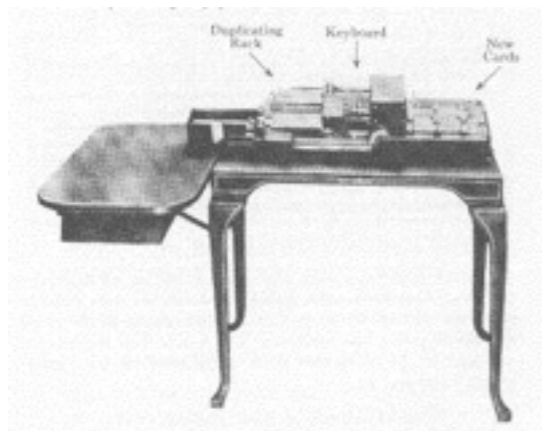
1900

1925



# Lata 20te, lata 30te: złoty wiek tabulatorów

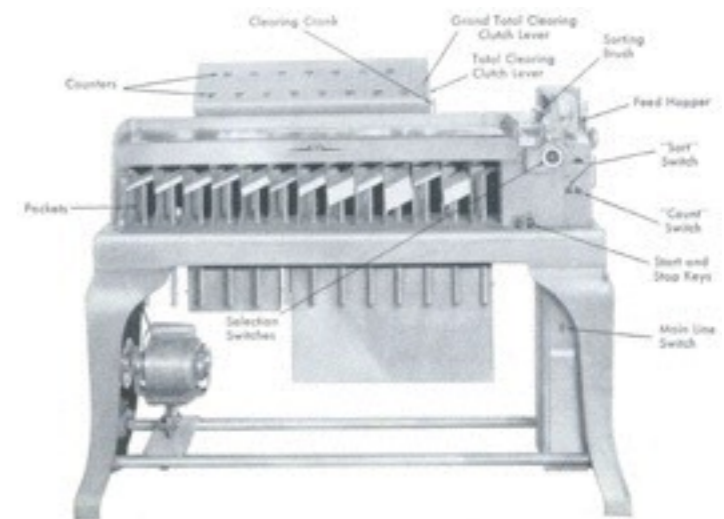
---



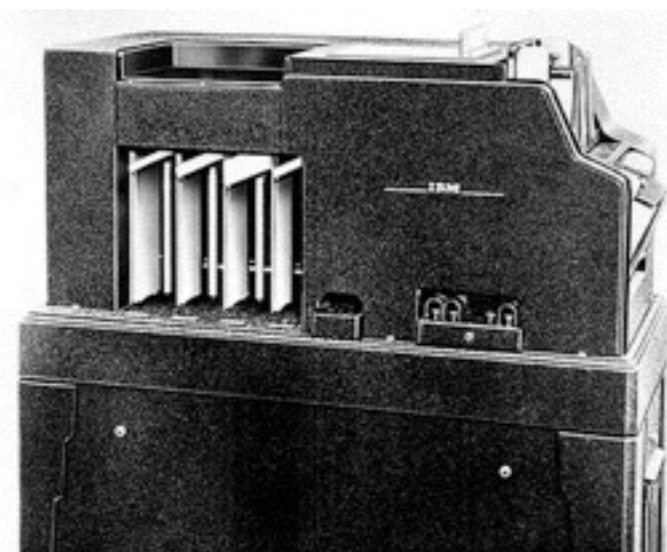
duplikatory



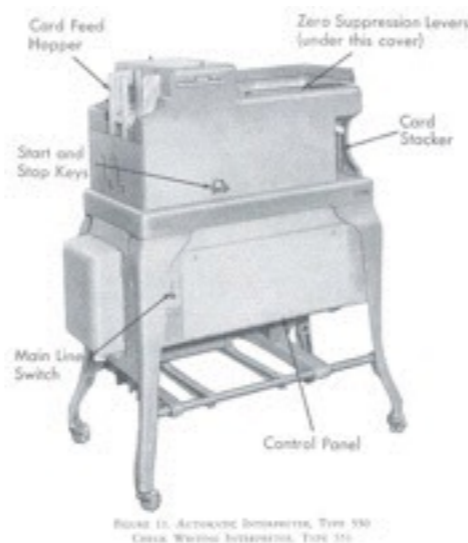
gang punchery



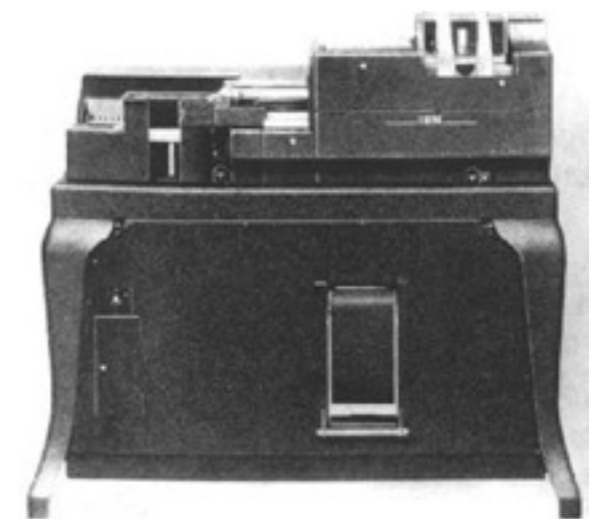
sortowniki



kolatory



interpretery

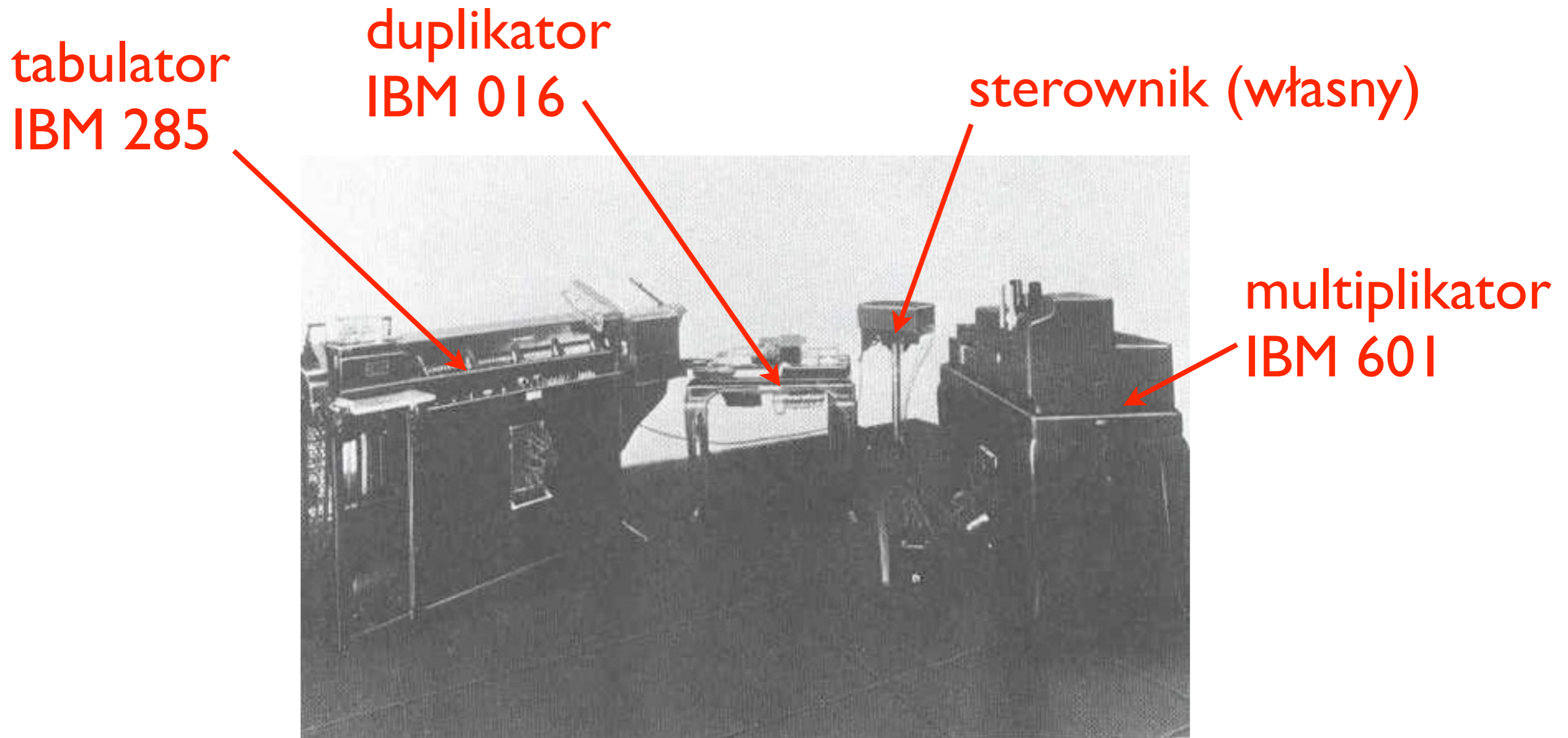


multiplikatory

# Łączenie urządzeń

---

1934: instalacja do rozwiązywania równań różniczkowych  
(Columbia University)



