

HISTORIA KOMPUTERÓW

2015/16

Bartosz Klin

`klin@mimuw.edu.pl`

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

Oś czasu

Hollerith



Torres



Turing



Shannon



Stibitz



Aiken

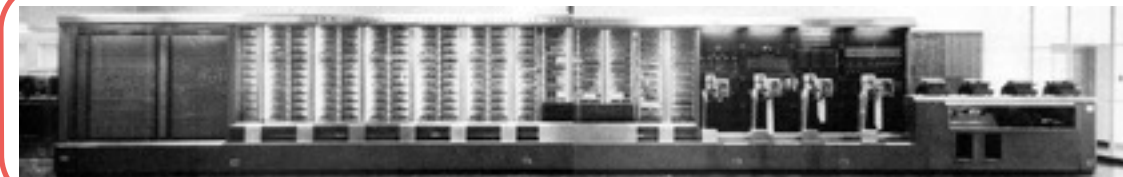
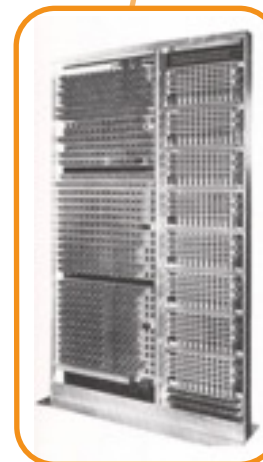
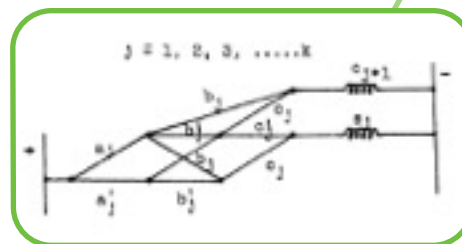


1880

1900

1920

1940



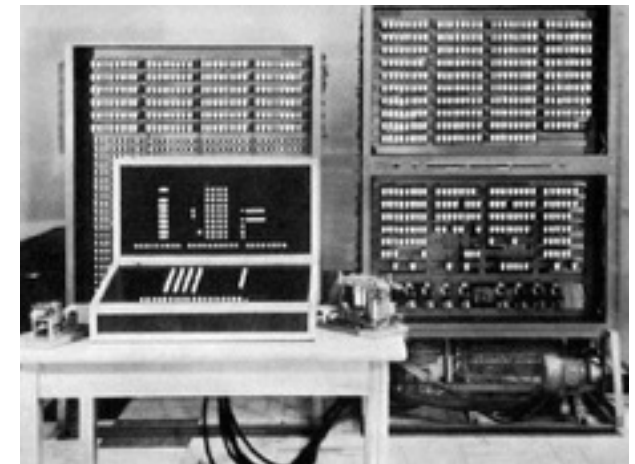
Konrad Zuse (1910-1995)

- niemiecki pionier informatyki
- magister inżynierii lądowej (1935)
- od 1935r. konstruował komputery
- najpierw za własne pieniądze
- od 1941 r. z dotacjami rządowymi
- pracował w zupełnej izolacji od badaczy zza granicy
 - nie wiedział o: Aikenie, Shannonie, Turingu, Boole'u
- w 1949 r. założył firmę komputerową *Zuse KG*
 - w latach 60tych sprzedana Siemensowi



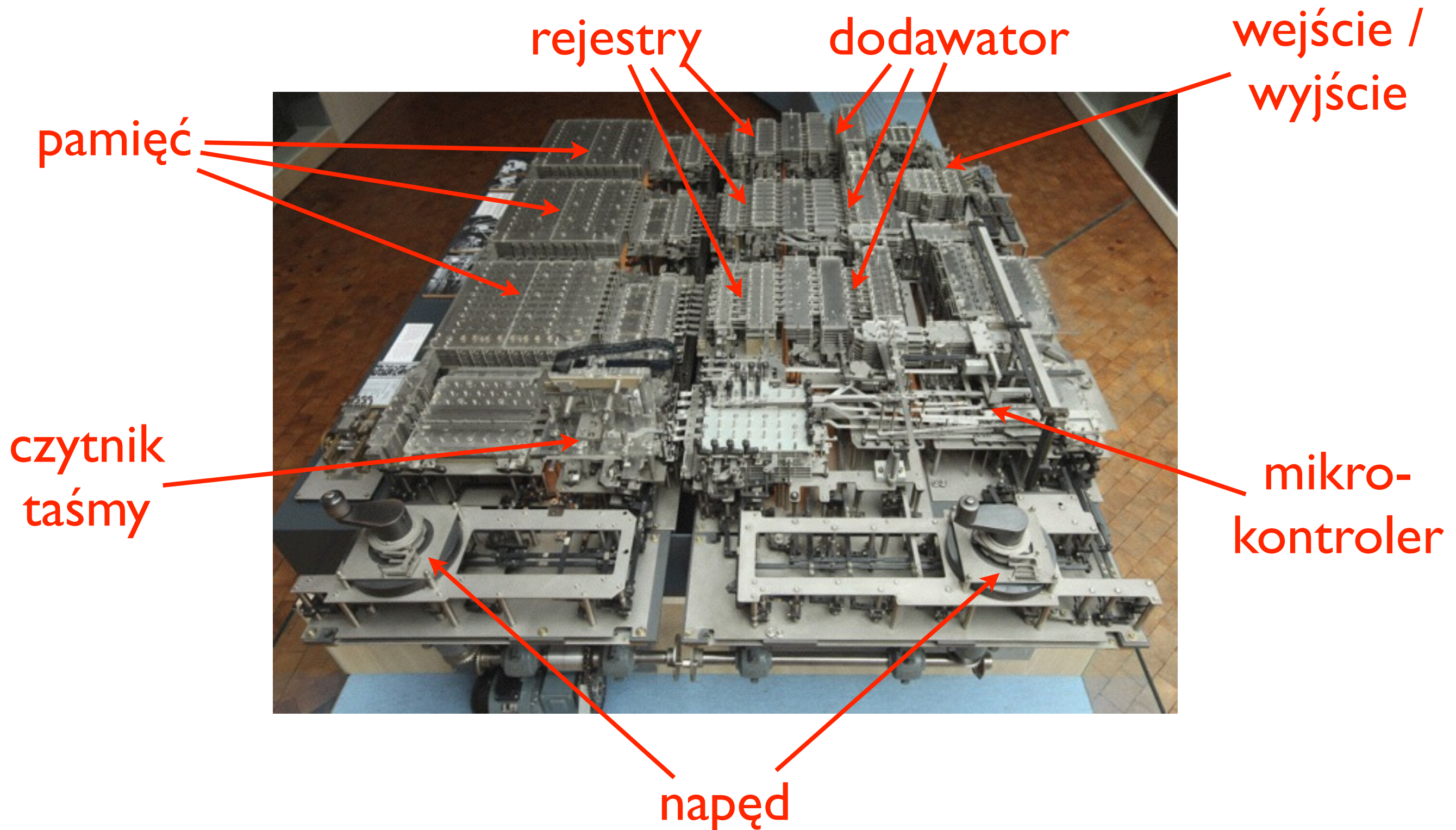
Komputery Zusego

- 1938: **Z1** mechaniczny
 - zniszczony w 1943 r.
 - zrekonstruowany w 1989 r.
- 1940: **Z2** elektromechaniczny
 - zniszczony w 1943 r.
- 1941: **Z3** elektromechaniczny
 - zniszczony w 1945 r.
 - zrekonstruowany w 1961 r.
- 1945: **Z4** elektromechaniczny
 - 1949: kupiony przez ETH Zurich
 - używany do 1959 r.



