

## 1. MASZYNOWA REPREZENTACJA INFORMACJI

### 1.1. Pozycyjne systemy liczenia

- Przykładem pozycyjnego systemu liczenia (liczbowego) jest system dziesiętny (system o podstawie 10).
- Każda liczba całkowita  $N \geq 2$  może być **podstawą** systemu liczenia (mówimy wówczas o systemie o podstawie N).
- W informatyce najczęściej wykorzystywane systemy liczbowe:
  - dziesiętny (**decymalny**),
  - dwójkowy (**binarny**),
  - ósemkowy (**oktalny**),
  - szesnastkowy (**heksadecymalny**).
- Do zapisu liczb wykorzystywane są cyfry:
  - w systemie dwójkowym: 0, 1;
  - w systemie dziesiętnym: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9;
  - w systemie ósemkowym: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7;
  - w systemie szesnastkowym: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F;
  - w systemie o podstawie N: 0, 1, ..., N - 1
- O tym z jakim systemem liczbowym mamy do czynienia zazwyczaj informuje podstawa systemu podawana w indeksie dolnym liczby lub

dodatkowa litera na końcu liczby (często za wyjątkiem systemu dziesiętnego), np.

- w systemie dwójkowym:  $101_{(2)}$  lub **101b**,
- w systemie dziesiętnym:  $353_{(10)}$  lub **353d** lub 353,
- w systemie szesnastkowym:  $3A_{(16)}$  lub **3Ah**,
- w systemie ósemkowym:  $71_{(8)}$  lub **71o**.

- Liczby w różnych systemach:

System dziesiętny	System dwójkowy	System ósemkowy	System szesnastkowy
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	1 0000	20	10

- Cechą charakterystyczną systemów pozycyjnych jest to, że wartość cyfry uzależniona jest od jej **pozycji**.

Przykład

Liczby w systemie dziesiętnym (system o podstawie 10):

$353_{(10)} = 3 \cdot 100 + 5 \cdot 10 + 3 \cdot 1 = 3 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0$   
 $2,42_{(10)} = 2 \cdot 1 + 4 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,01 = 2 \cdot 10^0 + 4 \cdot 10^{-1} + 2 \cdot 10^{-2}$

$$W = \sum_i c_i \cdot 10^i$$

Przykład

Liczba w systemie o podstawie N:

$12AB,CD_{(N)} = 1 \cdot N^3 + 2 \cdot N^2 + A \cdot N^1 + B \cdot N^0 + C \cdot N^{-1} + D \cdot N^{-2}$

$$W = \sum_i c_i \cdot N^i$$

- Zamiana całkowitej liczby dziesiętnej na liczbę w systemie liczbowym o podstawie N – w dzieleniu **całkowitym** należy:

1. podzielić liczbę dziesiętną przez N,
2. zapisać resztę,
3. z otrzymanym ilorazem przejść do kroku 1 (podzielić przez N).

Operację należy przeprowadzać aż do momentu, kiedy iloraz osiągnie wartość **0**. Wtedy odczytane **od końca reszty** będą liczbą w systemie liczbowym o podstawie N.

Przykład

Zamiana liczby 32 na liczbę w systemie o podstawie 3.

liczba lub iloraz z poprzedniego kroku		N		iloraz	reszta z dzielenia
32	:	3	=	10	2
10	:	3	=	3	1
3	:	3	=	1	0
1	:	3	=	0	1

↑  
kierunek odczytania liczby

$32_{(10)} = 1012_{(3)}$

- Zamiana ułamka dziesiętnego (części ułamkowej liczby) na ułamek w systemie liczbowym o podstawie N – należy:

1. pomnożyć liczbę przez N,
2. zapisać **część całkowitą** otrzymanego iloczynu,
3. z częścią ułamkową otrzymanego iloczynu przejść do kroku 1 (pomnożyć przez N).