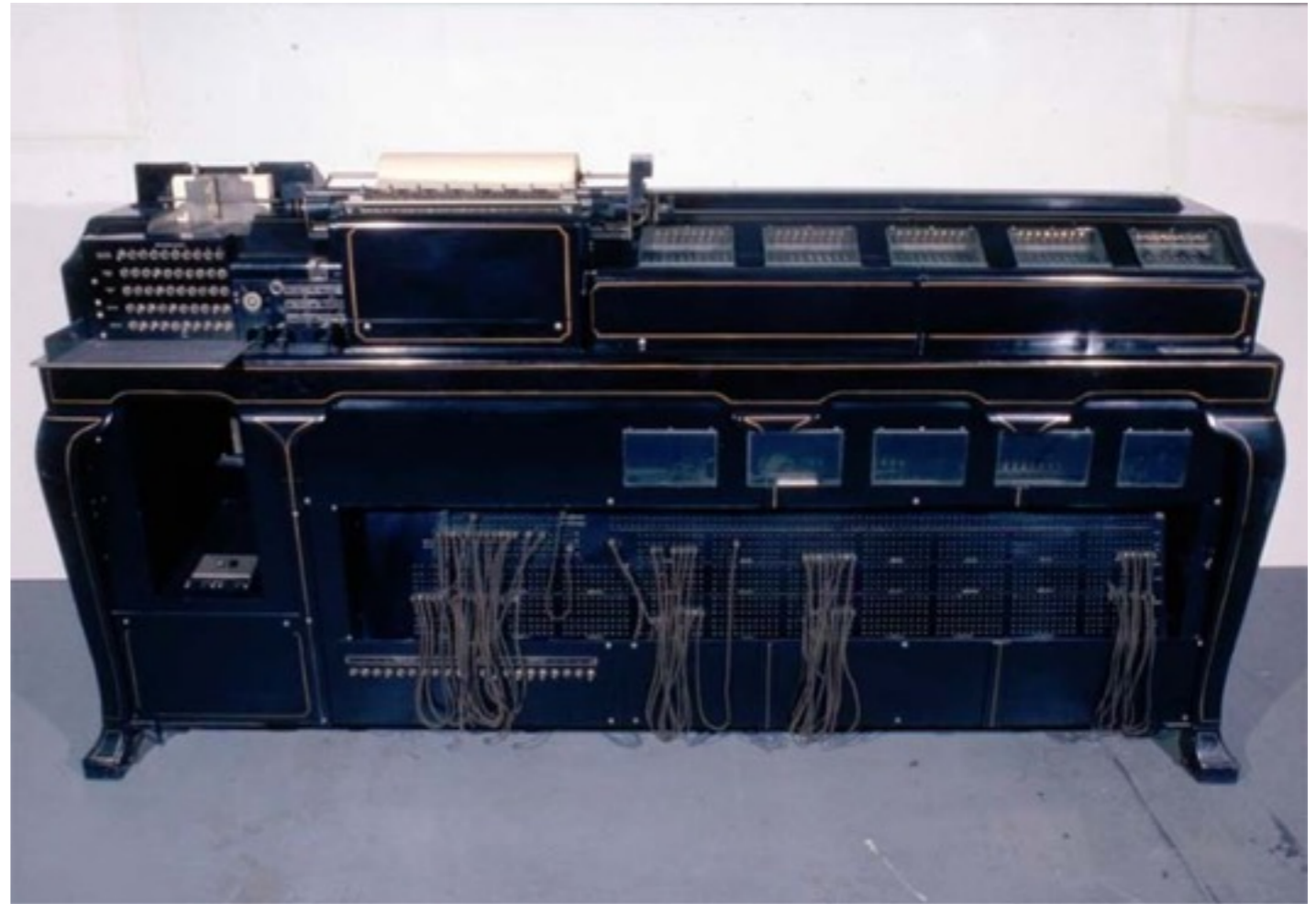
- stosy kart przenosiło się ręcznie



# IBM 740

---

- 1930 rok
- zastosowania statystyczne
- sumy kwadratów
- potęgowanie
- 10 akumulatorów



New statistical machines with the mental power of 100 skilled mathematicians in solving even highly complex algebraic problems

*New York World*

# Progressive digiting

Dane:  $k$  kart, na każdej karcie 2 liczby  $m_i$ ,  $n_i$

Zadanie: obliczyć  $\sum_{i=1}^n m_i \cdot n_i$

- posortować karty po ostatniej cyfrze  $n_i$ , malejąco
- wybrać te z cyfrą 9, dodać w nich  $m_i$ , sumę wypisać
- dodać do tego  $m_i$  z tych z cyfrą 8, sumę wypisać
- ...
- dodać wszystkie wypisane dotąd sumy
- to samo dla przedostatnich cyfr itd.
  
- wiele artykułów o tytułach takich jak

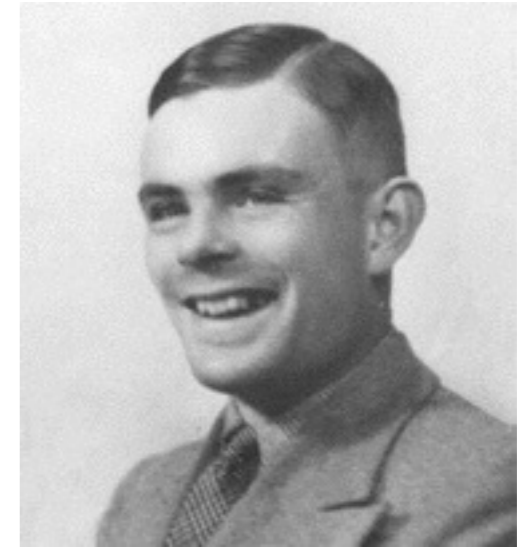
*A faster multiplication method on IBM 407*

# Przemyślenia Turinga

---

Alan Turing (1912-1954)

1936: *On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem*



- maszyna Turinga jako abstrakcyjny komputer
- maszyna uniwersalna: maszyny jako programy
- wpływ na informatykę teoretyczną: **kolosalny**
- wpływ na budowę komputerów w latach 40tych: **niewielki**

# Przemyślenia Shannona

Claude Shannon (1916-2001)

- twórca teorii informacji (1948)

- wymyślił pojęcie *bitu*

- projektant kodów korygujących

- pionier komputerowych programów szachowych

1937: *A symbolic analysis of relay and switching circuits*

- praca magisterska z inżynierii elektrycznej

- pomysł: analiza obwodów za pomocą rachunku zdań

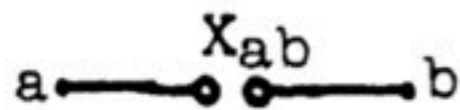
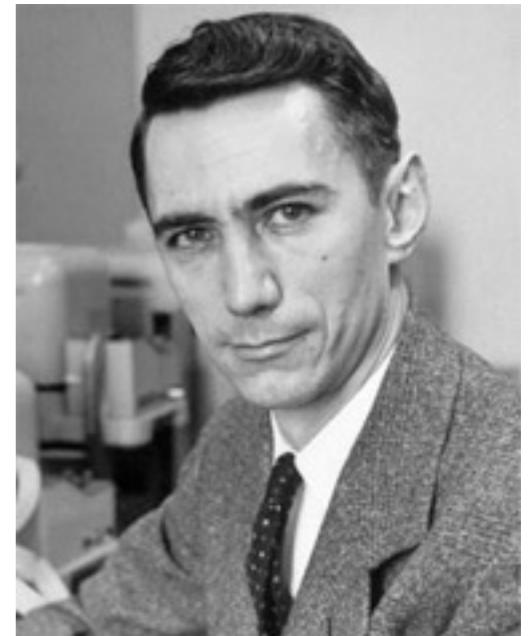


