# Informatyka 1

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny

Elektrotechnika, semestr II, studia niestacjonarne I stopnia

Rok akademicki 2017/2018

Wykład nr 4/5 (13.04.2018)

dr inż. Jarosław Forenc



## Plan wykładu nr 4/5

- Język C
  - pętla for, operatory ++ i --
- Reprezentacja zmiennoprzecinkowa
  - zapis zmiennoprzecinkowy liczby rzeczywistej, postać znormalizowana
  - zakres liczb zmiennoprzecinkowych
- Standard IEEE 754
  - liczby 32-bitowe i 64-bitowe, zakres i precyzja liczb
  - wartości specjalne, operacje z wartościami specjalnymi
- Klasyfikacja systemów komputerowych (Flynna)
- Architektura von Neumanna i architektura harwardzka
- Budowa komputera
  - jednostka centralna, płyta główna, procesory, moduły pamięci obudowa (AT, ATX)



## Język C - suma kolejnych 10 liczb: 1+2+...+10

```
Suma wynosi: 55
```

```c
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int suma;

    suma = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10;

    printf("Suma wynosi: %d\n",suma);

    return 0;
}
```



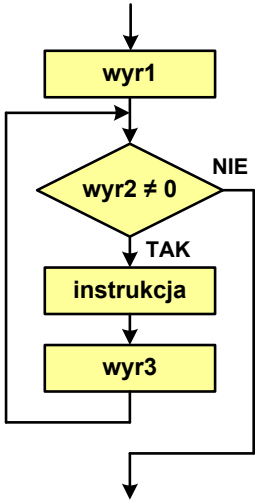
## Język C - suma kolejnych 100 liczb: 1+2+...+100

```
Suma wynosi: 5050
```

```c
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int suma=0, i;

    for (i=1; i<=100; i=i+1)
        suma = suma + i;

    printf("Suma wynosi: %d\n",suma);

    return 0;
}
```

# Język C - pętla for

```
for (wyr1; wyr2; wyr3)
    instrukcja
```




- wyr1, wyr2, wyr3 - dowolne wyrażenia w języku C
- Instrukcja:
  - prosta - jedna instrukcja zakończona średnikiem
  - złożona - jedna lub kilka instrukcji objętych nawiasami klamrowymi



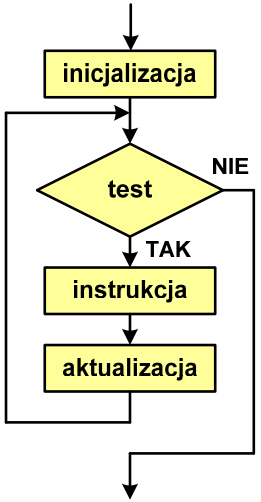
# Język C - pętla for

- Najczęściej stosowana postać pętli for

```
int i;
for (i = 0; i < 10; i = i + 1)
    instrukcja
```

- Instrukcja zostanie wykonana 10 razy (dla i = 0, 1, 2, ... 9)
- Funkcje pełnione przez wyrażenia

```
for (inicjalizacja;test;aktualizacja)
    instrukcja
```






# Język C - pętla for (wyświetlenie tekstu)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int i;

    for (i=0; i<5; i=i+1)
        printf("Programowanie nie jest trudne\n");

    return 0;
}
```

```
Programowanie nie jest trudne
Programowanie nie jest trudne
Programowanie nie jest trudne
Programowanie nie jest trudne
Programowanie nie jest trudne
```



# Język C - pętla for (suma liczb: 1 + 2 + ... + N)

```
#include <stdio.h>
#define N 1234

int main(void)
{
    int i, suma=0;

    for (i=1; i<=N; i++)
        suma = suma + i;

    printf("Suma %d liczb to %d\n", N, suma);

    return 0;
}
```

```
Suma 1234 liczb to 761995
```

# Język C - pętla for (przykłady)

```
for (i=0; i<10; i++)
    printf("%d ",i);
```

```
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
```

```
for (i=0; i<10; i++)
    printf("%d ",i+1);
```

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

```
for (i=1; i<=10; i++)
    printf("%d ",i);
```

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```



# Język C - pętla for (przykłady)

```
for (i=1; i<10; i=i+2)
    printf("%d ",i);
```

```
1 3 5 7 9
```

```
for (i=10; i>0; i--)
    printf("%d ",i);
```

```
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
```

```
for (i=-9; i<=9; i=i+3)
    printf("%d ",i);
```

```
-9 -6 -3 0 3 6 9
```



# Język C - pętla for (break, continue)

- W pętli for można stosować instrukcje skoku: break i continue

```
int i;

for (i=1; i<10; i++)
{
    if (i%2==0)
        continue;
    if (i%7==0)
        break;
    printf("%d\n",i);
}
```

```
1 3 5
```

- continue przerywa bieżącą iterację i przechodzi do obliczania wyr3
- break przerywa wykonywanie pętli



# Język C - pętla for (najczęstsze błędy)

- Postawienie średnika na końcu pętli for

```
int i;
for (i=0; i<10; i++);
    printf("%d ",i);
```

```
10
```

- Przecinki zamiast średników pomiędzy wyrażeniami

```
int i;
for (i=0, i<10, i++)
    printf("%d ",i);
```

*Błąd kompilacji!*

```
error C2143: syntax error : missing ';' before ')'
```

# Język C - pętla for (najczęstsze błędy)

- Błędny warunek - brak wykonania instrukcji

```
int i;
for (i=0; i>10; i++)
    printf("%d ",i);
```

- Błędny warunek - pętla nieskończona

```
int i;
for (i=1; i>0; i++)
    printf("%d ",i);
```

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 ...
```



# Język C - pętla nieskończona

```
for (wyr1; wyr2; wyr3)
    instrukcja
```

- Wszystkie wyrażenia (wyr1, wyr2, wyr3) w pętli for są opcjonalne

```
for ( ; ; )
    instrukcja
```

- pętla nieskończona

- W przypadku braku wyr2 przyjmuje się, że jest ono prawdziwe



# Język C - zagnieżdżanie pętli for

- Jako instrukcja w pętli for może występować kolejna pętla for

```
int i, j;
for (i=1; i<=3; i++)          // pętla zewnętrzna
    for (j=1; j<=2; j++)      // pętla wewnętrzna
        printf("i: %d   j: %d\n",i,j);
```

```
i: 1   j: 1
i: 1   j: 2
i: 2   j: 1
i: 2   j: 2
i: 3   j: 1
i: 3   j: 2
```



# Język C - operator inkrementacji (++)

- Jednoargumentowy operator ++ zwiększa wartość zmiennej o 1 (nie wolno stosować go do wyrażeń)
- Operator ++ może występować jako przedrostek lub przyrostek

| Zapis | Nazwa | Znaczenie |
|---|---|---|
| ++x | preinkrementacji | wartość zmiennej jest modyfikowana przed jej użyciem |
| x++ | postinkrementacji | wartość zmiennej jest modyfikowana po użyciu jej poprzedniej wartości |

# Język C - operator inkrementacji (++)

- Przykład

```
int x = 1, y;
y = 2 * ++x;
```

```
int x = 1, y;
y = 2 * x++;
```

- Kolejność operacji

```
++x              x = 2
2 * ++x          2 * 2
y = 2 * ++x      y = 4
```

```
2 * x            2 * 1
y = 2 * x        y = 2
x++              x = 2
```

- Wartości zmiennych

```
x = 2    y = 4
```

```
x = 2    y = 2
```



# Język C - operator inkrementacji (++)

- Miejsce umieszczenia operatora ++ nie ma znaczenia w przypadku instrukcji typu:

```
x++;
++x;
```

równoważne

```
x = x + 1;
```

- Nie należy stosować operatora ++ do zmiennych pojawiających się w wyrażeniu więcej niż jeden raz

```
x = x++;
x = ++x;
```

- Zgodnie ze standardem języka C wynik powyższych instrukcji jest niezdefiniowany



# Język C - operator dekrementacji (--)

- Jednoargumentowy operator -- zmniejsza wartość zmiennej o 1 (nie wolno stosować go do wyrażeń)
- Operator -- może występować jako przedrostek lub przyrostek

| Zapis | Nazwa | Znaczenie |
|---|---|---|
| `--x` | predekrementacji | wartość zmiennej jest modyfikowana przed jej użyciem |
| `x--` | postdekrementacji | wartość zmiennej jest modyfikowana po użyciu jej poprzedniej wartości |



# Język C - priorytet operatorów ++ i --

| Priorytet | Operator / opis |
|---|---|
| 1 | `++` `--` (przyrostki) `()` `[]` `.` `->` |
| 2 | `++` `--` (przedrostki) `sizeof` `(typ)` `+` `-` `!` `~` `*` `&` (jednoargumentowe) |
| 3 | `*` `/` `%` |
| 4 | `+` `-` (dwuargumentowe) |
| 5 | `<<` `>>` |
| 6 | `<` `>` `<=` `>=` |
| 7 | `==` `!=` |
| 8 | `&` (bitowy) |
| 9 | `^` |

# Zapis zmiennoprzecinkowy liczby rzeczywistej

- Zapis bardzo dużych lub małych liczb wymaga dużej liczby cyfr
- Znacznie prostsze jest przedstawienie liczb w postaci zmiennoprzecinkowej (ang. floating point numbers)
  - 12 000 000 000 000 = $1{,}2 \cdot 10^{13}$
  - 0,000 000 000 001 = $1{,}0 \cdot 10^{-12}$
- Zapis liczby zmiennoprzecinkowej ma postać:

$$L = M \cdot B^E$$

gdzie:

L - wartość liczby
M - mantysa
B - podstawa systemu
E - wykładnik, cecha

- notacja naukowa: 1,2e13 1,2e+13 1,2E13 1,2E+13
- postać wykładnicza: $1{,}2 \cdot 10^{13}$



# Zapis zmiennoprzecinkowy liczby rzeczywistej

$2{,}43 \cdot 10^{3}_{(10)} = 2{,}43 \cdot 1000 = 2430_{(10)}$

$6{,}59 \cdot 10^{-2}_{(10)} = 6{,}59 \cdot 0{,}01 = 0{,}0659_{(10)}$

$1{,}011 \cdot 10^{101}_{(2)} = ?_{(10)}$

$M = 1{,}011_{(2)} = 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = 1{,}375_{(10)}$

$B = 10_{(2)} = 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 = 2_{(10)}$

$E = 101_{(2)} = 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 1 + 4 = 5_{(10)}$

$1{,}011 \cdot 10^{101}_{(2)} = 1{,}375 \cdot 2^5 = 1{,}375 \cdot 32 = 44_{(10)}$