Operację należy przeprowadzać do momentu, aż iloczyn będzie **liczbą całkowitą** (tzn. jego część po przecinku będzie wynosiła 0). Wtedy zapisywane **części całkowite** otrzymanych iloczynów (w kroku 2) przedstawiają ułamek w systemie liczbowym o podstawie N.

Przykład

Zamiana liczby dziesiętnej 0,6875 na ułamek w systemie liczbowym o podstawie 2.

ułamek lub część „po przecinku” z poprzedniego kroku		N		iloczyn	część całkowita iloczynu
0,6875	*	2	=	1,375	1
0,375	*	2	=	0,75	0
0,75	*	2	=	1,5	1
0,5	*	2	=	1,0	1

kierunek odczytania liczby ↓

$0,6875_{(10)} = 0,1011_{(2)}$

1.2. System binarny

- Wszelkie informacje przetwarzane, przechowywane oraz przesyłane w systemach komputerowych mają postać **... binarna ...**, czyli są zapisane w **systemie dwójkowym** (systemie liczbowym o podstawie 2).
- System binarny jest **... pozycyjnym ...** systemem liczbowym

Przykład

Liczba w systemie dwójkowy (system o podstawie 2):

$101,11_{(2)} = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} = 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,25 = 5,75$

$$W = \sum_i c_i \cdot 2^i$$

1.2.1. Zamiana liczb dziesiętnych na system binarny

$29_{(10)} = ?_{(2)}$

liczba lub iloraz z poprzedniego kroku		N		iloraz	reszta z dzielenia
29	:	2	=	14	<b>1</b>
14	:	2	=	7	<b>0</b>
7	:	2	=	3	<b>1</b>
3	:	2	=	1	<b>1</b>
1	:	2	=	0	<b>1</b>

$29_{(10)} = \mathbf{11101}_{(2)}$  ↑

$0,35_{(10)} = ?_{(2)}$

ułamek lub część „po przecinku” z poprzedniego kroku		N		iloczyn	część całkowita iloczynu
0,35	*	2	=	0,7	<b>0</b>
0,7	*	2	=	1,4	<b>1</b>
0,4	*	2	=	0,8	<b>0</b>
0,8	*	2	=	1,6	<b>1</b>
0,6	*	2	=	1,2	<b>1</b>
0,2	*	2	=	0,4	<b>0</b>
0,4	*	2	=	0,8	<b>0</b>
0,8	*	2	=	1,6	<b>1</b>
...	*	2	=	...	...

$0,35_{(10)} = \mathbf{... 0,0101101...}_{(2)}$

ułamek okresowy nieskończony

Wniosek: ułamek dziesiętny o skończonej liczbie cyfr może wymagać ułamka binarnego o **... nieskończonej liczbie cyfr ...**

### 1.2.2. Operacje arytmetyczne na liczbach binarnych

- Zasad obowiązujące przy wykonywaniu działań arytmetycznych na liczbach binarnych są **takie same** jak w systemie dziesiętnym.
- Dużym ułatwieniem w biegłym posługiwaniu się systemem dwójkowym oraz w konwersji pomiędzy systemami jest:
  1. znajomość postaci binarnej liczb dziesiętnych od 0 do 15,
  2. znajomość kolejnych potęg liczby 2 od  $2^0$  do  $2^{16}$ ,
  3. świadomość, że w systemie binarnym liczby „okrągłe” (tzn. składające się z jedynki i samych zer) mają wartość  $2^n$ , gdzie  $n$  jest **liczbą zer** w zapisie,
  4. świadomość, że mnożenie liczby binarnej przez kolejne potęgi liczby 2 (10b, 100b, 1000b, czyli 2, 4, 8 itd.) oznacza dopisanie na końcu odpowiedniej **liczby zer**, np.  $101b * 100b = 10100b$ ,
  5. świadomość, że dopisanie do liczby binarnej zera na końcu oznacza zwiększenie jej wartości **dwa** razy, dopisanie dwóch zer – zwiększenie wartość **cztery** razy itd. (co wynika z wcześniejszego punktu),
  6. świadomość, że cyfra 1 na końcu liczby binarnej oznacza, że jest ona **nieparzysta** oraz o jeden większa od liczby z zerem na końcu i pozostałymi cyframi takimi samymi.