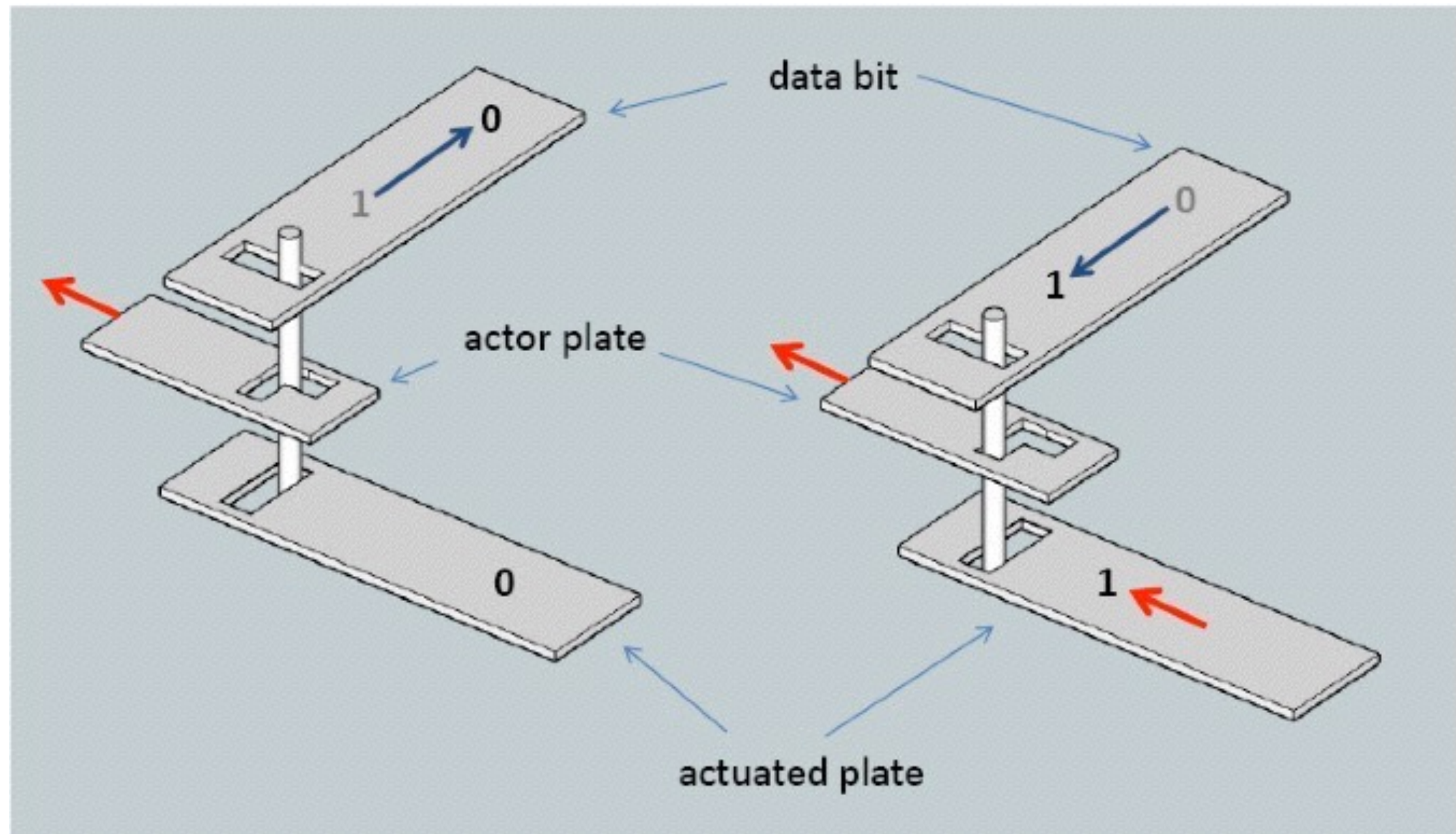
I 938: ZI

- binarny, zmiennoprzecinkowy, programowalny

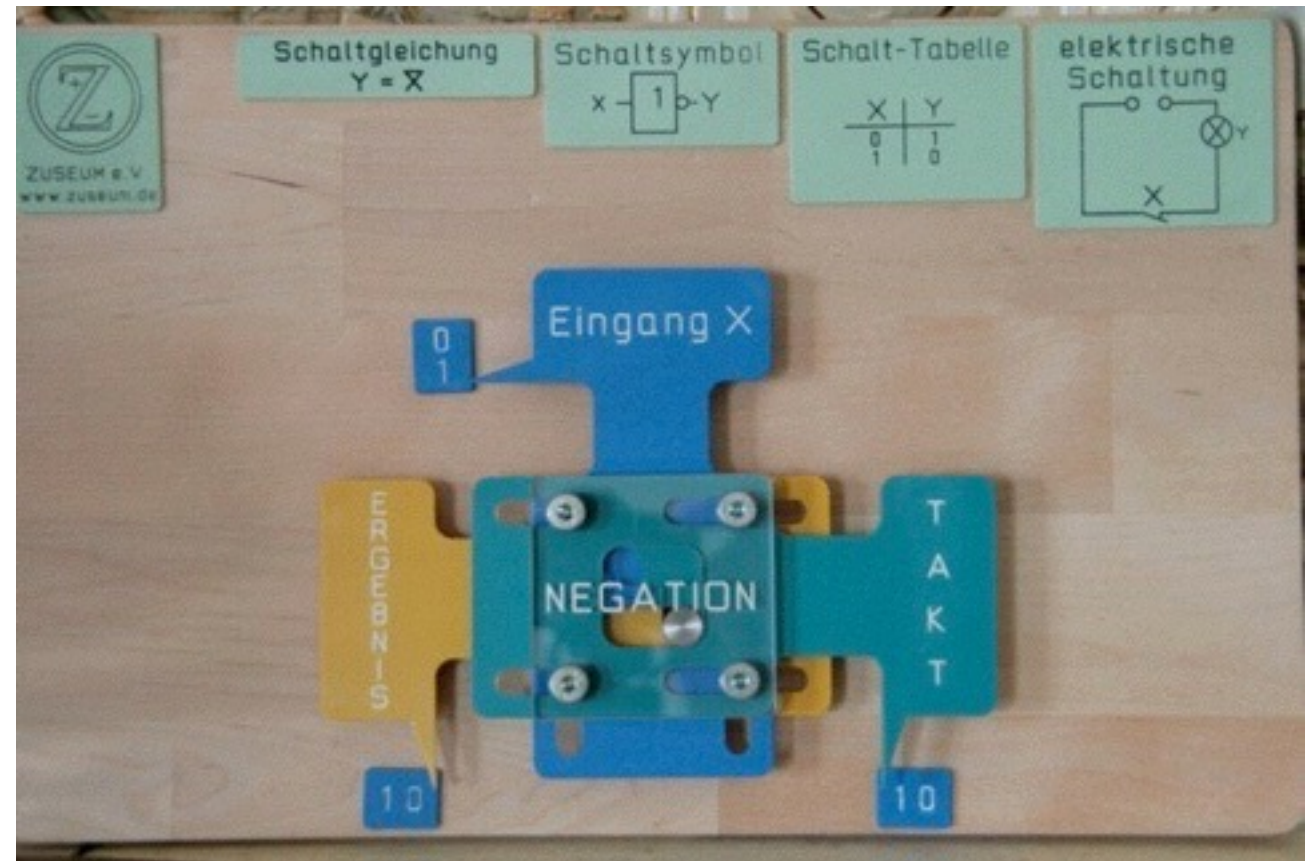
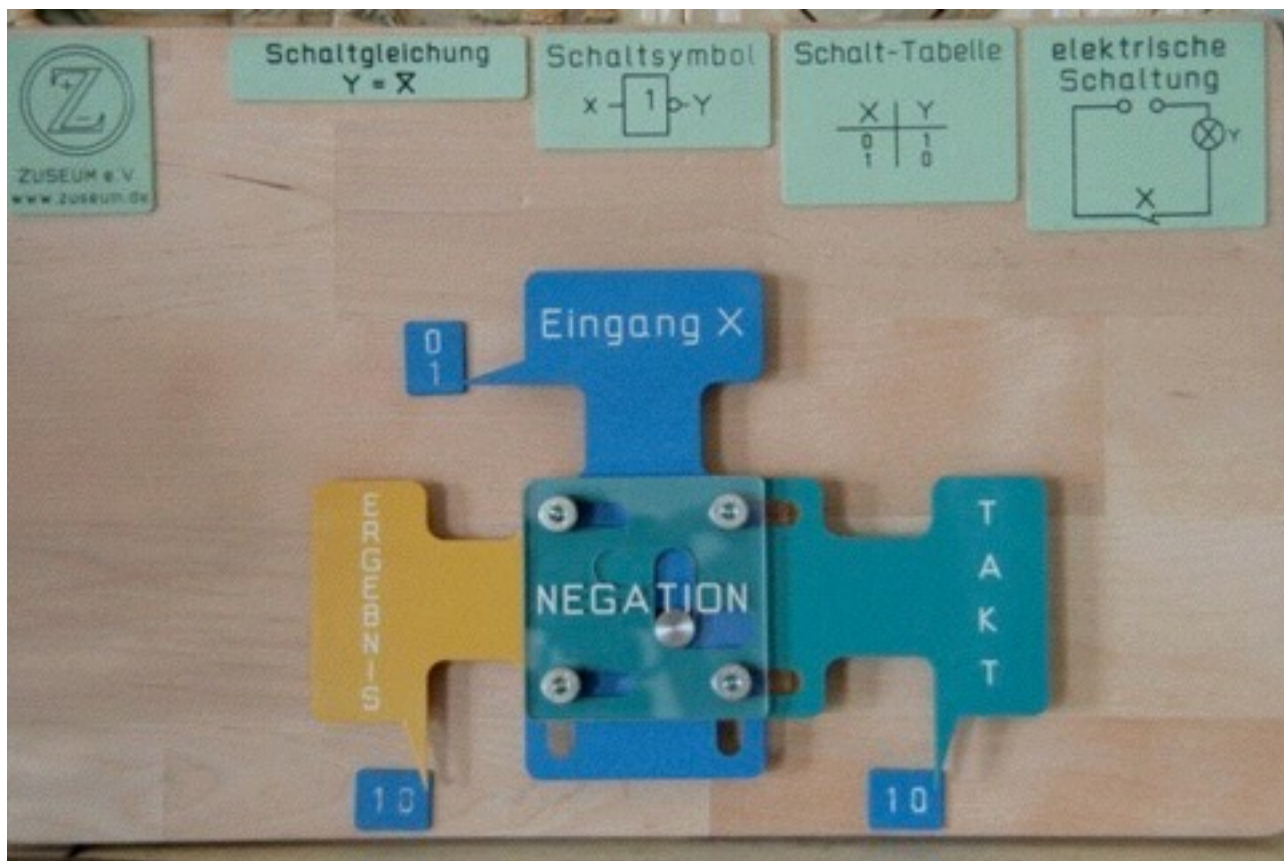
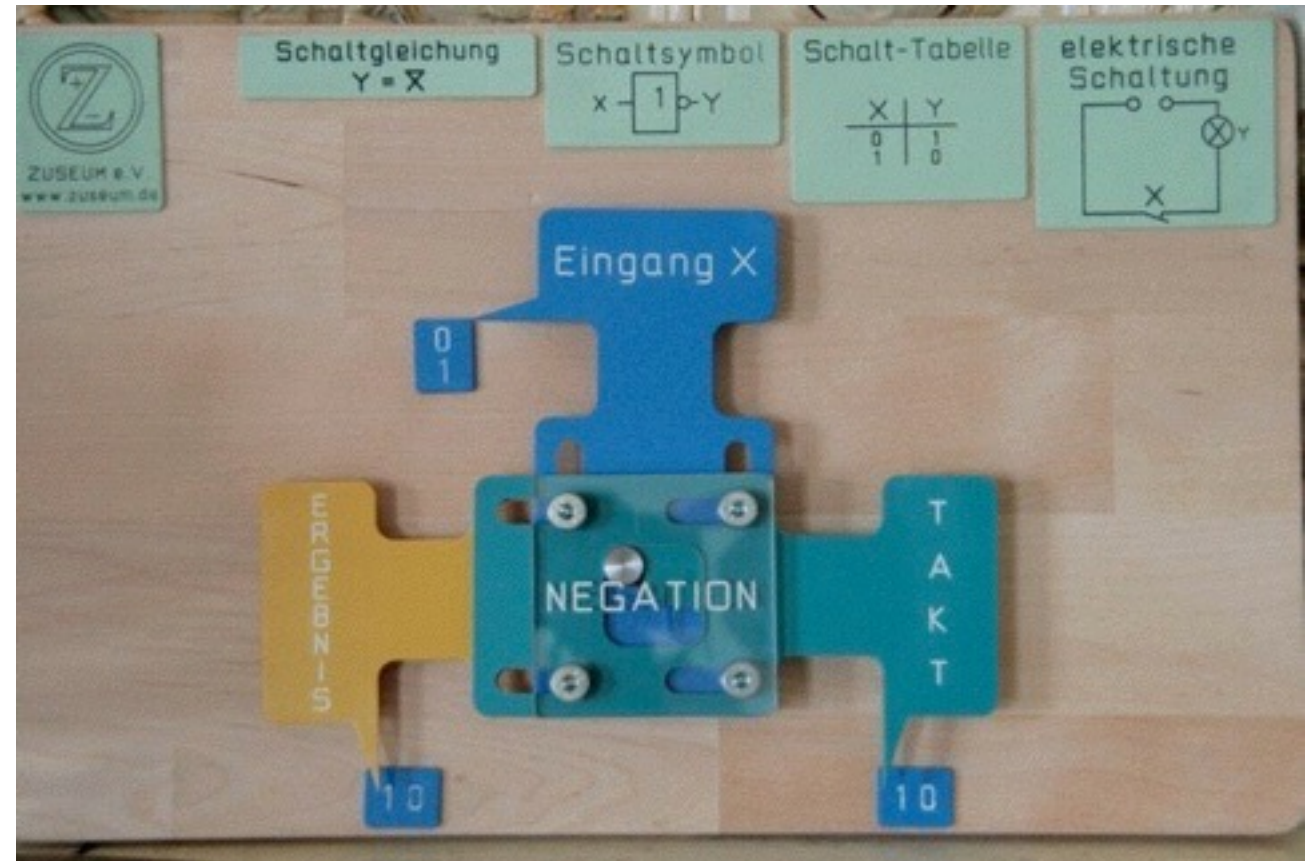
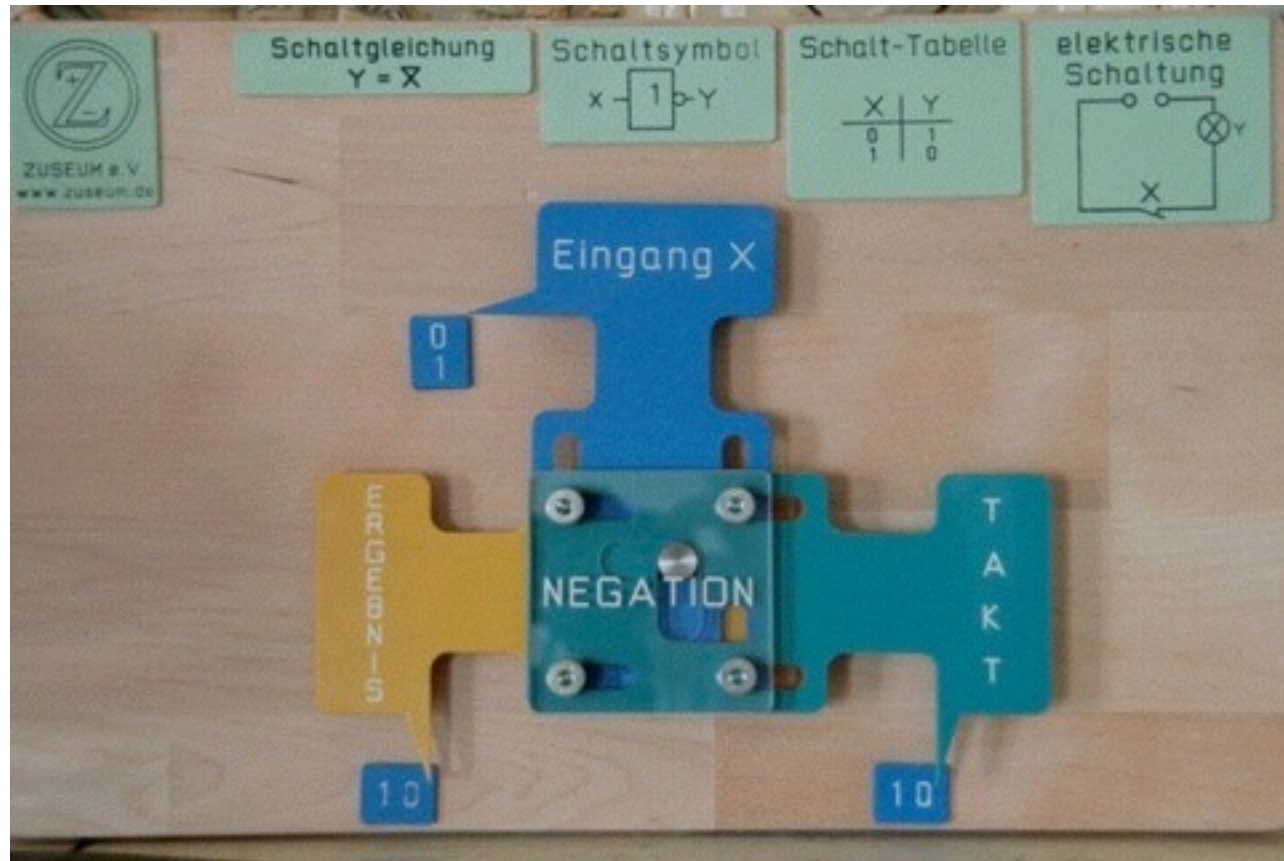


