Wydział Elektryczny
Katedra Elektrotechniki, Energoelektroniki i Elektroenergetyki

Materiały do wykładu z przedmiotu:
Informatyka
Kod: EDS1B1007

WYKŁAD NR 5

Opracował: dr inż. Jarosław Forenc

Białystok 2022

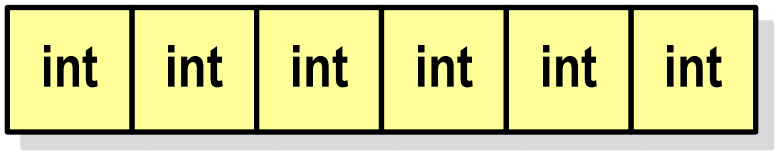
Materiały zostały opracowane w ramach projektu „PB2020 - Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Białostockiej” realizowanego w ramach Działania 3.5 Programu Operacyjnego Wiedza, Edukacja, Rozwój 2014-2020 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

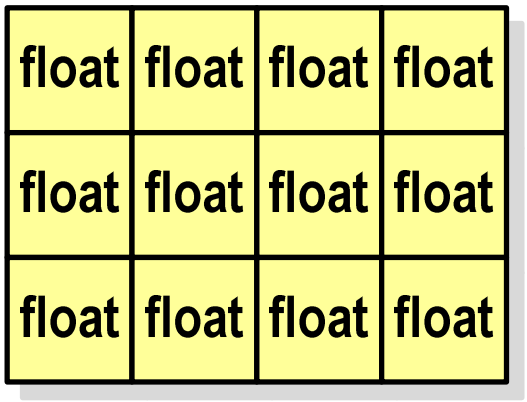
Plan wykładu nr 5

- Język C
  - struktury
  - pola bitowe
  - unie
  - wskaźniki
  - dynamiczny przydział pamięci
- Architektura von Neumanna i architektura harwardzka
- Struktura i funkcjonowanie komputera
  - procesor, rozkazy, przerwania, magistrala
  - pamięć komputerowa, pamięć podręczna

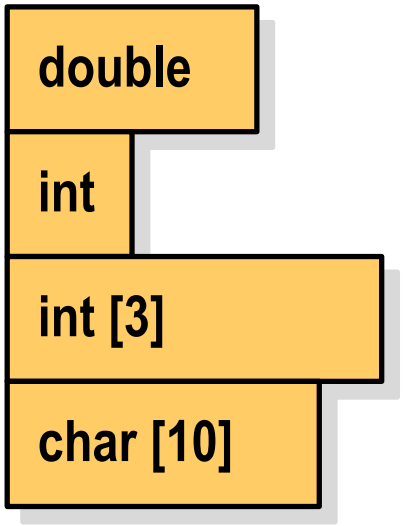
Struktury w języku C

- Tablica - ciągły obszar pamięci zawierający elementy tego samego typu





- Struktura - zestaw elementów różnych typów, zgrupowanych pod jedną nazwą



Deklaracja struktury

```
struct nazwa
{
    opis_pola_1;
    opis_pola_2;
    ...
    opis pola_n;
};
```

```
struct punkt
{
    int x;
    int y;
};
```

- Elementy struktury to pola (dane, komponenty, składowe) struktury
- Deklaracje pól mają taką samą postać jak deklaracje zmiennych
- Deklarując strukturę tworzymy nowy typ danych (struct punkt), którym można posługiwać się tak samo jak każdym innym typem standardowym

Deklaracja struktury

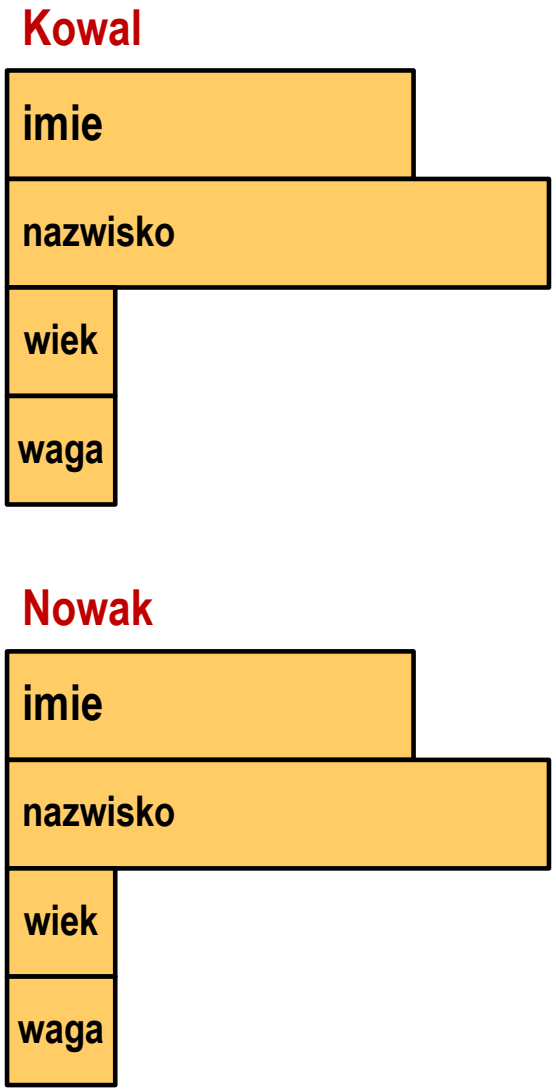
```
struct osoba
{
    char imie[15];
    char nazwisko[20];
    int wiek, waga;
};
```

```
struct zesp
{
    float Re, Im;
};
```

- Deklaracja struktury nie tworzy obiektu (nie przydziela pamięci na pola struktury)
- Zapisanie danych do struktury wymaga zdefiniowania zmiennej strukturalnej

Deklaracja zmiennej strukturalnej

```
#include <stdio.h>

struct osoba
{
    char imie[15];
    char nazwisko[20];
    int wiek, waga;
} Kowal ;

int main(void)
{
    struct osoba Nowak ;
    ...
}
```



- Kowal, Nowak - zmienne typu struct osoba

Odwołania do pól struktury

- Dostęp do pól struktury możliwy jest dzięki konstrukcji typu:

```
nazwa_struktury.nazwa_pola
```

- Operator . nazywany jest operatorem bezpośredniego wyboru pola
- Zapisanie wartości 25 do pola wiek zmiennej Nowak ma postać

```
Nowak.wiek = 25;
```

- Wyrażenie Nowak.wiek traktowane jest jak zmienna typu int

```
printf("Wiek: %d\n", Nowak.wiek);
scanf("%d", &Nowak.wiek);
```

Odwołania do pól struktury

- Dostęp do pól struktury możliwy jest dzięki konstrukcji typu:

```
nazwa_struktury.nazwa_pola
```

- Operator . nazywany jest operatorem bezpośredniego wyboru pola
- Zapisanie wartości Jan do pola imie zmiennej Nowak ma postać

```
strcpy(Nowak.imie,"Jan");
```

- Wyrażenie Nowak.imie traktowane jest jak łańcuch znaków

```
printf("Imie: %s\n", Nowak.imie);
gets(Nowak.imie);
```

Struktury - przykład

```
#include <stdio.h>

struct osoba
{
     char imie[15];
     char nazwisko[20];
     int  wiek;
};

int main(void)
{
      struct osoba Nowak;
```

Struktury - przykład

```
    printf("Imie:      ");
    gets(Nowak.imie);

    printf("Nazwisko: ");
    gets(Nowak.nazwisko);

    printf("Wiek:      ");
    scanf("%d",&Nowak.wiek);

    printf("%s %s, wiek: %d\n",Nowak.imie,
           Nowak.nazwisko,Nowak.wiek);

    return 0;
}
```

```
Imie:      Jan
Nazwisko: Nowak
Wiek:      22
Jan Nowak, wiek: 22
```

Struktury w języku C

- Inicjalizacja może dotyczyć tylko zmiennych strukturalnych, nie można inicjalizować pól w deklaracji struktury

```
struct osoba
{
    char imie[15], nazwisko[20];
    int wiek, waga;
};
```

```
struct osoba Nowak = {"Jan","Nowak",25,74};
```

- Do zmiennych strukturalnych można stosować operator =

```
struct osoba Kowal = {"Ewa","Kowal",21,54};
struct osoba Kowal1;
Kowal1 = Kowal;
```

Struktury w języku C

```
#include <stdio.h>

struct date
{
    int day;
    int month;
    int year;
} day1;

int main(void)
{
    struct date day2 = {19,11,2018};
```

day1

day	?
month	?
year	?

day2

day	19
month	11
year	2018

Struktury w języku C

```
    day1.day = 1;
    day1.month = 9;
    day1.year = 2018;

    printf("Date1: %02d-%02d-%4d\n",
       day1.day,day1.month,day1.year);
    printf("Date2: %02d-%02d-%4d\n",
       day2.day,day2.month,day2.year);

    return 0;
}
```

```
Date1: 01-09-2018
Date2: 19-11-2018
```

day1

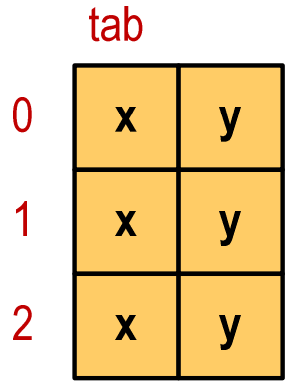
day	1
month	9
year	2018

day2

day	19
month	11
year	2018

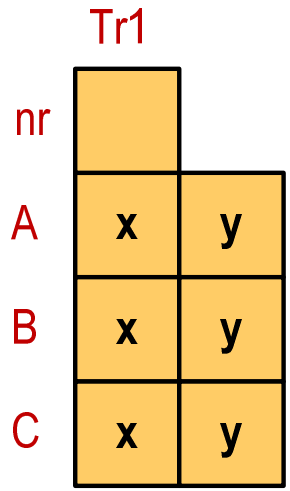
Złożone deklaracje struktur

```
struct punkt
{
    int x;
    int y;
} tab[3];
```




```
tab[0].x = 10;
tab[0].y = 20;
tab[1].x = 15;
…
```

```
struct trojkat
{
    int nr;
    struct punkt A, B, C;
} Tr1;
```

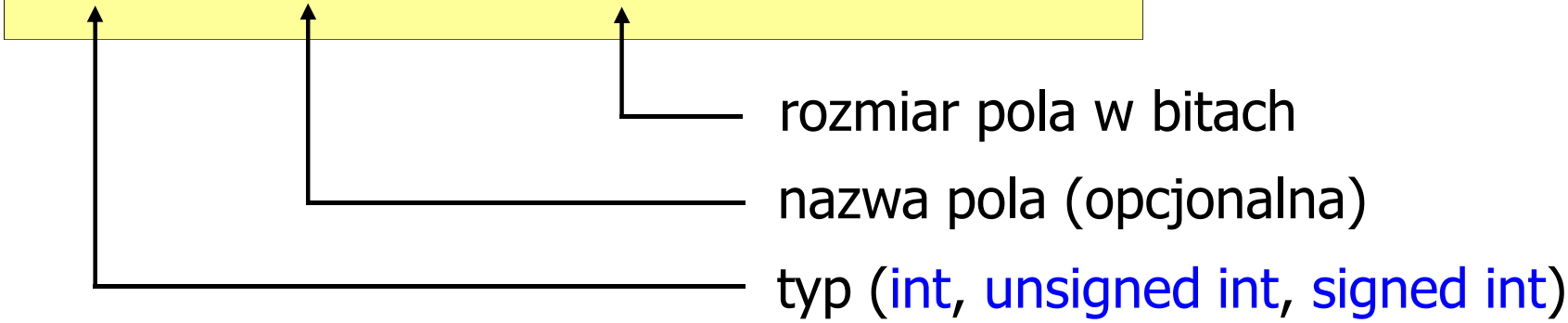



```
Tr1.nr = 1;
Tr1.A.x = 10;
Tr1.A.y = 20;
Tr1.B.x = 15;
…
```

Pola bitowe

- Umożliwiają dostęp do pojedynczych bitów oraz przechowywanie małych wartości zajmujących pojedyncze bity
- Pola bitowe deklarowane są wewnątrz struktur

```
typ id_pola : wielkość_pola;
```



