

# Wykład 2

---

## Wymiana informacji między mikroprocesorem a otoczeniem Mikroprocesor Z-80

**B**artłomiej Zieliński, PhD, DSc

# Wymiana danych...

---

Program:

(poprzednio)

- Elementy systemu mikroprocesorowego
- Podstawowa struktura mikroprocesora
- Cykle pracy mikroprocesora
- Podstawowe tryby adresowania

(dziś)

- Wymiana informacji między mikroprocesorem a jego otoczeniem
- Mikroprocesor Z-80

# Wymiana danych...

---

- Otoczenie systemu mikroprocesorowego
  - Biurowe
    - Klawiatura, mysz, wyświetlacz (monitor), sieć komputerowa, skaner, ploter, drukarka, przenośny dysk twardy, karta pamięci, ...
    - Ale także wbudowany dysk twardy
  - Pomiarowo-kontrolne
    - Sterowany obiekt
      - Wejścia cyfrowe, wejścia analogowe (przetworniki A/C), wejścia impulsowe, wejścia dwustanowe itp.
      - Wyjścia cyfrowe, wyjścia analogowe (przetworniki C/A), wyjścia impulsowe (np. PWM), wyjścia dwustanowe itp.

# Wymiana danych...

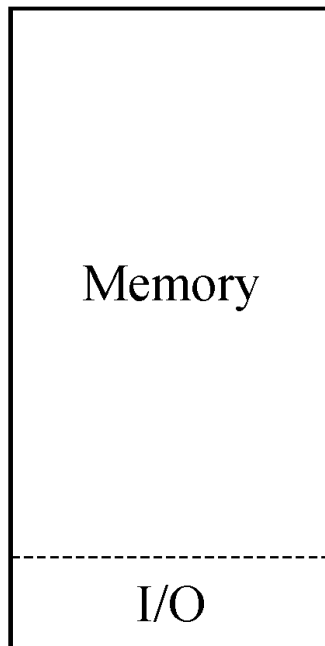
---

- Urządzenia zewnętrzne łączy się przez interfejsy we-wy
  - Rodzaje interfejsów:
    - **Proste we-wy:** rej. wyjściowe, bufory wejściowe, brak informacji o stanie, dla urządzeń „zawsze gotowych”
    - **Uniwersalne programowalne we-wy:** większy stopień scalenia, programowalne tryby pracy, stan operacji
    - **Sterowniki specjalizowane:** dla urządzeń o dużej złożoności, wymagających specjalizowanego sterowania (dysk, monitor, sieć)
    - **Koprocесory we-wy** (*współczesne karty graficzne?*)
  - Wybór interfejsu przez adres

# Wymiana danych...

---

Memory  
addressing space



Memory-mapped IO

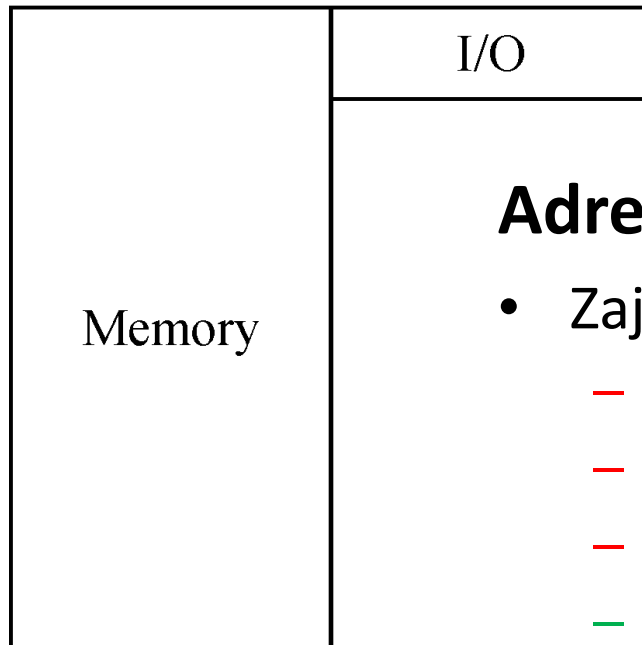
## Adresowanie jednolite

- Zajmuje fragment przestrzeni adresowej pamięci
  - Te same rozkazy
  - Te same tryby adresowania
  - Działa z każdym procesorem
  - Mniej pamięci
  - Bardziej złożone dekodowanie adresów
  - (!) mniejsza stabilność

