

# Jednostka centralna

PODSTAWY INFORMATYKI

WYKŁAD NR 7

# Zmienna binarna

- ▶ Arytmetyka binarna stanowi podstawę notacji wszelkich symboli używanych w technice cyfrowej
- ▶ Zmienna binarna to zmienna przyjmująca tylko dwie wartości: 0 i 1 zwane bitami
- ▶ Czasem wartości bitów podaje się jako prawda/fałsz, tak/nie, włączony/wyłączony
- ▶ Zwykle reprezentowane dwoma stanami napięcia (niski/wysoki)

# Słowo binarne

- ▶ Aby zwiększyć liczbę możliwych do przedstawienia symboli należy zwiększyć liczbę zmiennych binarnych
- ▶ Z grupy  $n$  zmiennych binarnych można utworzyć  $2^n$  słów (symboli) binarnych
- ▶ Wartość  $n$  jest ściśle określona dla każdej maszyny cyfrowej
- ▶ Zwykle obliczenia są prowadzone na  $n$ -bitowych słowach (słowach maszynowych)

# Pierwsze narzędzia do liczenia

- ▶ Abakus (V w. p.n.e.)

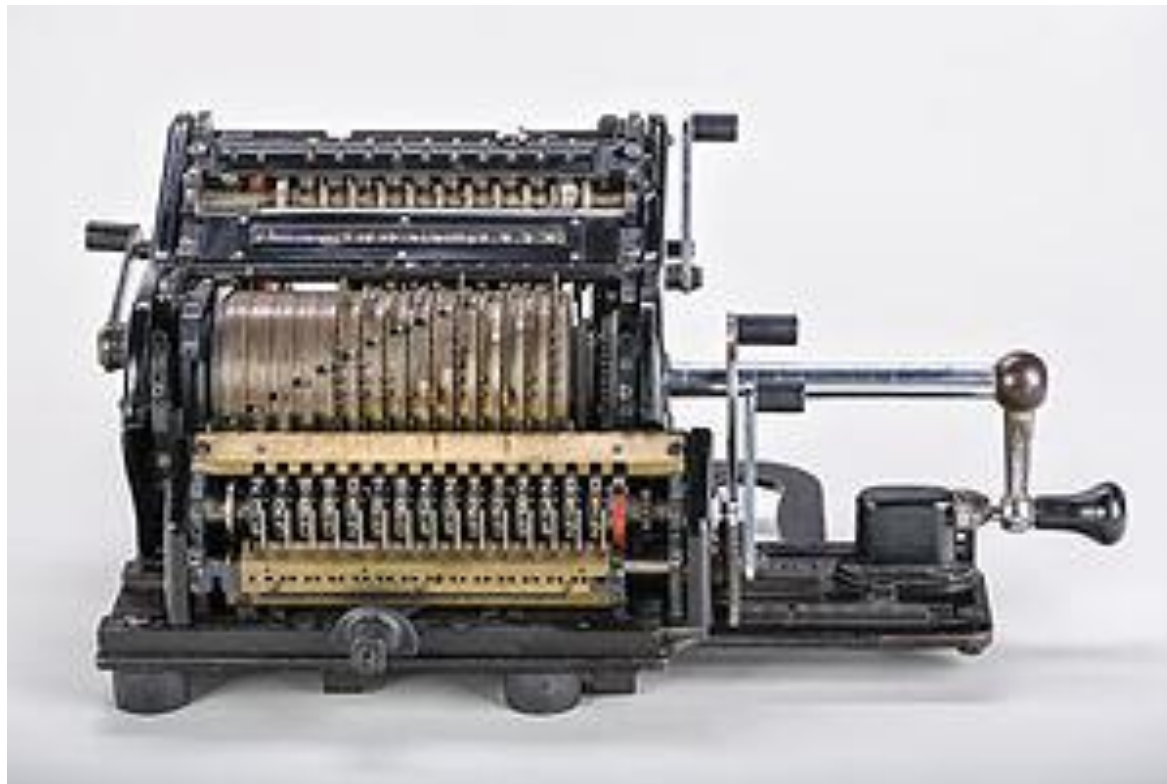


- ▶ 1623 – Wilhelm Schickard – pierwszy mechaniczny kalkulator (spłonął rok później)
- ▶ 1645 – Pascalina (Blaise Pascal, udoskonalona przez Gottfrieda Leibniza)