Fig. 1

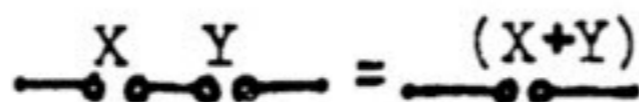


Fig. 2

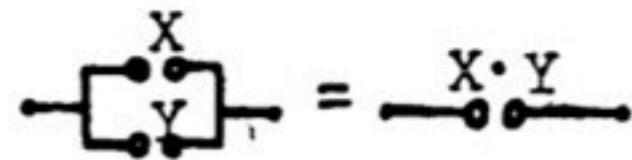


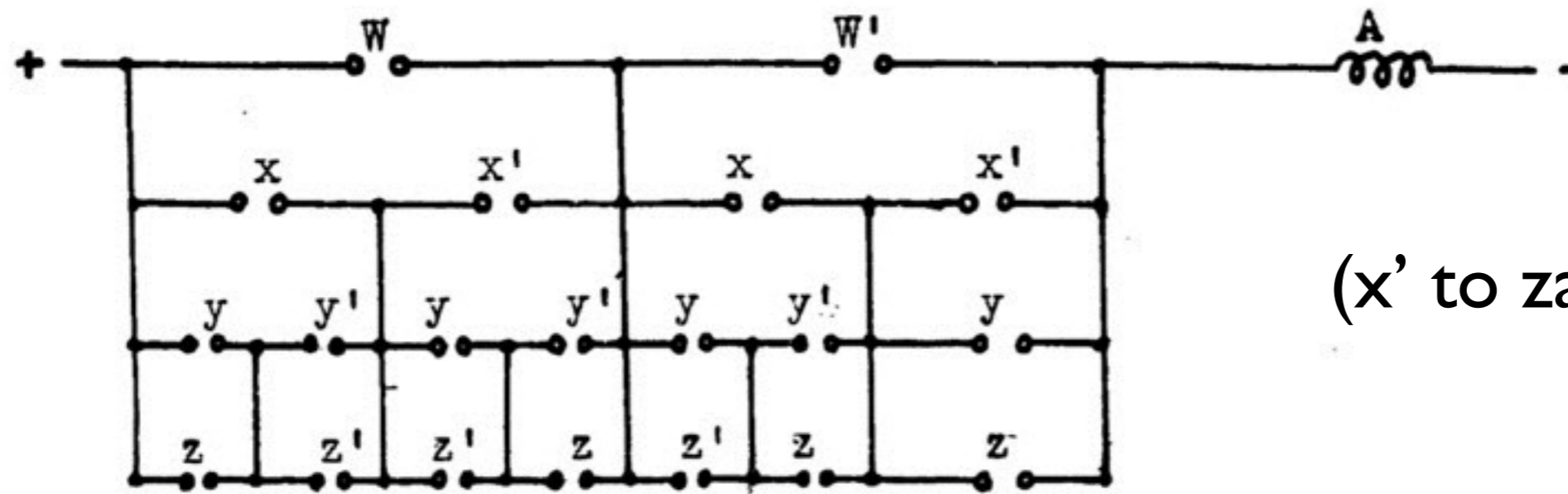
Fig. 3

- upraszczanie obwodów np. prawem de Morgana



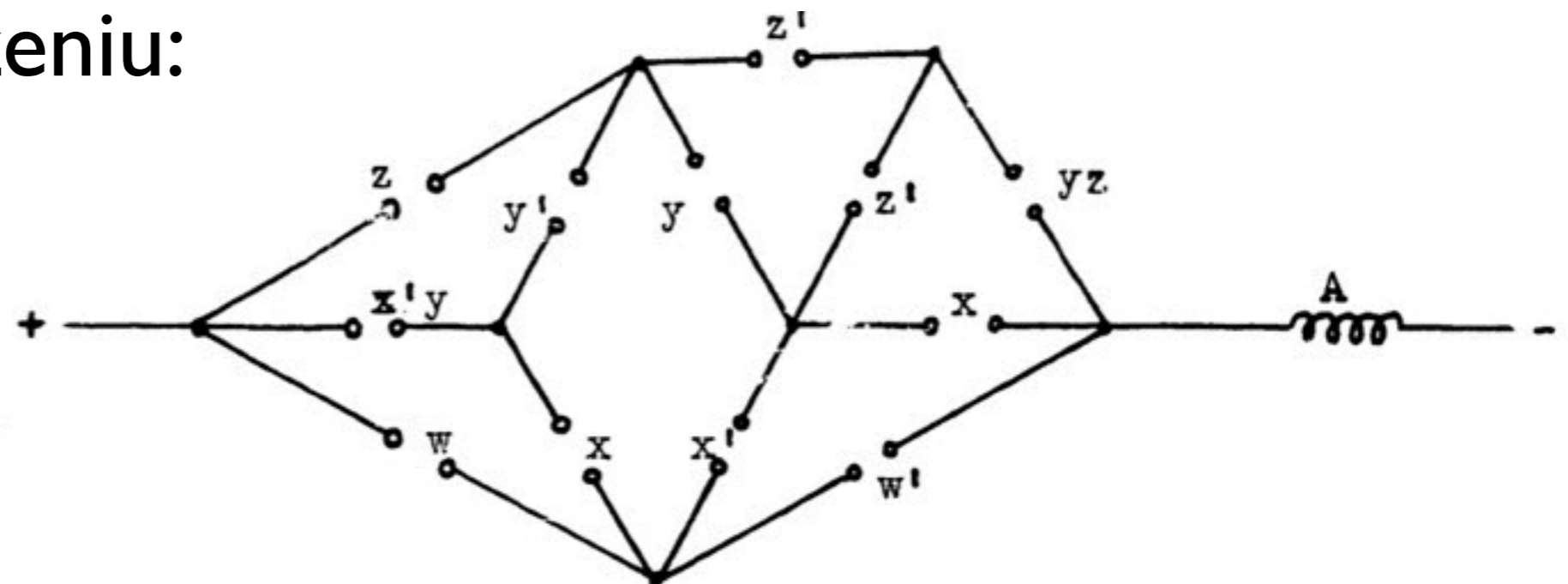
# Upraszczanie obwodów

- niech A odpala wtedy, gdy spośród  $x, y, z$  i  $W$  dokładnie 1, 3 lub 4 odpalają.
- naiwne rozwiązanie:



( $x'$  to zanegowany  $x$ )

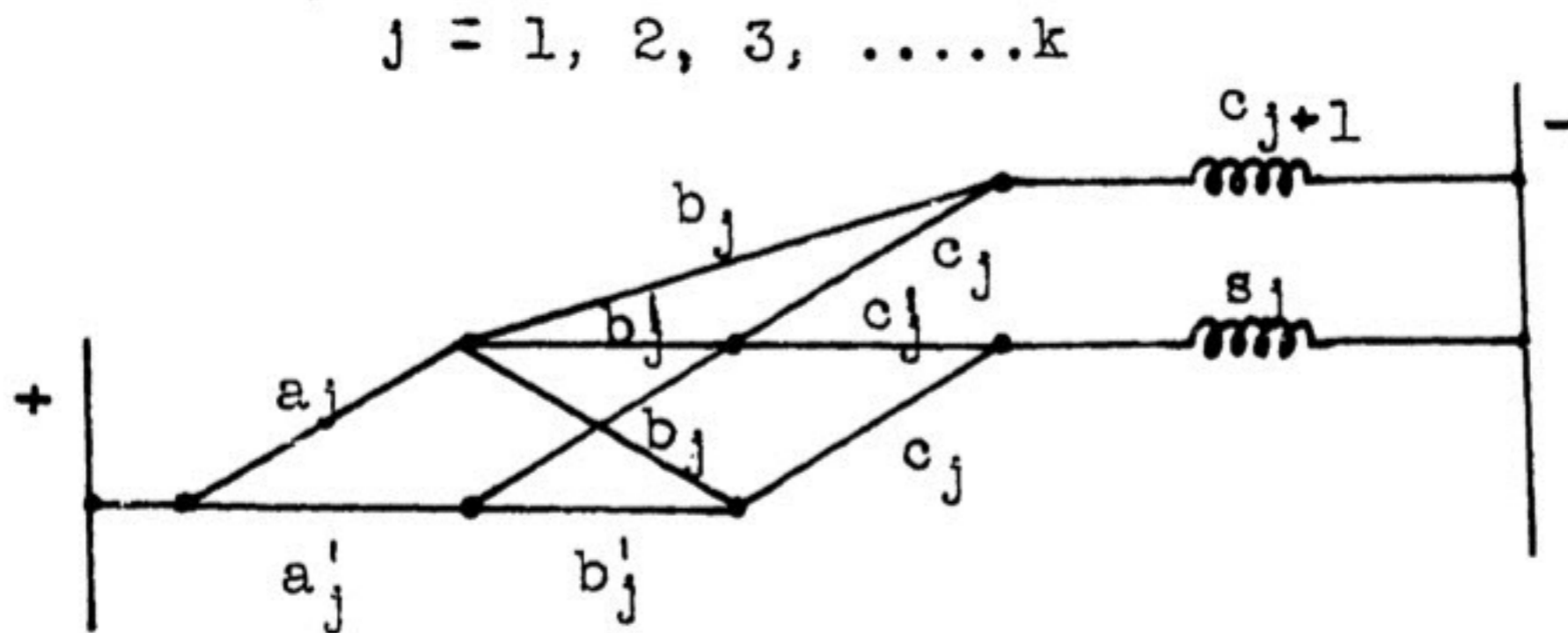
- po uproszczeniu:



# Obwód dodający

---

- podany jako jeden z przykładów
- pozycyjne dodawanie liczb binarnych



- $a_j, b_j$ :  $j$ -te bity dodawanych liczb
- $s_j$ :  $j$ -ty bit wyniku
- $c_j$ : bit przeniesienia na  $j$ -tą pozycję

# Przemyślenia Busha

---

Vannevar Bush (1890-1974)

- inżynier, wynalazca, polityk
- twórca komputerów analogowych
- wizja *memeksu* (1945)
- promotor doktoratu Shannona



1936: *Instrumental analysis*

- wykład w American Mathematical Society
- przegląd istniejących technologii obliczeniowych (analogowych i cyfrowych)
- krótka wizja przyszłości

# *Instrumental analysis, maszyny cyfrowe*

---

- stan rzeczy:
  - popularne, szybkie tabulatory
  - 10.000 ton kart perforowanych użytych rocznie
- problemy do pokonania:
  - zwiększenie liczby informacji na 1 karcie
  - binarne kodowanie liczb
  - eliminacja ręcznego przenoszenia kart
  - centrum sterujące przepływem kart

This would be a close approach to Babbage's large conception as far as arithmetics is concerned.