- Wartości zapisane w polach traktowane są jak liczby całkowite
- Zakres wartości pól wynika z wielkości_pola

Pola bitowe

```
struct Bits
{
    unsigned int a : 4;     /* zakres: 0...15 */
    unsigned int b : 2;     /* zakres: 0...3 */
    unsigned int   : 4;
    unsigned int c : 6;     /* zakres: 0...63 */
};
```

- Dostęp do pól bitowych odbywa się na takiej samej zasadzie jak do normalnych pól struktury

```
struct Bits dane;

dane.a = 10;
dane.b = 3;
```

Pola bitowe

```
struct Bits
{
    unsigned int a : 4;     /* zakres: 0...15 */
    unsigned int b : 2;     /* zakres: 0...3 */
    unsigned int   : 4;
    unsigned int c : 6;     /* zakres: 0...63 */
};
```

- Jeśli pole nie ma nazwy, to nie można się do niego odwoływać
- Pola bitowe nie mają adresów
  - nie można wobec pola bitowego stosować operatora & (adres)
  - nie można polu bitowemu nadać wartości funkcją scanf()

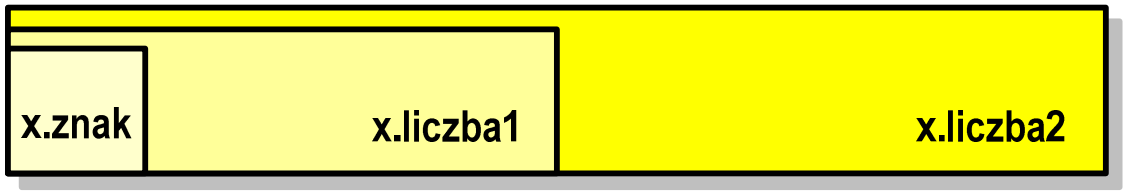
Unie

- Specjalny rodzaj struktury umożliwiający przechowywanie danych różnych typów w tym samym obszarze pamięci
- Do przechowywania wartości w unii należy zadeklarować zmienną

```
union zbior
{
    char   znak;
    int    liczba1;
    double liczba2;
};
```

```
union zbior x;
```

- Zmienna x może przechowywać wartość typu char lub typu int lub typu double, ale tylko jedną z nich w danym momencie



- Rozmiar unii wyznaczany jest przez rozmiar największego jej pola

Unie

- Dostęp do pól unii jest taki sam jak do pól struktury

```
union zbior x;
x.znak = 'a';
x.liczba2 = 12.15;
```

```
union zbior
{
    char   znak;
    int    liczba1;
    double liczba2;
};
```

- Unię można zainicjować jedynie wartością o typie jej pierwszej składowej
- Unie tego samego typu można sobie przypisywać

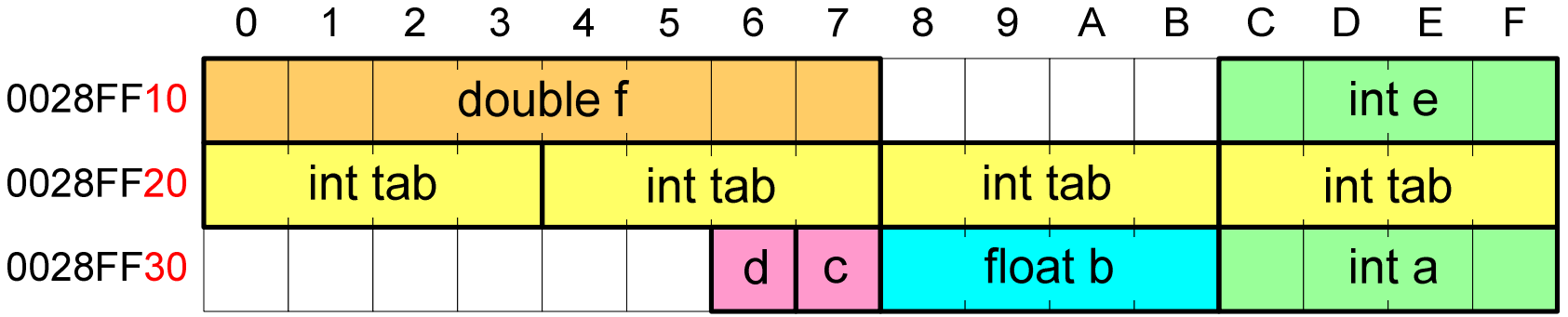
```
union zbior x = {'a'};
union zbior y;
y = x;
```

Co to jest wskaźnik?

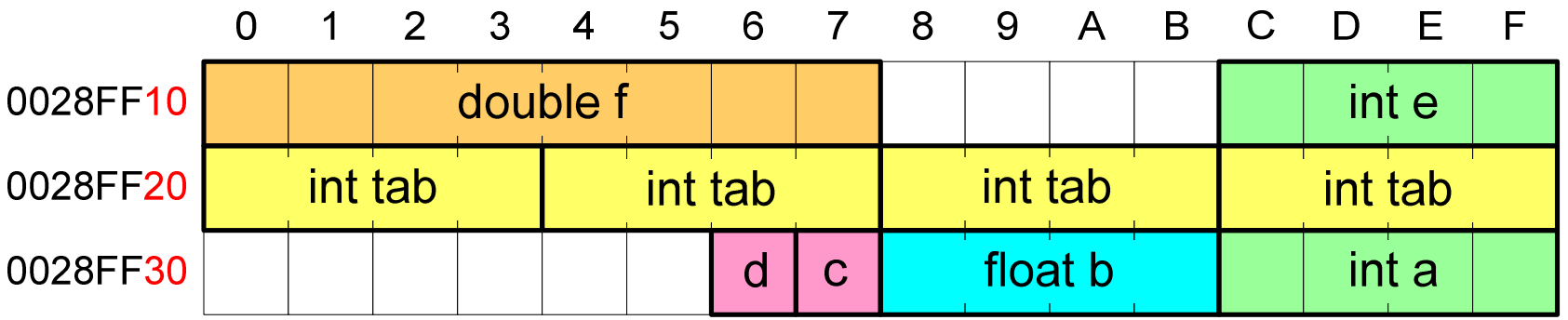
- Wskaźnik - zmienna mogącą zawierać adres obszaru pamięci - najczęściej adres innej zmiennej (obiektu)

```
int a;
float b;
char c, d;
int tab[4], e;
double f;
```

- Zmienne przechowywane są w pamięci komputera



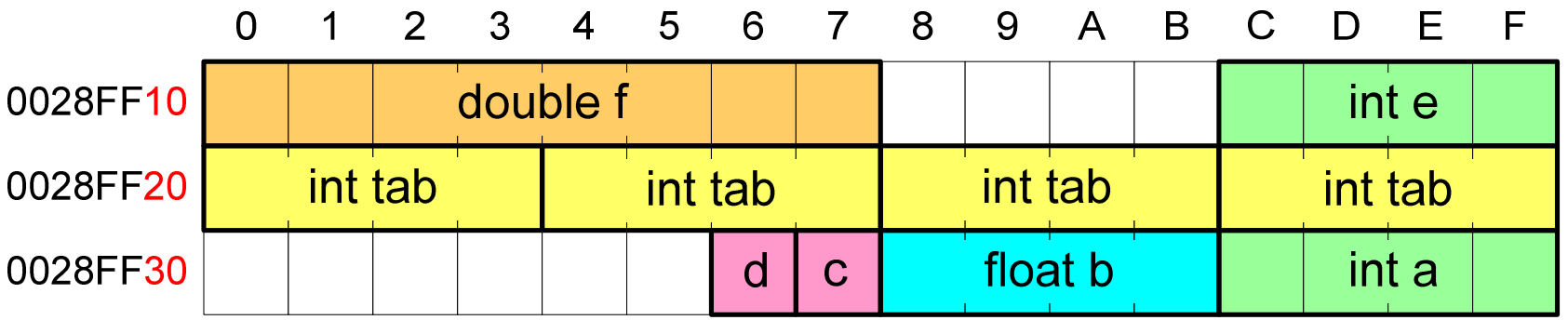
Co to jest wskaźnik?



- Każda zmienna znajduje się pod konkretnym adresem i zależnie od typu zajmuje określoną liczbę bajtów
- Podczas kompilacji wszystkie nazwy zmiennych zastępowane są ich adresami
- Wyświetlenie adresu zmiennej:

```
printf("Adres zmiennej a:  %p\n", &a);
printf("Adres tablicy tab: %p\n", tab);
```

Co to jest wskaźnik?



- Każda zmienna znajduje się pod konkretnym adresem i zależnie od typu zajmuje określoną liczbę bajtów
- Podczas kompilacji wszystkie nazwy zmiennych zastępowane są ich adresami
- Wyświetlenie adresu zmiennej:

```
Adres zmiennej a:   0028FF3C
Adres tablicy tab:  0028FF20
```

```
printf("Adres zmiennej a:   %p\n", &a);
printf("Adres tablicy tab:  %p\n", tab);
```

Deklaracja wskaźnika

- Deklarując wskaźnik (zmienną wskazującą) należy podać typ obiektu na jaki on wskazuje
- Deklaracja wskaźnika wygląda tak samo jak każdej innej zmiennej, tylko że jego nazwa poprzedzona jest symbolem gwiazdki (*)

```
typ *nazwa_zmiennej;
```

lub

```
typ* nazwa_zmiennej;
```

lub

```
typ * nazwa_zmiennej;
```

lub

```
typ*nazwa_zmiennej;
```

Deklaracja wskaźnika

- Deklaracja zmiennej wskaźnikowej do typu int

```
int *ptr;
```

- Mówimy, że zmienna ptr jest typu: wskaźnik do zmiennej typu int
- Do przechowywania adresu zmiennej typu double trzeba zadeklarować zmienną typu: wskaźnik do zmiennej typu double

```
double *ptrd;
```

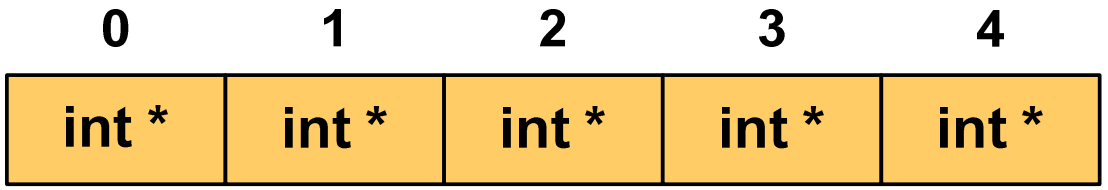
- Można konstruować wskaźniki do danych dowolnego typu łącznie z typami wskaźnik do wskaźnika do...

```
char **wsk;
```

Deklaracja wskaźnika

- Można deklarować tablice wskaźników - zmienna tab_ptr jest tablicą zawierającą 5 wskaźników do typu int

```
int *tab_ptr[5];
```



- Natomiast zmienna ptr_tab jest wskaźnikiem do 5-elementowej tablicy liczb int

```
int (*ptr_tab)[5];
```

Deklaracja wskaźnika

- W deklaracji wskaźnika lepiej jest pisać * przy zmiennej, a nie przy typie:

```
int *ptr1;   /* lepiej */
int* ptr2;   /* gorzej */
```

gdyż trudniej jest popełnić błąd przy deklaracji dwóch wskaźników:

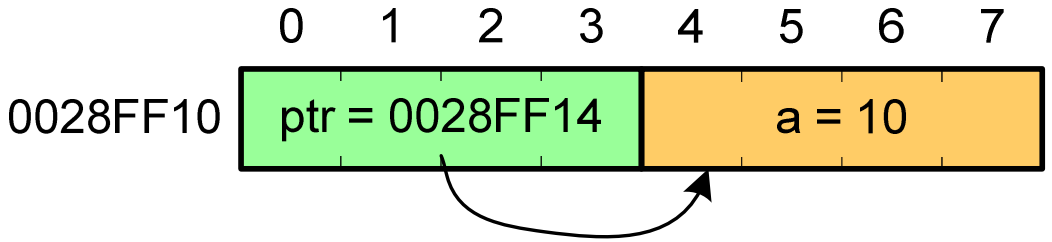
```
int *p1, *p2;
int* p3, p4;
```

- W powyższym przykładzie zmienne p1, p2 i p3 są wskaźnikami do typu int, zaś zmienna p4 jest „zwykłą” zmienną typu int