# Mechaniczna jednostka arytmetyczna

Arytmometr



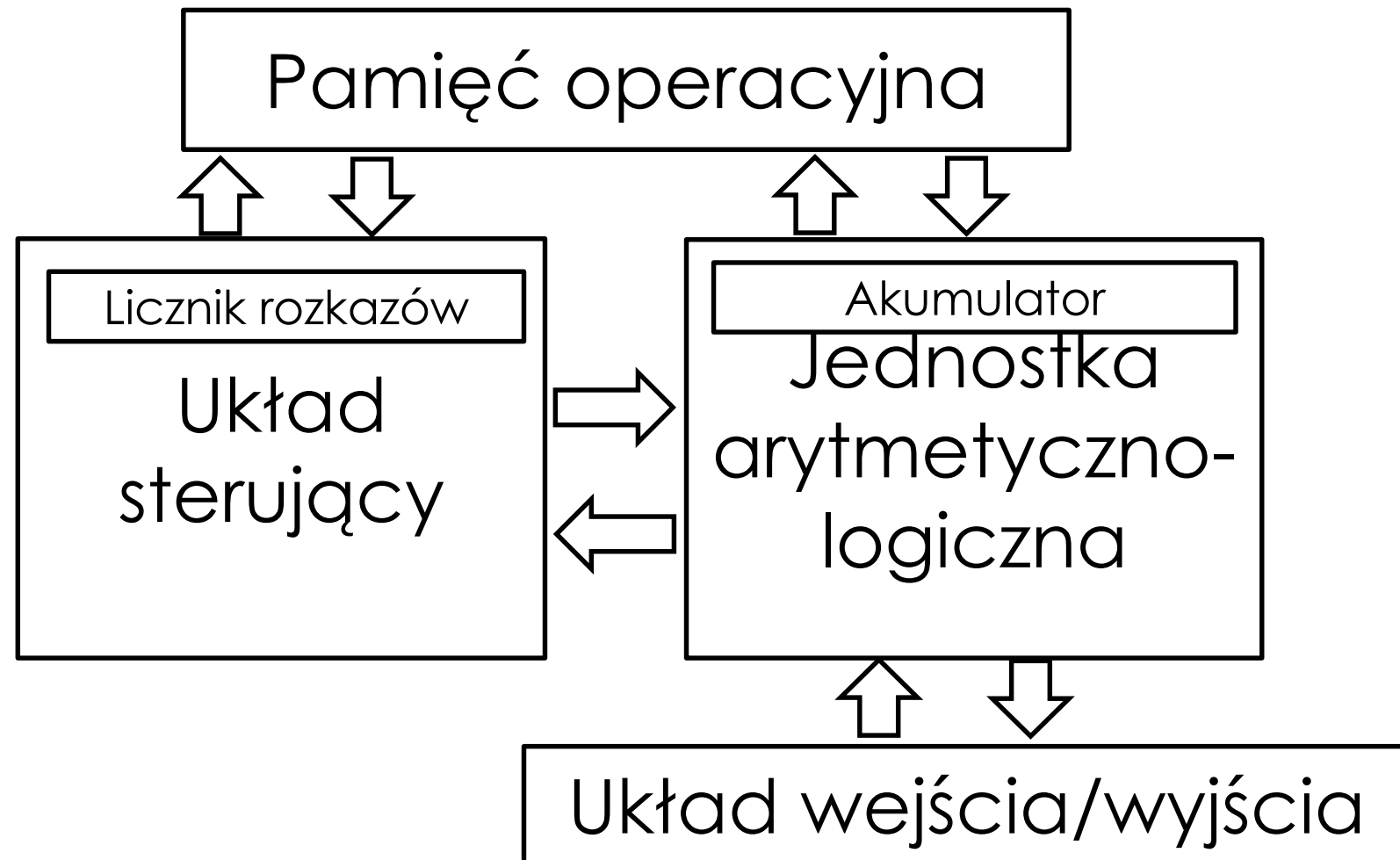
# Pierwsze komputery

- ▶ Komputery elektromechaniczne Konrada Zusego: Z1 (1936-1938), Z2 (1940), **Z3** (1941)
- ▶ **ABC** (Atanasoff-Berry Computer, 1942, Iowa State College, rozwiązywanie równań liniowych)
- ▶ Komputer analogowy Helmuta Hölzera (1942, Peenemünde, obliczanie trajektorii rakiet V2, pierwszy komputer w pełni elektroniczny)
- ▶ **Colossus** (1943, Thomas Harold Flowers, Bletchley Park, Government Code & Cypher School)
- ▶ Mark I (Harvard University, 1944, John von Neumann, Manhattan Project)
- ▶ **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Computer, 1945/47, John Mauchly, J. Presper Eckert, University of Pennsylvania i US Army Ballistic Research Laboratory, badania nad bronią termojądrową)

# Komputer wg modelu von Neumanna

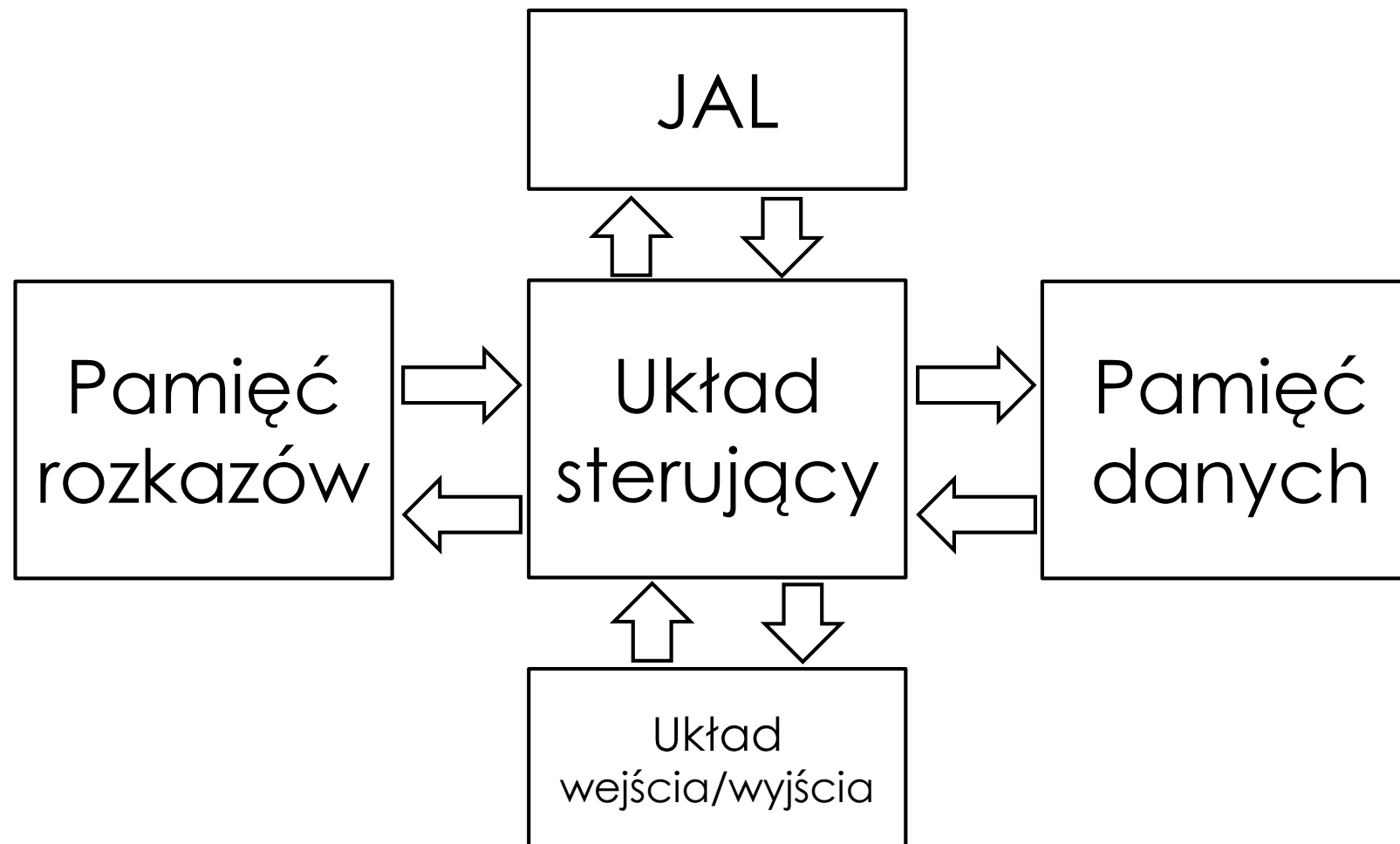
- ▶ Na komputer składają się:
  - ▶ Pamięć komputerowa przechowująca dane i instrukcje programu (każda komórka pamięci jednoznacznie identyfikowana poprzez swój adres)
  - ▶ Układ sterujący odpowiedzialny za pobieranie instrukcji z pamięci i ich sekwencyjne przetwarzanie
  - ▶ Jednostka arytmetyczno-logiczna odpowiedzialna za wykonywanie instrukcji obliczeniowych
  - ▶ Układu wejścia/wyjścia służących do interakcji z otoczeniem