$3{,}121 \cdot 10^{32}_{(4)} = ?_{(10)}$

$M = 3{,}121_{(4)} = 3 \cdot 4^0 + 1 \cdot 4^{-1} + 2 \cdot 4^{-2} + 1 \cdot 4^{-3} = 3{,}390625_{(10)}$

$B = 10_{(4)} = 0 \cdot 4^0 + 1 \cdot 4^1 = 4_{(10)}$

$E = 32_{(4)} = 2 \cdot 4^0 + 3 \cdot 4^1 = 2 + 12 = 14_{(10)}$

$3{,}121 \cdot 10^{32}_{(4)} = 3{,}390625 \cdot 4^{14} = 910\,163\,968_{(10)}$



# Postać znormalizowana zapisu liczby

- Położenie przecinka w mantysie nie jest ustalone i może się zmieniać
- Poniższe zapisy oznaczają tę samą liczbę (system dziesiętny)

$243 \cdot 10^1 = 24{,}3 \cdot 10^2 = 2{,}43 \cdot 10^3 = 0{,}243 \cdot 10^4$

- Dla ujednolicenia zapisu i usunięcia wielokrotnych reprezentacji tej samej liczby, przyjęto tzw. postać znormalizowaną zapisu liczby
- W postaci znormalizowanej mantysa spełnia nierówność:

$$B > |M| \geq 1$$

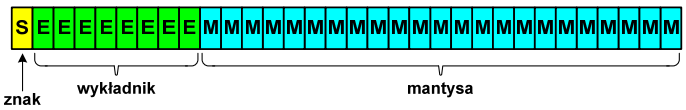
Przykład:

$2{,}43 \cdot 10^3$ - to jest postać znormalizowana, gdyż: $10 > |2{,}43| \geq 1$
$0{,}243 \cdot 10^4$ - to nie jest postać znormalizowana
$24{,}3 \cdot 10^2$ - to nie jest postać znormalizowana



# Liczby zmiennoprzecinkowe w systemie binarnym

- Liczba bitów przeznaczonych na mantysę i wykładnik jest ograniczona




- Wartość liczby L:

$$L = (-1)^S \cdot M \cdot B^E$$

gdzie:

S - znak liczby (ang. sign), przyjmuje wartość 0 lub 1
M - znormalizowana mantysa (ang. mantissa), liczba ułamkowa
B - podstawa systemu liczbowego (ang. base)
E - wykładnik (ang. exponent), cecha, liczba całkowita

- W systemie binarnym podstawa systemu jest stała: B = 2

$$L = (-1)^S \cdot M \cdot 2^E$$

# Przesunięcie wykładnika

- Wykładnik zapisywany jest z przesunięciem (ang. bias)

$$L = (-1)^S \cdot M \cdot 2^{E-BIAS}$$

gdzie:

L - wartość liczby S - znak liczby M - mantysa
E - wykładnik BIAS - przesunięcie (nadmiar)

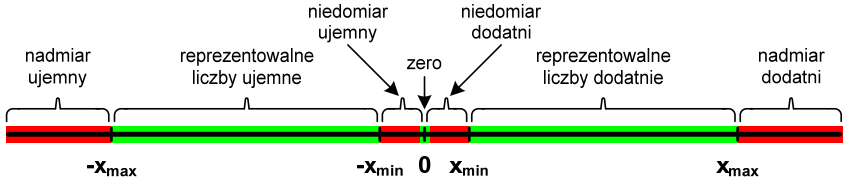
- Typowe wartości przesunięcia (nadmiaru) wynoszą:
  - formatu 32-bitowy: $2^7-1 = 127_{(10)} = 7F_{(16)}$
  - formatu 64-bitowy: $2^{10}-1 = 1023_{(10)} = 3FF_{(16)}$
  - formatu 80-bitowy: $2^{14}-1 = 16383_{(10)} = 3FFF_{(16)}$



# Zakres liczb zmiennoprzecinkowych

- Zakres liczb w zapisie zmiennoprzecinkowym:

$$\langle -x_{max}, -x_{min} \rangle \cup \{0\} \cup \langle x_{min}, x_{max} \rangle$$




- Największa i najmniejsza wartość liczby w danej reprezentacji:

$$x_{min} = M_{min} \cdot B^{E_{min}} \qquad x_{max} = M_{max} \cdot B^{E_{max}}$$



# Standard IEEE 754

- IEEE Std. 754-2008 - IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic
- Standard definiuje następujące klasy liczb zmiennoprzecinkowych:

| Precyzja | Długość słowa [bity] | Znak [bity] | Wykładnik | | Mantysa | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Długość [bity] | Zakres | Długość [bity] | Cyfry znaczące |
| Pojedyncza (Single Precision, binary32) | 32 | 1 | 8 | $2^{\pm 127} \approx 10^{\pm 38}$ | 23 | 7 |
| Pojedyncza rozszerzona (Single Extended) | ≥ 43 | 1 | ≥ 11 | $\geq 2^{\pm 1023} \approx 10^{\pm 308}$ | ≥ 31 | ≥ 10 |
| Podwójna (Double Precision, binary64) | 64 | 1 | 11 | $2^{\pm 1023} \approx 10^{\pm 308}$ | 52 | 16 |
| Podwójna rozszerzona (Double Extended) | ≥ 79 | 1 | ≥ 15 | $\geq 2^{\pm 16383} \approx 10^{\pm 4932}$ | ≥ 63 | ≥ 19 |

źródło: Gryś S.: „Arytmetyka komputerów w praktyce". PWN, Warszawa, 2007 (str. 116).



# Standard IEEE 754

- W przypadku liczb:
  - pojedynczej rozszerzonej precyzji (ang. Single Precision)
  - podwójnej rozszerzonej precyzji (ang. Double Precision)

  standard podaje jedynie minimalną liczbę bitów pozostawiając szczegóły implementacji producentom procesorów i kompilatorów
- Bardzo popularny jest 80-bitowy format podwójnej rozszerzonej precyzji (Extended Precision) wprowadzony przez firmę Intel
- W 80-bitowym formacie Intela:
  - długość słowa: 80 bitów
  - znak: 1 bit
  - wykładnik: 15 bitów (zakres: $2^{\pm 16383} \approx 10^{\pm 4932}$)
  - mantysa: 63 bity (cyfry znaczące: 19)

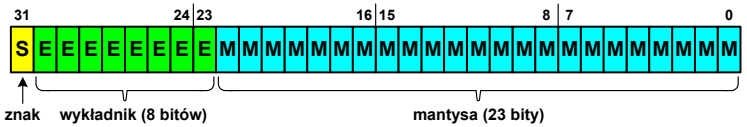
# Standard IEEE 754

- Standard IEEE 754 definiuje także dziesiętne typy zmiennoprzecinkowe (operujące na cyfrach dziesiętnych):
  - decimal32 (32 bity, 7 cyfr dziesiętnych)
  - decimal64 (64 bity, 16 cyfr dziesiętnych)
  - decimal128 (128 bitów, 34 cyfry dziesiętnych)
- Standard IEEE 754 definiuje także:
  - sposób reprezentacji specjalnych wartości, np. nieskończoności, zera
  - sposób wykonywania działań na liczbach zmiennoprzecinkowych
  - sposób zaokrąglania liczb



# Standard IEEE 754 - liczby 32-bitowe

- Liczba pojedynczej precyzji przechowywana jest na 32 bitach:

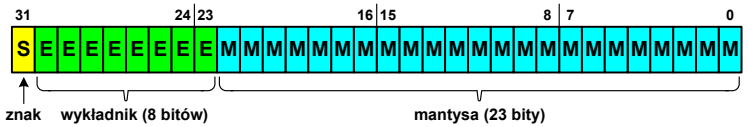



- Pierwszy bit w zapisie (bit nr 31) jest bitem znaku (0 - liczba dodatnia, 1 - liczba ujemna)
- Wykładnik zapisywany jest na 8 bitach (bity nr 30-23) z nadmiarem o wartości 127
- Wykładnik może przyjmować wartości od -127 (wszystkie bity wyzerowane) do 128 (wszystkie bity ustawione na 1)



# Standard IEEE 754 - liczby 32-bitowe

- Liczba pojedynczej precyzji przechowywana jest na 32 bitach:




- Mantysa w większości przypadków jest znormalizowana
- Wartość mantysy zawiera się pomiędzy 1 a 2, a zatem w zapisie liczby pierwszy bit jest zawsze równy 1
- Powyższy bit nie jest zapamiętywany, natomiast jest automatycznie uwzględniany podczas wykonywania obliczeń
- Dzięki pominięciu tego bitu zyskujemy dodatkowy bit mantysy (zamiast 23 bitów mamy 24 bity)



# Standard IEEE 754 - liczby 32-bitowe

- Przykład:
  - obliczmy wartość dziesiętną liczby zmiennoprzecinkowej

$$01000010110010000000000000000000_{(IEEE754)} = ?_{(10)}$$

  - dzielimy liczbę na części

$$\underbrace{0}_{\text{S-bit znaku}} \quad \underbrace{10000101}_{\text{E-wykładnik}} \quad \underbrace{10010000000000000000000}_{\text{M-mantysa (tylko czesc ulamkowa)}}$$

  - określamy znak liczby

$$S = 0 \quad -\text{liczba dodatnia}$$

  - obliczamy wykładnik (nadmiar: 127)

$$10000101_{(2)} = 128 + 4 + 1 = 133 \quad \Rightarrow \quad E = 133 - \underbrace{127}_{nadmiar} = 6_{(10)}$$

# Standard IEEE 754 - liczby 32-bitowe

- Przykład (cd.):
  - wyznaczamy mantysę dopisując na początku 1, (część całkowita)

$$M = 1{,}10010000000000000000000 =$$
$$= 1\cdot 2^{0} + 1\cdot 2^{-1} + 1\cdot 2^{-4} = 1 + 0{,}5 + 0{,}0625 = 1{,}5625_{(10)}$$

  - wzór na wartość dziesiętną liczby zmiennoprzecinkowej:

$$L = (-1)^{S}\cdot M\cdot 2^{E}$$

  - podstawiając otrzymujemy:

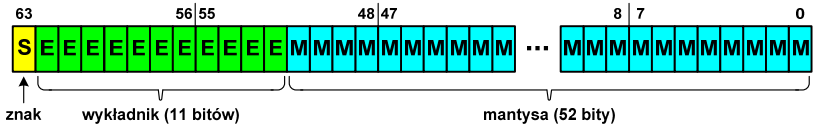
$$S = 0, \qquad E = 6_{(10)}, \qquad M = 1{,}5625_{(10)}$$
$$L = (-1)^{0}\cdot 1{,}5625\cdot 2^{6} = 100_{(10)}$$

$$01000010110010000000000000000000_{(\mathrm{IEEE}\,754)} = 100_{(10)}$$



# Standard IEEE 754 - liczby 64-bitowe

- Liczba podwójnej precyzji przechowywana jest na 64 bitach:




- Pierwszy bit w zapisie (bit nr 63) jest bitem znaku (0 - liczba dodatnia, 1 - liczba ujemna)
- Wykładnik zapisywany jest na 11 bitach (bity nr 62-52) z nadmiarem o wartości 1023
- Wykładnik może przyjmować wartości od -1023 (wszystkie bity wyzerowane) do 1024 (wszystkie bity ustawione na 1)
- Mantysa zapisywana jest na 52 bitach (pierwszy bit mantysy, zawsze równy 1, nie jest zapamiętywany)



# Standard IEEE 754 - zakres liczb

- Pojedyncza precyzja:
  - największa wartość: $\approx 3{,}4\cdot 10^{38}$
  - najmniejsza wartość: $\approx 1{,}4\cdot 10^{-45}$
  - zakres liczb: $\langle -3{,}4\cdot 10^{38} \ldots -1{,}4\cdot 10^{-45}\rangle \cup \{0\} \cup \langle 1{,}4\cdot 10^{-45} \ldots 3{,}4\cdot 10^{38}\rangle$
- Podwójna precyzja:
  - największa wartość: $\approx 1{,}8\cdot 10^{308}$
  - najmniejsza wartość: $\approx 4{,}9\cdot 10^{-324}$
  - zakres liczb: $\langle -1{,}8\cdot 10^{308} \ldots -4{,}9\cdot 10^{-324}\rangle \cup \{0\} \cup \langle 4{,}9\cdot 10^{-324} \ldots 1{,}8\cdot 10^{308}\rangle$
- Podwójna rozszerzona precyzja:
  - największa wartość: $\approx 1{,}2\cdot 10^{4932}$
  - najmniejsza wartość: $\approx 3{,}6\cdot 10^{-4951}$
  - zakres liczb: $\langle -1{,}2\cdot 10^{4932} \ldots -3{,}6\cdot 10^{-4951}\rangle \cup \{0\} \cup \langle 3{,}6\cdot 10^{-4951} \ldots 1{,}2\cdot 10^{4932}\rangle$



# Standard IEEE 754 - precyzja liczb

- Precyzja - liczba zapamiętywanych cyfr znaczących w systemie (10)

  4,86452137846 → 4,864521 - 7 cyfr znaczących

- Precyzja liczby zależy od liczby bitów mantysy
- Liczba bitów potrzebnych do zakodowania 1 cyfry dziesiętnej:

$$10^{1} = 2^{n} \quad \rightarrow \quad n = \log_2(10) \approx 3{,}321928$$

- Liczba cyfr dziesiętnych (d) możliwa do zakodowania na m bitach:

  $\log_2(10)$ bitów - 1 cyfra dziesiętna
  m bitów - d cyfr dziesiętnych

$$d = \frac{m}{\log_2(10)}$$

# Standard IEEE 754 - precyzja liczb

- Dla formatu pojedynczej precyzji:
  - mantysa: 23 + 1 = 24 bity
  - cyfry znaczące: 7

$$d = \frac{24}{\log_2(10)} = \frac{24}{3{,}321928} = 7{,}2247 \approx 7$$

- Dla formatu podwójnej precyzji:
  - mantysa: 52 + 1 = 53 bity
  - cyfry znaczące: 16

$$d = \frac{53}{\log_2(10)} = \frac{53}{3{,}321928} = 15{,}9546 \approx 16$$

- Dla formatu podwójnej rozszerzonej precyzji:
  - mantysa: 63 + 1 = 64 bity
  - cyfry znaczące: 19

$$d = \frac{64}{\log_2(10)} = \frac{64}{3{,}321928} = 19{,}2659 \approx 19$$



# Standard IEEE 754 - precyzja liczb

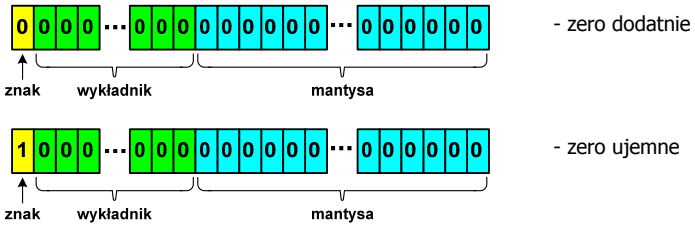
```
#include <stdio.h>

int main()
{
    float x;
    double y;

    x = 1234567890.0; /* 1.234.567.890 */
    y = 1234567890.0; /* 1.234.567.890 */
    printf("float  -> %f\n",x);
    printf("double -> %f\n\n",y);

    y = 12345678901234567890.0;
    printf("double -> %f\n",y);

    return 0;
}
```

```
float  -> 1234567936.000000
double -> 1234567890.000000

double -> 12345678901234567000.000000
```



# Standard IEEE 754 - wartości specjalne

- Zero:

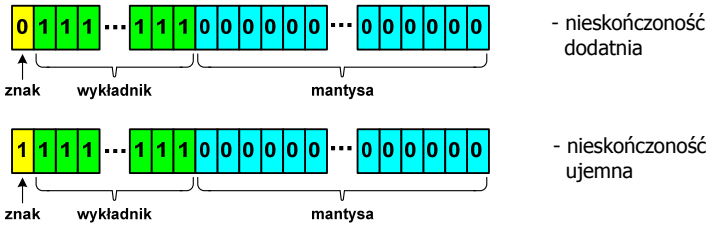



- Podczas porównań zero dodatnie i ujemne są traktowane jako równe sobie



# Standard IEEE 754 - wartości specjalne

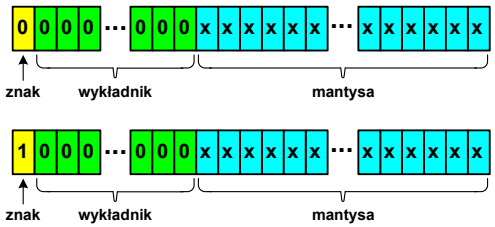
- Nieskończoność:




- Nieskończoność występuje w przypadku wystąpienia nadmiaru (przepełnienia) oraz przy dzieleniu przez zero

# Standard IEEE 754 - wartości specjalne

- Liczba zdenormalizowana:

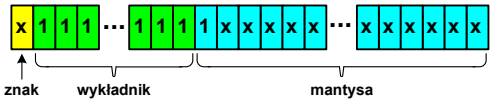



- Pojawia się, gdy występuje niedomiar (ang. underflow), ale wynik operacji można jeszcze zapisać denormalizując mantysę
- Mantysa nie posiada domyślnej części całkowitej równej 1, tzn. reprezentuje liczbę o postaci 0,xxx…xxx, a nie 1,xxx…xxx



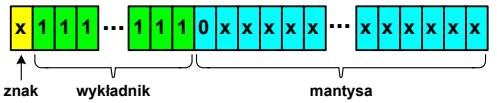
# Standard IEEE 754 - wartości specjalne

- Nieliczby - NaN (Not A Number) - nie reprezentują wartości liczbowej
- Powstają w wyniku wykonania niedozwolonej operacji
- QNaN (ang. Quiet NaN) - ciche nieliczby




  - „przechodzą” przez działania arytmetyczne (brak przerwania wykonywania programu)

- SNaN (ang. Signaling NaN) - sygnalizujące, istotne, głośne nieliczby




  - zgłoszenie wyjątku (przerwanie wykonywania programu)



# Standard IEEE 754 - wartości specjalne

- Standard IEEE 754 definiuje dokładnie wyniki operacji, w których występują specjalne argumenty

| Operacja | Wynik |
|---|---|
| $x / \pm\infty$ | 0 |
| $\pm\infty \cdot \pm\infty$ | $\pm\infty$ |
| $\pm$wart_niezer / 0 | $\pm\infty$ |
| $\infty + \infty$ | $\infty$ |
| $\pm 0 / \pm 0$ | NaN |
| $\infty - \infty$ | NaN |
| $\pm\infty / \pm\infty$ | NaN |
| $\pm\infty \cdot 0$ | NaN |



# Język C - operacje z wartościami specjalnymi

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

int main()
{
  float x = 0.0;
  printf("1.0/0.0     = %f\n",1.0/x);
  printf("-1.0/0.0    = %f\n",-1.0/x);
  printf("0.0/0.0     = %f\n",0.0/x);
  printf("sqrt(-1.0)  = %f\n",sqrt(-1.0));
  printf("1.0/INF     = %f\n",1.0/(1.0/x));
  printf("0*INF       = %f\n",0.0*(1.0/x));

  return 0;
}
```

```
1.0/0.0     =  1.#INF00
-1.0/0.0    = -1.#INF00
0.0/0.0     = -1.#IND00
sqrt(-1.0)  = -1.#IND00
1.0/INF     =  0.000000
0*INF       = -1.#IND00
```

- Środowisko: Microsoft Visual C++ 2008 Express Edition

| Operacja | Wynik |
|---|---|
| $x / \pm\infty$ | 0 |
| $\pm\infty \cdot \pm\infty$ | $\pm\infty$ |
| $\pm$wart_niezer / 0 | $\pm\infty$ |
| $\infty + \infty$ | $\infty$ |
| $\pm 0 / \pm 0$ | NaN |
| $\infty - \infty$ | NaN |
| $\pm\infty / \pm\infty$ | NaN |
| $\pm\infty \cdot 0$ | NaN |

# Reprezentacja liczb zmiennoprzecinkowych w C

- Typy zmiennoprzecinkowe w języku C:

| Nazwa typu | Rozmiar (bajty) | Zakres wartości | Cyfry znaczące |
|---|---|---|---|
| float | 4 bajty | $-3{,}4\cdot10^{38}$ ... $3{,}4\cdot10^{38}$ | 7-8 |
| double | 8 bajtów | $-1{,}8\cdot10^{308}$ ... $1{,}8\cdot10^{308}$ | 15-16 |
| long double | 10 bajtów | $-1{,}2\cdot10^{4932}$ ... $1{,}2\cdot10^{4932}$ | 19-20 |

- Typ long double może mieć także inny rozmiar:

| Środowisko | Rozmiar (bajty) |
|---|---|
| MS Visual C++ 2008 EE | 8 bajtów |
| Borland Turbo C++ Explorer | 10 bajtów |
| Dev-C++ | 12 bajtów |



# Reprezentacja liczb zmiennoprzecinkowych w C

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    float       sf  = 0.0f;
    double      sd  = 0.0;
    long double slg = 0.0L;
    int i;

    for(i=0; i<10000; i++)
    {
        sf  = sf  + 0.01f;
        sd  = sd  + 0.01;
        slg = slg + 0.01L;
    }

    printf("float:       %.20f\n",sf);
    printf("double:      %.20f\n",sd);
    printf("long double: %.20Lf\n",slg);

    return 0;
}
```