Przypisywanie wartości wskaźnikom

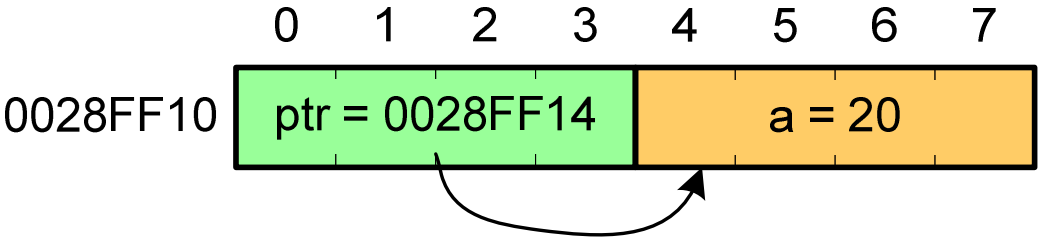
- Wskaźnikom można przypisywać adresy zmiennych
- Adresy takie tworzy się za pomocą operatora pobierania adresu &

```
int a = 10;
int *ptr;
ptr = &a;
```



- Mając adres zmiennej można „dostać się” do jej wartości używając tzw. operatora wyłuskania (odwołania pośredniego) - gwiazdki (*)

```
*ptr = 20;
```



Wskaźnik pusty

- Wskaźnik pusty to specjalna wartość, odróżnialna od wszystkich innych wartości wskaźnikowych, dla której gwarantuje się nierówność ze wskaźnikiem do dowolnego obiektu
- Do zapisu wskaźnika pustego stosuje się wyrażenie całkowite o wartości zero (0)

```
int *ptr = 0;
```

- Zamiast wartości 0 można stosować makrodefinicję preprocesora NULL, która podczas kompilacji programu zamieniana jest na 0

```
int *ptr = NULL;
```

Przykład: przypisywanie wartości wskaźnikom

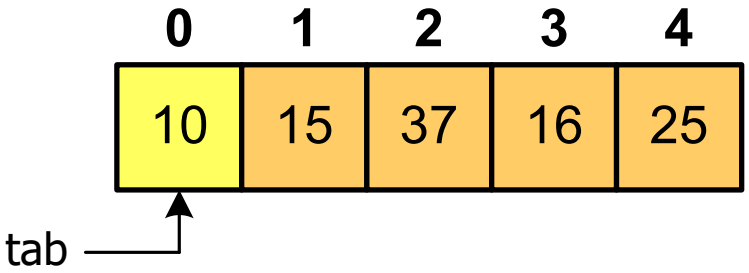
```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
   int x = 15;
   int *ptri = NULL;

   printf("x =    %d\n",x);
   printf("ptri = %p\n",ptri);

   ptri = &x;              // przypisanie adresu
   printf("ptri = %p\n",ptri);

   *ptri = *ptri + 10;   // x = x + 10
   printf("x =    %d\n",x);
   printf("x =    %d\n",*ptri);

   return 0;
}
```

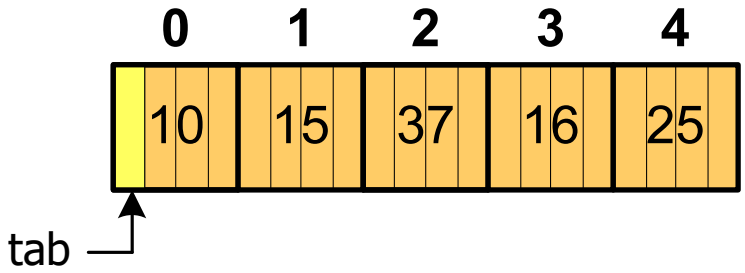
```
x =    15
ptri = 0000000000000000
ptri = 00000000010FF960
x =    25
x =    25
```

Wskaźniki a tablice

- Nazwa tablicy jest jej adresem (dokładniej - adresem elementu o indeksie 0)

```
int tab[5] = {10,15,37,16,25};
```



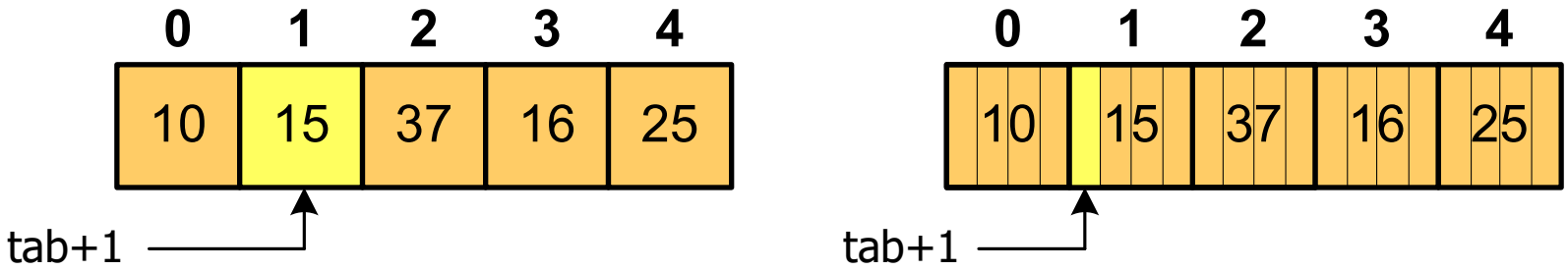


- Zastosowanie operatora * przed nazwą tablicy pozwala „dostać się” do zawartości elementu o indeksie 0

*tab jest równoważne tab[0]

Wskaźniki a tablice

- Dodanie 1 do adresu tablicy przenosi nas do elementu tablicy o indeksie 1



zatem: *(tab+1) jest równoważne tab[1]

ogólnie: *(tab+i) jest równoważne tab[i]

- W zapisie *(tab+i) nawiasy są konieczne, gdyż operator * ma bardzo wysoki priorytet

Wskaźniki a tablice

- Brak nawiasów powoduje błędne odwołania do elementów tablicy

```
int tab[5] = {10,15,37,16,25};
int x;

x = *(tab+2);
printf("x = %d",x);          /*  x = 37 */

x = *tab+2;
printf("x = %d",x);          /*  x = 12 */
```

x = *(tab+2); jest równoważne x = tab[2];

x = *tab+2; jest równoważne x = tab[0]+2;

Dynamiczny przydział pamięci w języku C

- Kiedy stosuje się dynamiczny przydział pamięci?
  - gdy rozmiar tablicy będzie znany dopiero podczas wykonania programu a nie podczas jego kompilacji
  - gdy rozmiar tablicy jest bardzo duży
- Do dynamicznego przydziału pamięci stosowane są funkcje:
  - calloc()
  - malloc()
- Przydział pamięci następuje w obszarze sterty (stosu zmiennych dynamicznych)
- Przydzieloną pamięć należy zwolnić wywołując funkcję:
  - free()

Dynamiczny przydział pamięci w języku C

CALLOC stdlib.h

```
void *calloc(size_t num, size_t size);
```

- Przydziela blok pamięci o rozmiarze num*size (mogący pomieścić tablicę num-elementów, każdy rozmiaru size)
- Zwraca wskaźnik do przydzielonego bloku pamięci
- Jeśli pamięci nie można przydzielić, to zwraca wartość NULL
- Przydzielona pamięć jest inicjowana zerami (bitowo)
- Zwracaną wartość wskaźnika należy rzutować na właściwy typ

```
int *tab;
tab = (int *) calloc(10,sizeof(int));
```

Dynamiczny przydział pamięci w języku C

MALLOC stdlib.h

```
void *malloc(size_t size);
```

- Przydziela blok pamięci o rozmiarze określonym parametrem size
- Zwraca wskaźnik do przydzielonego bloku pamięci
- Jeśli pamięci nie można przydzielić, to zwraca wartość NULL
- Przydzielona pamięć nie jest inicjowana
- Zwracaną wartość wskaźnika należy rzutować na właściwy typ

```
int *tab;
tab = (int *) malloc(10*sizeof(int));
```

Dynamiczny przydział pamięci w języku C

FREE stdlib.h

```
void *free(void *ptr);
```

- Zwalnia blok pamięci wskazywany parametrem ptr
- Wartość ptr musi być wynikiem wywołania funkcji calloc() lub malloc()

```
int *tab;
tab = (int *) calloc(10,sizeof(int));
/* ... */
free(tab);
```

Przykład: przydział pamięci na jedną zmienną

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main(void)
{
   float *wsk;

   wsk = (float *) calloc(1,sizeof(float));
   if (wsk == NULL)
   {
      printf("Blad przydzialu pamieci\n");
      return 0;
   }

   *wsk = 123.45f;
   printf("wartosc = %g\n",*wsk);

   free(wsk);
   return 0;
}
```

```
wartosc = 123.45
```

Przykład: przydział pamięci na strukturę

```
10,20 - 30,40
```

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

struct punkt
{
   int x, y;
};

int main(void)
{
   struct punkt p, *wsk_p;

   wsk_p = (struct punkt*) malloc(sizeof(struct punkt));

   p.x = 10; p.y = 20;
   wsk_p->x = 30; wsk_p->y = 40;
   printf("%d,%d - %d,%d\n",p.x,p.y,wsk_p->x,wsk_p->y);

   free(wsk_p);
   return 0;
}
```

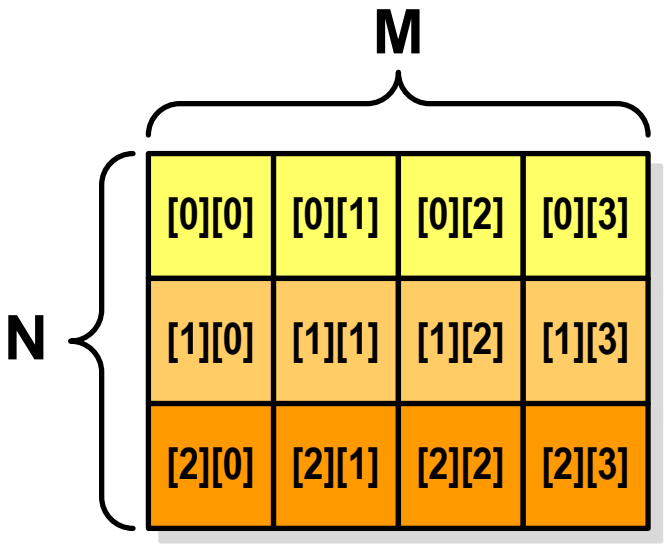
Przykład: przydział pamięci na wektor

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main(void)
{
   int *tab, n = 10;

   tab = (int *) calloc(n,sizeof(int));

   for (int i=0; i<n; i++)
   {
       tab[i] = i*i;
       printf("tab[%d] = %d\n",i,tab[i]);
   }

   free(tab);