# Komputer wg modelu von Neumanna





100



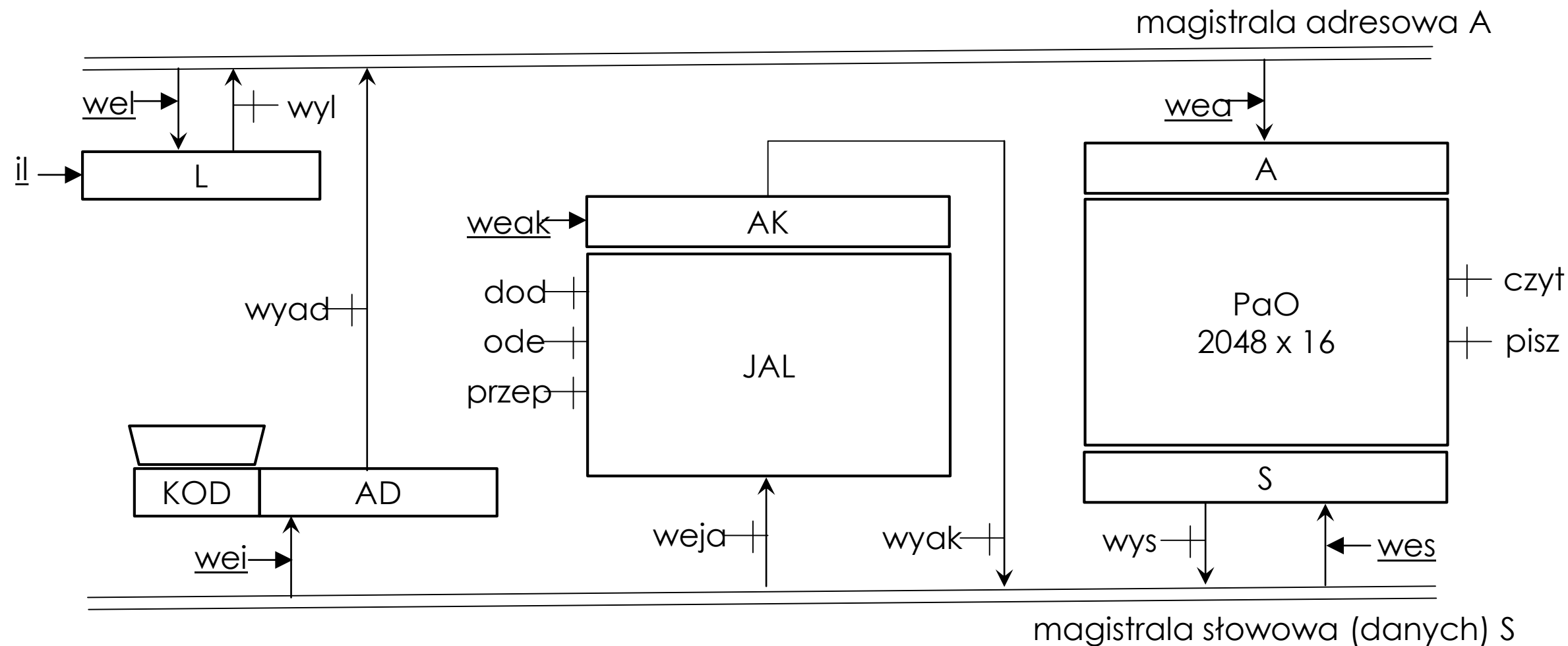
# Pojęcia podstawowe

- ▶ Komputer – urządzenie techniczne zdolne do wykonywania programu
- ▶ Program – uporządkowany ciąg instrukcji elementarnych zwanych rozkazami
- ▶ Lista rozkazów – zbiór wszystkich rozkazów dostępnych w danym komputerze
- ▶ Rozkaz – uporządkowany ciąg operacji na elementach komputera uaktywnianych przez odpowiednie sygnały sterujące

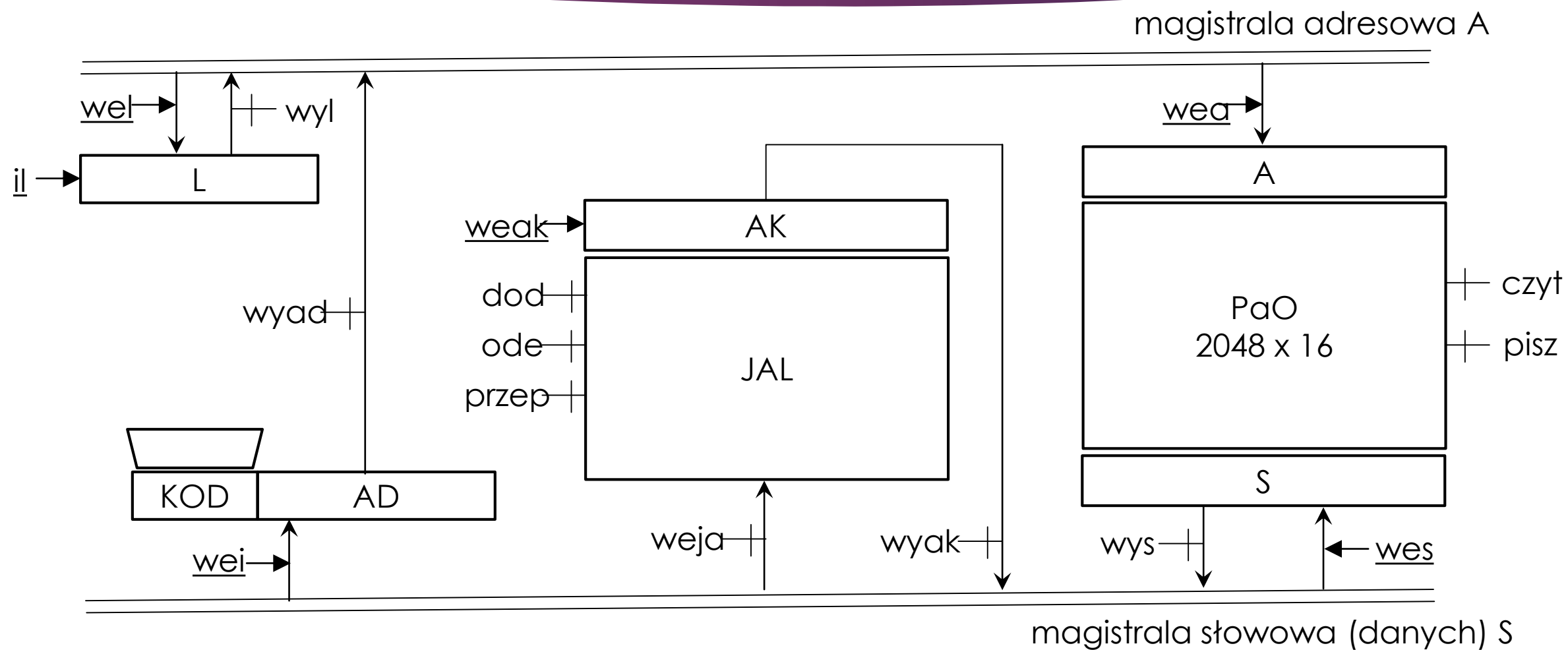
# Pojęcia podstawowe – c.d.