#### Przykład

Ile wynosi wartość liczby 101001b ?

Jeżeli wiemy, że 101b ma wartość **5**, to:

- liczba 101000b, jest **8 razy** większa od liczby 101b (bo ma **trzy** zera więcej, a  **$2^3$  to 8**) czyli jej wartość wynosi **40**.

- do tej liczby należy dodać **jeden**, bo interesująca nas liczba to 101001b.

Czyli szukana wartość to **41**.

#### 1.2.2.1. Dodawanie

Elementarne operacje to:

- $0 + 0 = 0$ ,
- $0 + 1 = 1 + 0 = 1$ ,
- $1 + 1 = 10_{(2)}$  – co przy dodawaniu pozycyjnym (pisemnym) oznacza „**0 i 1 dalej**”.

#### Przykład

Działanie matematyczne:  $7 + 10$

$$\begin{array}{r} 111 \\ 0111 \\ + 1010 \\ \hline 10001 \end{array}$$

#### 1.2.2.2. Mnożenie

Elementarne operacje to:

- $0 * 0 = 0$ ,
- $0 * 1 = 1 * 0 = 0$ ,
- $1 * 1 = 1$ .

#### Przykład

Działanie matematyczne:  $5 * 3$

$$\begin{array}{r}
 101 \\
 * 11 \\
 \hline
 101 \\
 101 \\
 \hline
 1111
 \end{array}$$

### 1.2.2.3. Odejmowanie

Elementarne operacje to:

- $0 - 0 = 0$ ,
- $1 - 0 = 1$ ,
- $1 - 1 = 0$ ,
- $0 - 1 = 1$  – co oznacza, że wystąpiła **pożyczka** z poprzedniej pozycji.  
Uwaga: Z poprzedniej pozycji **pożyczamy** **zawsze 1**, ale to „1” przechodząc na następną pozycję ma wartość 10b (ponieważ system jest pozycyjny), co oznacza że odejmowanie wygląda tak: „10b - 1 = 1”.

#### Przykład

Działanie matematyczne:  $9 - 3$

$$\begin{array}{r}
 1001 \\
 - 11 \\
 \hline
 101
 \end{array}$$

### 1.2.2.4. Dzielenie

#### Przykład

Działanie matematyczne:  $14 : 3$

$$\begin{array}{r}
 100,101\dots \\
 \hline
 1110:11 \\
 11 \\
 \hline
 00100 \\
 11 \\
 \hline
 100 \\
 11 \\
 \hline
 \dots
 \end{array}$$

## 1.3. System szesnastkowy

- Cyfry w systemie szesnastkowym:
  - 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.
- Przykładowe – ale często spotykane w zagadnieniach związanych z architekturą komputerów – liczby w systemie szesnastkowym, to:
  - Fh = **15**,
  - 10h = **16**,
  - 20h = **32**,
  - FFh = **255**,
  - 100h = **256**.
- Zamiana liczby w systemie szesnastkowym na liczbę w systemie dwójkowym:
  - dzielimy liczbę binarną na grupy **po 4 cyfry** - rozpoczynając od pozycji separatora dziesiętnego,

- wartość każdej wydzielonej grupy zapisujemy za pomocą **... jednej ... cyfry** szesnastkowej.

#### Przykład

$$1111100000_{(2)} = ?_{(16)} \Rightarrow 0011 \mid 1110 \mid 0000 = 3E0_{(16)} \Rightarrow 1111100000_{(2)} = 3E0_{(16)}$$

Polecenie: Przeprowadź ogólny dowód, że taka zamiana liczb (grupowanie po cztery cyfry) pomiędzy systemami jest prawidłowa.