V. Bush (1936)

# George Stibitz (1904-1995)

---

- matematyk, fizyk, inżynier
- od 1930 r. matematyk w **Bell Labs**
  - laboratorium badawcze telefonii
  - założone w 1925 r. przez AT&T
  - setki wynalazków:  
telewizja, vocoder, fotokomórka, tranzystor, ...
- od 1937 r., konstruktor komputerów elektrycznych na potrzeby Bell Labs
- 1940: *Complex Number Calculator (Model I)*
- 1943: *Relay Calculator (Model II)*
- ...
- 1947: *General Purpose Relay Calculator (Model V)*

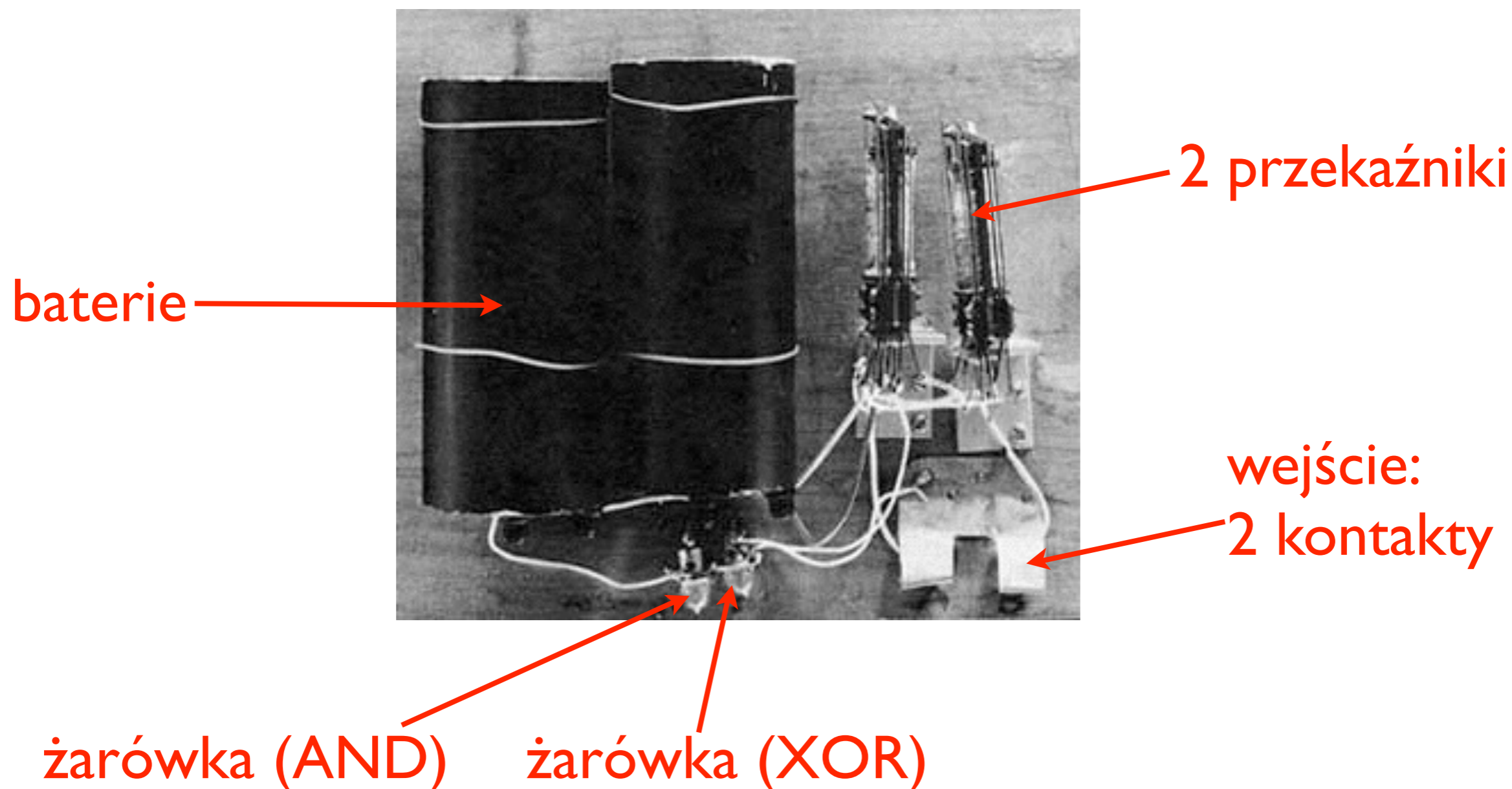




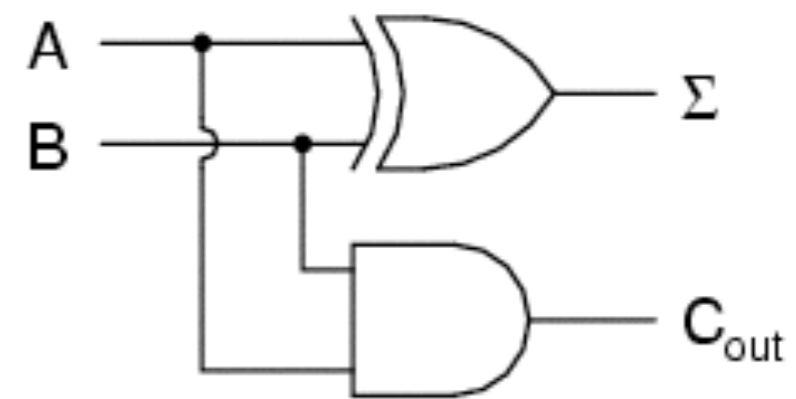
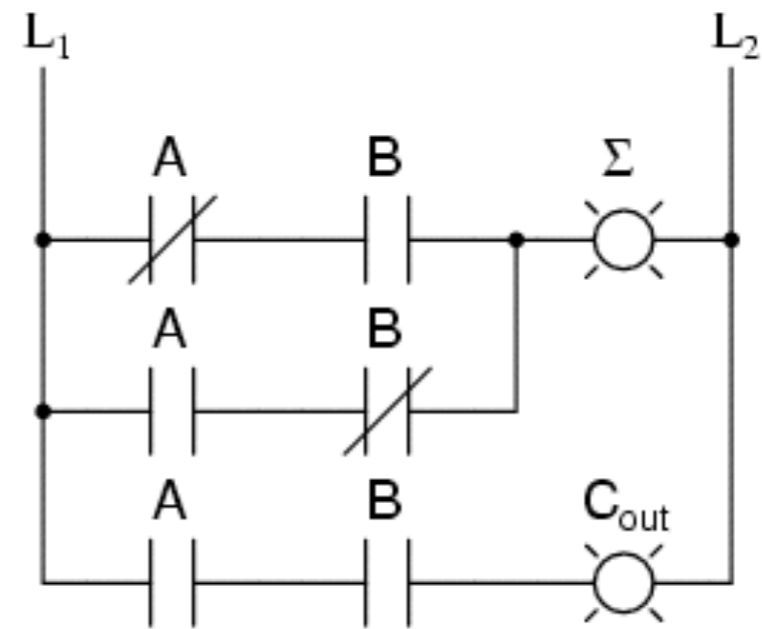
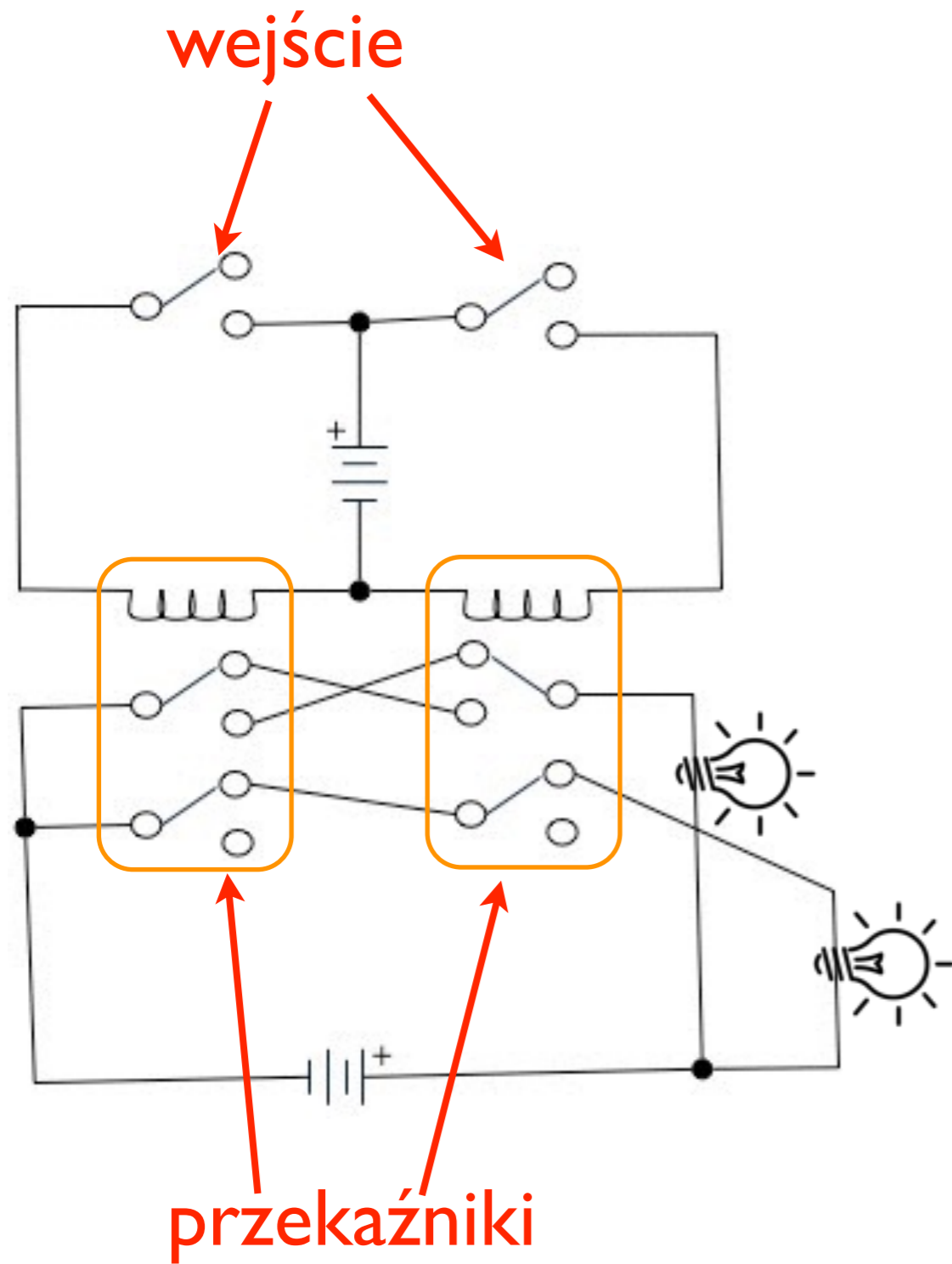
# Model K (1937)