- ▶ Mikrorozkaz – zbiór sygnałów sterujących (nie kolidujących ze sobą)
- ▶ Mikroprogram – uporządkowany ciąg mikrorozkazów, jednoznacznie opisujący realizację rozkazu
- ▶ Sygnały sterujące – zmienne binarne generowane przez część procesora zwaną układem sterującym wpływające na to, jakie operacje są aktualnie realizowane w procesorze

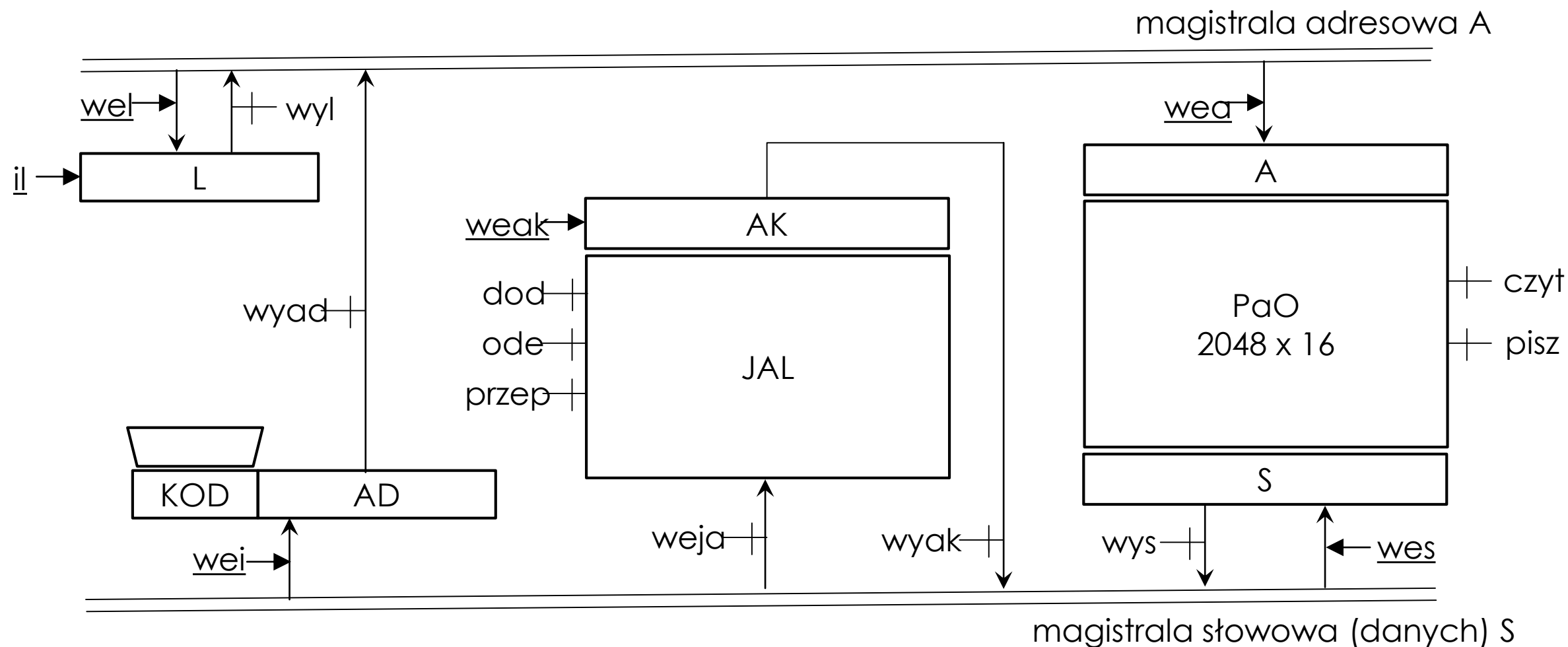
# Struktura jednostki centralnej maszyny W



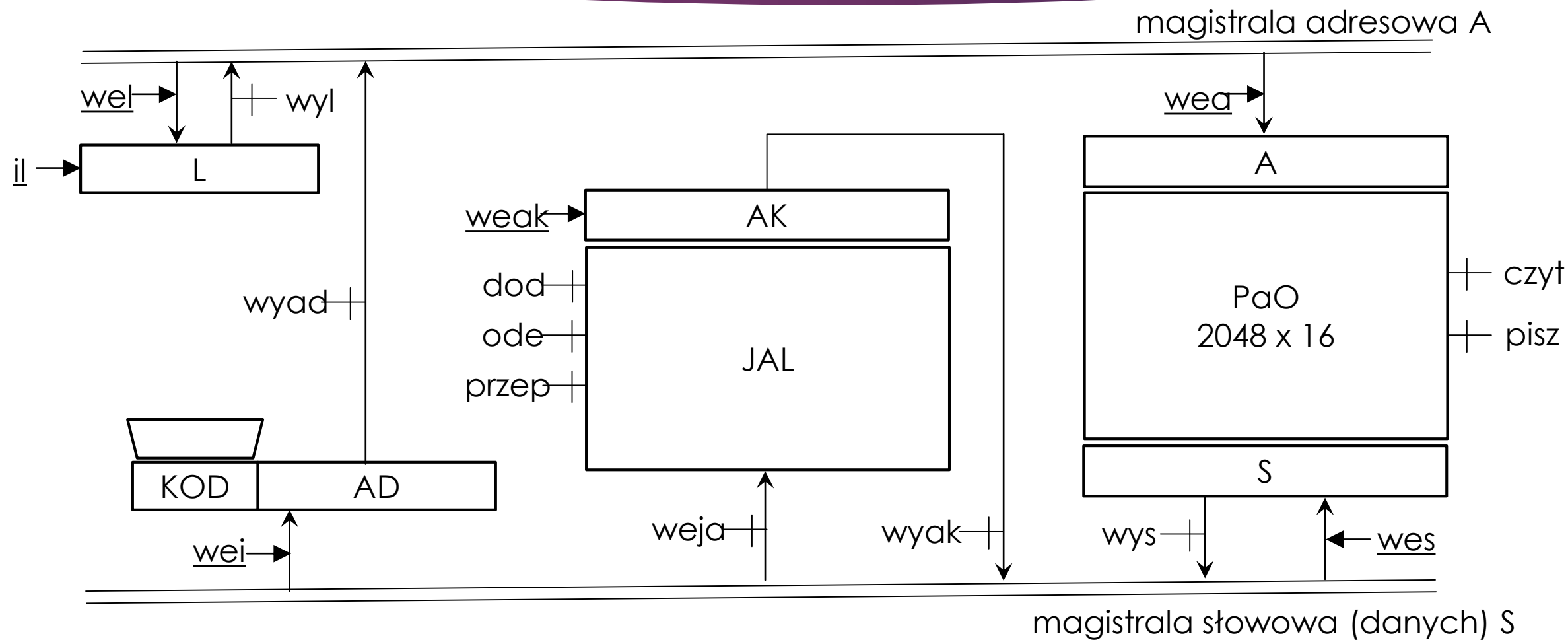
# Struktura jednostki centralnej maszyny W