# Reprezentacja liczb zmiennoprzecinkowych w C

- Microsoft Visual C++ 2008 Express Edition (long double - 8 bajtów)

```
float:       100.00292575683590000000
double:      100.00000000001425000000
long double: 100.00000000001425000000
```

- Borland Turbo C++ Explorer (long double - 10 bajtów)

```
float:       100.00292575683593750000
double:      100.00000000001425349000
long double: 100.00000000000001388000
```

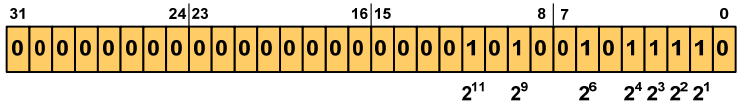
- Dev-C++ (long double - 12 bajtów)

```
float:       100.00292575683590000000
double:      100.00000000001425000000
long double: -6805647338419354100000000000000000000000.0000000000000
```



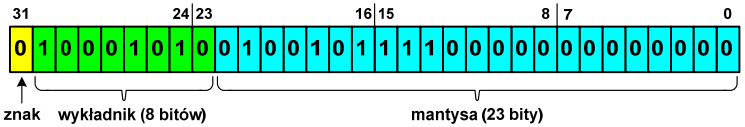
# Liczba $2654_{(10)}$ jako całkowita i rzeczywista w C

- int (4 bajty): $2654_{(10)} = 00\ 00\ 0A\ 5E_{(16)}$




$2^{11} + 2^9 + 2^6 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 = 2048 + 512 + 64 + 16 + 8 + 4 + 2 = 2654_{(10)}$

- float (4 bajty): $2654_{(10)} = 45\ 25\ E0\ 00_{(IEEE\ 754)}$




$+\ 138 - 127 = 11_{(10)}$ $\quad 1\ .0100101111_{(2)} = 1.2958984_{(10)}$

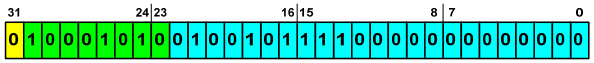
$1.2958984 \cdot 2^{11} = 2654_{(10)}$

# Język C - nieprawidłowy specyfikator formatu

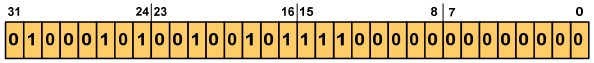
```
int x;
printf("x (%%f) = "); scanf("%f",&x);
printf("x (%%d) = %d\n",x);
printf("x (%%f) = %f\n",x);
printf("x (%%e) = %e\n",x);
```

```
x (%f) = 2654
x (%d) = 1160110080
x (%f) = 0.000000
x (%e) = 5.731705e-315
```

- Zgodnie ze standardem języka C wynik jest niezdefiniowany
- Zapamiętana wartość:




- Wyświetlona wartość przy wykorzystaniu %d:




$2^{30} + 2^{26} + 2^{24} + 2^{21} + 2^{18} + 2^{16} + 2^{15} + 2^{14} + 2^{13} = 1.160.110.080_{(10)}$

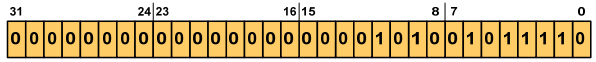


# Język C - nieprawidłowy specyfikator formatu

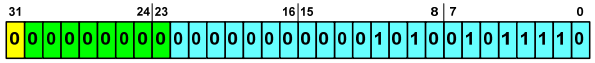
```
float x;
printf("x (%%d) = "); scanf("%d",&x);
printf("x (%%d) = %d\n",x);
printf("x (%%f) = %f\n",x);
printf("x (%%e) = %e\n",x);
```

```
x (%d) = 2654
x (%d) = 0
x (%f) = 0.000000
x (%e) = 3.719046e-042
```

- Zgodnie ze standardem języka C wynik jest niezdefiniowany
- Zapamiętana wartość:




- Wyświetlona wartość przy wykorzystaniu %e:




Liczba zdenormalizowana: 3,719046E-42

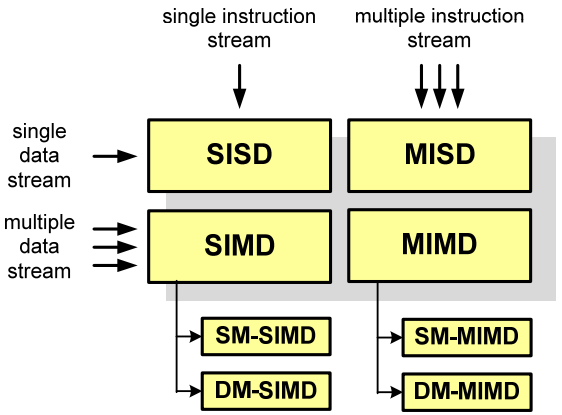


# Klasyfikacja systemów komputerowych

- Taksonomia Flynna - pierwsza, najbardziej ogólna klasyfikacja architektur komputerowych (1972):
  - Flynn M.J.: „Some Computer Organizations and Their Effectiveness", IEEE Transactions on Computers, Vol. C-21, No 9, 1972.
- Opiera się na liczbie przetwarzanych strumieni rozkazów i strumieni danych:
  - strumień rozkazów (Instruction Stream) - odpowiednik licznika rozkazów; system złożony z n procesorów posiada n liczników rozkazów, a więc n strumieni rozkazów
  - strumień danych (Data Stream) - zbiór operandów, np. system rejestrujący temperaturę mierzoną przez n czujników posiada n strumieni danych



# Taksonomia Flynna



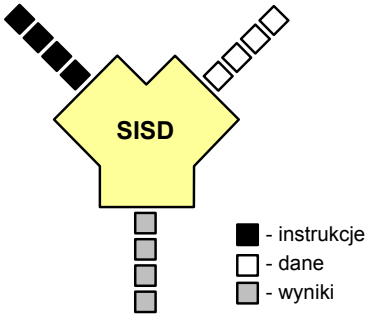

SI - Single instruction
MI - Multiple Instruction

SD - Single Data
MD - Multiple Data

SM - Shared Memory
DM - Distributed Memory

# SISD (Single Instruction, Single Data)

- Jeden wykonywany program przetwarza jeden strumień danych
- Klasyczne komputery zbudowane według architektury von Neumanna
- Zawierają:
  - jeden procesor
  - jeden blok pamięci operacyjnej zawierający wykonywany program.






# SISD (Single Instruction, Single Data)

Komputer IBM PC/AT

Komputer PC

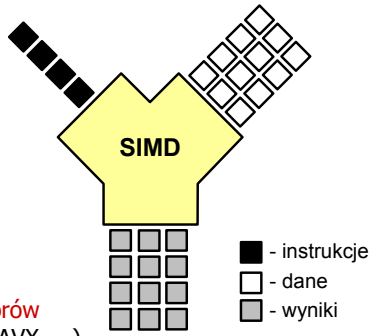
Komputer PC

Laptop



# SIMD (Single Instruction, Multiple Data)

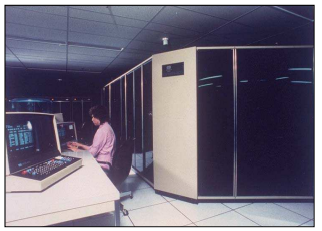
- Jeden wykonywany program przetwarza wiele strumieni danych
- Te same operacje wykonywane są na różnych danych
- Podział:
  - SM-SIMD (Shared Memory SIMD):
    - komputery wektorowe
    - rozszerzenia strumieniowe procesorów (MMX, 3DNow!, SSE, SSE2, SSE3, AVX, …)
  - DM-SIMD (Distributed Memory SIMD):
    - tablice procesorów
    - procesory kart graficznych (GPGPU)






# SM-SIMD - Komputery wektorowe

CDC Cyber 205 (1981)



Cray-1 (1976)

Cray-2 (1985)

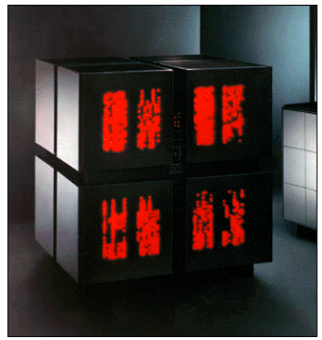
Hitachi S3600 (1994)

# DM-SIMD - Tablice procesorów

Illiac IV (1976)

MasPar MP-1/MP-2 (1990)

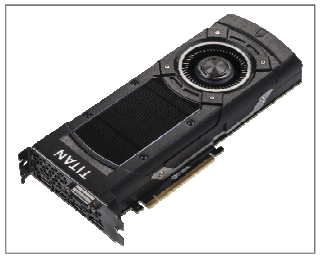
Thinking Machines CM-2 (1987)





# DM-SIMD - Procesory graficzne (GPU)

GeForce GTX Titan X




Tesla V100

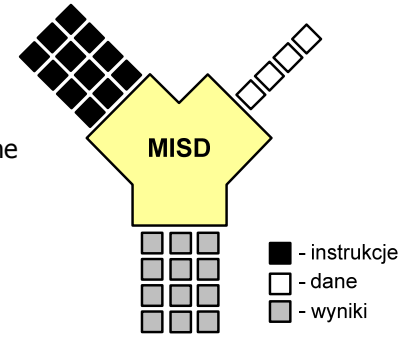

DGX-1 Volta

Tesla D870




# MISD (Multiple Instruction, Single Data)

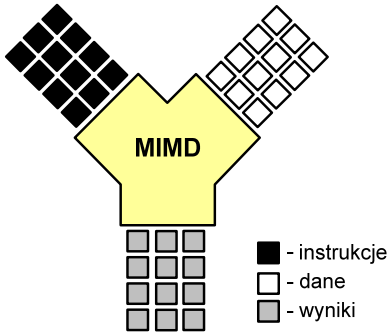
- Wiele równolegle wykonywanych programów przetwarza jednocześnie jeden wspólny strumień danych
- Systemy tego typu nie są spotykane