---

- K jak “Kuchnia” (nie znał jeszcze prac Shannona)
- pomysł: arytmetyka binarna za pomocą przełączników
- dodawator bitów:



# Schemat Modelu K

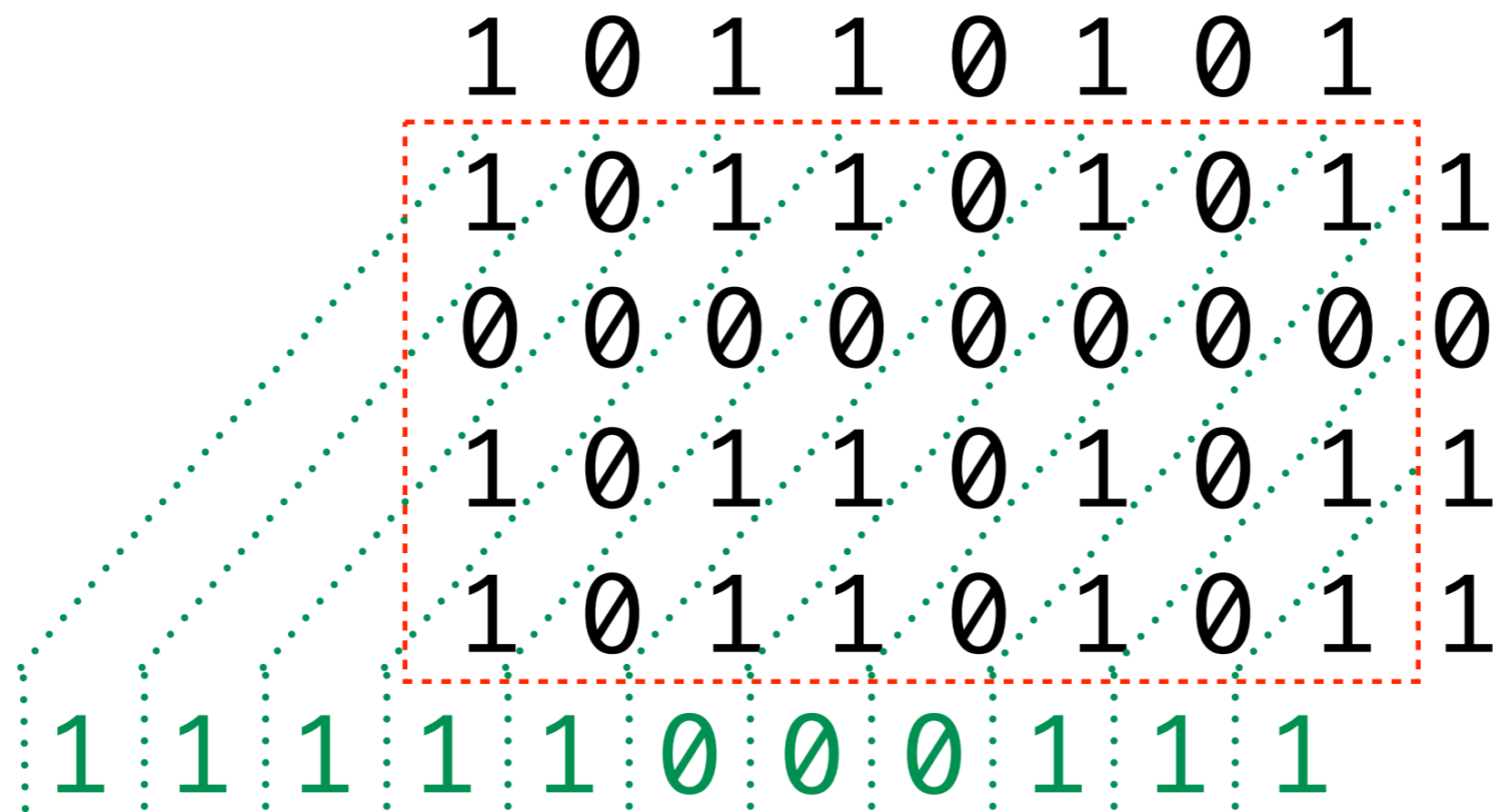


# Kolejne modele

---

- dodawanie: jak u Shannona
- mnożenie: chluba arytmetyki binarnej!