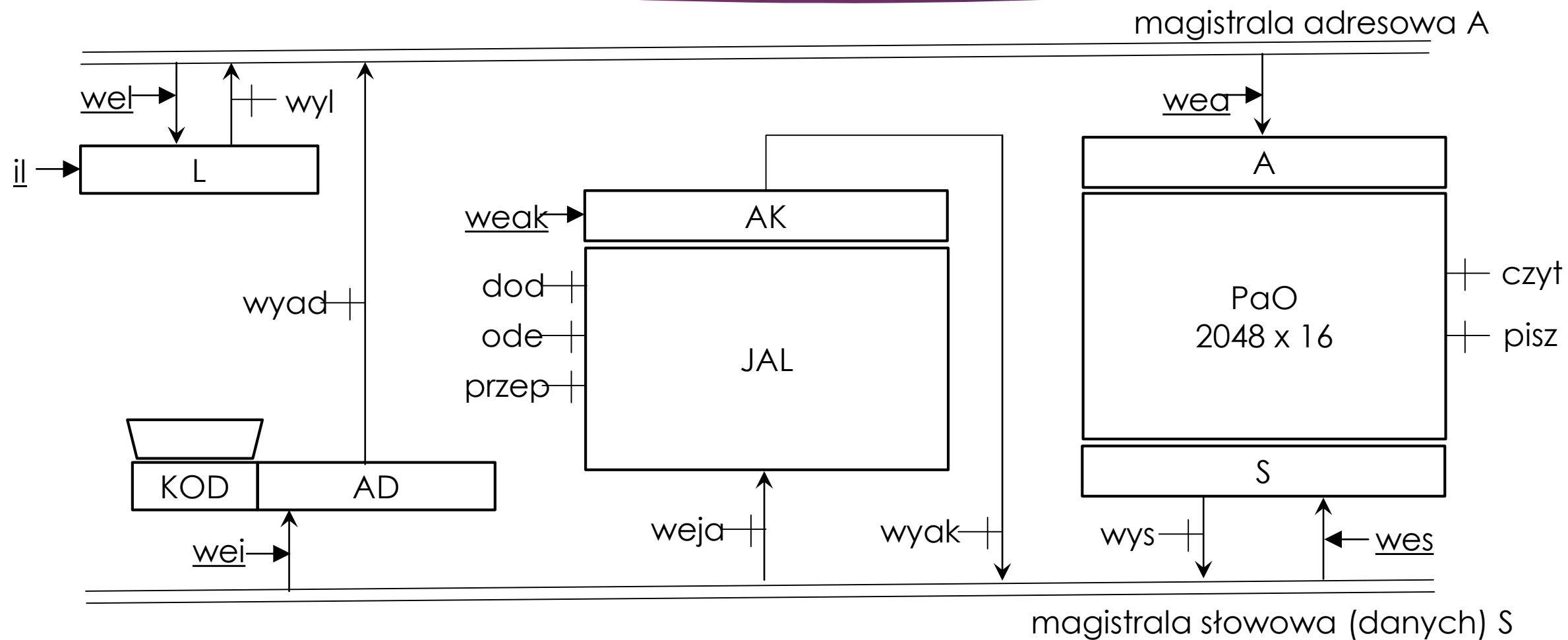
# Struktura jednostki centralnej maszyny W



# Struktura jednostki centralnej maszyny W



# Struktura jednostki centralnej maszyny W





# Format i lista rozkazów maszyny W



Symbol	Kod	Treść
DOD	00001	$(AK) + ((AD)) \rightarrow AK$
ODE	00010	$(AK) - ((AD)) \rightarrow AK$
ŁAD	00011	$(AK) \rightarrow (AD)$
POB	00100	$((AD)) \rightarrow AK$
SOB	00101	$(AD) \rightarrow L$
SOM	00110	$(AD) \rightarrow L, \text{ gdy } (AK) < 0$
STP	00111	zatrzymanie pracy zegara

# Cykl rozkazowy - założenia

- ▶ Podzielony na fazy (ang. *cycle*)
- ▶ Nie można zrobić wszystkiego w jednej fazie
- ▶ Rozpoczyna się zawsze pobraniem i zdekodowaniem rozkazu (czyt, wys, wei) oraz zwiększeniem wartości licznika rozkazów (il)
- ▶ Kończy się przygotowaniem do realizacji kolejnego rozkazu (wyl, wea)

# Rozkaz dodawania DOD

$$(AK) + ((AD)) \rightarrow AK$$

$$((A)) \rightarrow S$$

$$(S) \rightarrow I$$

$$(L) + 1 \rightarrow L$$

$$(AD) \rightarrow A$$

$$((A)) \rightarrow S$$

$$(AK) + (S) \rightarrow AK$$

$$(L) \rightarrow A$$

# Rozkaz dodawania DOD

$$(AK) + ((AD)) \rightarrow AK$$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow I$