Mechanika binarna

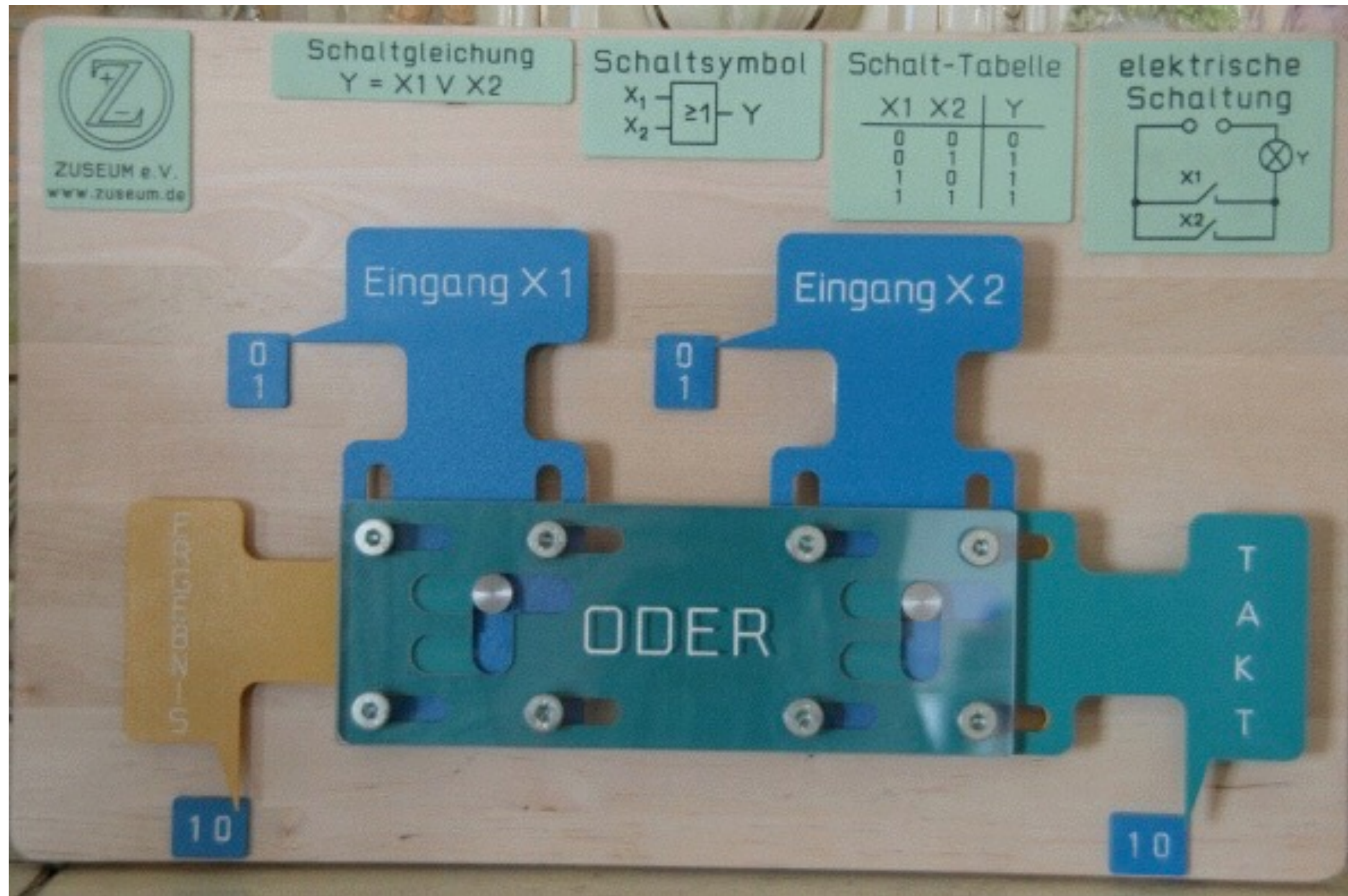
- bity = przesunięcia blaszek
- podstawowa “bramka”:



Bramka NOT



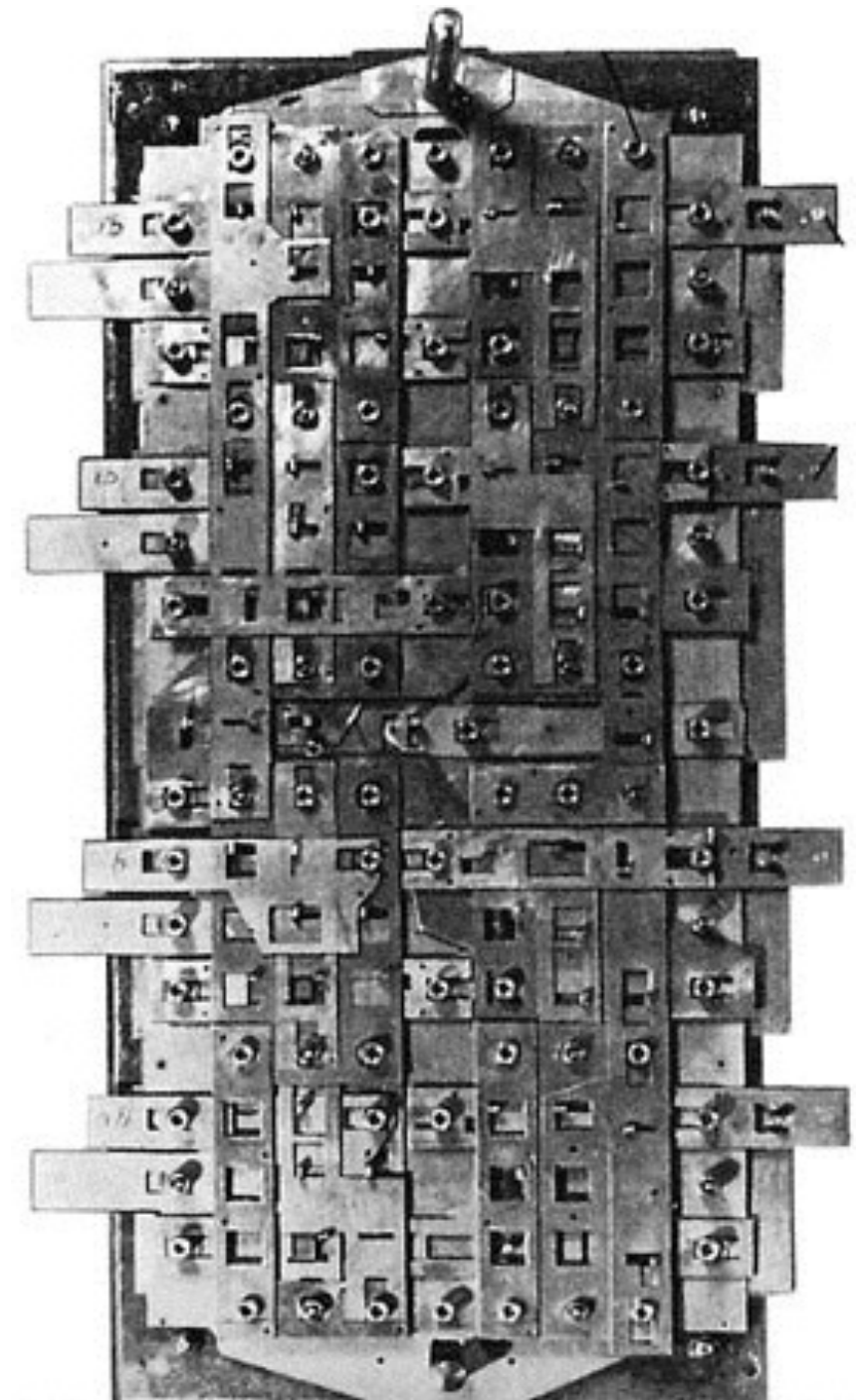
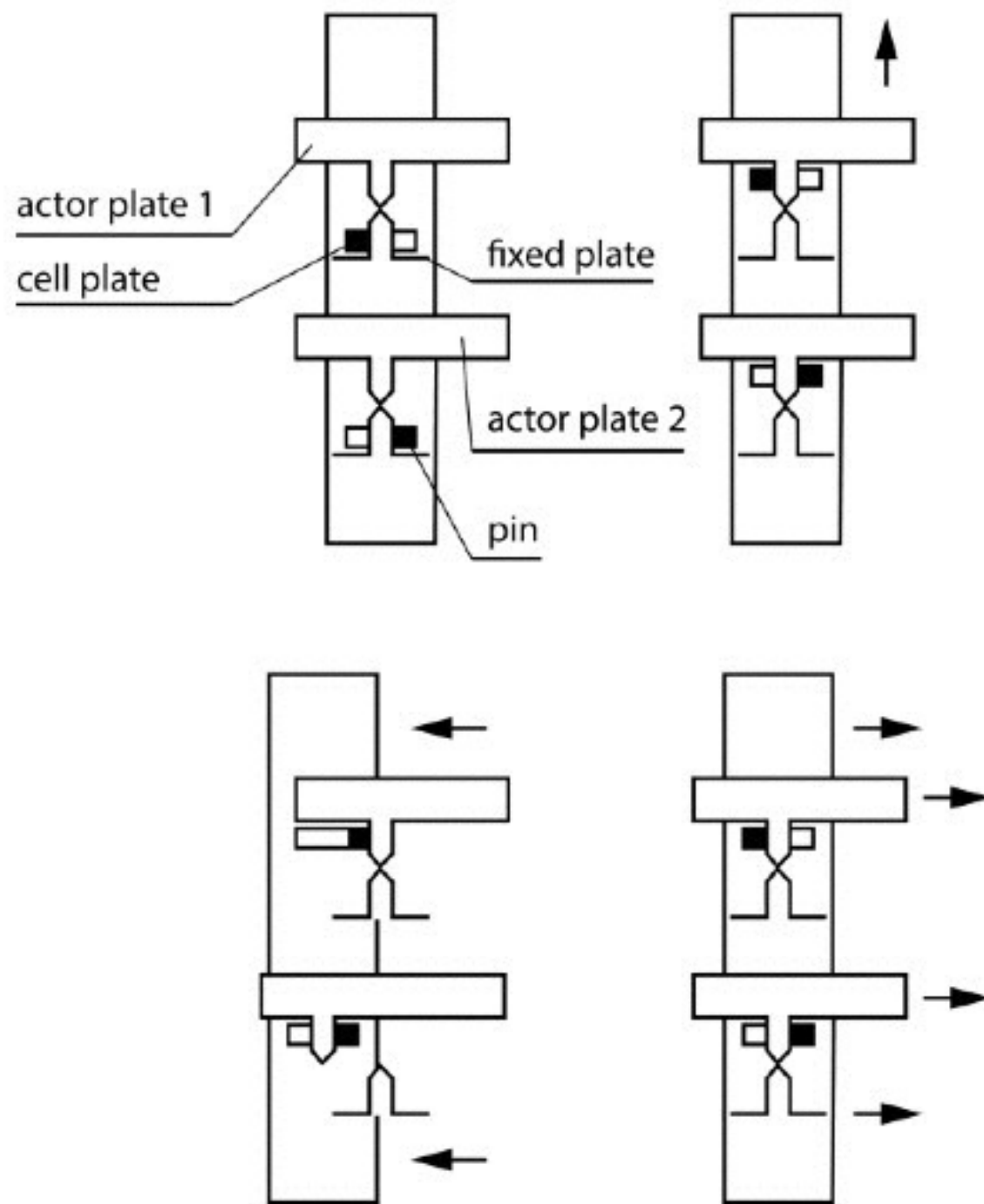
Bramka OR



- podobnie wyglądają bramki AND, NAND, XOR

Pamięć: 16 liczb po 24 bity

- bity = położenia pionowych bolców poruszających się w lewo-prawo



Podstawowe dodawanie

Liczba 1:	1	0	1	1	0	1
Liczba 2:	0	0	0	0	1	1
XOR:	1	0	1	1	1	0
AND:	0	0	0	0	0	1
przenieś:	0	1	1	1	1	0
wynik (XOR):	1	1	0	0	0	0

The diagram illustrates the carry propagation in a ripple-carry adder. Red arrows show the carry chain from the AND results to the XOR results. Orange arrows show the carry chain from the XOR results to the final XOR result.

- bity XOR składają się w długą blaszkę ustawiającą bit przeniesienia (jak w projekcie Babbage'a)

Liczby zmiennoprzecinkowe

mantysa

wykładnik

$$2014 \approx 1.11101111 \cdot 2^{1010}$$

- pierwsza wzmianka: L. Torres y Quevedo (1914)
 - druga wzmianka: Zuse (1938)
 - liczba w ZI: 16 bitów mantysy + 8 bitów wykładnika
 - **normalizacja**: pierwszy bit mantysy to zawsze 1
 - liczby ujemne: system dopełnienia do 2
 - aby zmienić znak liczby, zaneguj ją i dodaj 1
- | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 100 | 101 | 110 | 111 | 000 | 001 | 010 | 011 |
- operacje arytmetyczne wychodzą jak zwykle

Arytmetyka zmiennoprzecinkowa

- dodawanie: $x \cdot 2^a + y \cdot 2^b = ?$ (niech $a \geq b$)
 - przesun y o $a - b$ bitów w prawo
 - wynik dodaj do x : to jest nowa mantysa
 - nowy wykładnik to a
 - jeśli było przeniesienie, to przesun mantysę i inkrementuj wykładnik
- mnożenie:
 - dodaj wykładniki
 - mantysy pomnóż metodą wielokrotnego dodawania
 - przy przeniesieniach inkrementuj wykładnik

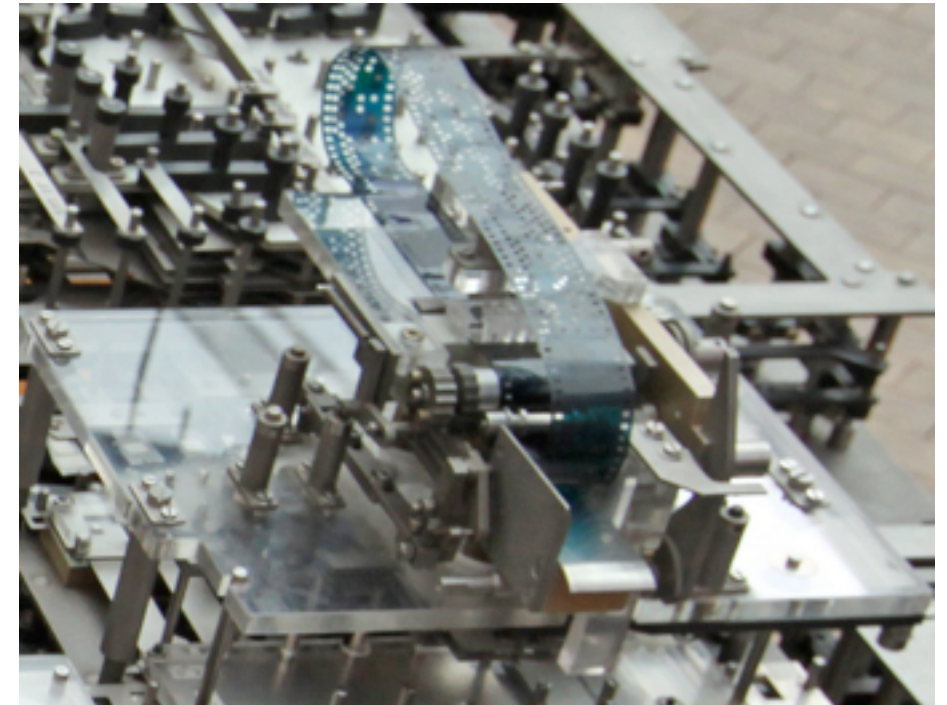
Konwersja liczb

- maszyna może odczytywać mantysy z “klawiatury”
 - “klawisze” 0 .. 9
 - każda cyfra kodowana w 4 bitach
 - przy każdym naciśnięciu
wynik mnożony przez 10
- wykładnik ustawiany za pomocą dźwigni
 - tyle mnożeń przez 10 ile pokazuje dźwignia
- bardziej skomplikowana procedura
dla wyjścia dziesiętnego (lampki)