# Wymiana danych...

---

Memory addressing space      IO addressing space



Isolated IO

## Adresowanie rozdzielone

- Zajmuje odrębną przestrzeń adresową
  - Specjalizowane rozkazy we-wy
  - Inne tryby adresowania
  - Działa NIE z każdym procesorem
  - Więcej pamięci
  - Mniej złożone dekodowanie adresów
  - (!) większa stabilność

# Wymiana danych...

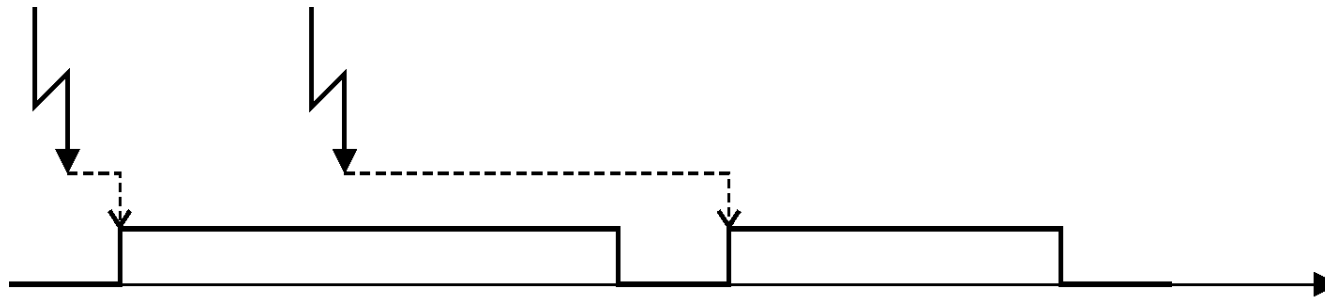
---

- Metody wymiany danych
  - Odpytywanie
    - Cykliczny programowy odczyt rejestrów stanu
  - Przerwania
    - Żądanie przez gotowe urządzenia
    - Identyfikacja źródła przerwania
    - Jedno- i wielopoziomowy układ przerwań
    - Priorytety hierarchiczne i cykliczne
    - Przerwania maskowalne i niemaskowalne
  - Bezpośredni dostęp do pamięci
    - Magistrala sterowana przez sterownik DMA