$(L) + 1 \rightarrow L$

$(AD) \rightarrow A$

$((A)) \rightarrow S$

$(AK) + (S) \rightarrow AK$

$(L) \rightarrow A$

czyt

wys wei

il

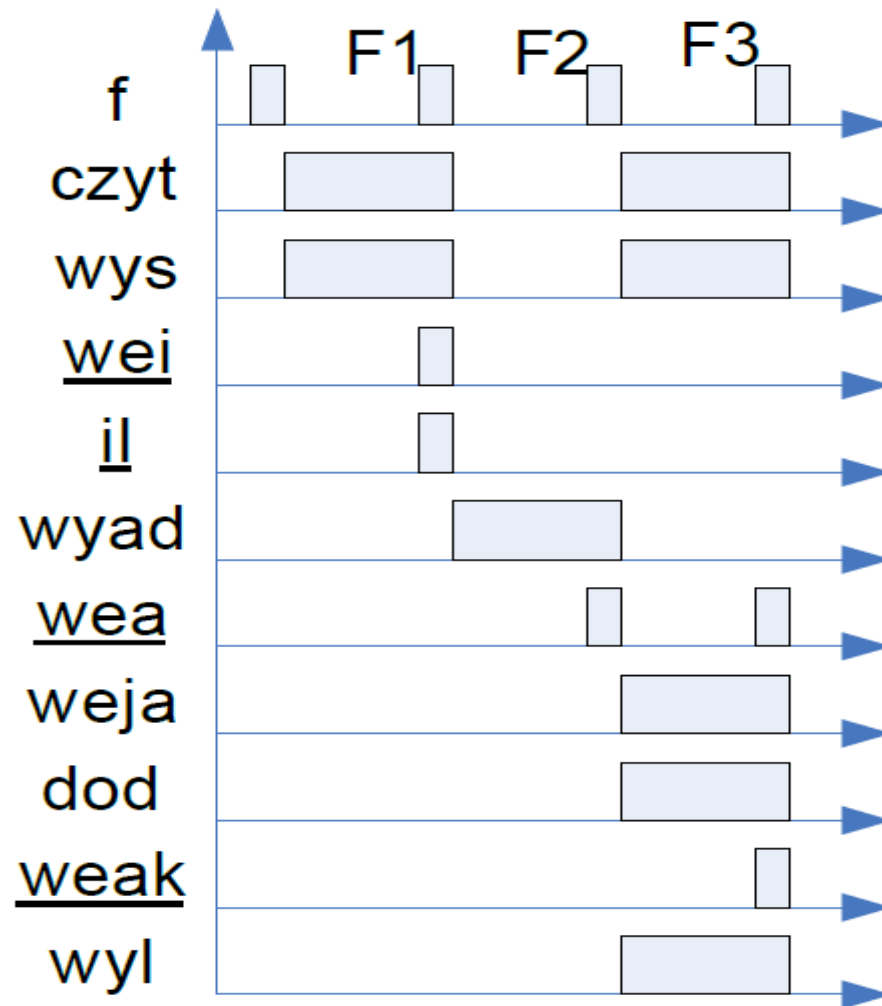
wyad wea

czyt

wys weja dod weak

wyl wea

# Rozkaz dodawania DOD



$$\text{czyt} = (F1 + F3) \cdot \text{DOD}$$

$$\text{wys} = (F1 + F3) \cdot \text{DOD}$$

$$\text{wei} = f1 \cdot \text{DOD}$$

$$\text{il} = f1 \cdot \text{DOD}$$

$$\text{wyad} = F2 \cdot \text{DOD}$$

$$\text{wea} = (f2 + f3) \cdot \text{DOD}$$

$$\text{weja} = F3 \cdot \text{DOD}$$

$$\text{dod} = F3 \cdot \text{DOD}$$

$$\text{weak} = f3 \cdot \text{DOD}$$

$$\text{wyl} = F3 \cdot \text{DOD}$$

# Rozkaz odejmowania ODE

$$(AK) - ((AD)) \rightarrow AK$$

$$((A)) \rightarrow S$$

$$(S) \rightarrow I$$

$$(L) + 1 \rightarrow L$$

$$(AD) \rightarrow A$$

$$((A)) \rightarrow S$$

$$(AK) - (S) \rightarrow AK$$

$$(L) \rightarrow A$$

# Rozkaz odejmowania ODE

$$(AK) - ((AD)) \rightarrow AK$$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow I$

$(L) + 1 \rightarrow L$

$(AD) \rightarrow A$

$((A)) \rightarrow S$

$(AK) - (S) \rightarrow AK$

$(L) \rightarrow A$

czyt

wys wei

il

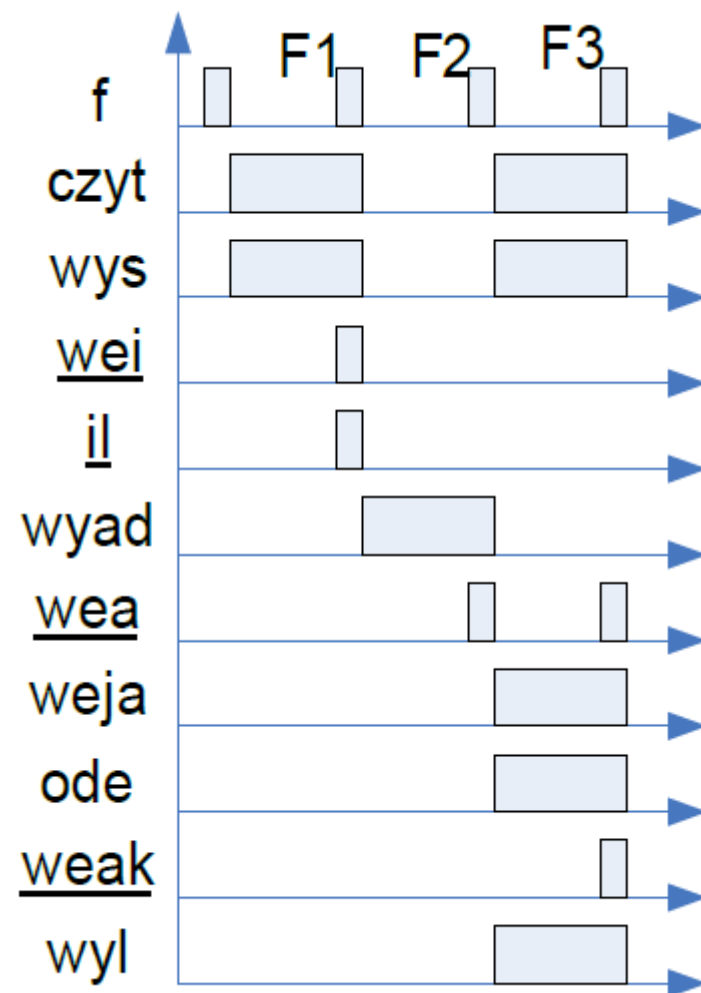
wyad wea

czyt

wys weja ode weak

wyl wea

# Rozkaz odejmowania ODE



$$\text{czyt} = (F1 + F3) \cdot \text{ODE}$$

$$\text{wys} = (F1 + F3) \cdot \text{ODE}$$

$$\underline{\text{wei}} = f1 \cdot \text{ODE}$$

$$\underline{\text{il}} = f1 \cdot \text{ODE}$$

$$\text{wyad} = F2 \cdot \text{ODE}$$

$$\underline{\text{wea}} = (f2 + f3) \cdot \text{ODE}$$

$$\text{weja} = F3 \cdot \text{ODE}$$

$$\text{ode} = F3 \cdot \text{ODE}$$

$$\underline{\text{weak}} = f3 \cdot \text{ODE}$$

$$\underline{\text{wyl}} = F3 \cdot \text{ODE}$$



# Rozkaz pobierania z pamięci POB

$((AD)) \rightarrow AK$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow I$

$(L) + 1 \rightarrow L$

$(AD) \rightarrow A$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow AK$

$(L) \rightarrow A$

# Rozkaz pobierania z pamięci POB

$((AD)) \rightarrow AK$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow I$