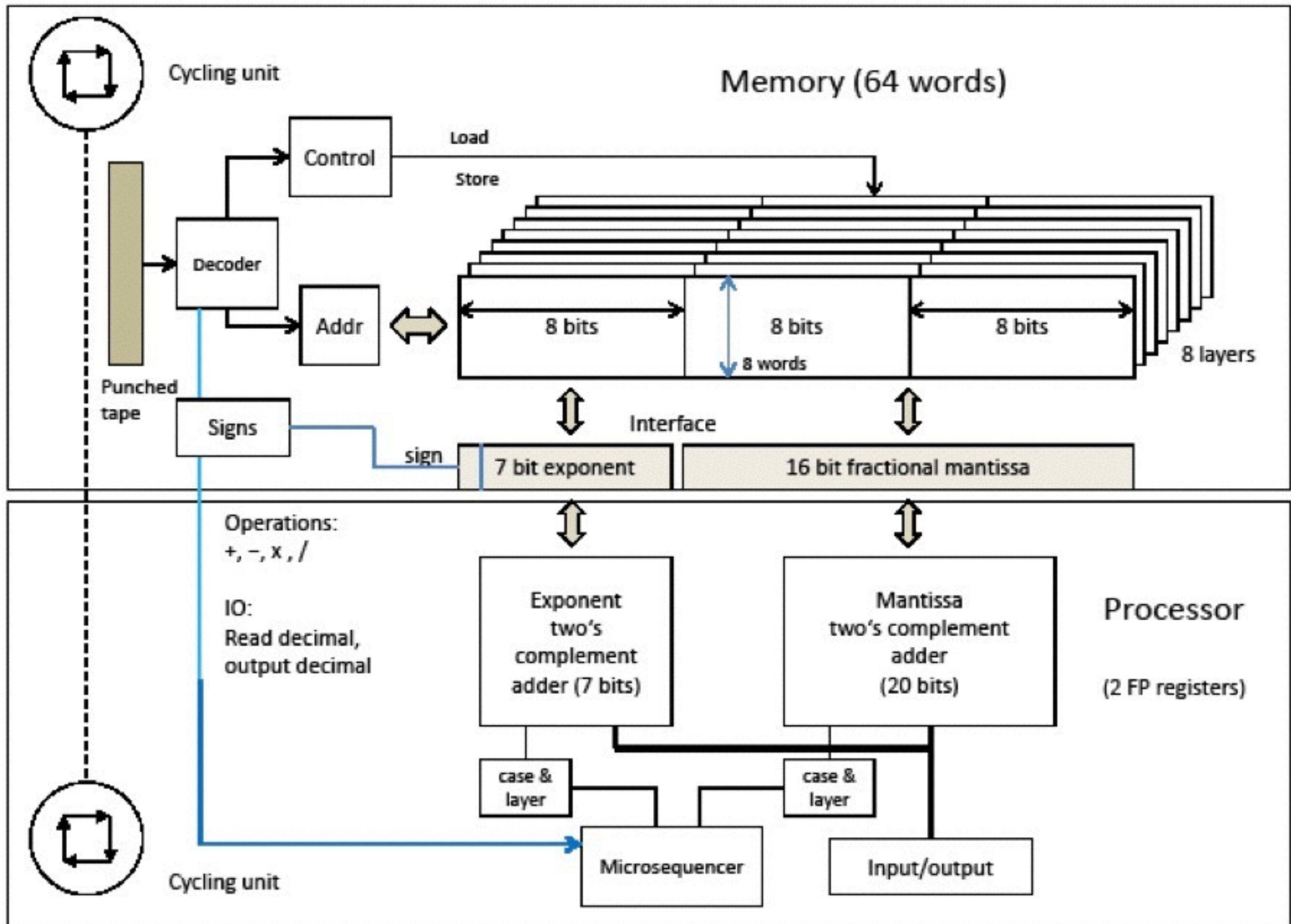


Programowanie ZI

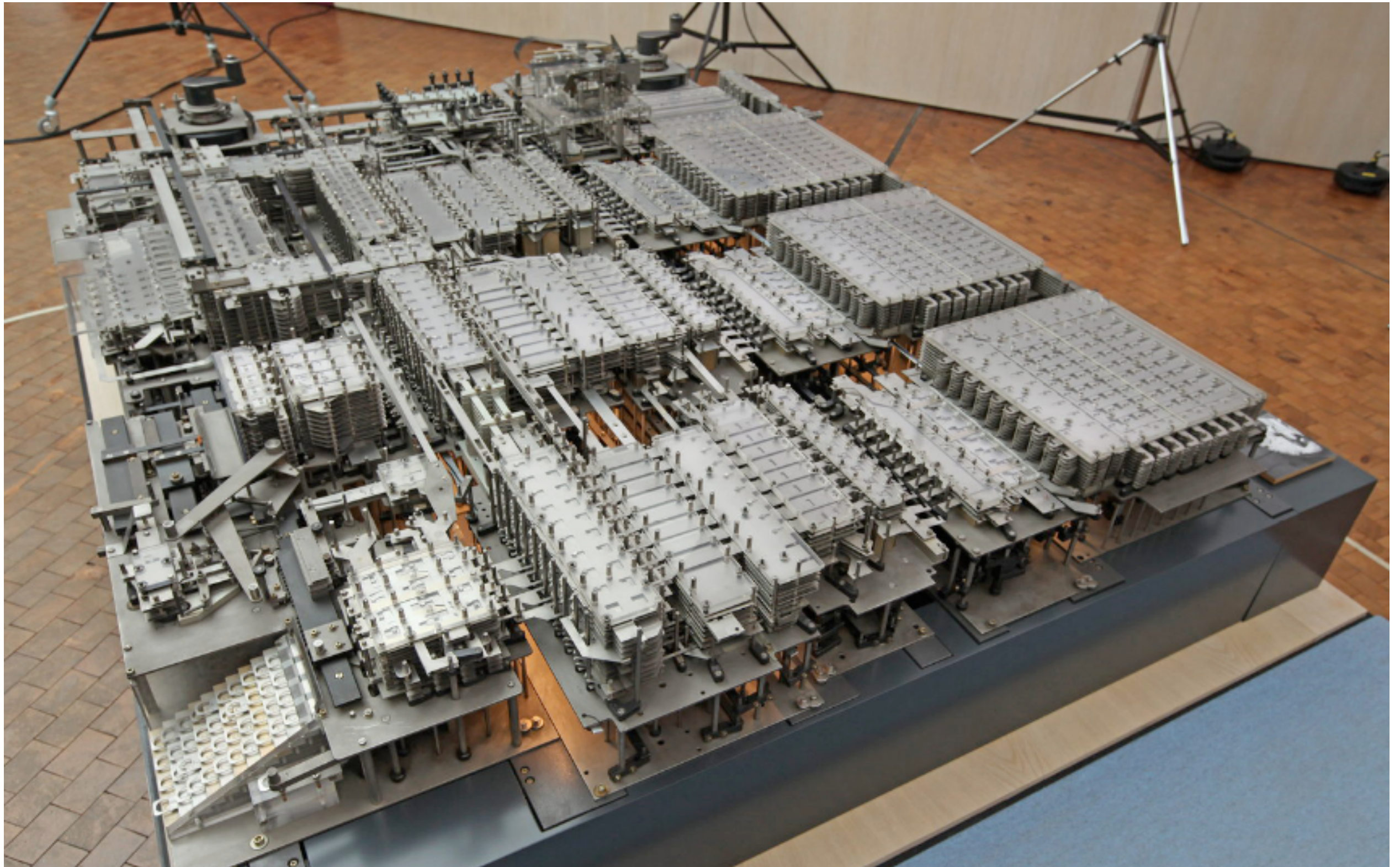
- dwa rejestry: R1, R2
- program na taśmie perforowanej
- instrukcje:
 - **Pr i** : ładuj komórkę i do R2
 - **Lu** : czytaj liczbę z wejścia do R2
 - **LsI** : $R1 := R1 + R2$
 - inne operacje arytmetyczne: analogicznie
 - **Ps i** : zapisz wartość R1 do komórki i
 - **Ld** : wyświetl wartość R1
- brak skoków, instrukcji warunkowych