# Wymiana danych...

---

- System przerwań jedno- i wielopoziomowy





# Mikroprocesor Z-80

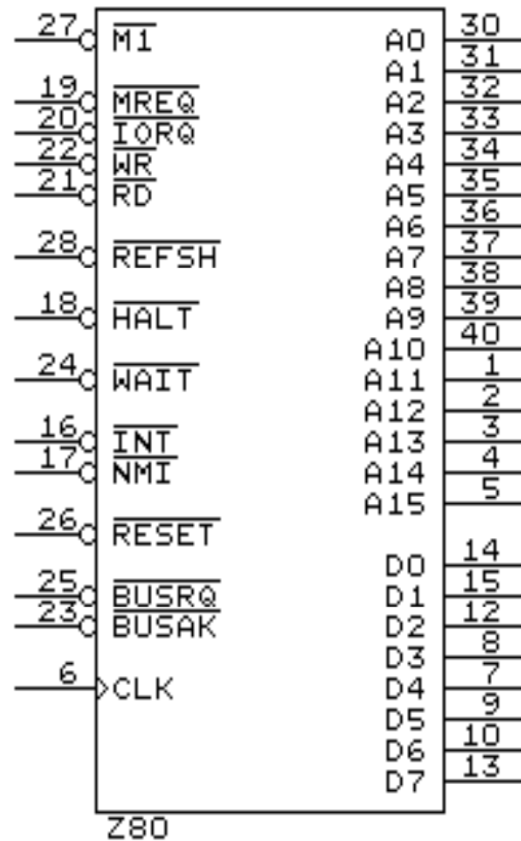
---

- Właściwości
  - Pojedyncze napięcie zasilania
  - 16 linii adresowych, 8 linii danych
  - Zegar 2,5 do 10 MHz (obecnie do 20 MHz)
  - 158 rozkazów + nieoficjalna lista rozkazów
  - Dwa wymienne zbiory rejestrów
  - 2 wejścia i 3 tryby obsługi przerwań
  - Odświeżanie pamięci dynamicznych