Uwaga: Do swobodnego posługiwania się systemem binarnym i szesnastkowym konieczna jest dobra znajomość kolejnych potęg liczby 2: od  $2^0$  do  $2^{16}$  i kolejnych potęg liczby 16: od  $16^0$  do  $16^4$ .

#### • Przyczyny stosowania systemu szesnastkowego:

- znacznie większa **... zwężłość zapisu ...** w porównaniu z zapisem binarnym (4 cyfry binarne = 1 cyfra szesnastkowa),
- **... prosta konwersja ...** pomiędzy systemem binarnym i szesnastkowym,
- liczba bitów w jednej komórce pamięci jest (zwykle) wielokrotnością liczby 4, co znacznie ułatwia przedstawienie jej zawartości w systemie szesnastkowym.

### 1.3.1. Operacje arytmetyczne na liczbach szesnastkowych

#### 1.3.1.1. Dodawanie

##### Przykład

Działanie matematyczne:  $17h + 1Ah$

$$\begin{array}{r} 17 \\ + 1A \\ \hline 31 \end{array}$$

#### 1.3.1.2. Mnożenie

##### Przykład

Działanie matematyczne:  $15h * 3h$

$$\begin{array}{r} 15 \\ * 31 \\ \hline \end{array}$$

Uwaga: Należy zauważyć, że mnożenie liczby przez kolejne potęgi liczby 16 (16, 256, 4096 itd. czyli 10h, 100h, 1000h) można potraktować jako dopisanie na końcu odpowiedniej liczby zer (stosownie do wykładnika potęgi), np.  $10 * 16 = Ah * 10h = A0h$

#### 1.3.1.3. Odejmowanie

##### Przykład

Działanie matematyczne:  $10Ah - Ch$

$$\begin{array}{r} 10A \\ - C \\ \hline FE \end{array}$$

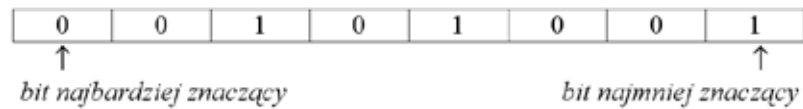
## 1.4. Reprezentacja liczb całkowitych

### 1.4.1. Liczby całkowite bez znaku

- Na kolejnych bitach przechowywane są poszczególne **cyfry binarne** **...**

#### Przykład

Liczba  $41_{(10)}$  w komórce ośmiobitowej:



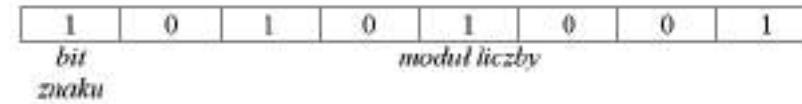
### 1.4.2. Liczby całkowite ze znakiem

#### 1.4.2.1. Reprezentacja bezpośrednia (kod prosty)

- Jest to prosta reprezentacja liczb całkowitych ze znakiem (reprezentacja typu **znak-moduł**, reprezentacja **bezpośrednia, kod prosty** **...**)
- Do kodowania informacji o znaku służy najbardziej znaczący bit:
  - wartość 0 oznacza liczbę **dodatnią (plus)** **...**,
  - wartość 1 oznacza liczbę **ujemną (minus)** **...**

#### Przykład

Liczba  $-41_{(10)}$  w komórce ośmiobitowej:



- Wady reprezentacji znak-moduł:
  - możliwe są dwa sposoby reprezentacji zera: **...** lub **...** **...**
  - występują problemy przy realizacji obliczeń na **liczbach ujemnych** **...**

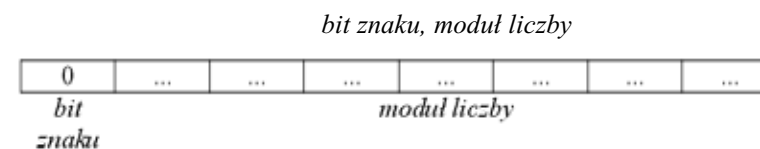
#### Przykład

Działanie matematyczne:  $-2 + 3$

$$\begin{array}{r}
 10000010 \quad (-2) \\
 + 00000011 \quad (+3) \\
 \hline
 10000101 \quad (-5)
 \end{array}$$