Struktura ZI



Widok ZI

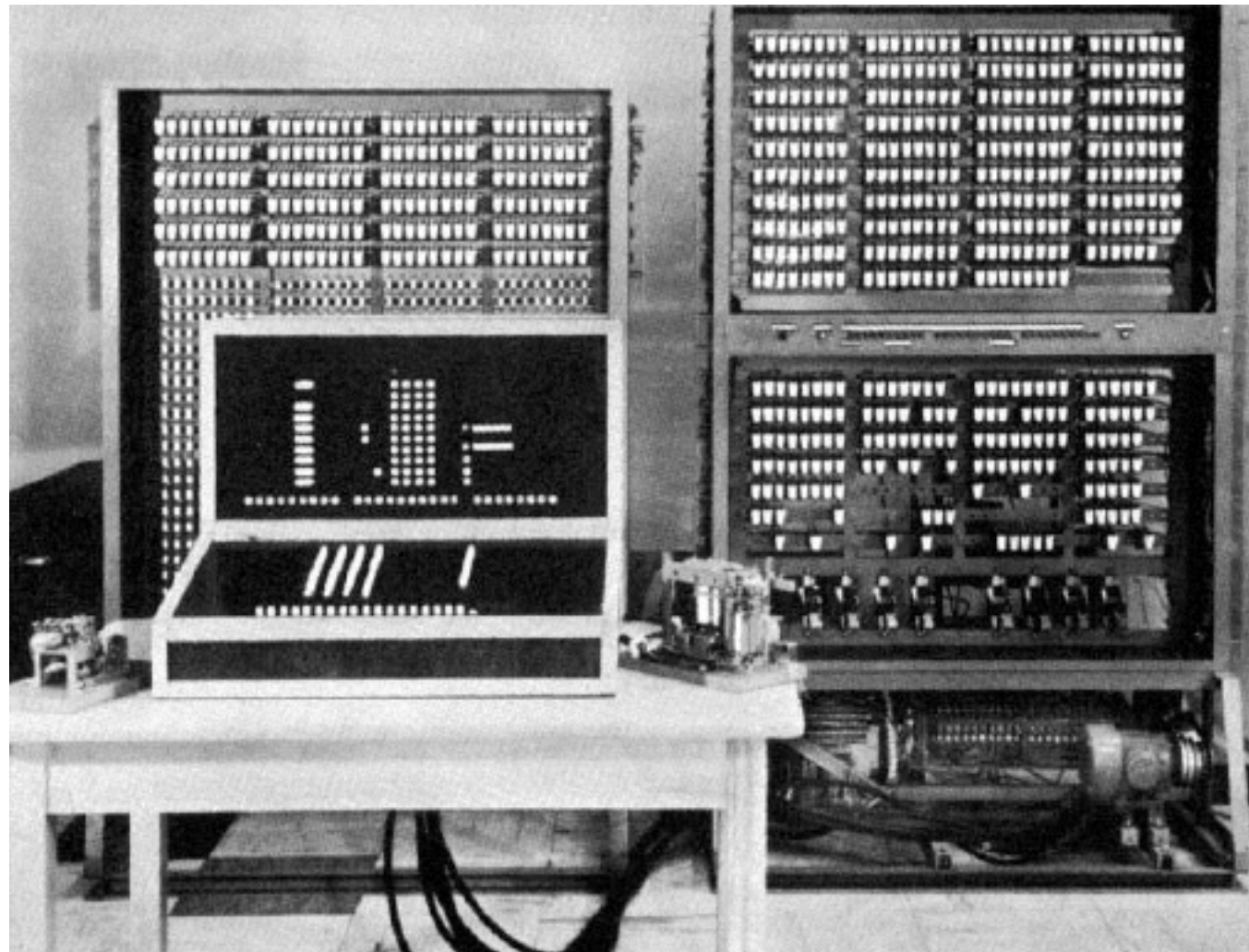


Parametry i losy ZI

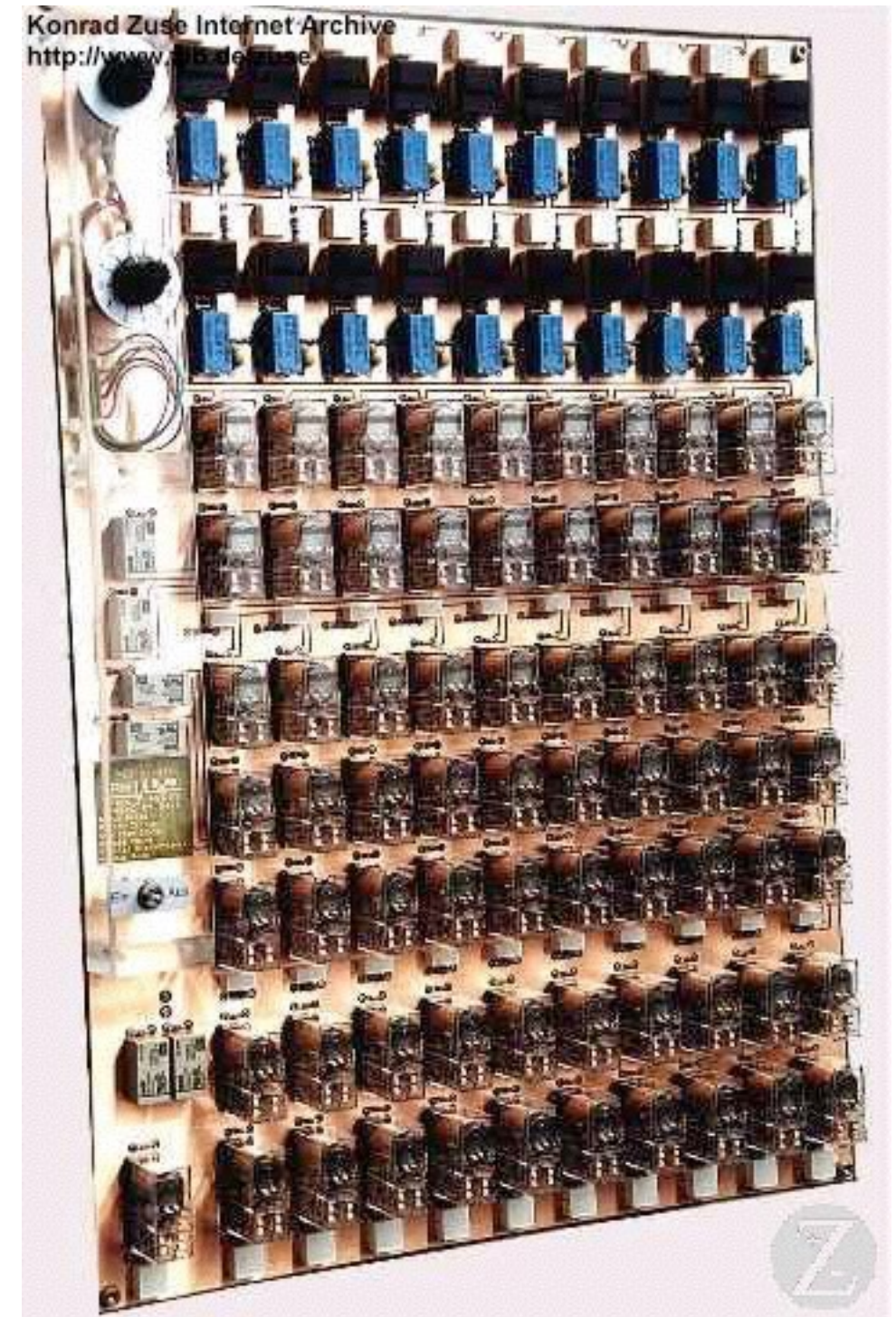
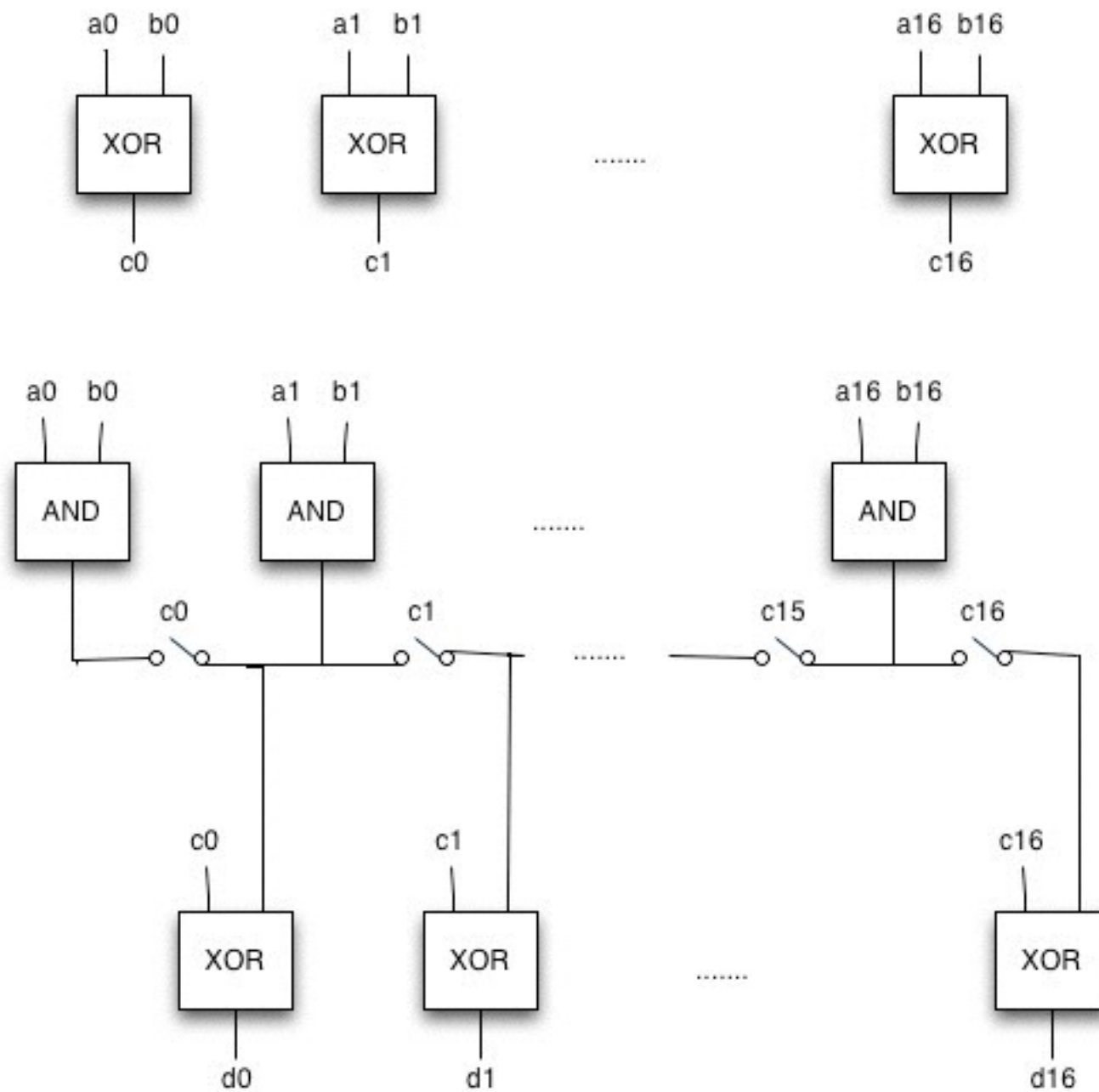
- taktowanie: 1 cykl / sek. (1 Hz)
- dodawanie: 3 cykle
- mnożenie: 16 cykli
- maszyna nigdy nie działała
 - blaszki się wyginały, zbyt duże obciążenia
- 1943: maszyna zniszczona w bombardowaniu
 - większość planów spłonęła
- zrekonstruowany w 1989 r. model zepsuł się od razu
- Zuse postanowił przerobić ją na elektromechaniczną

1941: Z3

- ogólna struktura prawie identyczna jak w Z1
- pamięć nadal mechaniczna
- procesor elektromechaniczny (przełączniki)
- w 1943 zniszczony, w 1961 zrekonstruowany



Dodawanie w Z3



Nowości w Z3

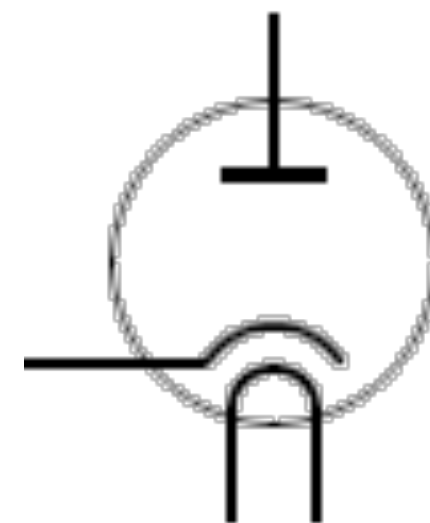
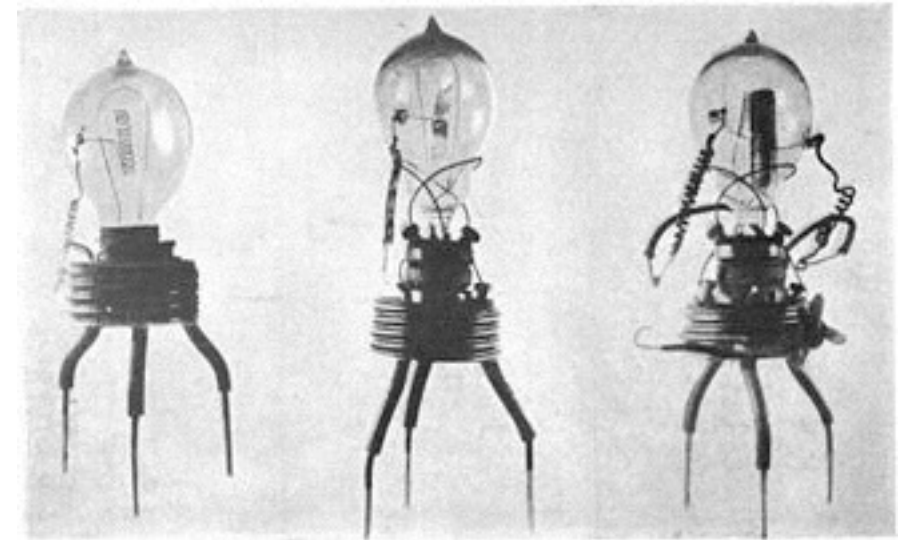
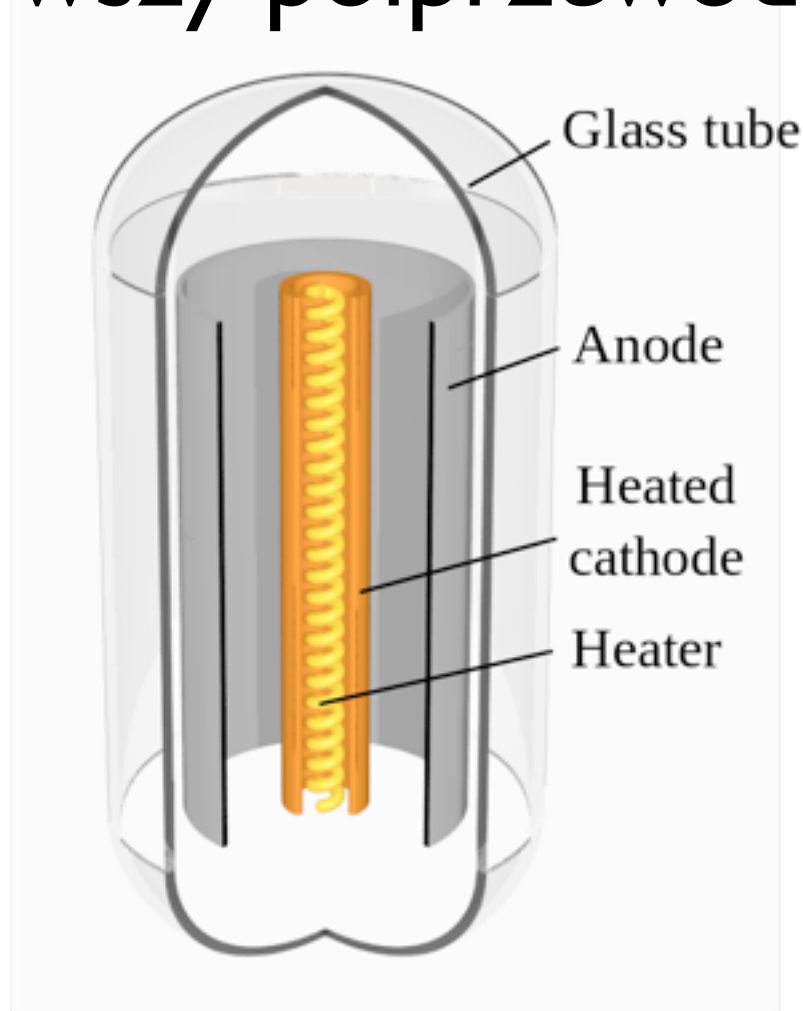
- częstotliwość ok. 5 Hz
- sprzętowa obsługa dzielenia przez 0, liczba NaN
- pierwiastkowanie jako operacja elementarna
- równoległe wykonanie sekwencji operacji