# Mikroprocesor Z-80

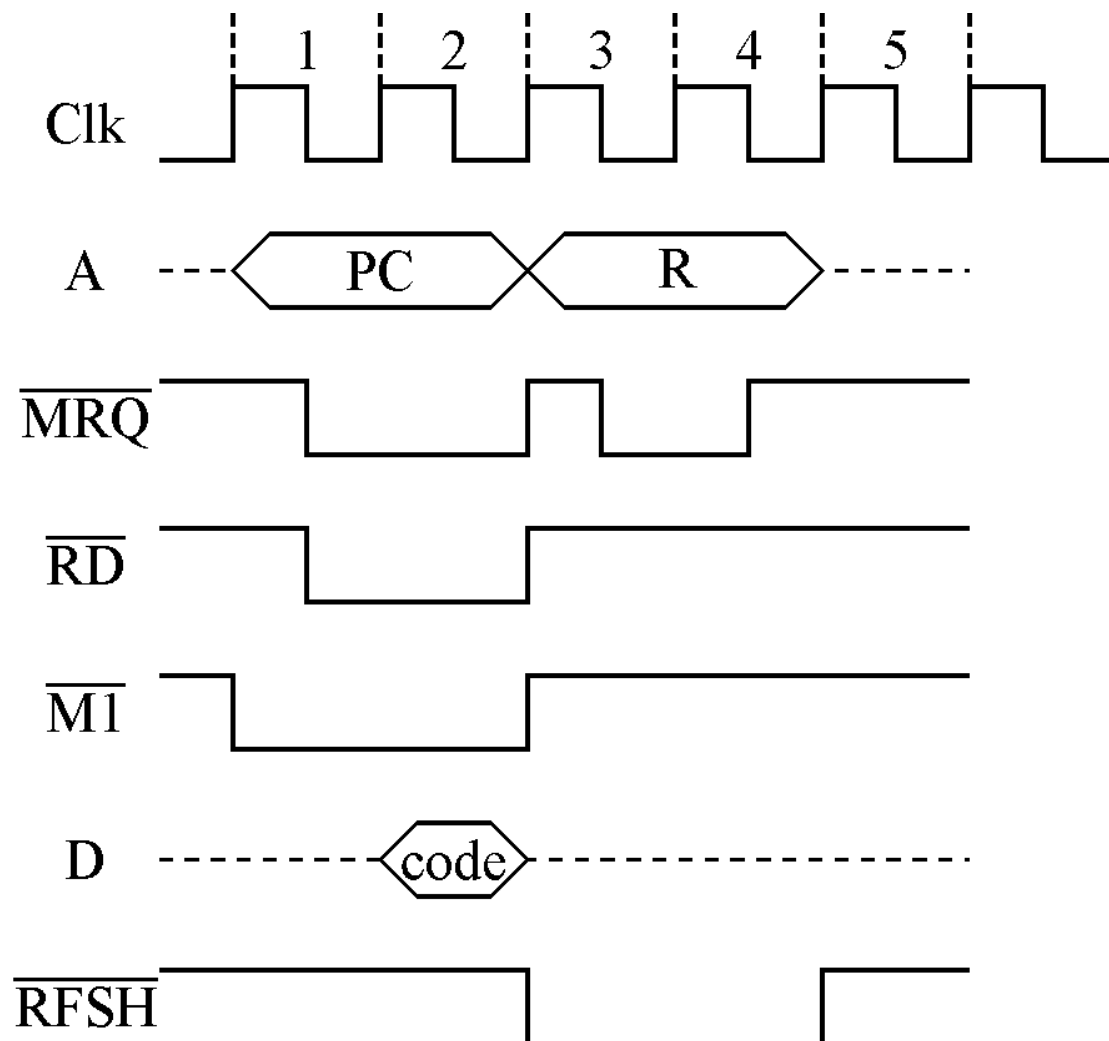
---

- Wyprowadzenia