$(L) + 1 \rightarrow L$

$(AD) \rightarrow A$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow AK$

$(L) \rightarrow A$

czyt

wys wei

il

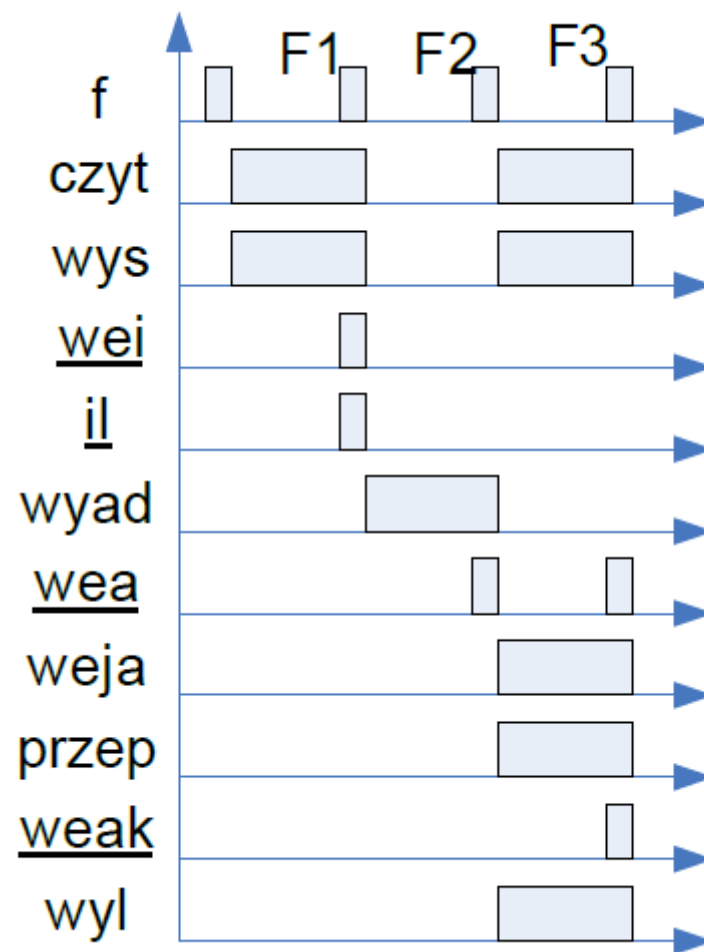
wyad wea

czyt

wys weja przep weak

wyl wea

# Rozkaz pobierania z pamięci POB



$$\text{czyt} = (F1 + F3) \cdot \text{POB}$$

$$\text{wys} = (F1 + F3) \cdot \text{POB}$$

$$\underline{\text{wei}} = f1 \cdot \text{POB}$$

$$\underline{\text{il}} = f1 \cdot \text{POB}$$

$$\text{wyad} = F2 \cdot \text{POB}$$

$$\underline{\text{wea}} = (f2 + f3) \cdot \text{POB}$$

$$\text{weja} = F3 \cdot \text{POB}$$

$$\text{przep} = F3 \cdot \text{POB}$$

$$\underline{\text{weak}} = f3 \cdot \text{POB}$$

$$\underline{\text{wyl}} = F3 \cdot \text{POB}$$

# Rozkaz ładowania do pamięci ŁAD

$(AK) \rightarrow (AD)$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow I$

$(L) + 1 \rightarrow L$

$(AD) \rightarrow A$

$(AK) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow (A)$

$(L) \rightarrow A$

# Rozkaz ładowania do pamięci ŁAD

$(AK) \rightarrow (AD)$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow I$