   return 0;
}
```

```
tab[0] = 0
tab[1] = 1
tab[2] = 4
tab[3] = 9
tab[4] = 16
tab[5] = 25
tab[6] = 36
tab[7] = 49
tab[8] = 64
tab[9] = 81
```

Dynamiczny przydział pamięci na macierz

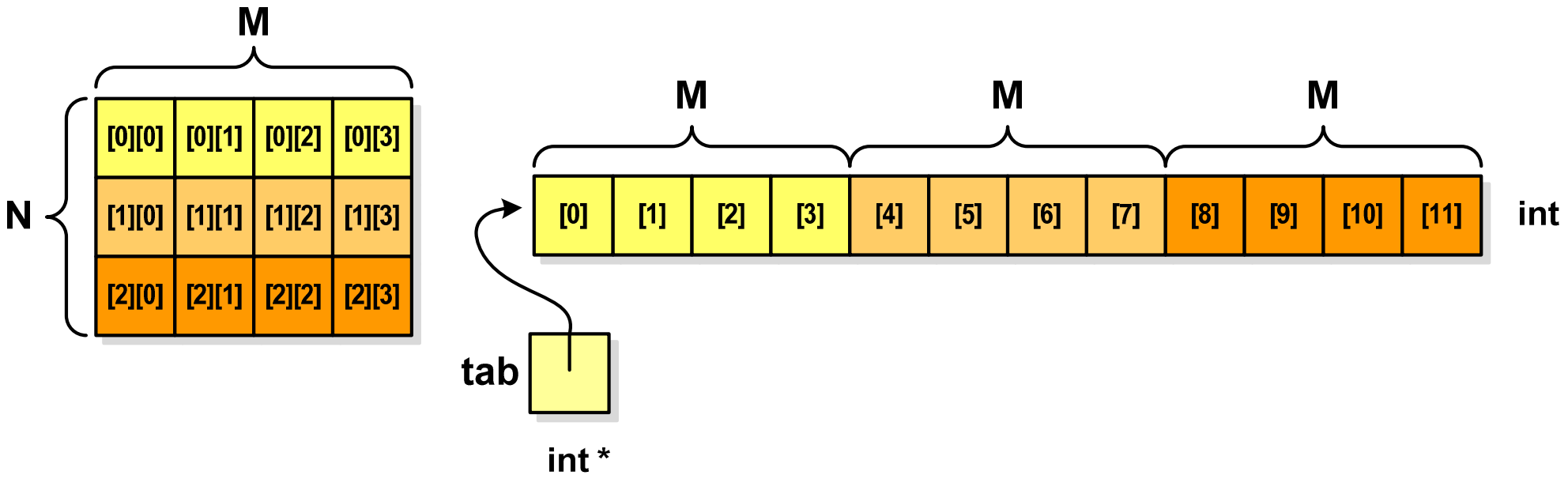
- Funkcje calloc() i malloc() umożliwiają bezpośrednio przydział pamięci tylko na wektor elementów
- Dynamiczny przydział pamięci na macierz wymaga zastosowania specjalnych metod
- Przydzielamy pamięć na macierz zawierającą N-wierszy i M-kolumn



Dynamiczny przydział pamięci na macierz (1)

- Wektor N×M-elementowy
- Przydział pamięci:

```
int *tab = (int *) calloc(N*M,sizeof(int));
```



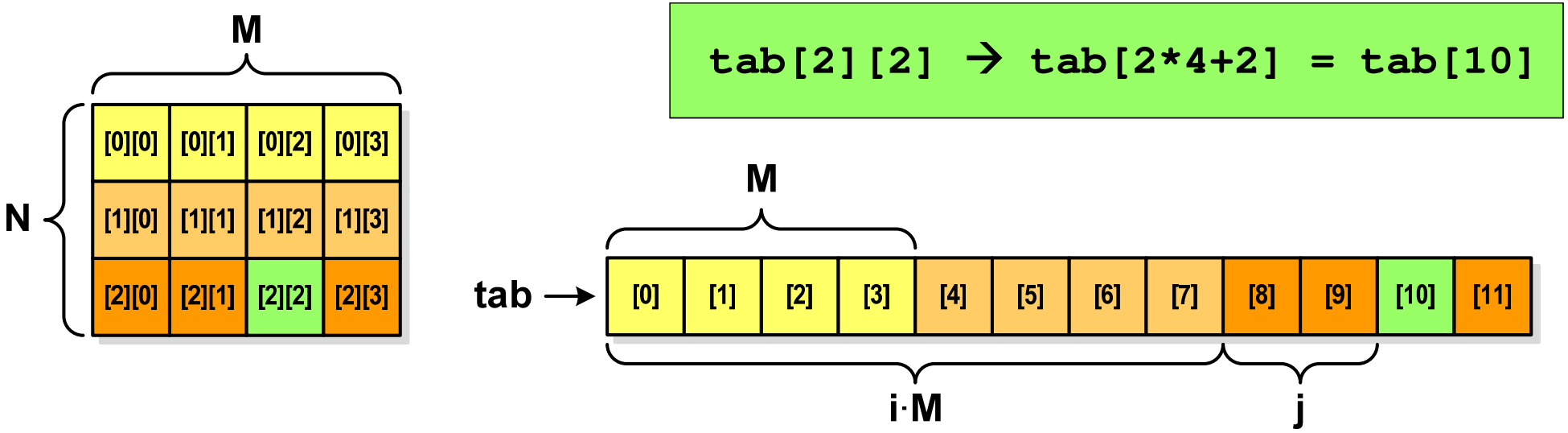
Dynamiczny przydział pamięci na macierz (1)

- Odwołanie do elementów macierzy:

```
tab[i*M+j]
```

lub

```
*(tab+i*M+j)
```



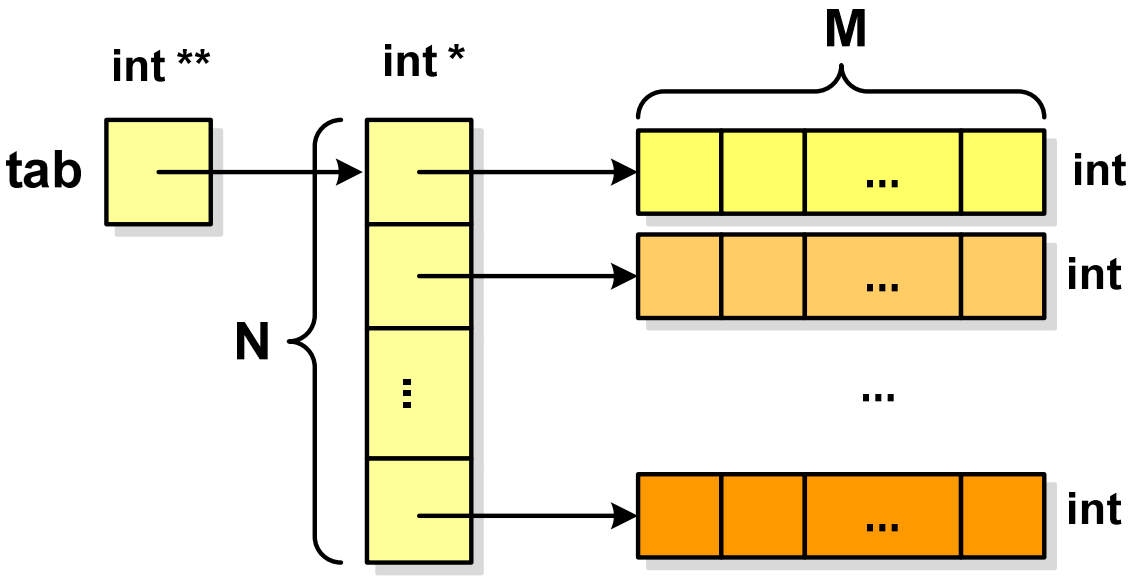
- Zwolnienie pamięci:

```
free(tab);
```

Dynamiczny przydział pamięci na macierz (2)

- N-elementowy wektor wskaźników + N-wektorów M-elementowych
- Przydział pamięci:

```
int **tab = (int **) calloc(N,sizeof(int *));
for (i=0; i<N; i++)
    tab[i] = (int *) calloc(M,sizeof(int));
```



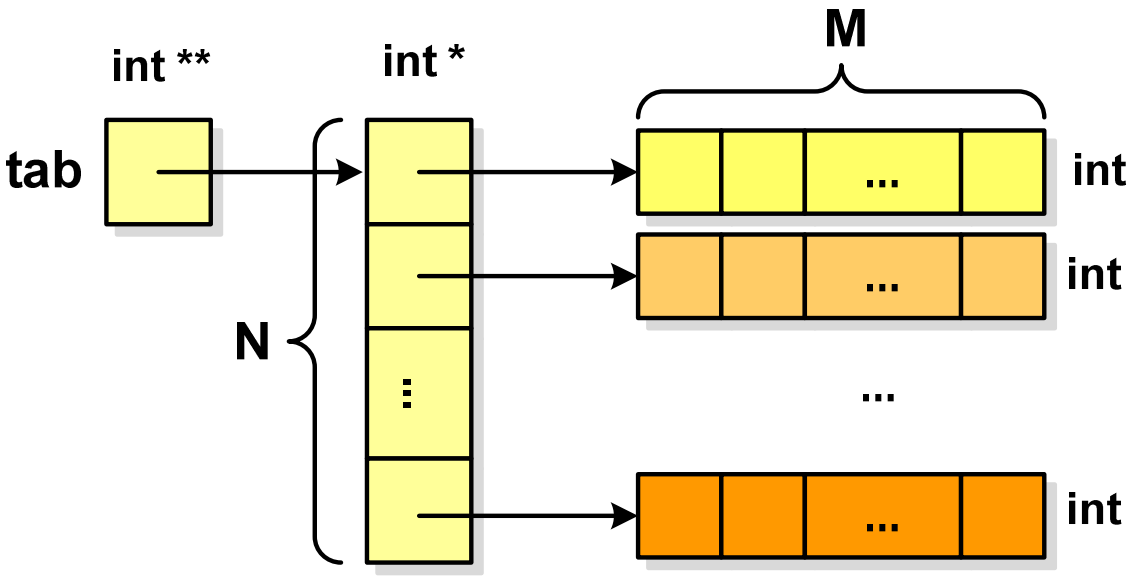
Dynamiczny przydział pamięci na macierz (2)

- Odwołania do elementów macierzy:

```
tab[i][j]
```

- Zwolnienie pamięci:

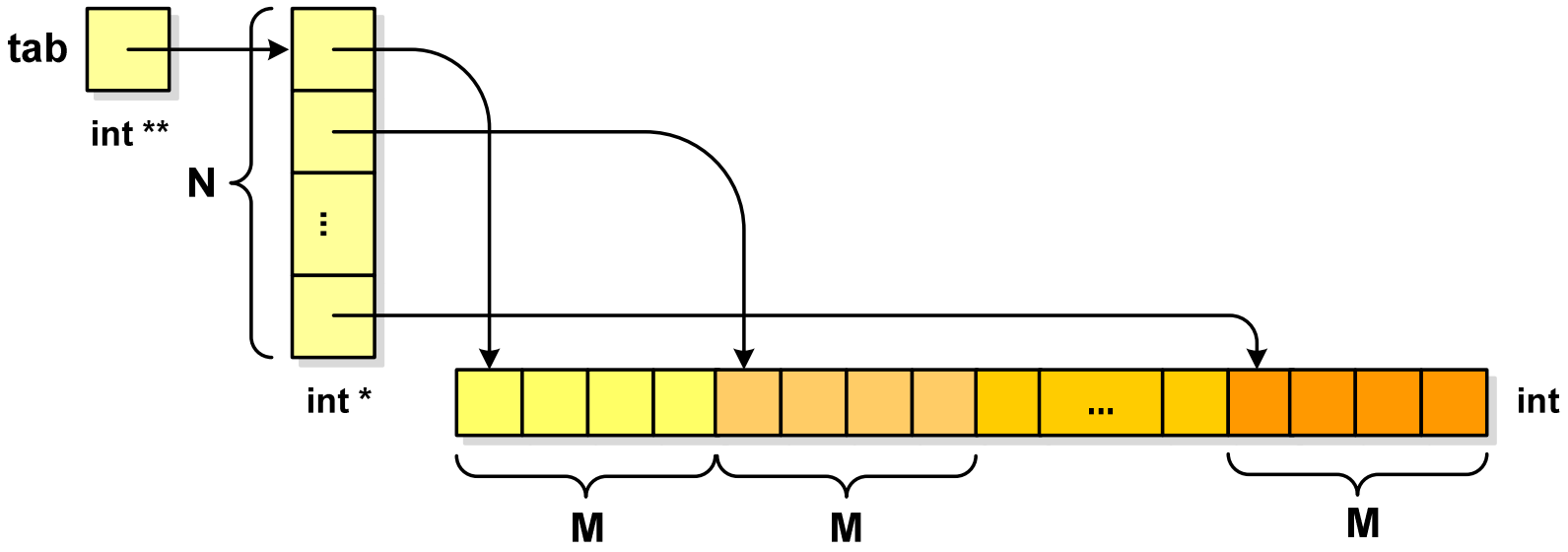
```
for (i=0; i<N; i++)
    free(tab[i]);
free(tab);
```



Dynamiczny przydział pamięci na macierz (3)

- N-elementowy wektor wskaźników + wektor N×M-elementowy
- Przydział pamięci:

```
int **tab = (int **) malloc(N*sizeof(int *));
tab[0] = (int *) malloc(N*M*sizeof(int));
for (i=1; i<N; i++)
   tab[i] = tab[0]+i*M;
```



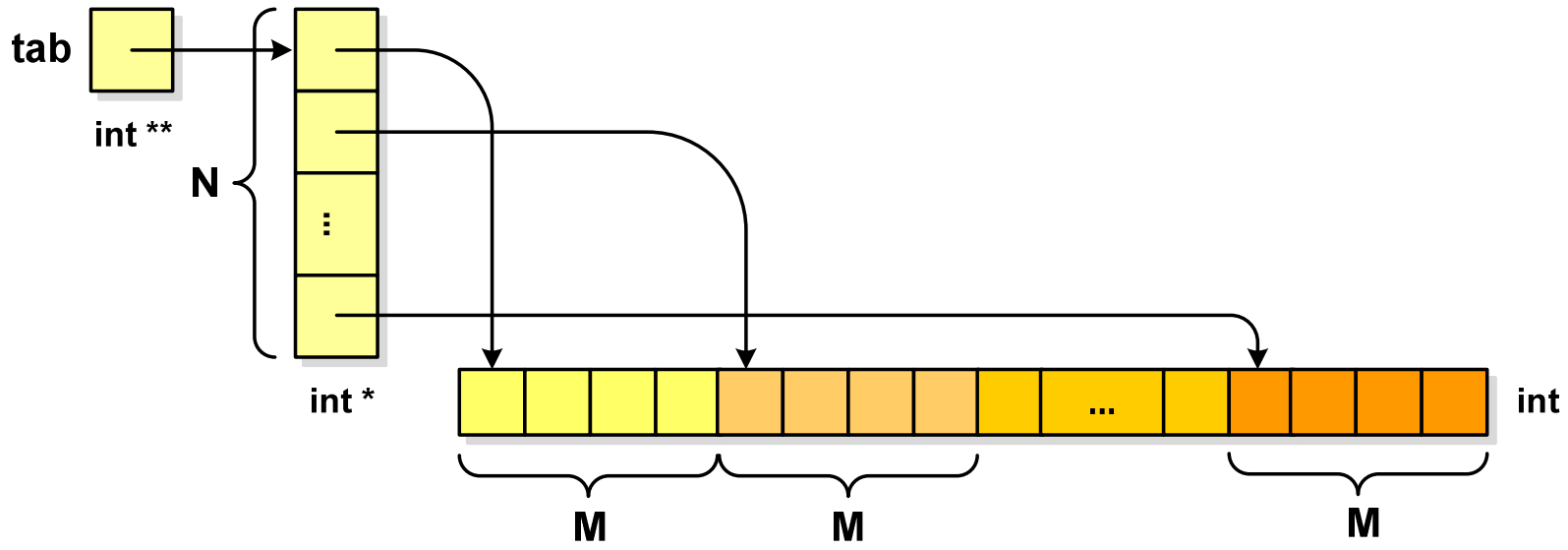
Dynamiczny przydział pamięci na macierz (3)

- Odwołania do elementów macierzy:

```
tab[i][j]
```

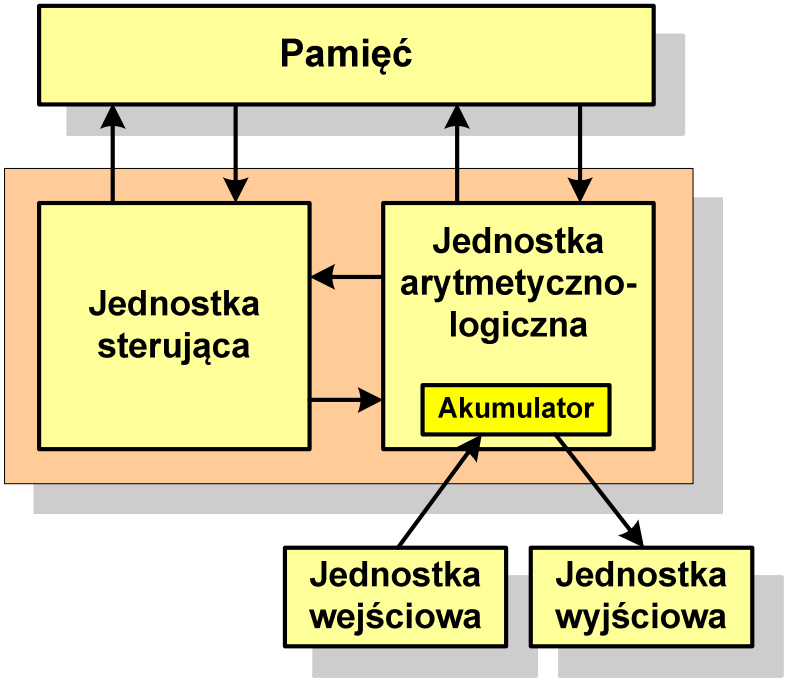
- Zwolnienie pamięci:

```
free(tab[0]);
free(tab);
```



Architektura von Neumanna

- Rodzaj architektury komputera, opisanej w 1945 roku przez matematyka Johna von Neumanna
- Inne nazwy: architektura z Princeton, store-program computer (koncepcja przechowywanego programu)
- Zakłada podział komputera na kilka części:
  - jednostka sterująca (CU - Control Unit)
  - jednostka arytmetyczno-logiczna (ALU - Arithmetic Logic Unit)
  - pamięć główna (memory)
  - urządzenia wejścia-wyjścia (input/output)



Architektura von Neumanna - podstawowe cechy

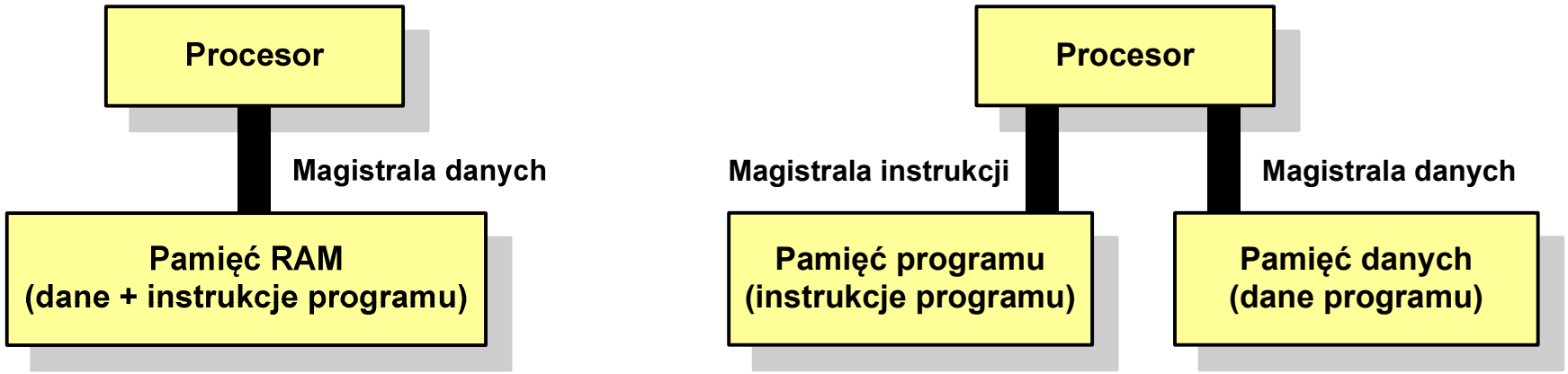
- Informacje przechowywane są w komórkach pamięci (cell) o jednakowym rozmiarze, każda komórka ma numer - adres
- Dane oraz instrukcje programu (rozkazy) zakodowane są za pomocą liczb i przechowywane w tej samej pamięci
- Dane i instrukcje czytane są przy wykorzystaniu tej samej magistrali
- Praca komputera to sekwencyjne odczytywanie instrukcji z pamięci komputera i ich wykonywanie w procesorze
- Wykonanie rozkazu:
  - pobranie z pamięci słowa będącego kodem instrukcji
  - pobranie z pamięci danych
  - wykonanie instrukcji
  - zapisanie wyników do pamięci

Architektura harwardzka

- Nazwa architektury pochodzi od komputera Harward Mark I:
  - zaprojektowany przez Howarda Aikena
  - pamięć instrukcji - taśma dziurkowana,
    pamięć danych - elektromechaniczne liczniki
- Architektura komputera, w której pamięć danych jest oddzielona od pamięci instrukcji
- Pamięci danych i instrukcji mogą różnić się:
  - technologią wykonania
  - strukturą adresowania
  - długością słowa
- Procesor może w tym samym czasie czytać instrukcje oraz uzyskiwać dostęp do danych

Architektura harwardzka i von Neumanna

- W architekturze harwardzkiej pamięć instrukcji i pamięć danych:
  - zajmują różne przestrzenie adresowe
  - mają oddzielne szyny (magistrale) do procesora
  - zaimplementowane są w inny sposób



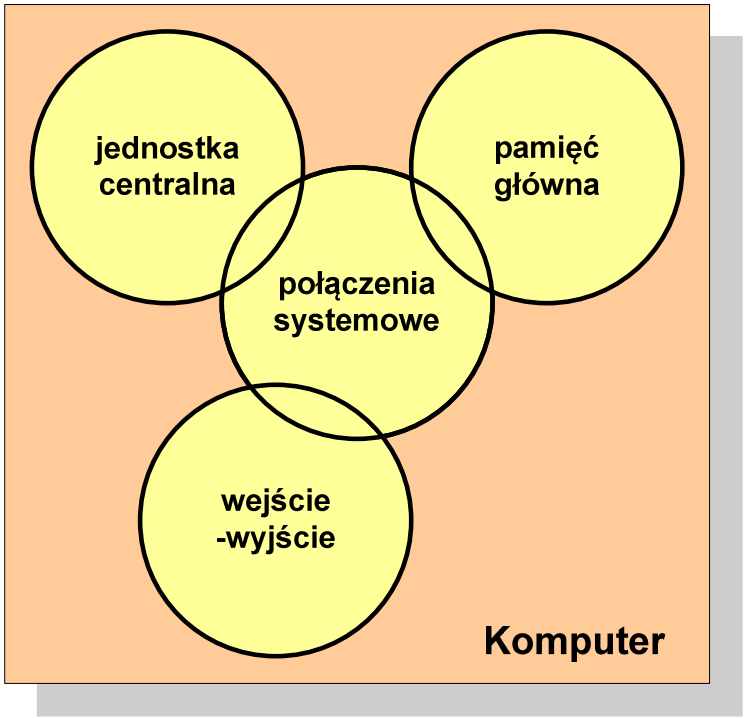
Architektura von Neumanna

Architektura harwardzka

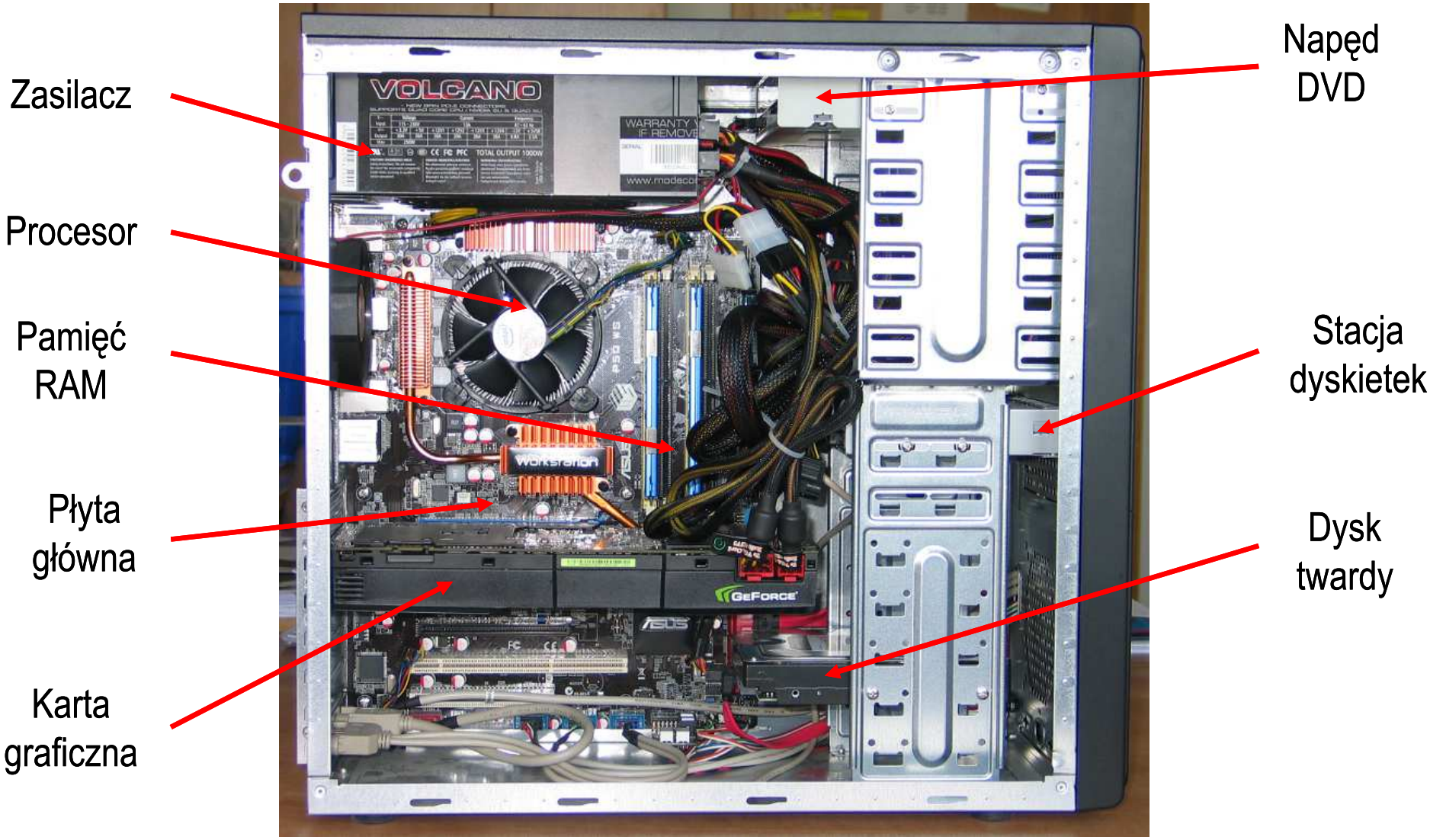
- Zmodyfikowana architektura harwardzka:
  - oddzielone pamięci danych i rozkazów, lecz wykorzystujące wspólną magistralę

Ogólna struktura systemu komputerowego

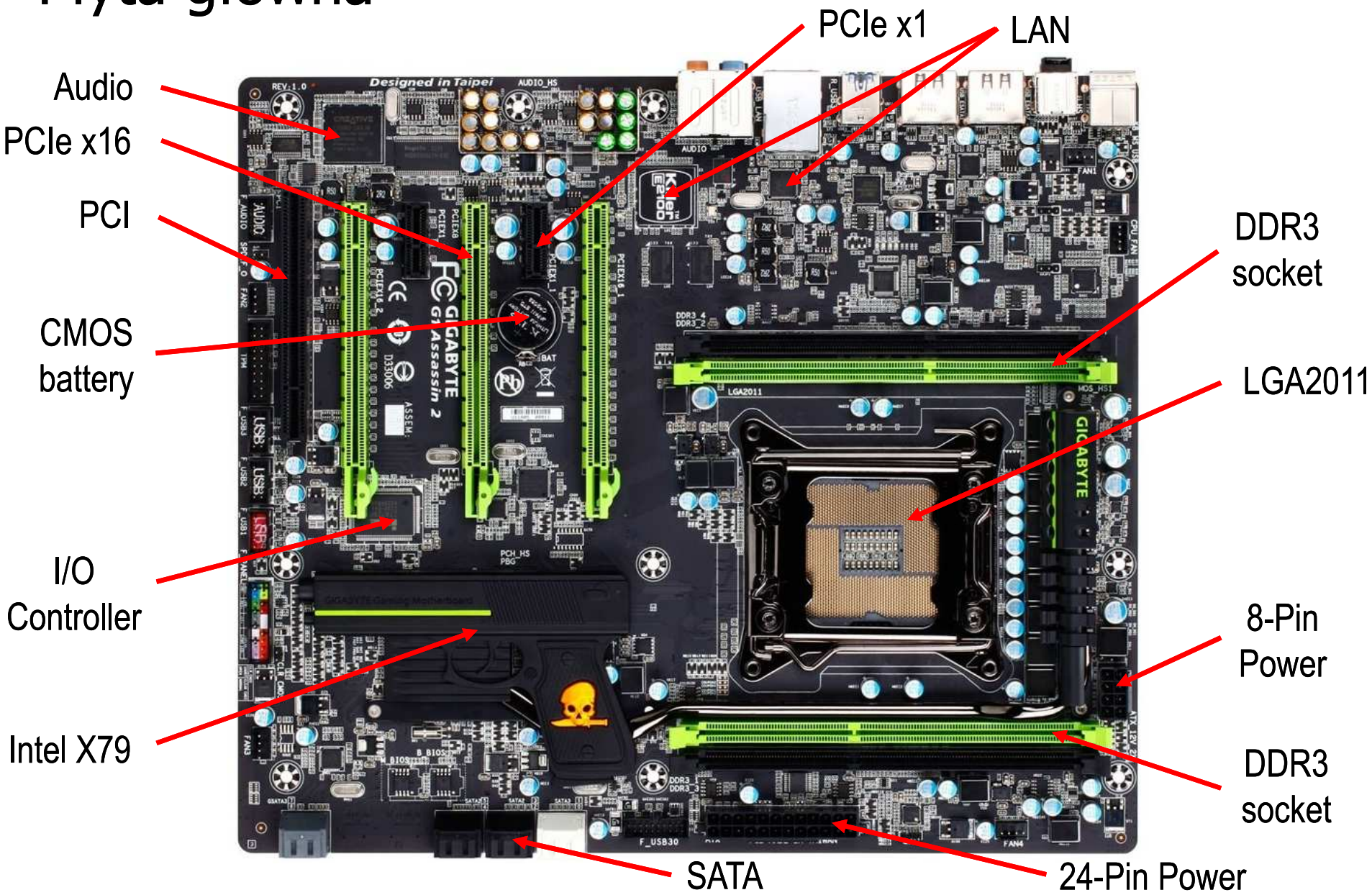
- Komputer tworzą cztery główne składniki:
  - procesor (jednostka centralna, CPU) - steruje działaniem komputera i realizuje przetwarzanie danych
  - pamięć główna - przechowuje dane