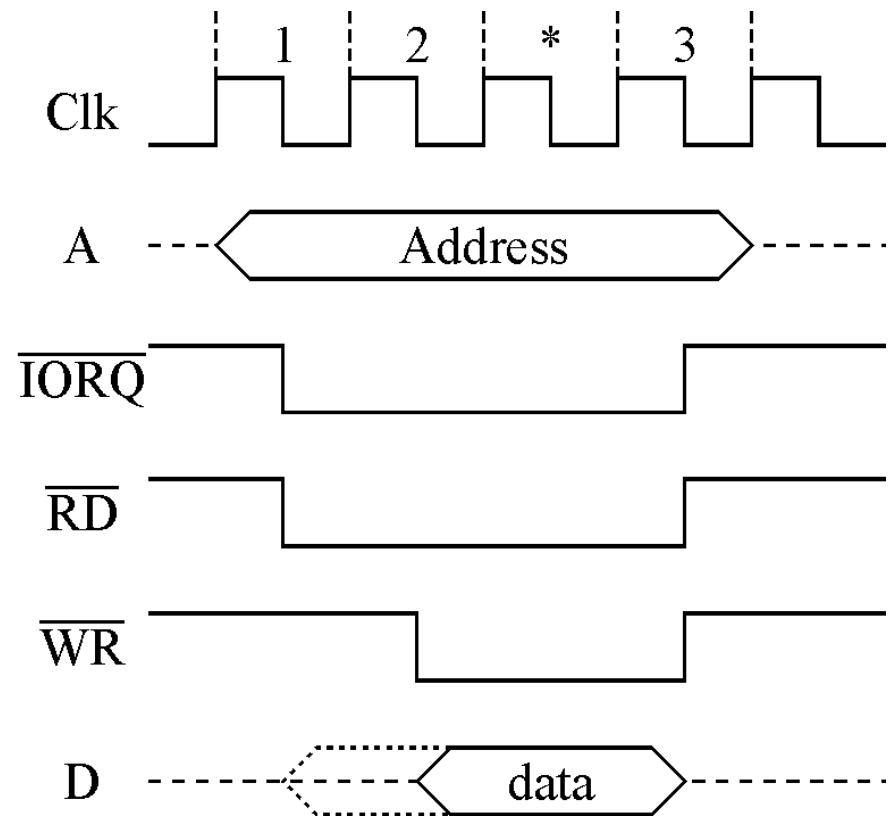
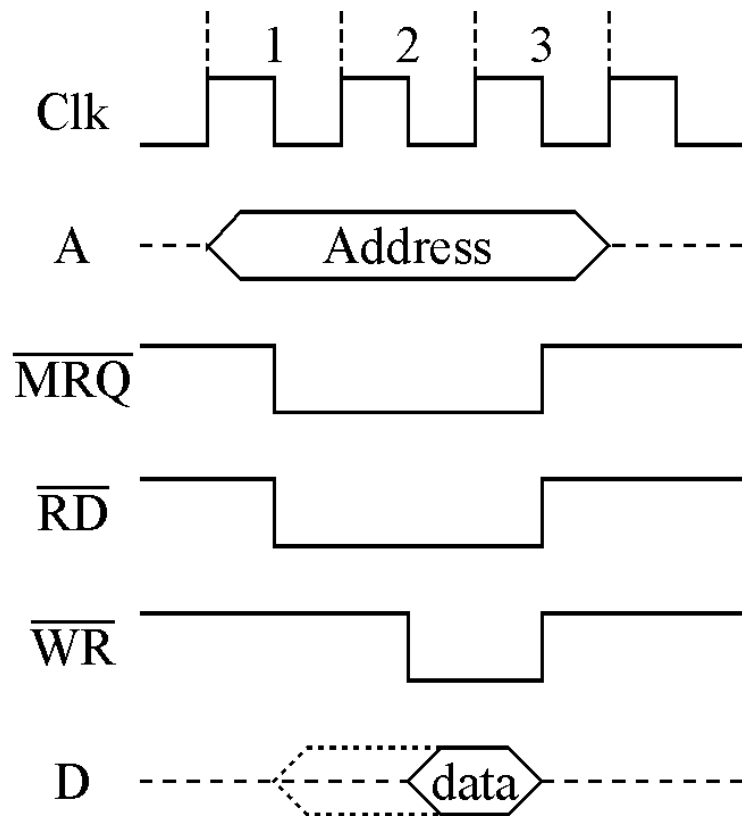
# Mikroprocesor Z-80