$(L) + 1 \rightarrow L$

$(AD) \rightarrow A$

$(AK) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow (AD)$

$(L) \rightarrow A$

czyt

wys wei

il

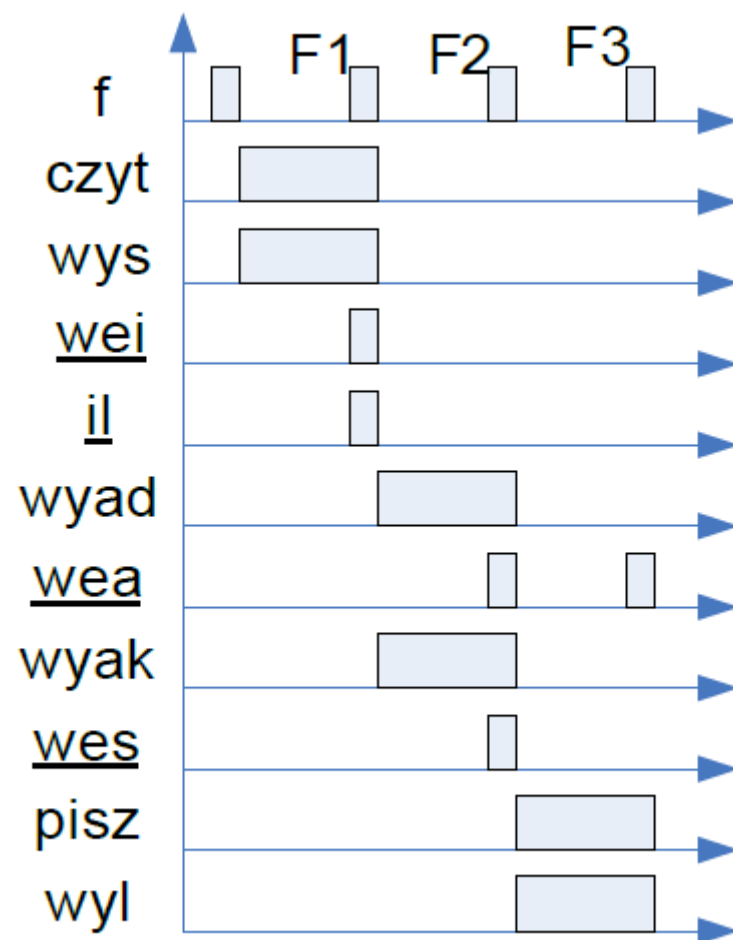
wyad wea

wyak wes

pisz

wyl wea

# Rozkaz ładowania do pamięci ŁAD



$$\text{czyt} = F1 \cdot \text{ŁAD}$$

$$\text{wys} = F1 \cdot \text{ŁAD}$$

$$\underline{\text{wei}} = f1 \cdot \text{ŁAD}$$

$$\underline{\text{il}} = f1 \cdot \text{ŁAD}$$

$$\text{wyad} = F2 \cdot \text{ŁAD}$$

$$\underline{\text{wea}} = (f2 + f3) \cdot \text{ŁAD}$$

$$\text{wyak} = F2 \cdot \text{ŁAD}$$

$$\underline{\text{wes}} = f2 \cdot \text{ŁAD}$$

$$\text{pish} = F3 \cdot \text{ŁAD}$$

$$\underline{\text{wyl}} = F3 \cdot \text{ŁAD}$$

# Rozkaz skoku bezwarunkowego SOB

$(AD) \rightarrow L$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow I$

$(L) + 1 \rightarrow L$

$(AD) \rightarrow A$

$(AD) \rightarrow L$

# Rozkaz skoku bezwarunkowego SOB

$(AD) \rightarrow L$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow I$

$(L) + 1 \rightarrow L$

$(AD) \rightarrow A$

$(AD) \rightarrow L$

czyt

wys wei

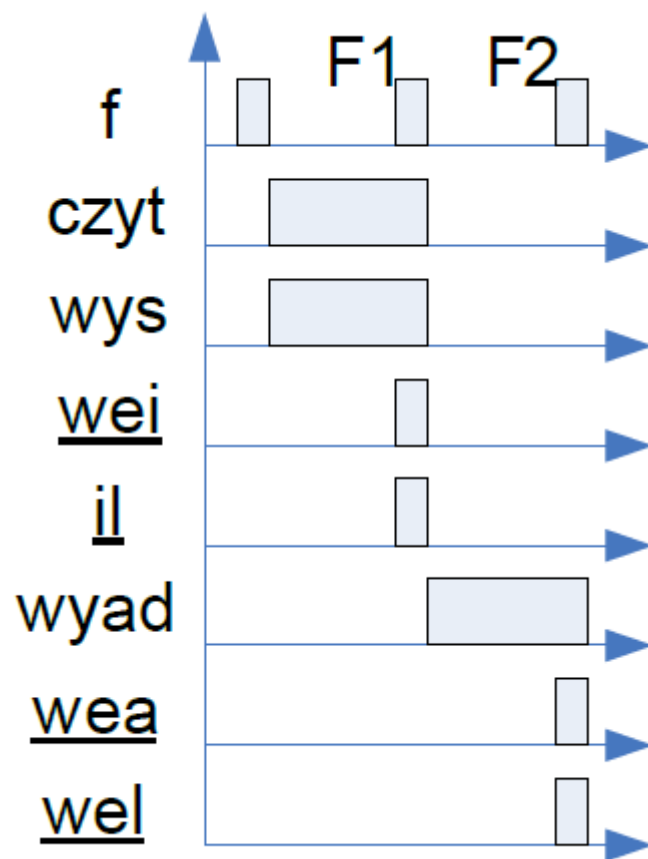
i

wyad wea

wyad wel



# Rozkaz skoku bezwarunkowego SOB



$$\text{czyt} = F1 \cdot \text{SOB}$$

$$\text{wys} = F1 \cdot \text{SOB}$$

$$\underline{\text{wei}} = f1 \cdot \text{SOB}$$

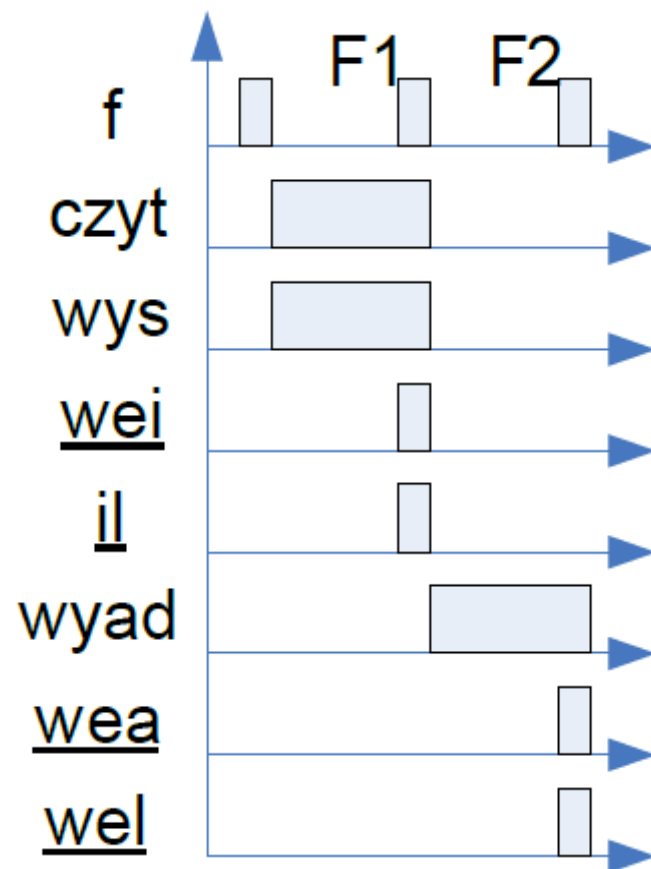
$$\underline{\text{il}} = f1 \cdot \text{SOB}$$

$$\text{wyad} = F2 \cdot \text{SOB}$$

$$\underline{\text{wea}} = f2 \cdot \text{SOB}$$

$$\underline{\text{wel}} = f2 \cdot \text{SOB}$$

# Rozkaz skoku bezwarunkowego SOB i skoku warunkowego SOM, gdy liczba ujemna w AK



$$\text{czyt} = F1 \cdot (SOB + SOM \cdot Z)$$

$$\text{wys} = F1 \cdot (SOB + SOM \cdot Z)$$

$$\underline{\text{wei}} = f1 \cdot (SOB + SOM \cdot Z)$$

$$\underline{\text{il}} = f1 \cdot (SOB + SOM \cdot Z)$$

$$\text{wyad} = F2 \cdot (SOB + SOM \cdot Z)$$

$$\underline{\text{wea}} = f2 \cdot (SOB + SOM \cdot Z)$$

$$\underline{\text{wel}} = f2 \cdot (SOB + SOM \cdot Z)$$

# Rozkaz skoku warunkowego SOM, gdy liczba nieujemna w akumulatorze

$(AD) \rightarrow L$

$((A)) \rightarrow S$

$(S) \rightarrow I$

$(L) + 1 \rightarrow L$

$(L) \rightarrow A$

# Rozkaz skoku warunkowego SOM , gdy liczba nieujemna w akumulatorze

$(AD) \rightarrow L$

$((A)) \rightarrow S$

czyt

$(S) \rightarrow I$

wys wei

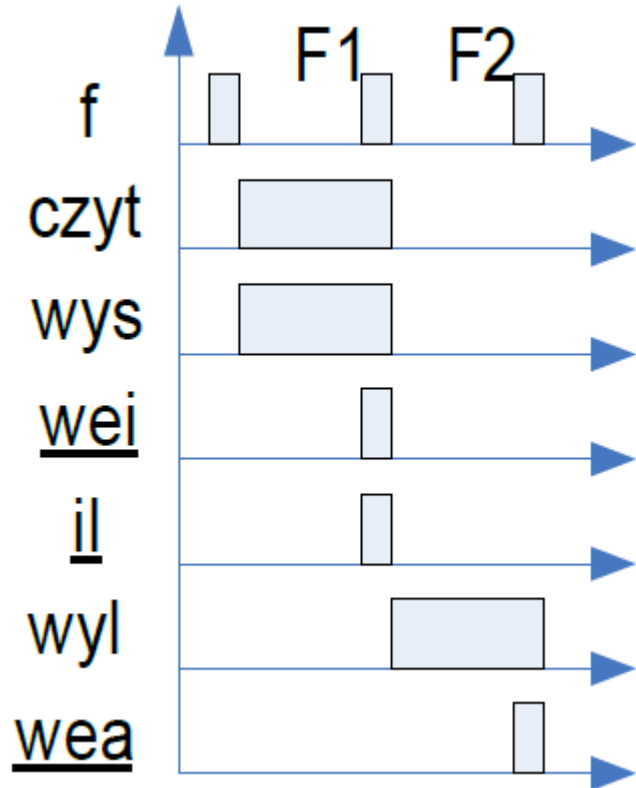
$(L) + 1 \rightarrow L$

il

$(L) \rightarrow A$

wyl wea

100



$$\text{czyt} = F1 \cdot \text{SOM} \cdot \bar{Z}$$

$$wys = F1 \cdot SOM \cdot \bar{Z}$$

$$\underline{\text{wei}} = f1 \cdot \text{SOM} \cdot \bar{Z}$$

$$\underline{\text{il}} = \text{f1} \cdot \text{SOM} \cdot \overline{\text{Z}}$$

$$wyl = F2 \cdot SOM \cdot \bar{Z}$$

$$\underline{\text{wea}} = \text{f2} \cdot \text{SOM} \cdot \bar{Z}$$

# Podsumowanie

- ▶ Rozkaz i jego elementy
- ▶ Zasada wykonywania rozkazów
- ▶ Lista rozkazów
- ▶ Metoda projektowania rozkazów
- ▶ Równania rozkazów