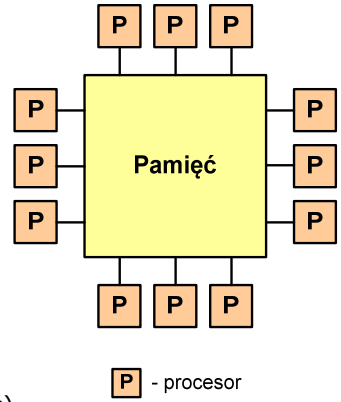

# MIMD (Multiple Instruction, Multiple Data)

- Równolegle wykonywanych jest wiele programów, z których każdy przetwarza własne strumienie danych
- Podział:
  - SM-MIMD (Shared Memory):
    - wieloprocesory
  - DM-MIMD (Distributed Memory):
    - wielokomputery
    - klastry
    - gridy



# SM-MIMD - Wieloprocesory

- Systemy z niezbyt dużą liczbą działających niezależnie procesorów
- Każdy procesor ma dostęp do wspólnej przestrzeni adresowej pamięci
- Komunikacja procesorów poprzez uzgodniony obszar wspólnej pamięci
- Do SM-MIMD należą komputery z procesorami wielordzeniowymi
- Podział:
  - UMA (Uniform Memory Access)
  - NUMA (NonUniform Memory Access)
  - COMA (Cache Only Memory Architecture)






# SM-MIMD - Wieloprocesory

Cray YM-P
(1988)

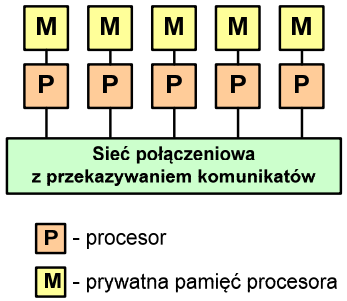
Cray J90
(1994)

Cray
CS6400
(1993)



# DM-MIMD - Wielokomputery

- Każdy procesor wyposażony jest we własną pamięć operacyjną, niedostępną dla innych procesorów
- Komunikacja między procesorami odbywa się za pomocą sieci poprzez przesyłanie komunikatów
- Biblioteki komunikacyjne:
  - MPI (Message Passing Interface)
  - PVM (Parallel Virtual Machine)





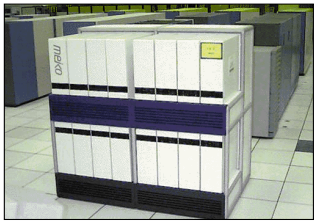

# DM-MIMD - Wielokomputery

Cray T3E
(1995)

Thinking
Machines
CM-5
(1991)

nCube 2s
(1993)

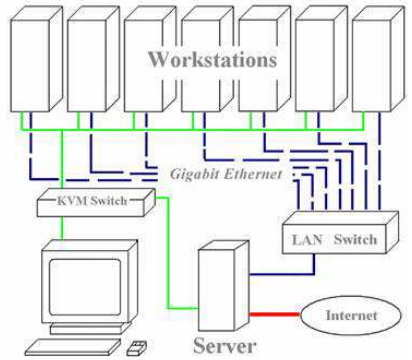
Meiko
CS-2
(1993)



# DM-MIMD - Klastry

- Klaster (cluster):
  - równoległy lub rozproszonego system składający się z komputerów
  - komputery połączone są siecią
  - używany jest jako pojedynczy, zintegrowany zespół obliczeniowy
- Węzeł (node) - pojedynczy komputer przyłączony do klastra i wykonujący zadania obliczeniowe

źródło:
http://leda.elfak.ni.ac.rs/projects/SeeGrid/see_grid.htm




KVM - Keyboard, Video, Mouse



# DM-MIMD - Klastry

- Klastry Beowulf budowane były ze zwykłych komputerów PC

Odin II Beowulf Cluster Layout, University of Chicago, USA



# DM-MIMD - Klastry

- Klastry Beowulf budowane były ze zwykłych komputerów PC

NASA 128-processor Beowulf cluster: A cluster built from 64 ordinary PC's

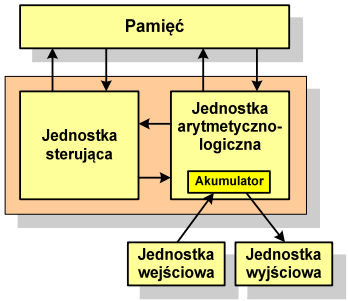


# DM-MIMD - Klastry

Early Aspen Systems Beowulf Cluster With RAID

# Architektura von Neumanna

- Rodzaj architektury komputera, opisanej w 1945 roku przez matematyka Johna von Neumanna
- Inne spotykane 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)





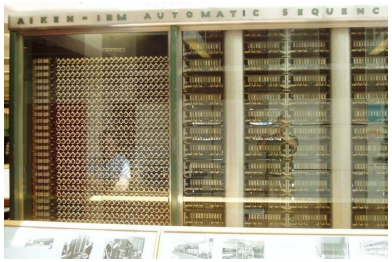

# Architektura von Neumanna - podstawowe cechy

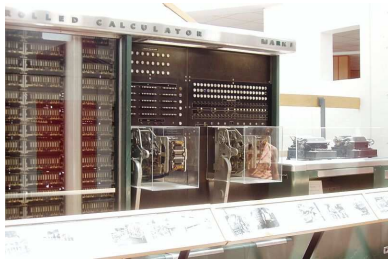
- Informacje przechowywane są w komórkach pamięci (cell) o jednakowym rozmiarze, każda komórka ma numer - adres
- Dane oraz instrukcje programu (rozkazy) zakodowane są za pomocą liczb i przechowywane w tej samej pamięci
- Praca komputera to sekwencyjne odczytywanie instrukcji z pamięci komputera i ich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



# Architektura harwardzka

- Architektura komputera, w której pamięć danych jest oddzielona od pamięci instrukcji
- Nazwa architektury pochodzi komputera Harward Mark I:
  - zaprojektowany przez Howarda Aikena
  - pamięć instrukcji - taśma dziurkowana, pamięć danych - elektromechaniczne liczniki



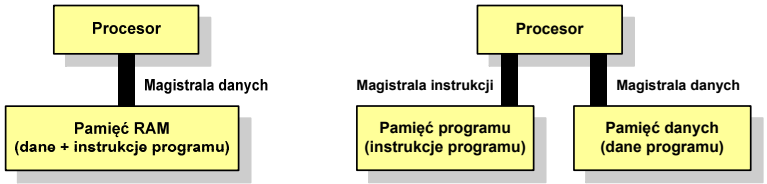



# Architektura harwardzka

- Pamięci danych i instrukcji mogą różnić się:
  - technologią wykonania
  - strukturą adresowania
  - długością słowa
- Przykład:
  - ATmega16 - 16 kB Flash, 1 kB SRAM, 512 B EEPROM
- 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