  - wejście-wyjście - przenosi dane między komputerem a jego otoczeniem zewnętrznym
  - połączenia systemu - mechanizmy zapewniające komunikację między składnikami systemu



Jednostka centralna

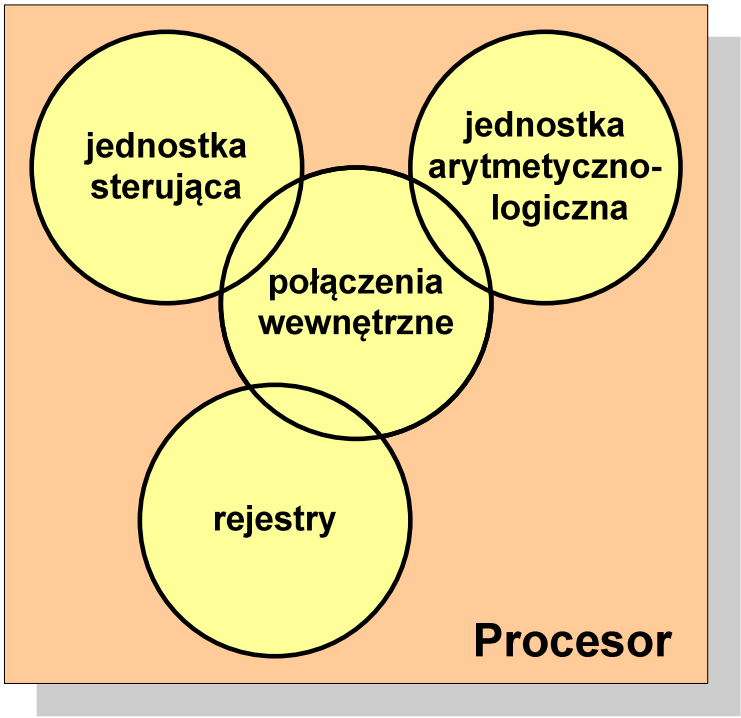


Płyta główna



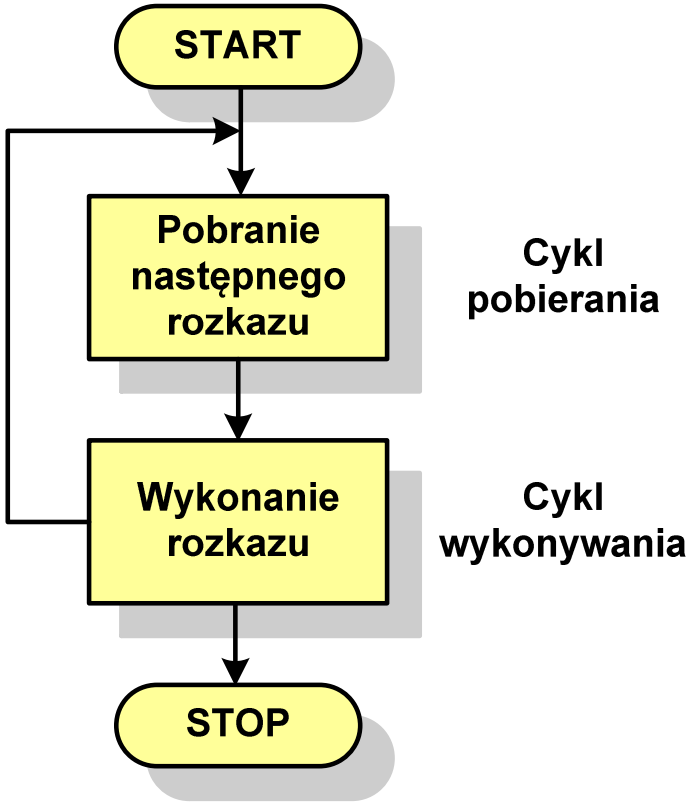
Ogólna struktura procesora

- Główne składniki strukturalne procesora to:
  - jednostka sterująca - steruje działaniem procesora i pośrednio całego komputera
  - jednostka arytmetyczno-logiczna (ALU) - realizuje przetwarzanie danych przez komputer
  - rejestry - realizują wewnętrzne przechowywanie danych w procesorze
  - połączenia procesora - wszystkie mechanizmy zapewniające komunikację między jednostką sterującą, ALU i rejestrami.



Działanie komputera

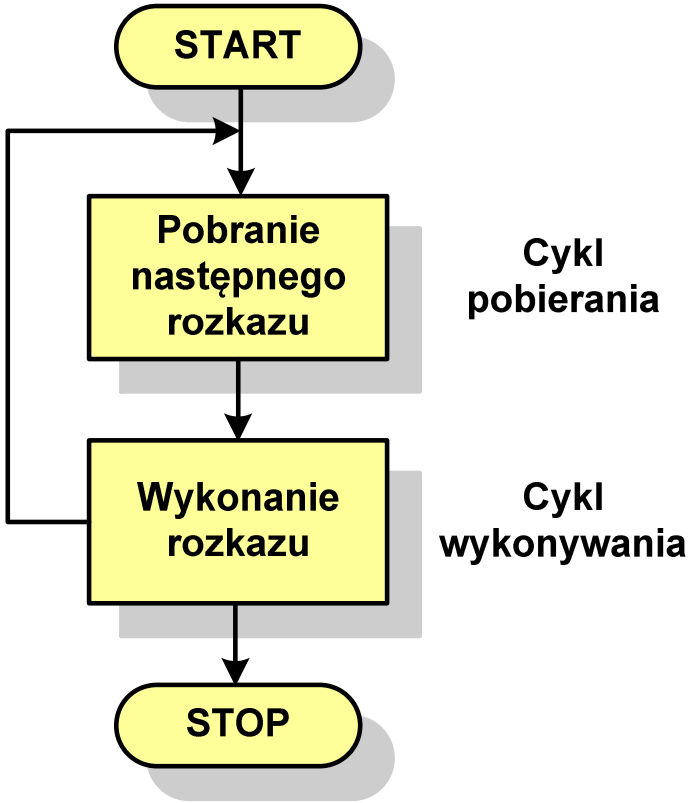
- Podstawowe zadanie komputera to wykonywanie programu
- Program składa się z rozkazów przechowywanych w pamięci
- Rozkazy są przetwarzane w dwu krokach:



- Cykl pobierania (ang. fetch):
  - odczytanie rozkazu z pamięci
  - licznik rozkazów (PC) lub wskaźnik instrukcji (IP) określa, który rozkaz ma być pobrany
  - jeśli procesor nie otrzyma innego polecenia, to inkrementuje licznik PC po każdym pobraniu rozkazu.

Działanie komputera

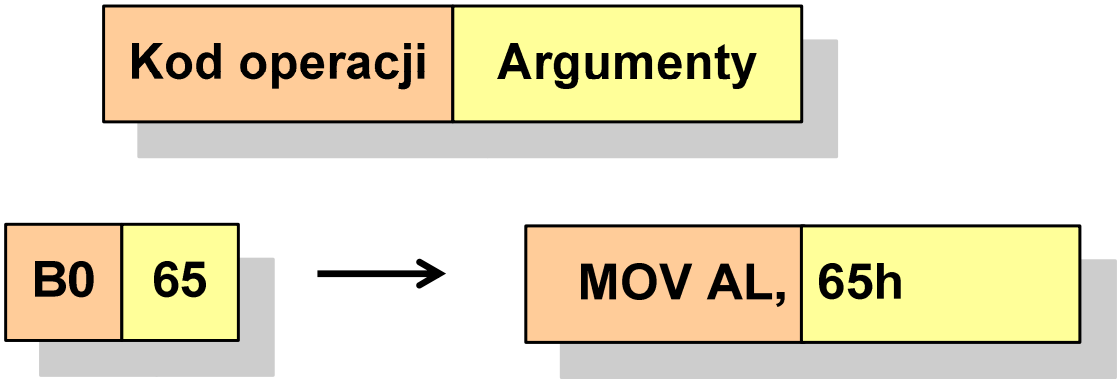
- Podstawowe zadanie komputera to wykonywanie programu
- Program składa się z rozkazów przechowywanych w pamięci
- Rozkazy są przetwarzane w dwu krokach:



- Cykl wykonywania (ang. execution):
  - pobrany rozkaz jest umieszczany w rejestrze rozkazu (IR)
  - rozkaz określa działania, które ma podjąć procesor
  - procesor interpretuje rozkaz i przeprowadza wymagane operacje.

Działanie komputera

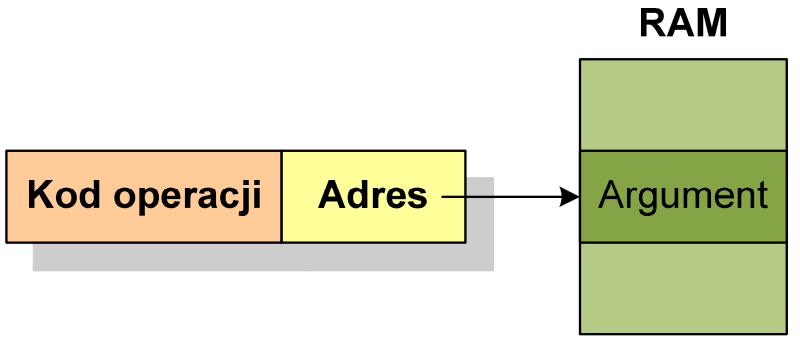
- Rozkaz:
  - przechowywany jest w postaci binarnej
  - ma określony format
  - używa określonego trybu adresowania
- Format - sposób rozmieszczenia informacji w kodzie rozkazu
- Rozkaz zawiera:
  - kod operacji (rodzaj wykonywanej operacji)
  - argumenty (lub adresy argumentów) wykonywanych operacji



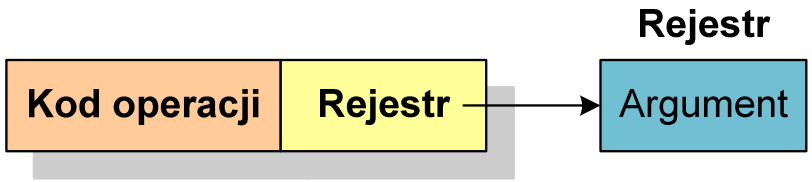
Działanie komputera

- Tryb adresowania - sposób określania miejsca przechowywania argumentów rozkazu (operandów)
- Przykładowe rodzaje adresowania:
  - natychmiastowe - argument znajduje się w kodzie rozkazu

  - bezpośrednie - kod rozkazu zawiera adres komórki pamięci, w której znajduje się argument



  - rejestrowe - kod rozkazu zawiera oznaczenie rejestru, w którym znajduje się argument



Program w asemblerze