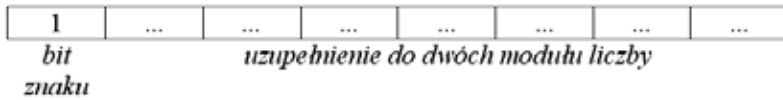
#### 1.4.2.2. Kod uzupełnieniowy

- Kod uzupełnieniowy służy do reprezentacji liczb całkowitych (także nieujemnych).
- Liczby całkowite **nieujemne** przyjmują postać (**... kod prosty ...**):



- Liczby całkowite **ujemne** przyjmują postać bitu znaku równego 1 i **... uzupełnienie do dwóch modułu liczby ...**:

*bit znaku, uzupełnienie do dwóch modułu liczby*



- Uzupełnieniem do dwóch ( $U_2$ ) dodatniej liczby binarnej  $b$  zapisanej na  $N$  bitach jest wartość  $u$  wyrażona wzorem:

$$u = 2^N - b$$

#### Przykład

Ile wynosi uzupełnienie do dwóch liczby 3 zapisane na czterech bitach?

$$b = 0011_{(2)} = 3_{(10)} \text{ a } N = 4.$$

$$2^N = 2^4 = 16_{(10)} = 10000_{(2)}$$

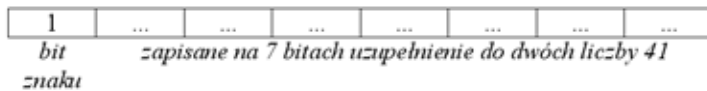
$$2^N - b = 16_{(10)} - 3_{(10)} = 13_{(10)} = 11001_{(2)}$$

Uzupełnieniem do dwóch liczby  $0011_{(2)}$  jest  $1101_{(2)}$ .

#### Przykład

Ile wynosi kod uzupełnieniowy liczby  $-41_{(10)}$  zapisany w komórce 8-bitowej?

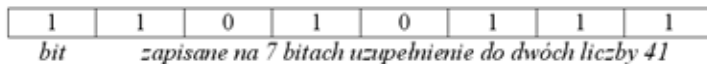
Należy zapisać bit znaku (1, bo liczba jest ujemna) oraz na 7 bitach uzupełnienia do dwóch liczby 41:



$$2^7 = 128$$

$$2^7 - 41 = 128 - 41 = 87_{(10)} = 1010111_{(2)}$$

czyli:



- Zapis liczby nieujemnej w kodzie prostym i uzupełnieniowym jest **identyczny**
- Konwersja liczby ujemnej z zapisu w kodzie prostym na kod uzupełnieniowy (lub z kodu uzupełnieniowego na prosty):
  - **negacja** wszystkich bitów z **wyjątkiem** bitu znaku,
  - do otrzymanej wartości należy dodać (binarnie) **liczbę jeden**

#### Przykład

Reprezentacja w kodzie uzupełnieniowym w komórce 8-bitowej liczby  $-41_{(10)}$ .

```

10101001(2) kod prosty
11010110(2) negacja wartości (bez bitu
             znaku)

11010110(2)
00000001(2) dodanie jedynki
-----
11010111(2) suma (wartość w kodzie
             uzupełnieniowym)
  
```

- Zamiana wartości z kodu uzupełnieniowego na system dziesiętny:
  - poszczególnym pozycjom przypisywane są współczynniki będące kolejnymi potęgami liczby 2, przy czym współczynnik odpowiadający pozycji wysuniętej najbardziej w lewo (bit znaku) uwzględniany jest ze **znakiem minus**,
  - przy konwersji na system dziesiętny sumowane są współczynniki znajdujące się na pozycjach jedynek w rozpatrywanej liczbie binarnej.