$$10110101 \times 1011 = ?$$



- Stibitz naszkicował też obwód dla dzielenia

# Od zabawki do komputera

---

- Bell Labs tonęły w obliczeniach na liczbach zespolonych

$$(a + bi) + (c + di) = (a + c) + (b + d)i$$

$$(a + bi) \cdot (c + di) = (ac - bd) + (ad + bc)i$$

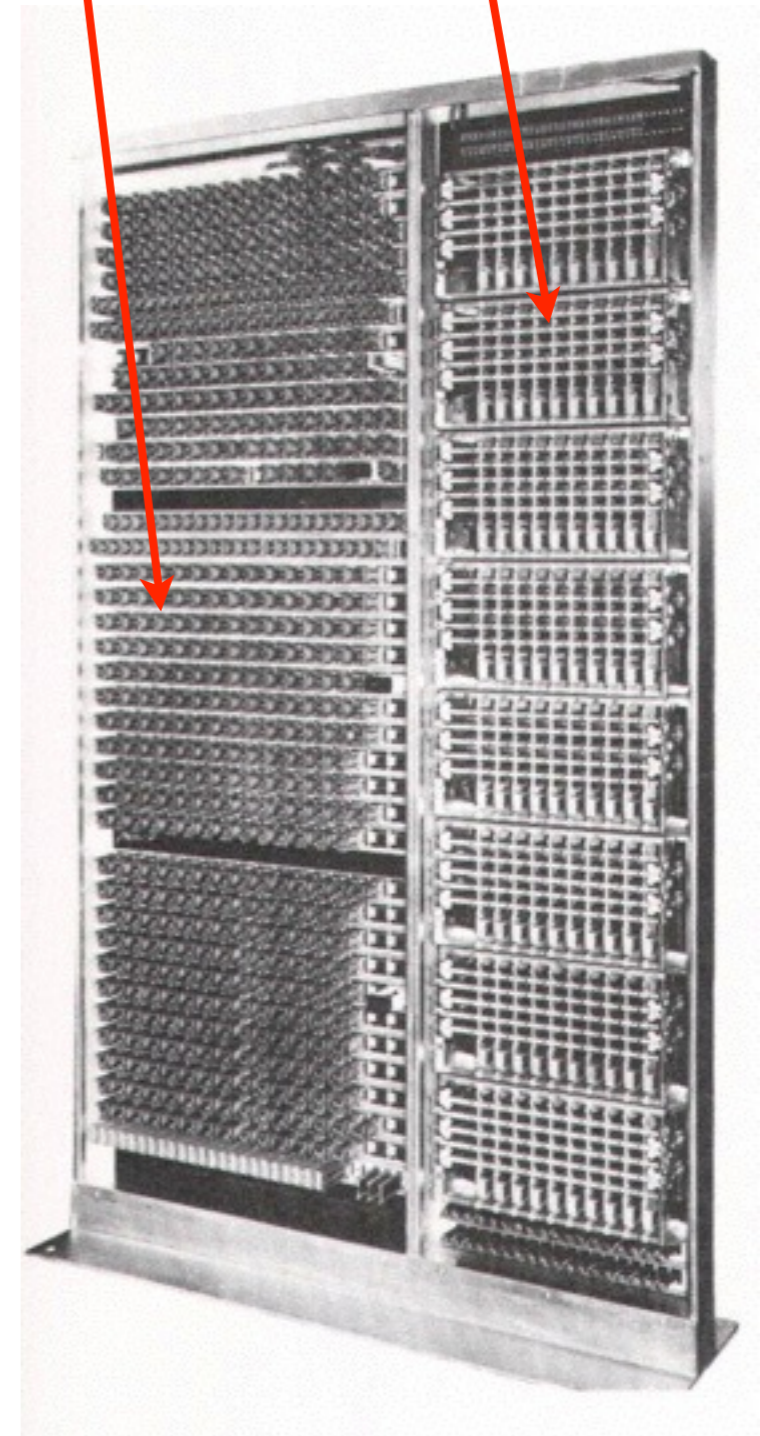
- zastana technologia: arytmometry mechaniczne
- projekt: komputer do takich działań
- prace od 1938 r., gotowy w 1939, rok debugowania
- *Complex Number Computer (Bell Labs Model I)*

# Konstrukcja

---

- ok. 450 przełączników
- osobne jednostki do części rzeczywistych i urojonych
- liczby dziesiętne ośmiocyfrowe
- dodawanie: ok. 0.1 sek.
- mnożenie: ok. 4 sek.
- koszt ok. \$20.000  
("astronomiczny")

mnożenie      dodawanie

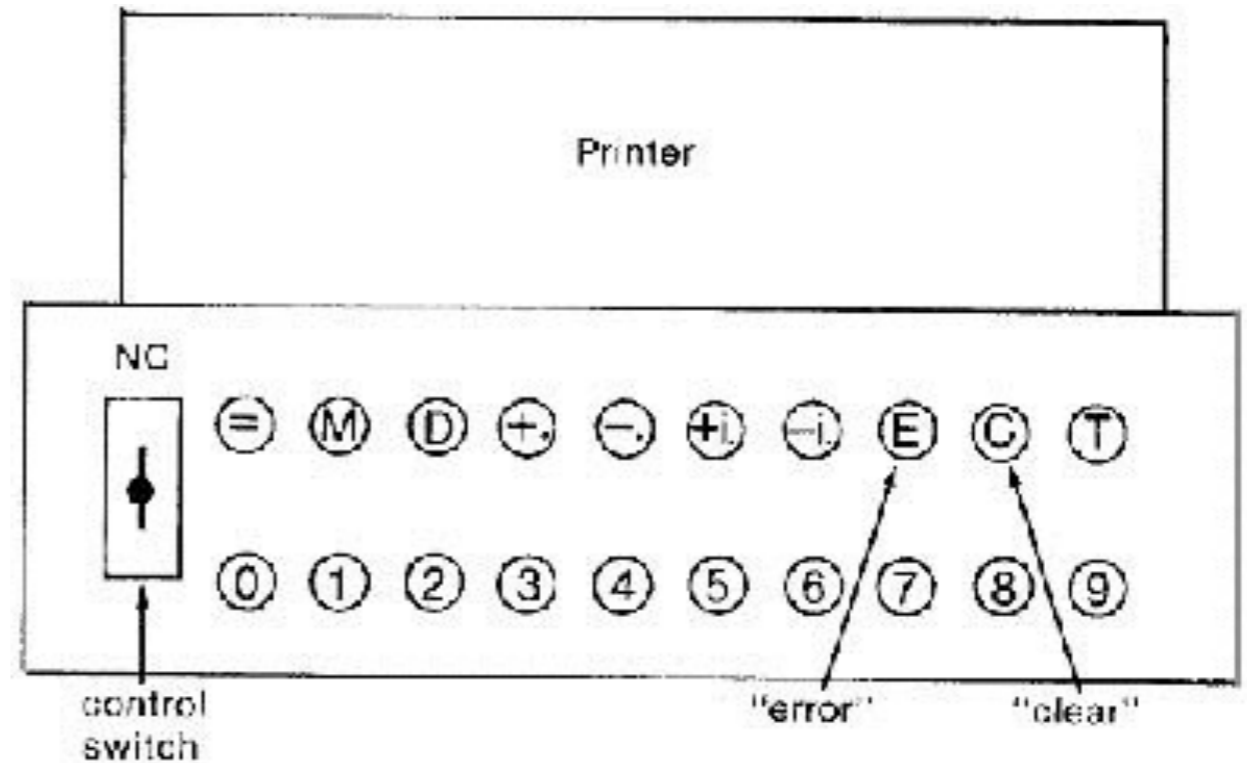




# Wejście-wyjście

---

- trzy terminale w osobnych pokojach



- 1940: demonstracja na konferencji w Dartmouth
  - zdalne połączenie telefoniczne z Nowym Jorkiem
  - obecni m.in. von Neumann, Mauchly, Wiener

# Kodowanie liczb dziesiętnych

---

- każda cyfra w 4 bitach, systemem "+3"

0 = 0011    2 = 0101    8 = 1011

1 = 0100    3 = 0110    ...    9 = 1100

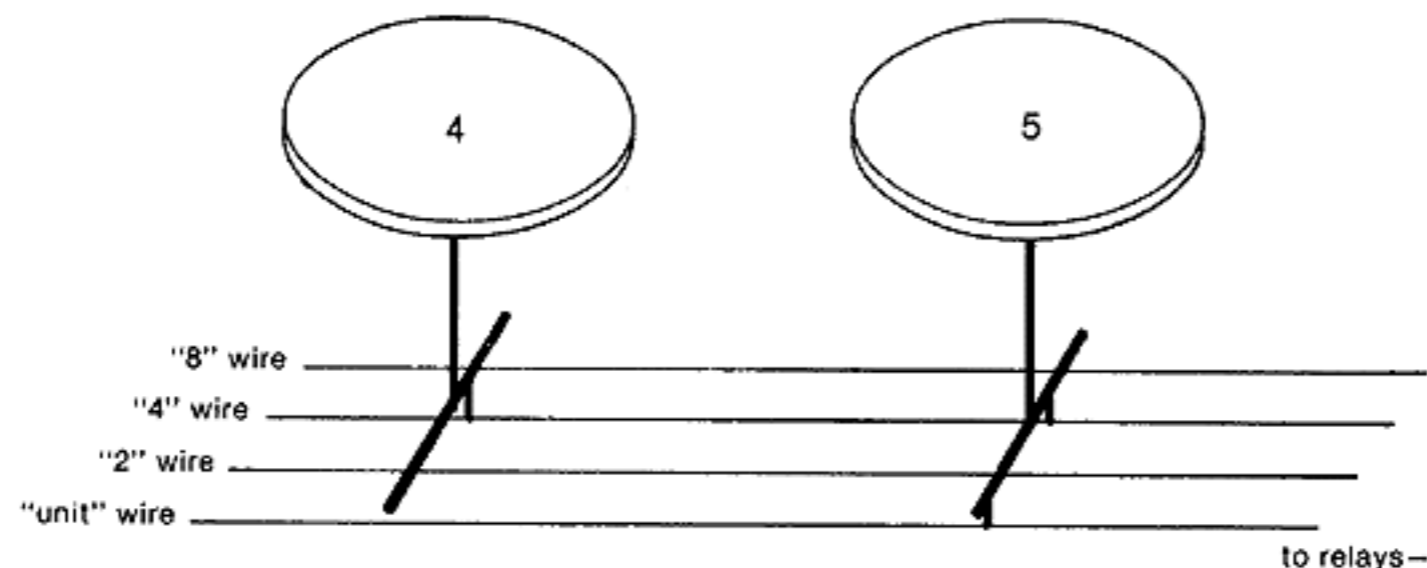
- **zalety:**

- dopełnienie do 9 = negacja wszystkich bitów

- przeniesienie dziesiętne = przeniesienie binarne

- **wady:**

- po każdym dodawaniu trzeba odjąć 3



# Kolejne maszyny Bell Labs

---

- 1943: *Relay Interpolator (Model II)*
  - interpolacja funkcji (potrzeby wojskowe)
  - ok. 440 przekaźników
  - pamięć: 7 liczb
  - ciąg operacji i dane na taśmach perforowanych
- 1946: *Model V*
  - 9000 przekaźników, 10 ton, \$500.000
  - pamięć: 30 liczb, taśmy perforowane
  - dwa procesory, 15 rejestrów każdy
  - sterownik dzielił operacje między procesory
- wszystkie modele działały w arytmetyce dziesiętnej