```
.model SMALL
.286
.stack 100h
.code
   start:
      jmp begin

   handler:
      pusha
      push ds
      pop ds
      popa
      iret

   begin:
      mov ax,0000h
      mov ds,ax
      mov di,0070h
      lea ax,handler
```

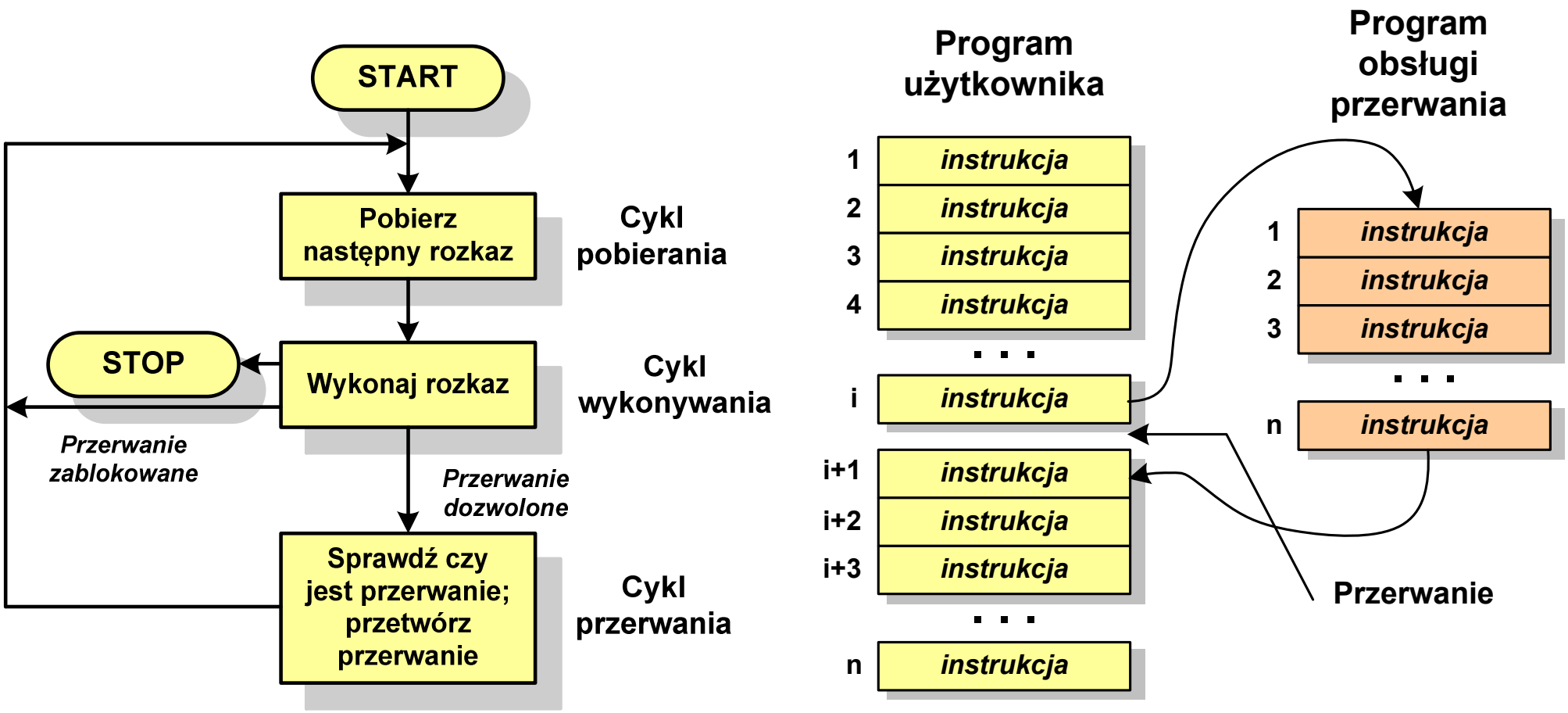
```
cli
mov [di],ax
mov [di+2],cs
sti
mov ax,3100h
mov dx,(offset begin - offset handler)
inc dx
int 21h
end
   start
```

Działanie komputera - przerwania

- Wykonywanie kolejnych rozkazów przez procesor może zostać przerwane poprzez wystąpienie tzw. przerwania (interrupt)
- Przerwanie jest to sygnał pochodzący od sprzętu lub oprogramowania informujący procesor o wystąpieniu jakiegoś zdarzenia (np. wciśnięcie klawisza na klawiaturze)
- Bez przerwań procesor musiałby ciągle kontrolować wszystkie urządzenia zewnętrzne, np. klawiatura, port szeregowy
- Każde przerwanie posiada procedurę obsługi przerwania, która jest wykonywana w momencie jego wystąpienia
- Adresy procedur obsługi przerwań zapisane są w tablicy wektorów przerwań

Działanie komputera - przerwania

- Implementacja przerwań wymaga dodania cyklu przerwania do cyklu rozkazu

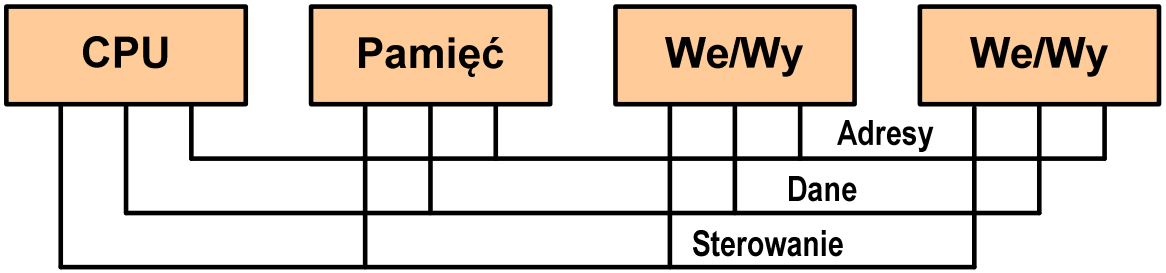


Rodzaje przerwań

- Sprzętowe
  - zewnętrzne - sygnały pochodzące z urządzeń zewnętrznych i służące do komunikacji z nimi, np. 08H - zegar, 09h - klawiatura
  - wewnętrzne - wywoływane przez procesor w celu zasygnalizowania sytuacji wyjątkowych (faults, traps, aborts)
- Programowe
  - instrukcje programu wywołują przerwanie - tym samym wykonywana jest procedura obsługi przerwania
  - służą głownie do komunikacji z systemem operacyjnym (DOS - 21h, Windows - 2h, Linux - 80h)

Magistrala

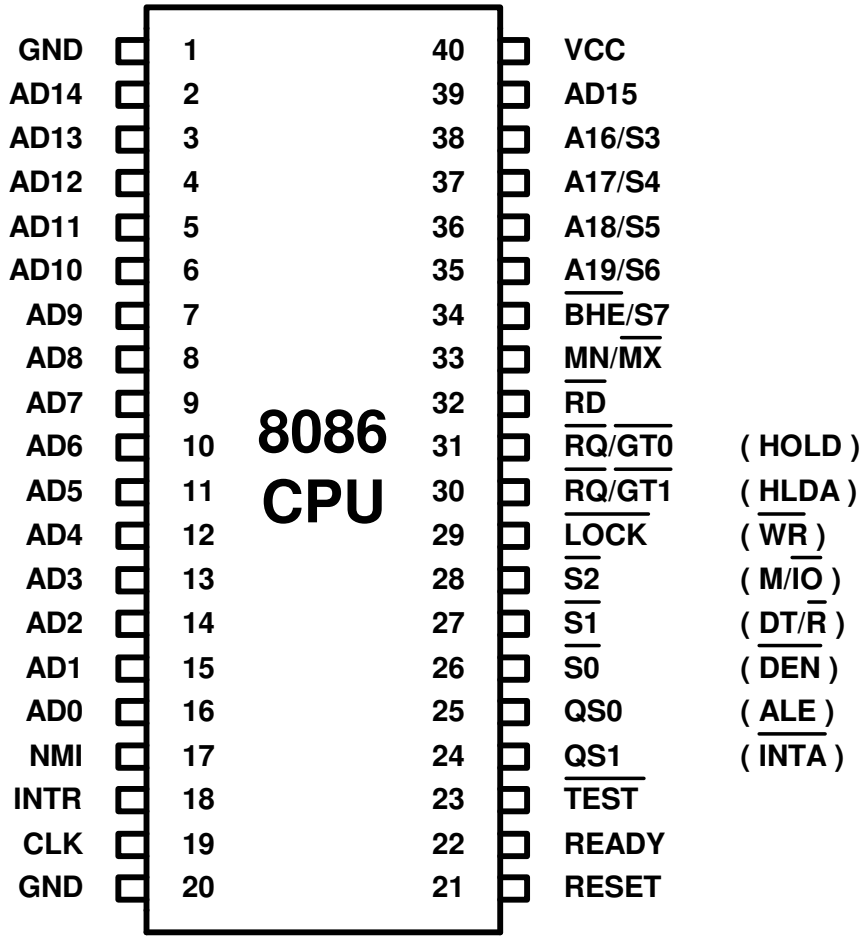
- Najczęściej stosowana struktura połączeń to magistrala, składająca się z wielu linii komunikacyjnych, którym przypisane jest określone znaczenie i określona funkcja



  - linie danych (szyna danych) - przenoszą dane między modułami systemu, liczba linii określa szerokość szyny danych (8, 16, 32, 64 bity)
  - linie adresowe - służą do określania źródła i miejsca przeznaczenia danych przesyłanych magistralą; liczba linii adresowych określa maksymalną możliwą pojemność pamięci systemu
  - linie sterowania - służą do sterowania dostępem do linii danych i linii adresowych

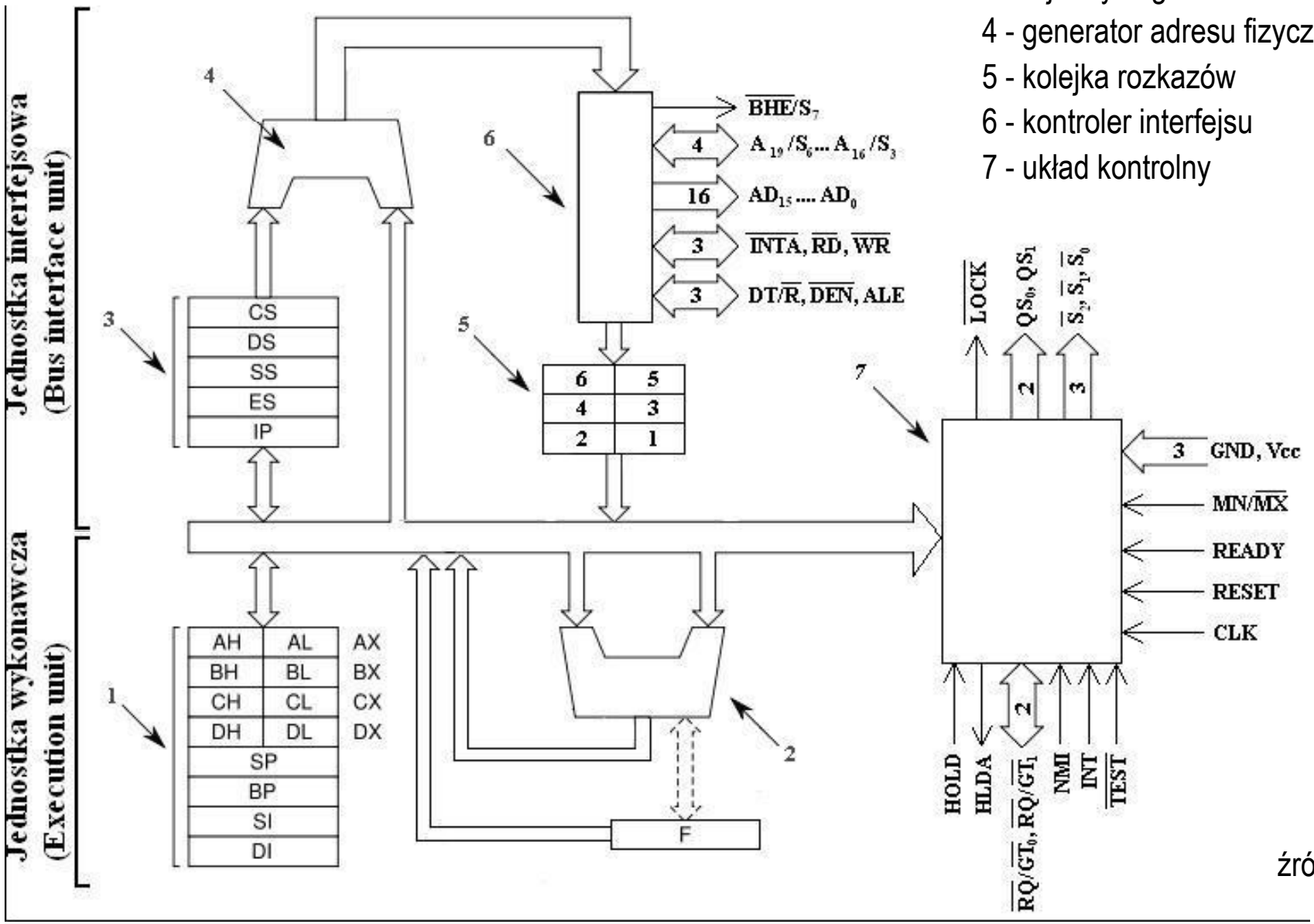
Intel 8086

- 1978 rok
- Procesor 16-bitowy
- 16-bitowa magistrala danych
- 20-bitowa magistrala adresowa
- Adresowanie do 1 MB pamięci
- Częstotliwość: 10 MHz
- Multipleksowane magistrale: danych i adresowa
- Litografia: 3 μm



Intel 8086

1 - rejestry ogólnego przeznaczenia
2 - ALU + rejestr znaczników (flag)
3 - rejestry segmentowe + licznik rozkazów
4 - generator adresu fizycznego
5 - kolejka rozkazów
6 - kontroler interfejsu
7 - układ kontrolny



źródło: wikipedia

Półprzewodnikowa pamięć główna

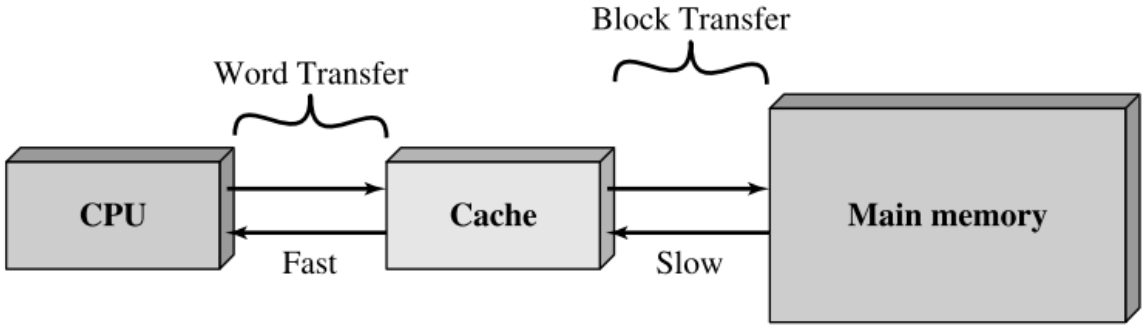
- RAM (Random Access Memory) - pamięć o dostępie swobodnym
  - odczyt i zapis następuje za pomocą sygnałów elektrycznych
  - pamięć ulotna - po odłączeniu zasilania dane są tracone
  - DRAM - pamięć dynamiczna:
    - przechowuje dane podobnie jak kondensator ładunek elektryczny
    - wymaga operacji odświeżania
    - jest mniejsza, gęściej upakowana i tańsza niż pamięć statyczna
    - stosowana jest do budowy głównej pamięci operacyjnej komputera
  - SRAM - pamięć statyczna:
    - przechowuje dane za pomocą przerzutnikowych konfiguracji bramek logicznych
    - nie wymaga operacji odświeżania
    - jest szybsza i droższa od pamięci dynamicznej
    - stosowana jest do budowy pamięci podręcznej

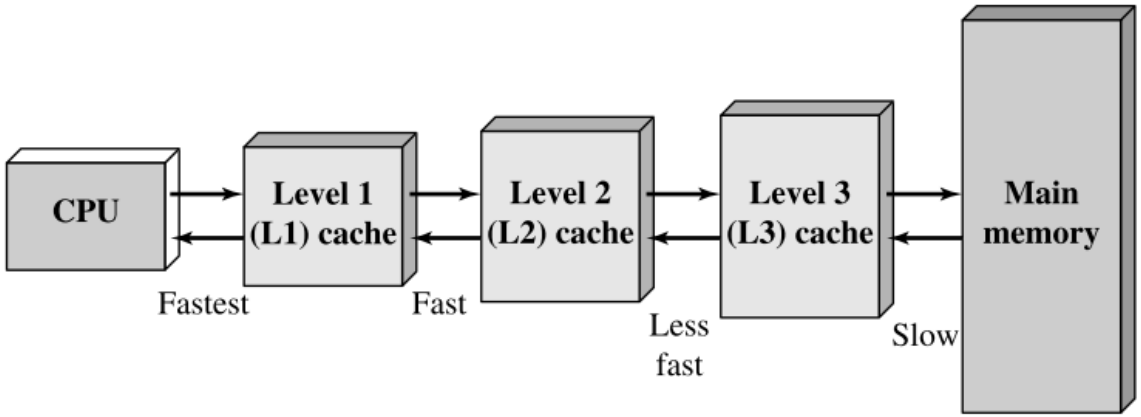
Półprzewodnikowa pamięć główna

- ROM (ang. Read-Only Memory) - pamięć stała
  - pamięć o dostępie swobodnym przeznaczona tylko do odczytu
  - dane są zapisywane podczas procesu wytwarzania, pamięć nieulotna
- PROM (ang. Programmable ROM) - programowalna pamięć ROM
  - pamięć nieulotna, może być zapisywana tylko jeden raz
  - zapis jest realizowany elektrycznie po wyprodukowaniu
- EPROM - pamięć wielokrotnie programowalna, kasowanie następuje przez naświetlanie promieniami UV
- EEPROM - pamięć kasowana i programowana na drodze elektrycznej
- Flash - rozwinięcie koncepcji pamięci EEPROM, możliwe kasowanie i programowanie bez wymontowywania pamięci z urządzenia

Pamięć podręczna (cache)

- Dodatkowa, szybka pamięć (SRAM) umieszczana pomiędzy procesorem a pamięcią główną
- Zastosowanie pamięci podręcznej ma na celu przyspieszenie dostępu procesora do pamięci głównej





źródło: W. Stallings, Computer Organization and Architecture

Koniec wykładu nr 5

Dziękuję za uwagę!