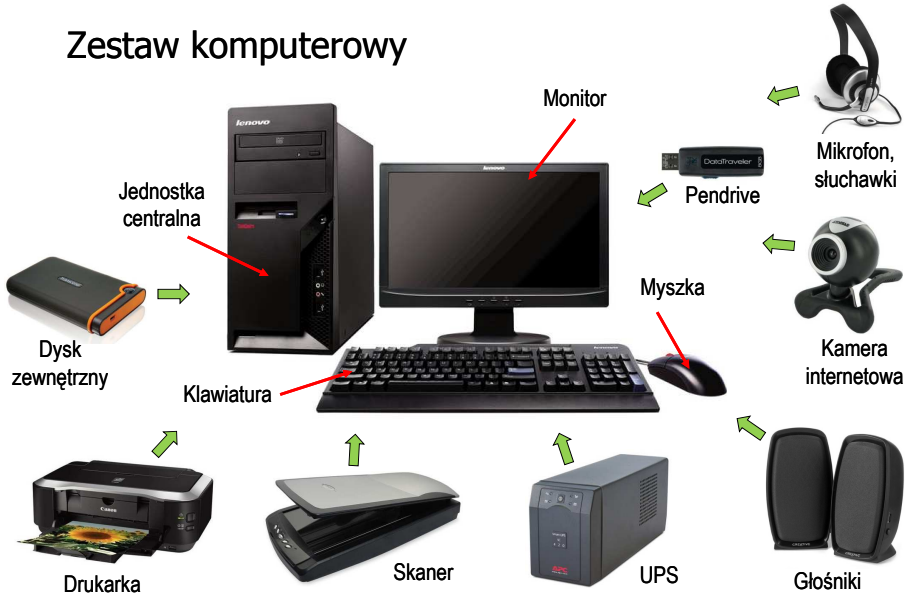



Architektura von Neumanna | Architektura harwardzka

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

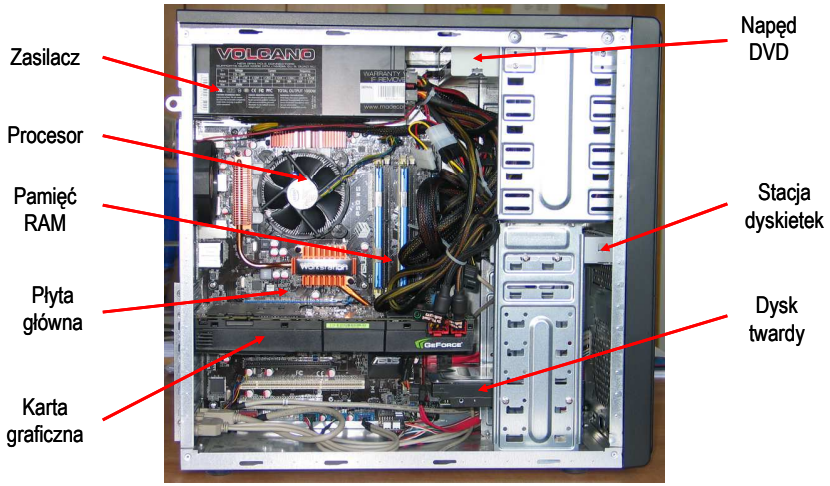


# Zestaw komputerowy






# Jednostka centralna

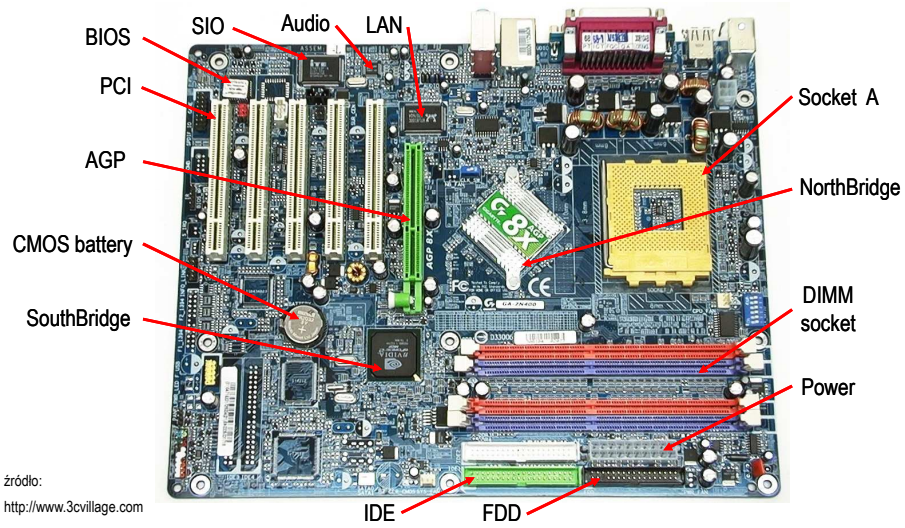





# Płyta główna (motherboard) - przykłady

| Model | Gigabyte GA-7N400-L | Gigabyte GA-X58A-UD5 | Gigabyte G1-Assassin 2 |
|---|---|---|---|
| Rok | 2003 | 2009 | 2011 |
| Gniazdo | Socket A | Socket 1366 | Socket 2011 |
| Procesor | AMD Athlon, Athlon XP | Intel Core i7 | Intel Core i7 |
| Northbridge | nVIDIA nForce 2 Ultra 400 | Intel X58 Express Chipset | Intel X79 |
| Southbridge | nVIDIA nForce 2 MCP | Intel ICH10R | |
| Pamięć | 4 x 184-pin DDR DIMM sockets, max. 3 GB | 6 x 1.5V DDR3 DIMM sockets, max. 24 GB | 4 x 1.5V DDR3 DIMM sockets, max. 32 GB |
| Format | ATX | ATX | ATX |
| Inne | AGP, 5 × PCI, 2 × IDE, FDD, LPT, 2 × COM, 6 × USB, IrDA, RJ45, 2 × PS/2 | 4 × PCIe x16, 2 × PCIe x1, PCI, 8 × SATA II 3 Gb/s, 2 × SATA II 6 Gb/s, 2 × eSATA, IDE, FDD, 2 × RJ45, 10 × USB 2.0, 2 × USB 3.0, 2 × PS/2 | 3 × PCIe x16, 2 × PCIe x1, PCI, 4 × SATA II 3 Gb/s, 4 × SATA III 6 Gb/s, 2 × eSATA, RJ45, 9 × USB 2.0, 3 × USB 3.0, PS/2 |

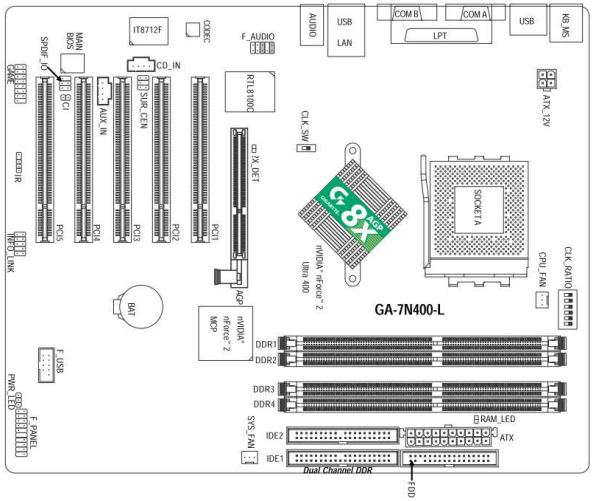
# Gigabyte GA-7N400-L




źródło:
http://www.3cvillage.com



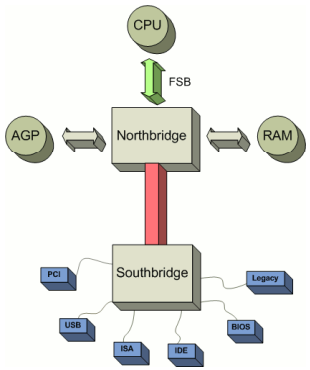
# Gigabyte GA-7N400-L

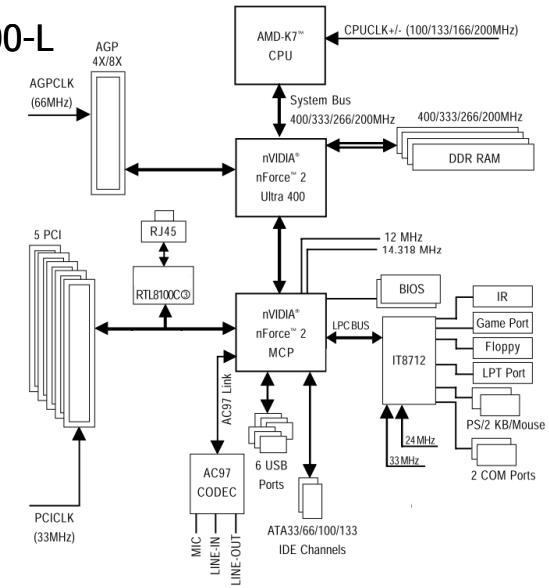



źródło:
GA-7N400 Pro2 / GA-7N400 / GA-7N400-L
AMD Socket A
Processor Motherboard
User's Manual



# Gigabyte GA-7N400-L

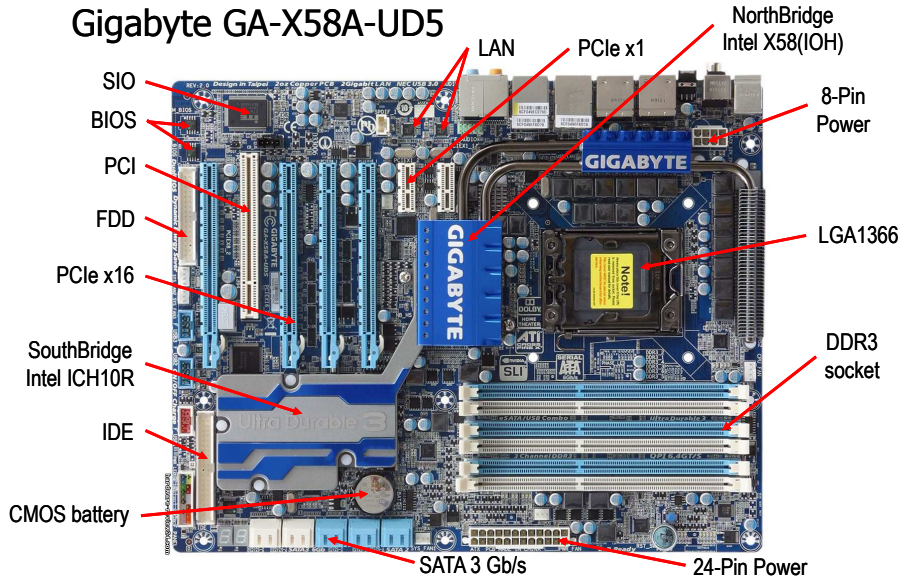


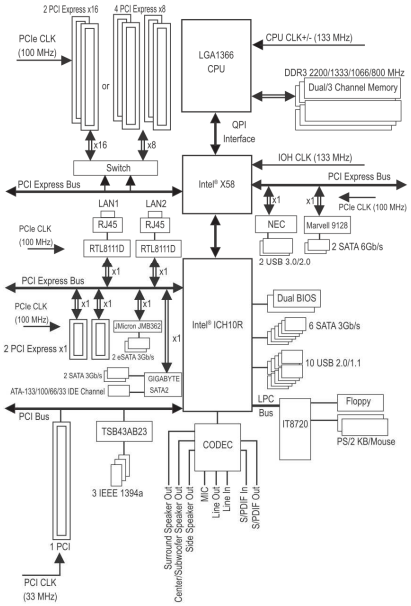

źródło:
GA-7N400 Pro2 / GA-7N400 / GA-7N400-L
AMD Socket A Processor Motherboard
User's Manual



# Gigabyte GA-X58A-UD5



# Gigabyte GA-X58A-UD5

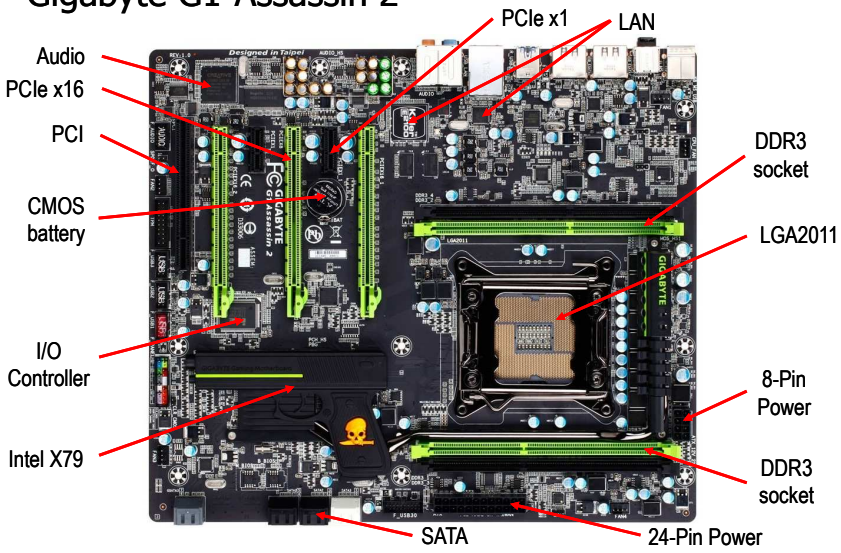



źródło:

GA-X58A-UD5
LGA1366 socket motherboard for Intel ® Core ™ i7 processor family
User's Manual

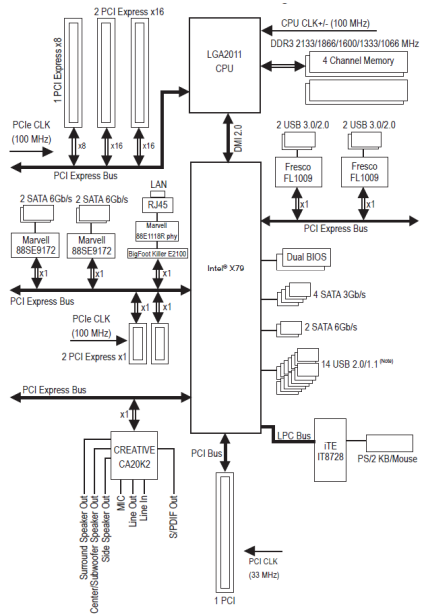


# Gigabyte G1-Assassin 2






# Gigabyte G1-Assassin 2




źródło:

Gigabyte G1.Assassin 2, User's Manual, Rev. 1001



# Płyty główne - standardy

| Standard | Rok | Wymiary |
|---|---|---|
| AT | 1984 (IBM) | 12 × 11–13 in<br>305 × 279–330 mm |
| Baby-AT | 1985 (IBM) | 8.5 × 10–13 in<br>216 × 254–330 mm |
| ATX | 1996 (Intel) | 12 × 9.6 in<br>305 × 244 mm |
| Micro-ATX | 1996 | 9.6 × 9.6 in<br>244 × 244 mm |
| Mini-ITX | 2001 (VIA) | 6.7 × 6.7 in<br>170 × 170 mm max. |
| Nano-ITX | 2003 (VIA) | 4.7 × 4.7 in<br>120 × 120 mm |
| Pico-ITX | 2007 (VIA) | 100 × 72 mm max. |

źródło: http://en.wikipedia.org

# Płyty główne - standardy

Standard-ATX

Micro-ATX

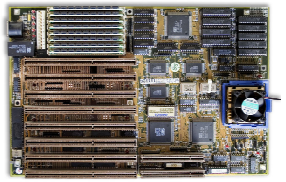
Mini-ITX

Nano-ITX

Pico-ITX

**ATX** (Advanced Technology Extended)

źródło:
http://en.wikipedia.org



**Baby-AT**

**AT** (Advanced Technology)



# Procesory Intel - mikroarchitektury

- Mikroarchitektura - organizacja procesora

| Proces | Mikroarchitektura | Nazwa kodowa | Data | Procesory |
|---|---|---|---|---|
| 65 nm | P6, Netburst | Presler, Cedar Mill, Yonah | 2006-01-05 | Presler, Cedar Mill, Yonah |
| | Core | Merom | 2006-07-27 | Clovertown, Kentsfield, Conroe, Merom |
| 45 nm | | Penryn | 2007-11-11 | Harpertown, Yorkfield, Wolfdale, Penryn |
| | Nehalem | Nehalem | 2008-11-17 | Bloomfield, Lynnfield, Clarksfield |
| 32 nm | | Westmere | 2010-01-04 | Westmere-EX, -EP, Gulftown, Clarkdale |
| | Sandy Bridge | Sandy Bridge | 2011-01-09 | Sandy Bridge-EP, -E, -M, Sandy Bridge |
| 22 nm | | Ivy Bridge | 2012-04-29 | Ivy Bridge-EX, -EP, -E, -M, Ivy Bridge |
| | Haswell | Haswell | 2013-06-02 | Haswell-EX, -EP, -E, -DT, -MB, -LP |
| 14 nm | | Broadwell | 2014-09-05 | Broadwell-EX, -EP, -E |
| | Skylake | Skylake | 2015-08-05 | Skylake-EX, -EP |
| | | Kaby Lake | 2017-01-03 | Kabylake-X |
| | | Coffee Lake | 2017-10-05 | CoffeLake-DT/H |
| 10 nm | | Cannonlake | 2018 | |
| | Icelake | Icelake | 2018 / 2019 | |
| | | Tigerlake | 2019 | |



# Procesory Intel - mikroarchitektury

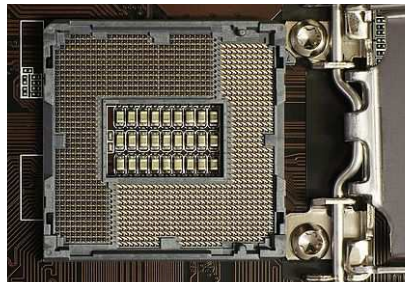
- Mikroarchitektura - organizacja procesora

| Proces | Mikroarchitektura | Nazwa kodowa | Nazwa marketingowa |
|---|---|---|---|
| 65 nm | P6, Netburst | Presler, Cedar Mill, Yonah | Core, Pentium 4, Pentium D, Pentium M, Celeron, Xeon, … |
| | Core | Merom | Core 2, Pentium Dual-Core, Pentium, Celeron Dual-Core, Celeron, Celeron M, Xeon |
| 45 nm | | Penryn | |
| | Nehalem | Nehalem | Core i3, i5, i7, Pentium, Celeron, Xeon |
| 32 nm | | Westmere | |
| | Sandy Bridge | Sandy Bridge | Core i3, i5, i7 (2 gen.), Pentium, Celeron, Xeon |
| 22 nm | | Ivy Bridge | Core i3, i5, i7 (3 gen.), Pentium, Celeron, Xeon |
| | Haswell | Haswell | Core i3, i5, i7 (4 gen.), Pentium, Celeron, Xeon |
| 14 nm | | Broadwell | Core i3, i5, i7 (5 gen.), Core M, Pentium, Celeron, Xeon |
| | Skylake | Skylake | Core i3, i5, i7 (6 gen.), Core M, Pentium, Celeron, Xeon |
| | | Kaby Lake | Core i3, i5, i7, Celeron, Pentium, Xeon |
| | | Coffee Lake | Core i3, i5, i7, i9, Celeron, Pentium Gold |
| 10 nm | | Cannonlake | |
| | Icelake | Icelake | |
| | | Tigerlake | |



# Procesory Intel - LGA 1150 (Socket H3)

- LGA (Land Grid Array) - na procesorze złocone, miedziane, płaskie styki, dociskane do pinów w gnieździe na płycie głównej
- czerwiec 2013 roku, liczba pinów: 1150
- procesory:
  - Haswell (22 nm): Celeron, Pentium, Core i3 / i5 / i7
  - Broadwell (14 nm): Core M, Celeron, Pentium, Core i3 / i5 / i7
- chipsety:
  - Haswell: H81, B85, Q85, Q87, H87, Z87
  - Broadwell: Z97, H97

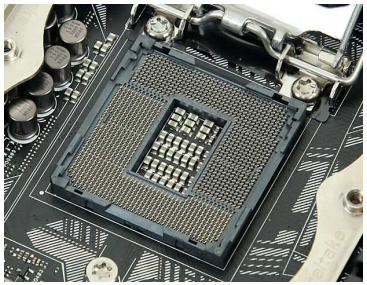


LGA 1150

# Procesory Intel - LGA 1151 (Socket H4)

- sierpień 2015 roku, liczba pinów: 1151
- procesory Skylake (14 nm) i Kaby Lake (14 nm)
- wsparcie dla pamięci RAM: DDR4, DDR3(L)


Core i7-6700K

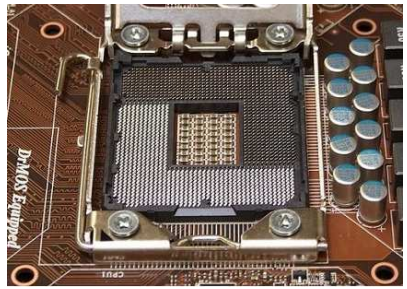


LGA 1151



# Procesory Intel - LGA 2011 (Socket R)

- listopad 2011 roku, liczba pinów: 2011
- procesory:
  - Sandy Bridge-E/EP (22 nm): Core i7, Xeon
  - Ivy Bridge-E/EP (14 nm): Core i7, Xeon
  - Haswell-E (22 nm): Core i7
- chipsety: Intel X79, X99
- 4-kanałowy kontroler pamięci
- PCI Express 3.0
- inne wersje:
  - LGA 2011-1 (luty 2014)
  - LGA 2011-v3 (sierpień 2014)

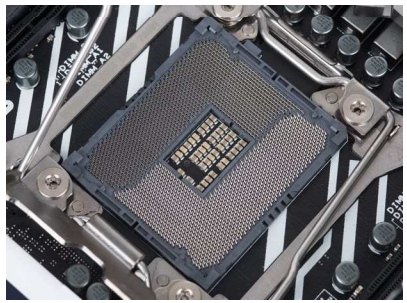


LGA 2011



# Procesory Intel - LGA 2066 (Socket R4)

- czerwiec 2017, liczba pinów: 2066
- procesory:
  - Skylake-X
  - Kaby Lake-X
  - Skylake-SP
  - Cascade Lake-X
- chipsety: Intel X299

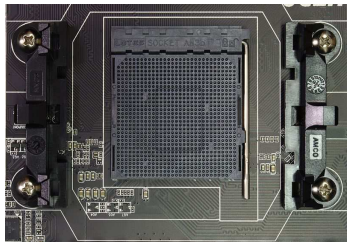


LGA 2066



# Procesory AMD - Socket AM3+

- PGA-ZIF - nóżki znajdują się na procesorze
- 2011 rok, liczba kontaktów: 942
- mikroarchitektura Bulldozer
- procesory: Athlon II, Phenom II, FX

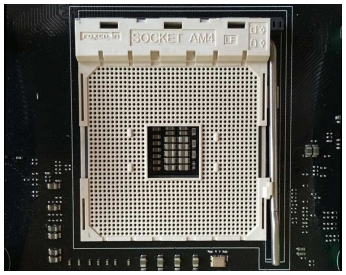


Socket AM3+


AMD Phenom II

# Procesory AMD - Socket AM4

- 2017 rok, liczba kontaktów: 1331
- mikroarchitektura: Zen, Excavator
- obsługa: DDR4 Memory, PCIe Gen 3, USB 3.1 Gen2 10Gbps, NVMe
- procesory: Bristol Ridge, Summit Ridge, Raven Ridge

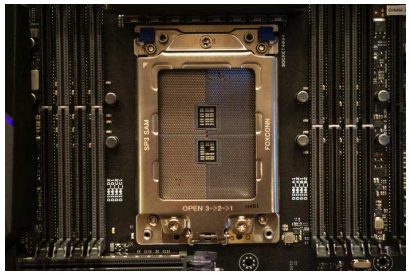



Socket AM4



# Procesory AMD - Socket TR4

- 10 sierpnia 2017 r., liczba pinów: 4094
- inne nazwy: Socket Threadripper 4, Socket SP3r2
- procesory: Zen, Ryzen Threadripper
- pierwsza podstawka LGA przeznaczona na rynek konsumencki

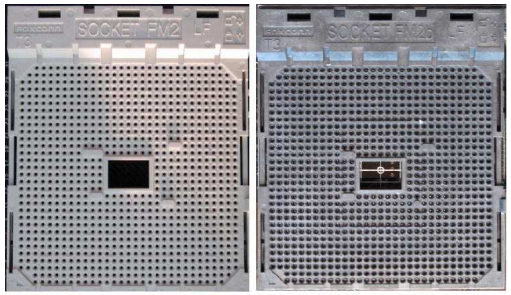


Socket AM4



# Procesory AMD - Socket FM2/FM2+

- FM2: wrzesień 2012, liczba kontaktów: 904, AMD Trinity
- FM2+: 2013, liczba kontaktów: 906, AMD Kaveri
- przeznaczenie: APU (Accelerated Processing Unit) drugiej generacji
- APU - połączenie tradycyjnego procesora x86 z proc. graficznym