# Howard Aiken (1900-1973)

---

- fizyk, profesor na Uniw. Harvarda
- w doktoracie musiał numerycznie rozwiązywać równania różniczkowe
- zainspirowany pracami Babbage'a postanowił zbudować komputer
- Monroe Calculating Co. odmówiła finansowania
- IBM dał pieniądze, sprzęt, warsztaty, inżynierów
- prace od 1939 r.
- 1944: *IBM Automatic Sequence Controlled Calculator*  
= *Harvard Mark I*



# Wizja

---

- *Proposed Automatic Calculating Machine (1937-38)*
- memorandum dla kierownictwa IBM
- motywacja naukowa:
  - wiele funkcji zdefiniowanych jako sumy szeregów, niedostatecznie stabilizowanych
  - konieczność rozwiązywania równań różniczkowych
  - dokładne eksperymenty wymagają takichże obliczeń
- braki tabulatorów:
  - nie mogą używać funkcji trygonometrycznych, eliptycznych, logarytmów itp.
  - nie są programowalne



# Wizja cd.

---

- co jest potrzebne:
  - 4 działania arytmetyczne
  - stabilizowane podstawowe funkcje
  - “nawiasowanie”
- idea:
  - połączyć wiele tabulatorów, dodać sterownik
  - wszystko sterowane taśmą perforowaną
- główne operacje:
  - przenieś liczbę z pozycji  $x$  do pozycji  $y$
  - wykonaj operację właściwą dla  $y$
- przewidywana prędkość:
  - mnożenie liczb 8-cyfrowych: 5 sek.
  - logarytm liczby 10-cyfrowej: 45 sek.

# Harvard Mark I

---

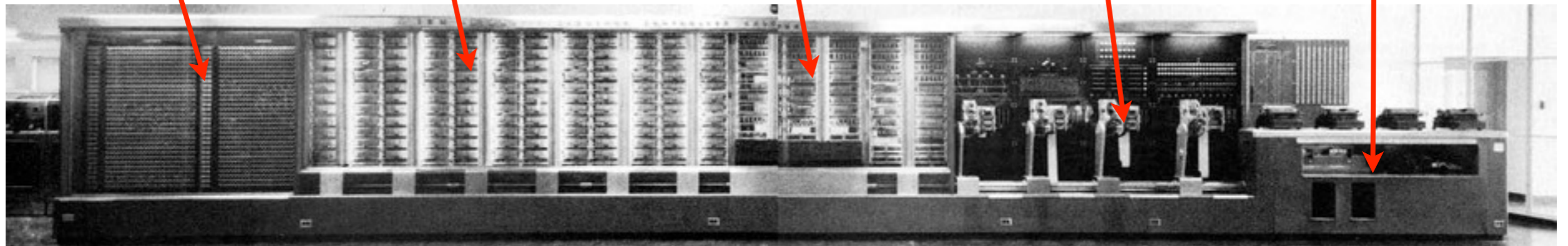
wejście  
(pokręta)

dodawanie/  
odejmowanie

mnożenie/  
dzielenie

wejście  
(taśmy)

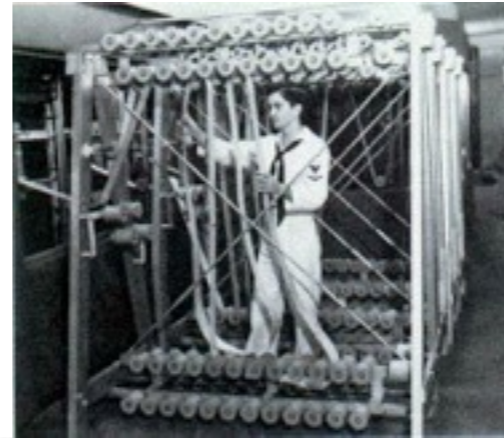
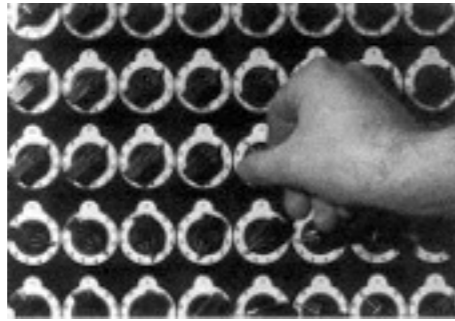
drukarki



- elektromechaniczny, dziesiętny, programowalny
- napęd: silnik elektryczny
- 15m. długości, 2.5m wysokości, 60cm głębokości
- >750.000 części (przełączniki, elementy mechaniczne)
- 800 km kabli
- koszt: \$50.000

# Wejście/wyjście

wejście  
(pokręta)



wejście  
(taśmy)

drukarki

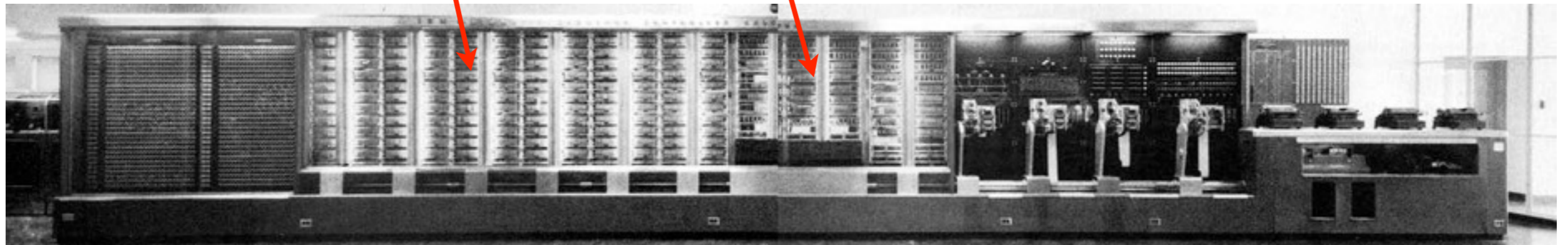


- 60 rzędów pokręteł po 23 cyfry + znak
- maszyna nie może zmieniać tych wartości
- czytniki taśm perforowanych:
  - 3 dla stabilizowanych wartości funkcji
  - 1 dla instrukcji (programu)