- nowość w Z4 (1949): instrukcje warunkowe
 - “opuść następną instrukcję jeśli R1 jest ujemne”

Elektronika

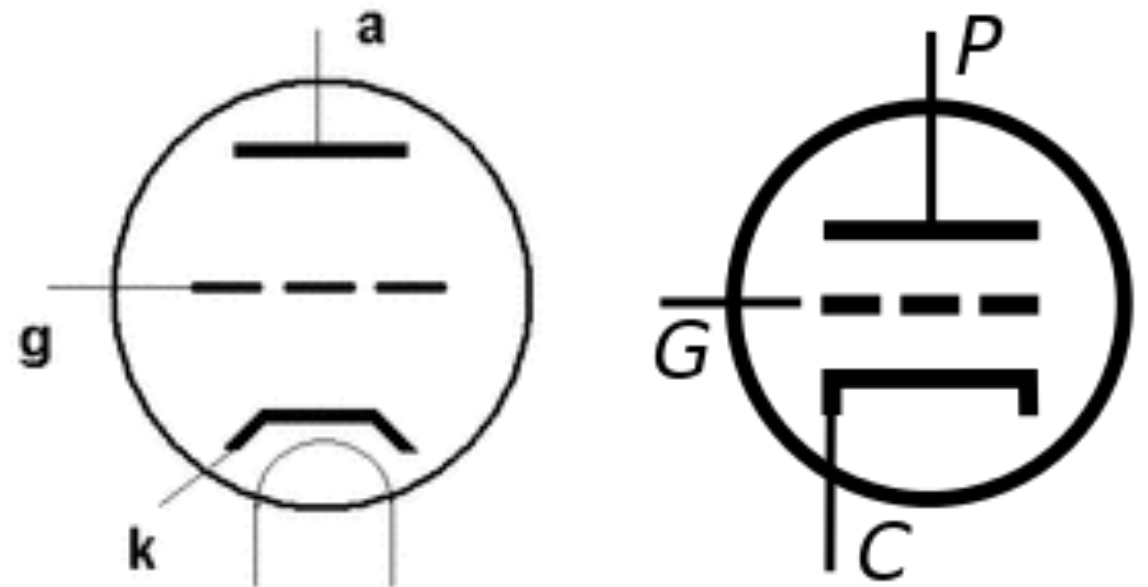
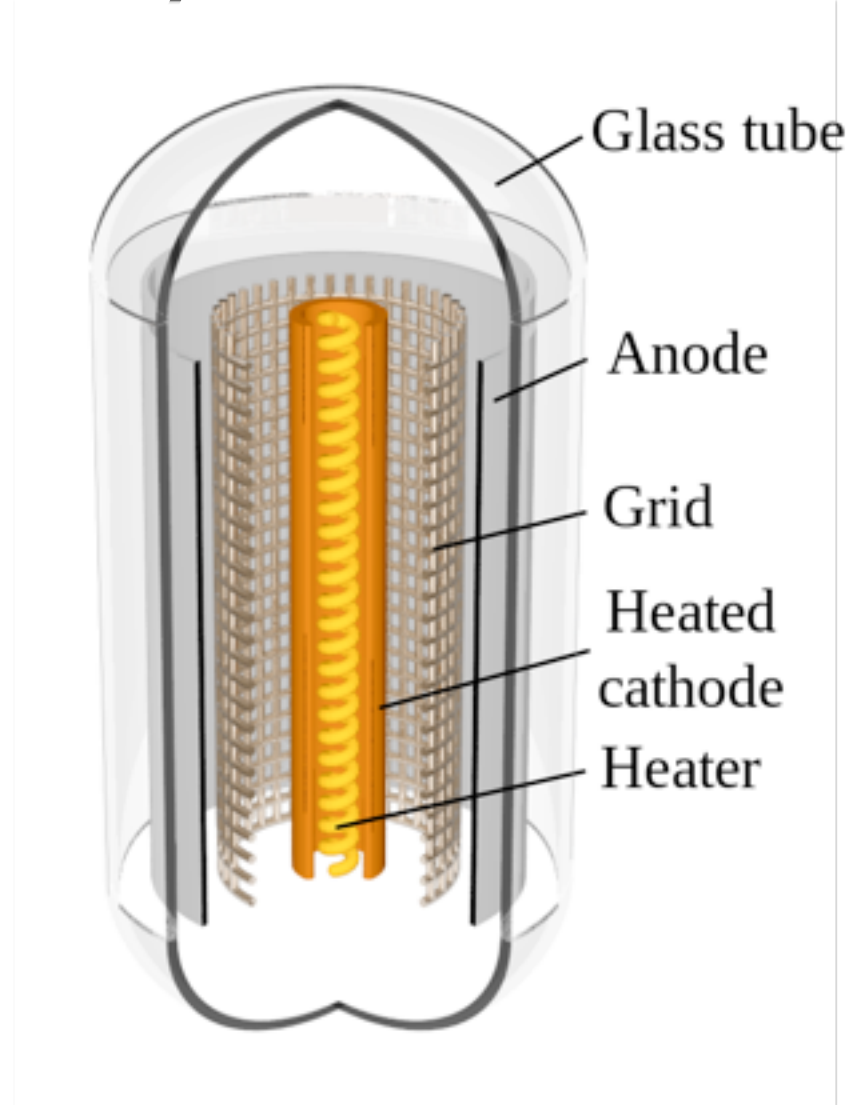
- 1904: dioda
- pierwszy półprzewodnik



- z gorącej katody uciekają elektrony i płyną do anody
- ale nigdy na odwrót
- używane jako prostowniki

1907: trioda

- siatka kontrolna między katodą a anodą
- ujemny ładunek na siatce przerywa przepływ elektr.

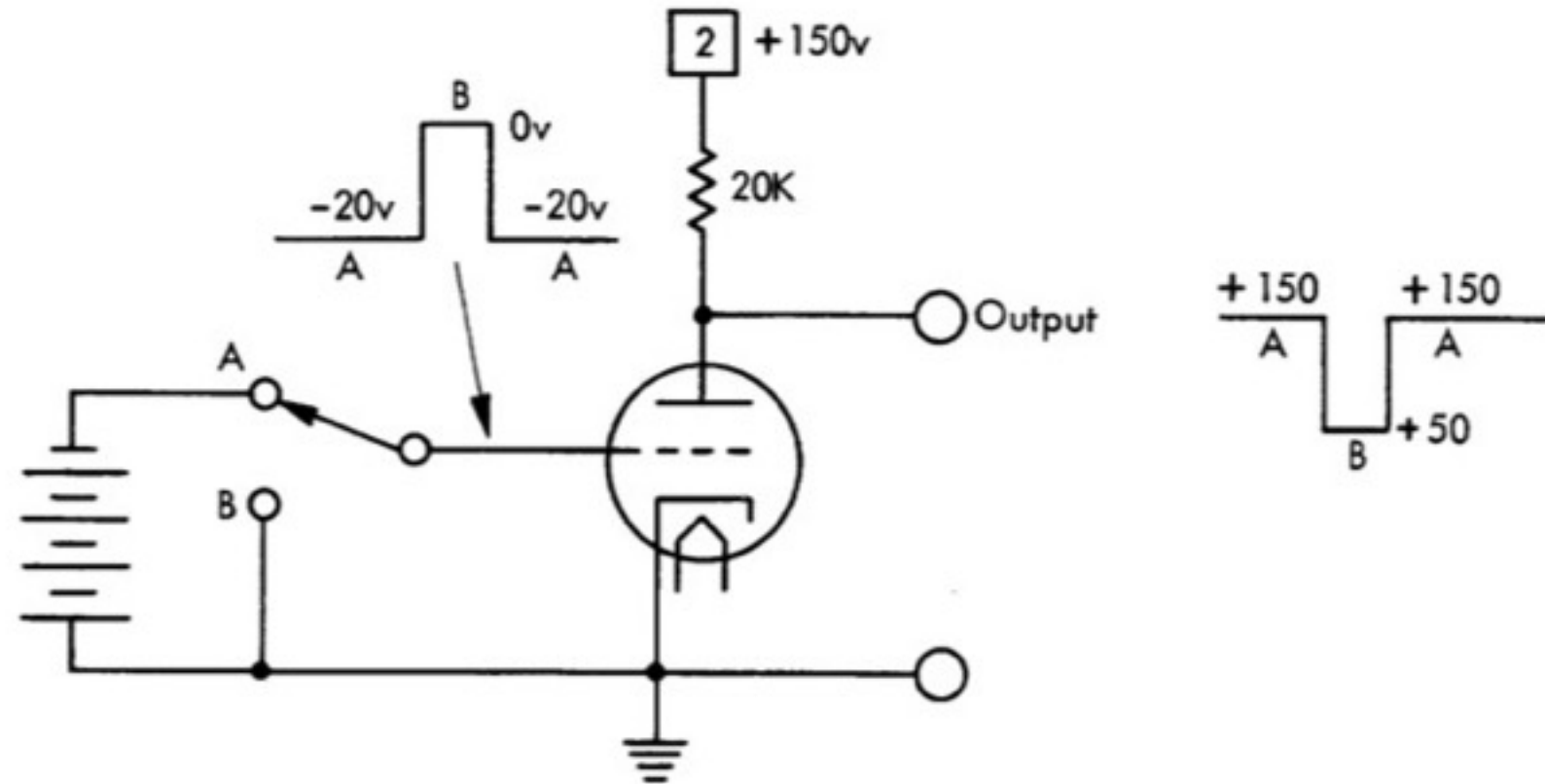
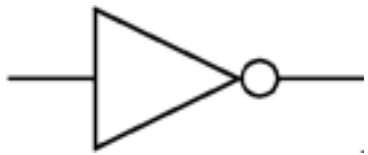