- Cykl M1 – pobrania kodu rozkazu



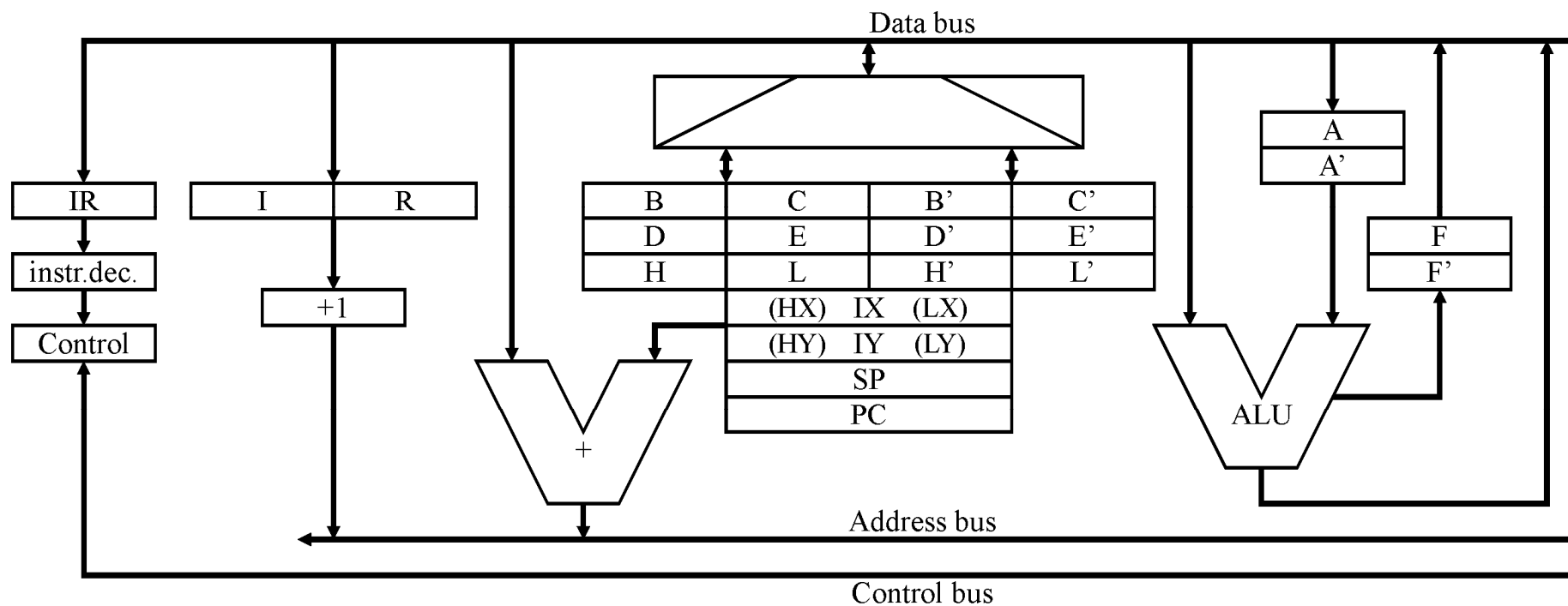
# Mikroprocesor Z-80

- Cykle odczytu/zapisu pamięci/we-wy



# Mikroprocesor Z-80

- Uproszczona struktura



# Mikroprocesor Z-80

---

- Rejestry:
  - A – akumulator
  - F – znaczniki
  - BC, DE, HL – złączone rej. 8-bit., nierówno używane
    - H, L – tradycyjne nazwy z procesora 8080
    - HL – rozkazy skoków, 16-b akumulator
    - BC – licznik, adres we-wy
    - IX, IY – rejestry indeksowe

# Mikroprocesor Z-80

---

- Znaczniki:
  - C – przeniesienie/pożyczka
    - także w przesunięciach i rotacjach
  - Z – zero (wynik = 0)
  - S – znak (bit  $A_7$ )
  - P/V – parzystość/przepełnienie
    - Po rozkazie logicznym – 1, gdy w A parzysta liczba „1”
    - Po rozkazie arytmetycznym – 1, gdy przepełnienie
  - H – połówkowe przeniesienie/pożyczka z  $A_3$ 
    - Używane w korekcie dziesiętnej
  - N – różnica (1 bezpośrednio po odejmowaniu)
    - Używane w korekcie dziesiętnej

# Mikroprocesor Z-80

---

- Rozkazy:
  - 1B lub 2B przesył danych
  - Zamiana danych
  - Arytmetyczne/logiczne 1B, arytmetyczne 2B
  - Przesunięcia, rotacje
  - Operacje na blokach danych (łańcuchowe)
  - Na pojedynczych bitach
  - Skoki, wywołania, powroty
  - Sterowanie mikroprocesorem
  - We-wy



# Mikroprocesor Z-80

---

- Tryby adresowania

- Implied, e.g. CPL; LD SP, IY; SUB 10 (A=A-10)
- Immediate: ADD A, n; XOR n; LD IXL, n
- Extended immediate: LD HL, nn; JP nn
- Register: RL r; AND r
- Register indirect: LD A, (BC); INC (HL)
- Extended (direct): LD A, (nn); LD (nn), HL
- Modified page zero: RST p
- Relative: JR Z, d
- Indexed: AND (IX + d); LD (IY + d), N
- Bit: SET 0, B; SET 7, (HL)

<https://8bitnotes.com/2017/05/z80-addressing-modes/>

# Mikroprocesor Z-80

---

- Przerwania

- NMI

- Niemaskowalne
    - Wyższy priorytet
    - Procedura obsługi pod adresem 0066h
    - Przyjmowane zawsze, jeśli  $\overline{\text{BUSRQ}}=1$

- INT

- Maskowalne
    - Niższy priorytet
    - Gdy przyjęte,  $\overline{\text{IORQ}}=\overline{\text{M1}}=0$
    - Trzy różne tryby obsługi