Socket FM2 Socket FM2+



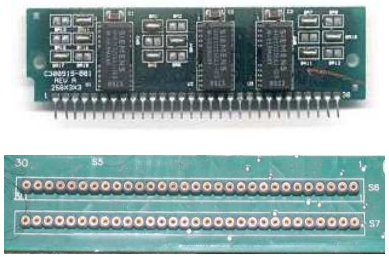
# Moduły pamięci

## DIP

- Dual In-line Package
- zastosowanie: XT, AT
- rok: 1981

## SIPP

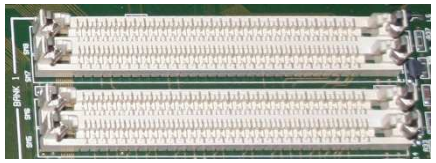
- Single In-line Pin Package
- liczba pinów: 30
- zastosowanie: AT, 286, 386
- rok: 1983



# Moduły pamięci

## SIMM (30-pins)

- Single Inline Memory Module
- liczba styków: 30 (te same styki po obu stronach modułu)
- pojemność: 256 KB, 1 MB, 4 MB, 16 MB
- zastosowanie: 286, 386, 486
- rok: 1994

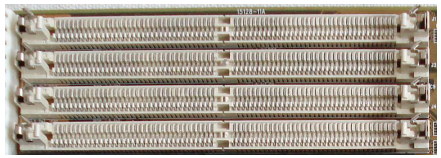


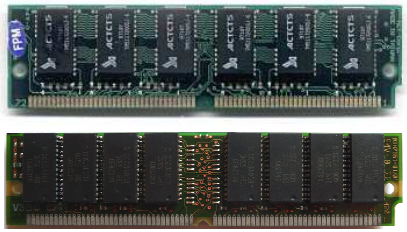



# Moduły pamięci

## SIMM (72-pins)

- Single Inline Memory Module
- liczba styków: 72 (te same styki po obu stronach modułu)
- pojemność [MB]: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128
- zastosowanie: 486, Pentium, AMD K5, AMD K6
- rok: 1996








# Moduły pamięci

## DIMM

- Dual In-Line Memory Module
- styki po przeciwnych stronach modułu mają inne znaczenie
- najczęściej stosowane moduły DIMM:
  - 72-pinowe, stosowane w SO-DIMM (32-bitowe)
  - 144-pinowe, stosowane w SO-DIMM (64-bitowe)
  - 168-pinowe, stosowane w SDR SDRAM
  - 184-pinowe, stosowane w DDR SDRAM
  - 240-pinowe, stosowane w DDR2 SDRAM
  - 240-pinowe, stosowane w DDR3 SDRAM
  - 288-pinowe, stosowane w DDR4 SDRAM



# Moduły pamięci

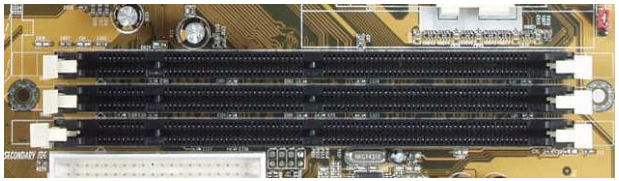
## SDR SDRAM

- Single Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory
- liczba styków: 168
- pojemność [MB]: 16, 32, 64, 128, 256, 512
- zasilanie: 3,3 V
- zastosowanie: Pentium, Pentium II, Pentium III, Pentium IV Celeron, AMD K6

| Oznaczenie | Częstotliwość | Przepustowość | Czas dostępu | Rok |
|---|---|---|---|---|
| PC66 | 66 MHz | 533 MB/s | 12-15 ns | 1997 |
| PC100 | 100 MHz | 800 MB/s | 8-10 ns | 1998 |
| PC133 | 133 MHz | 1067 MB/s | 7,5 ns | 1999 |

# Moduły pamięci

## SDR SDRAM



# Moduły pamięci

## DDR SDRAM

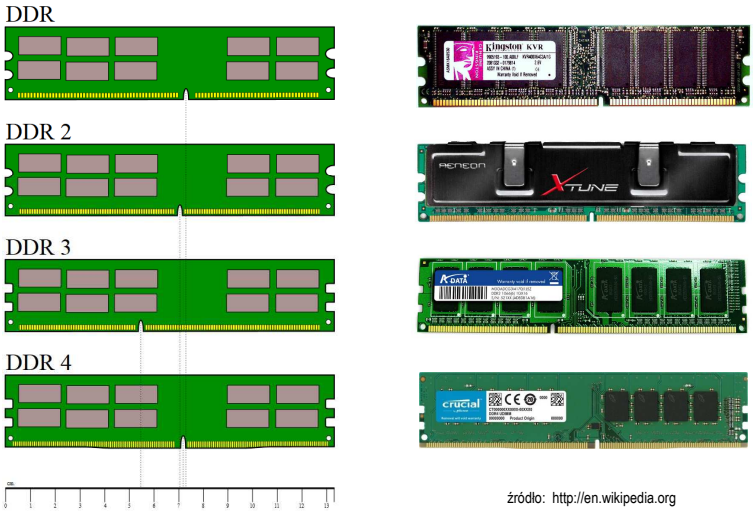
- Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory

| Typ | Piny | Zasilanie | Rok |
|---|---|---|---|
| DDR | 184 | 2,5 V | 1999 |
| DDR2 | 240 | 1,8 V | 2003 |
| DDR3<br>DDR3L<br>DDR3U | 240 | 1,5 V<br>1,35 V<br>1,2 V | 2007/2009 |
| DDR4 | 288 | 1,2 V | 2014 |

- DDR przesyła 2 bity w ciągu jednego taktu zegara
- DDR2 przesyła 4 bity w ciągu jednego taktu zegara



# Moduły pamięci DDR - porównanie




źródło: http://en.wikipedia.org



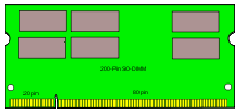
# Moduły pamięci

## SO-DIMM

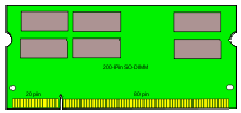
- Small Outline Dual In-line Memory Module
- stosowane głównie w laptopach, drukarkach, ruterach
- najczęściej stosowane moduły:
  - 72-pinowe (32-bitowe)
  - 100-pinowe
  - 144-pinowe (64-bitowe)
  - 200-pinowe pamięci DDR SDRAM i DDR-II SDRAM
  - 204-pinowe DDR3
  - 260-pinowe DDR4

# Moduły pamięci SO-DIMM - porównanie

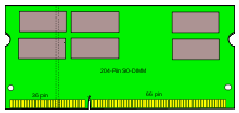
SO-DIMM DDR




SO-DIMM DDR 2




SO-DIMM DDR 3






# Obudowa komputera - podział (wymiary, kształt)

Desktop

Mini-ITX

Mini tower

Midi tower

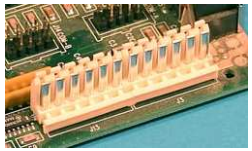
Big tower

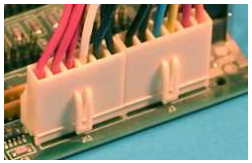


# Obudowa komputera - architektura AT

Zasilacz AT


P9/P8 connectors



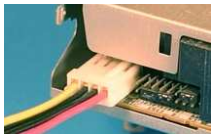


źródło:
http://www.playtool.com/pages/psuconnectors/connectors.html

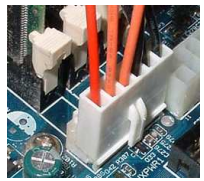


# Obudowa komputera - architektura AT

4-pin Molex connector



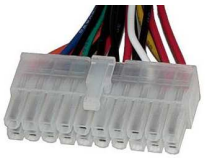
4-pin Berg connectors



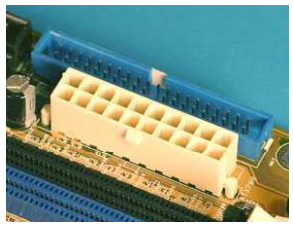
6-pin Auxiliary Power Connector

# Obudowa komputera - architektura ATX

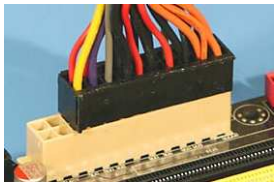
Zasilacz ATX

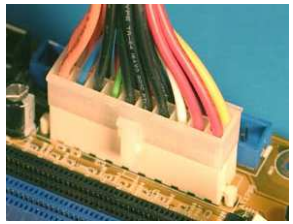


20-pin ATX power connector



Złącze 20-pinowe można włożyć do gniazda 24-pinowego





źródło:

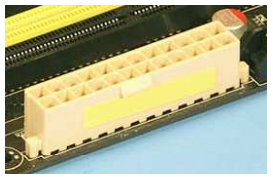
http://www.playtool.com/pages/psuconnectors/connectors.html



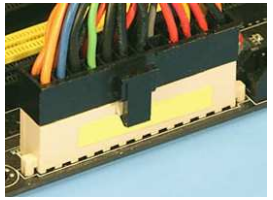
# Obudowa komputera - architektura ATX

Zasilacz ATX

24-pin ATX power connector



Złącze 24-pinowe można włożyć do gniazda 20-pinowego



źródło:

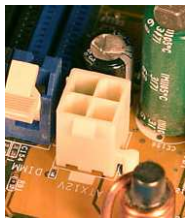
http://www.playtool.com/pages/psuconnectors/connectors.html

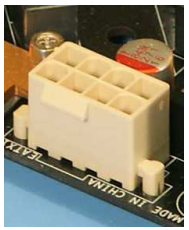


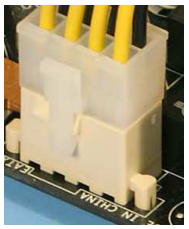
# Obudowa komputera - architektura ATX

4-pin ATX 12 V

8-pin ATX 12 V









# Obudowa komputera - architektura ATX

6-pin PCI Express

8-pin PCI Express

Serial ATA power connector

4-pin Berg connector

4-pin Molex connector

Koniec wykładu nr 4/5

# Dziękuję za uwagę!

(następny wykład: 20.04.2018)