- słaby sygnał na siatce steruje silnym na anodzie
- używane jako wzmacniacze

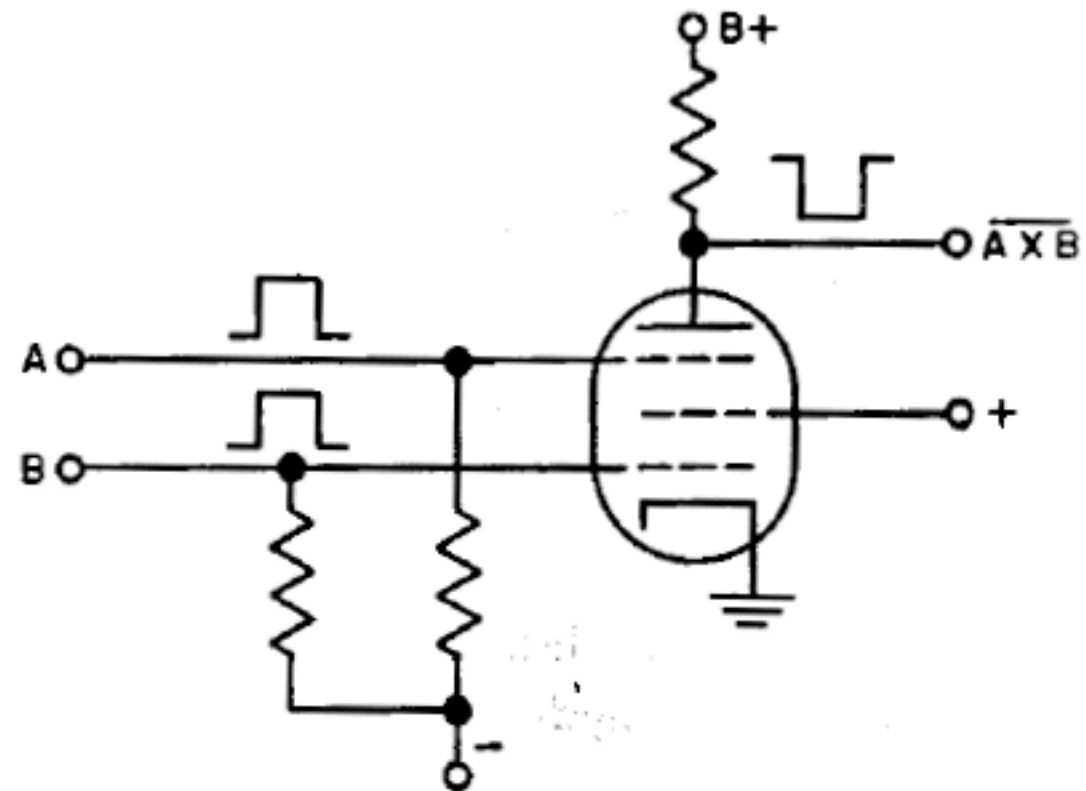
Bramki logiczne

NOT

(inwerter)



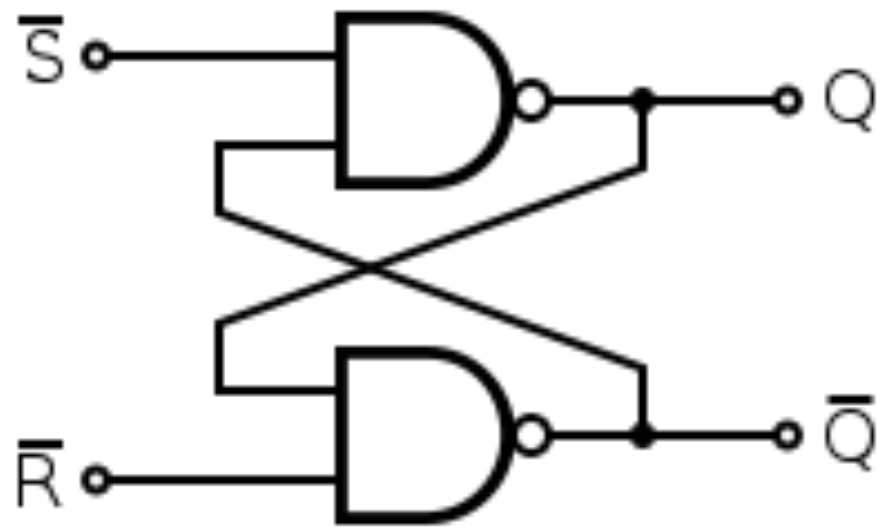
NAND



F. Logical "and" combined with inverter.

Flip-flop (1918)

- układ o dwóch stanach stabilnych



S	R	Akcja
0	1	$Q = 1, \bar{Q} = 0$
1	0	$Q = 0, \bar{Q} = 1$
1	1	stan bez zmian

- stan $S=R=0$ nielegalny, inny układ musi go zabronić
- w stanie $S=R=1$, flip-flop **pamięta** bit

Zastosowania lamp elektronowych

- wzmacniacze w odbiornikach radiowych
- prostowniki
- **idea**: użyć w komputerach zamiast przekazników!

Zalety:

- duża szybkość reakcji
- brak części ruchomych

Wady:

- duże zużycie prądu, konieczność chłodzenia
- duża awaryjność, niska trwałość
- duży koszt

John Atanasoff (1903-1995)

- fizyk teoretyczny (Iowa State Univ.)
- cały doktorat (1930) przerachował na kalkulatorze mechanicznym
- 1935-37: metody rozwiązywania układów równań liniowych na tabulatorze IBM
- zima 1937:

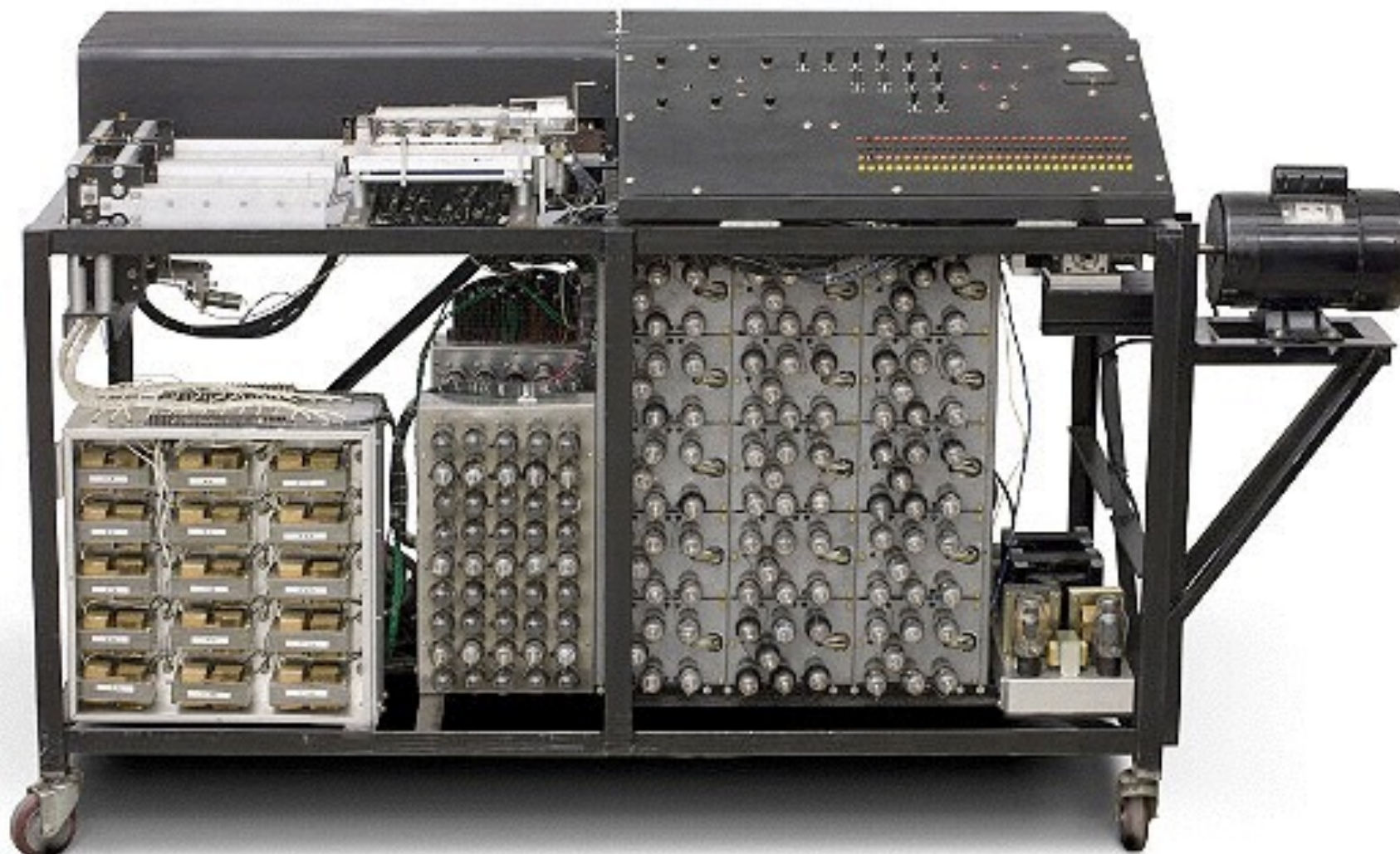
Atanasoff + C_2H_5OH = projekt kalkulatora

- cel: rozwiązywanie równań metodą Gaussa
- 1938-42: budowa kalkulatora, wraz z doktorantem Cliffordem Berry (1918-1963)



Atanasoff-Berry Computer (1942)

- rozwiązywał układy <30 równań liniowych
- współczynniki: do 15 cyfr dziesiętnych
- metoda: eliminacja Gaussowska



Pamięć

- pamięć elektrostatyczna (typu DRAM)
- dwa bębny z kondensatorami na obwodzie (30 x 50 na każdym bębnie)



- kondensator = bit
- liczba = kolumna bitów (na obwodzie bębna)
- 1 obrót na sekundę

Działanie

- arytmetyka binarna,
obwody logiczne z lamp elektronowych
- w sumie ok. 300 lamp
- podczas jednego obrotu, maszyna może dodać
30 par liczb jednocześnie
- tymczasowe wyniki zapisywane i odczytywane
na specjalnym papierze
- wejście - wyjście: dziesiętne (karty perforowane)

Losy ABC

- po 1942 r. Atanasoff i Berry przeszli do armii
- ABC zapomniany, a potem zniszczony
- Sprawa *Honeywell vs. Sperry Rand* (1967)
 - 1947: twórcy ENIACa zgłosili patent na komputer
 - 1964: patent przyznano
 - 1973: patent obalony
 - werdykt: pierwszym komputerem był ABC
 - w 1941 r., twórcy ENIACa widzieli ABC
- 1997: ABC zrekonstruowany