# Mikroprocesor Z-80

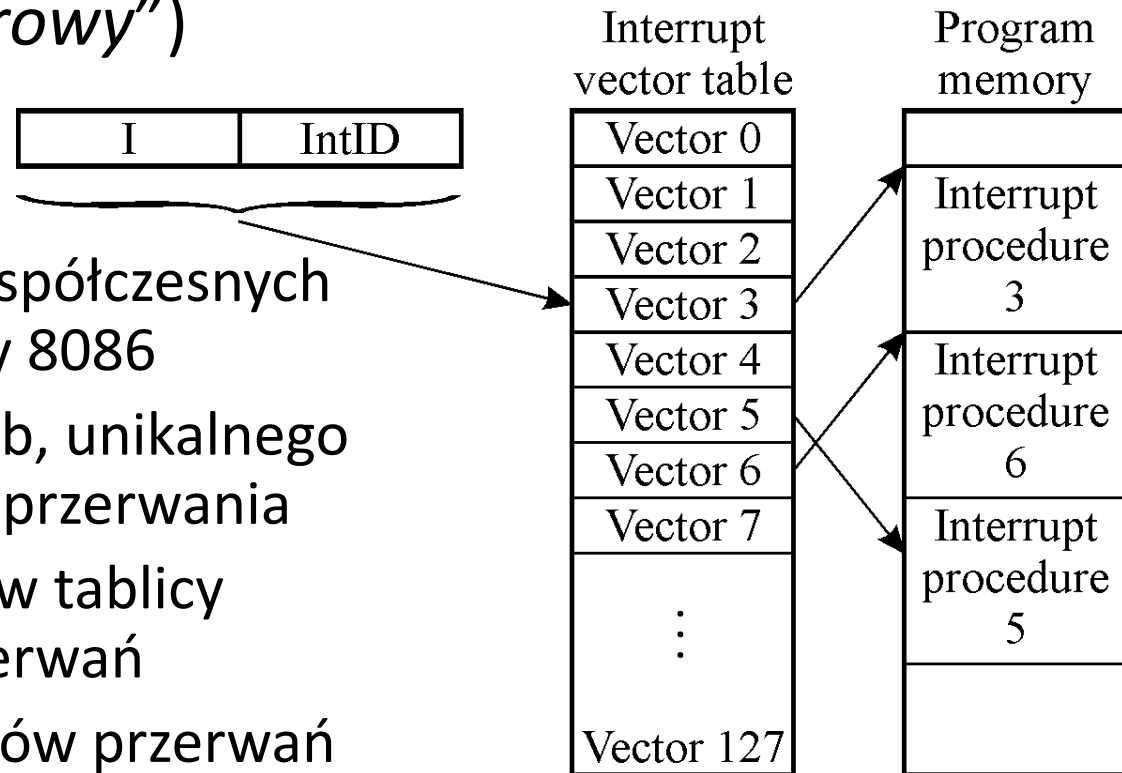
---

- Tryby obsługi przerwań maskowalnych
  - Tryb 0 („*historyczny*”)
    - Taki sam, jak w Intel 8080
    - $\mu\text{p}$  oczekuje rozkazu RST  $p$
    - Procedura zaczyna się od adresu  $p$ 
      - $p=(0..7)\times 8=0, 8, 16, 24\dots 56$
    - 8 przerwań rozróżnialnych sprzętowo
  - Tryb 1 („*jednokrętowy*”)
    - $\mu\text{p}$  nie oczekuje niczego
    - Procedura zaczyna się od adresu 0038h

# Mikroprocesor Z-80

- Tryby obsługi przerwań
  - Tryb 2 („wektorowy”)

- Podobny do współczesnych  $\mu$ p, np. rodziny 8086
- $\mu$ p oczekuje 8-b, unikalnego identyfikatora przerwania
- IntID – indeks w tablicy wektorów przerwań
- Tablica wektorów przerwań umieszczona w pamięci pod adresem wskazywanym przez zawartość rejestru I



# Mikroprocesor Z-80

---

- Rodzina układów Z80
  - PIO, CTC, DMA, SIO, DART...
  - Pochodne Z80
- Zastosowania Z80
  - Mikrokomputery domowe (ZX Spectrum, Amstrad, oparte na systemie CP/M)
  - Systemy wbudowane (np. kontrolery TNC)
- Z80 jako komputer jednoukładowy
  - CPU + PIO + CTC + SIO w jednym układzie
  - Po dodaniu pamięci mamy mikrokomputer
  - Poprawiono wiele wad oryginalnych układów