# Działania arytmetyczne

---

dodawanie/ mnożenie/  
odejmowanie dzielenie



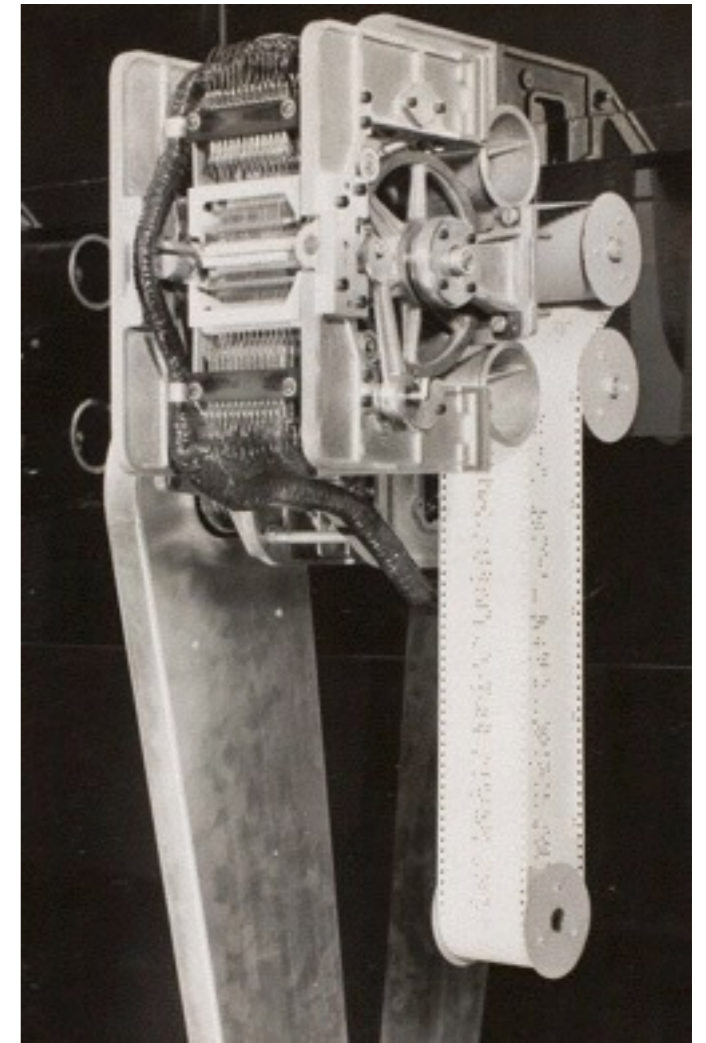
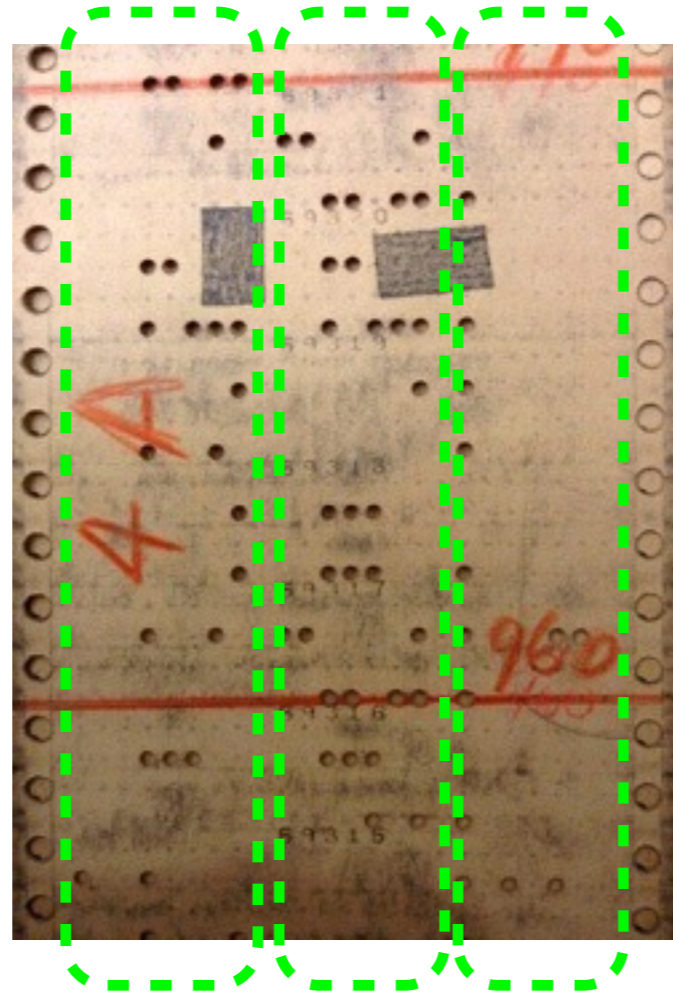
- dodawanie/odejmowanie:
  - 72 rejestry po 23 cyfry + znak
  - każdy był akumulatorem (umiał dodawać)
  - kółka zębate z elektromagnetycznym wychwytem
- mnożenie/dzielenie: jak u Babbage'a
  - wielokrotności mnożnika w 9 specjalnych rejestrach
  - potem dodawane z przesunięciem



# Programowanie: taśmy perforowane

---

- 3 kolumny:
  - źródło
  - cel
  - akcja



- znaczenie:
  - przenieś źródło do celu stosując operację dla celu
  - wykonaj akcję (np. przejdź krok dalej, wydrukuj itp.)
- programy: głównie cele wojskowe (także projekt Manhattan)

# adm. dr Grace Hopper (1906-1992)

---

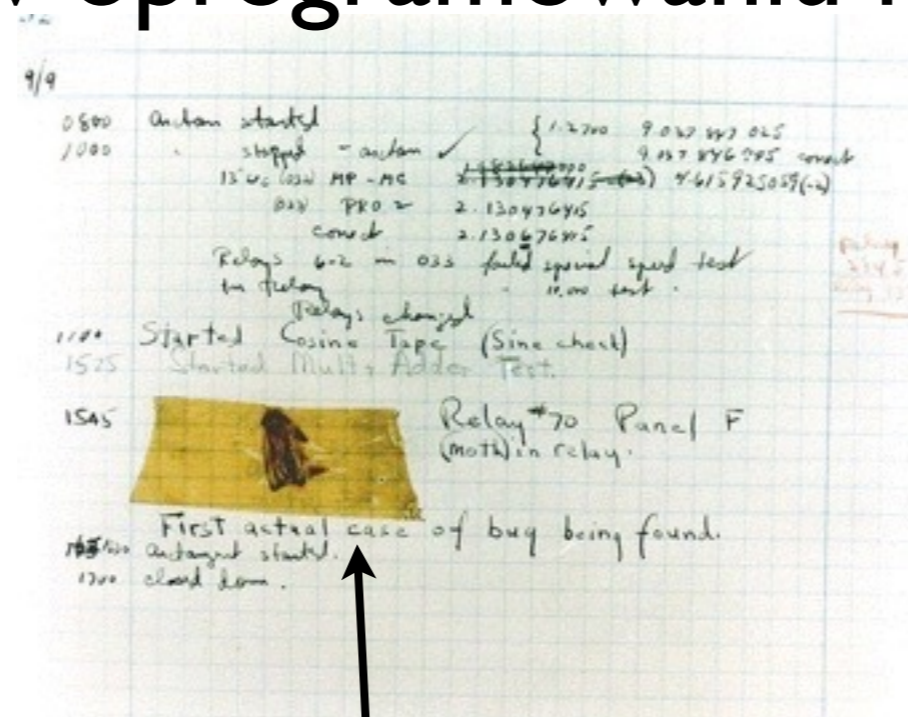
- informatyczka, dr matematyki
- jedna z 3 pierwszych programistów Harvard Mark I
- autorka podręcznika budowy i użytkowania maszyny
- 1951: pierwszy kompilator (język A-0)
- projektantka języków:
  - FLOW-MATIC
  - COBOL (1959)



# Debugging

---

- Popularna historia:
  - w przekaźniku komputera Harvard Mark II utkwiała ćma, co zawiesiło maszynę
  - stąd błędy w oprogramowaniu nazywamy bugami



**TO MIT!**

*First actual case of bug being found*

- słowa *bug* użył w tym sensie już Edison w 1889 r.



# Kolejne maszyny Aikena na U. Harvarda

---

- finansowanie: armia USA
- Mark I działał do 1959 r.
- Mark II (1947): elektromechaniczny
  - akumulatory na przekaźnikach (bez kółek zębatych)
  - funkcje trygonometryczne itp. wgrzane w sprzęt
- Mark III (1949), Mark IV (1952): elektroniczne
  - program w pamięci, ale oddzielnie od danych
  - trwała pamięć magnetyczna

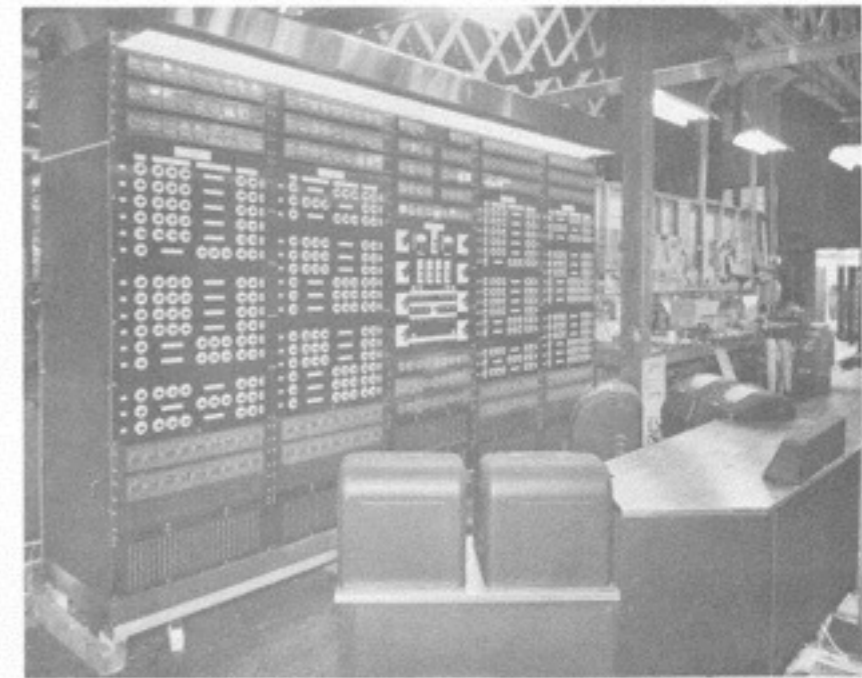


Figure 1. Mark II: Manual Control Panel and Printer Table