Pozycja (i)	7	6	5	4	3	2	1	0
Współczynnik	$-(2^7)$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
	-128	64	32	16	8	4	2	1

Uwaga: Zapisywanie na ośmiu bitach w kodzie uzupełnieniowym liczb ujemnych sprowadza się do znalezienia odpowiedzi na pytanie: *jaką liczbę należy dodać do -128, żeby otrzymać wymaganą liczbę ujemną?* Ta dodawana liczba, to właśnie uzupełnienie do dwóch zapisane na siedmiu bitach.

### Przykład

Ile wynosi wartość w systemie dziesiętnym liczby wyrażonej w kodzie uzupełnieniowym jako 10000011 ?

-128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	0	0	0	1	1

Wartość ta wynosi -125, ponieważ  $-128 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = -128 + 2 + 1 = -125$

### Przykład

Ile wynosi wartość w systemie dziesiętnym liczby wyrażonej w kodzie uzupełnieniowym jako 10000000 ?

-128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	0	0	0	0	0

Jest to -128, ponieważ:  $-128 \cdot 1 + 0 = -128$

- Kod uzupełnieniowy:

- trudny do stosowany dla człowieka,

- ułatwia wykonywanie działań na liczbach całkowitych ze znakiem - w trakcie obliczeń bit znaku jest traktowany **w taki sam sposób** ... jak pozostałe bity.

### Przykład

Działanie matematyczne:  $-2 + 3$

```
-2
10000010 (kod prosty)
11111101 (negacja, bez bitu znaku)

11111101
00000001 (dodanie jedynki)
-----
11111110 (kod uzupełnieniowy liczby -2)
```

```
+3
00000011 (kod prosty)
00000011 (kod uzupełnieniowy)
```

```
-2 + 3
 11111110 (-2, kod uzupełnieniowy)
+ 00000011 (+3, kod uzupełnieniowy)
-----
1 00000001 (wynik, kod uzupełnieniowy,
             bit przeniesienia jest ignorowany)

00000001 (wynik, kod prosty)
```

## 1.5. Cechy maszynowej reprezentacji liczb całkowitych

- W systemach komputerowych mogą być reprezentowane wartości całkowite z pewnego zakresu - uzależnionego od:
  - liczby bitów** przeznaczonych na przechowywanie jednej wartości numerycznej,

- przyjętego sposobu reprezentacji
- Wartości całkowite mieszczące się w dopuszczalnym zakresie przechowywane są w sposób dokładny
- Wyniki obliczeń realizowanych na liczbach całkowitych są dokładne (pod warunkiem, że mieszczą się na przyjętej liczbie bitów).
- Podstawowym problemem mogącym pojawić się w trakcie obliczeń na liczbach całkowitych jest błąd nadmiaru (przepelnienia, ang. overflow) - powstaje wtedy, gdy wynik nie mieści się na przyjętej liczbie bitów.

Przykład

Działanie matematyczne: 87 + 56

```
+87
01010111 (kod prosty)
01010111 (kod uzupełnieniowy)

+56
00111001 (kod prosty)
00111001 (kod uzupełnieniowy)

01010111 (+87)
+ 00111001 (+56)
-----
10010000 (wynik?)
      kod uzupełnieniowy liczby: -112,
      kod prosty liczby: -16)
```

1.6. Reprezentacja liczb rzeczywistych

Do reprezentacji wartości rzeczywistych stosuje się:

- reprezentację stałopozycyjną (stałoprecinkową),
- reprezentację zmiennopozycyjną (zmiennoprecinkową, półlogarytmiczną).

1.6.1. Reprezentacja stałopozycyjna

W reprezentacji stałopozycyjnej:

- do przechowania jednej wartości rzeczywistej wykorzystuje się N bitów,
- bit najbardziej wysunięty w lewo przechowuje informację o znaku liczby (0 - liczba dodatnia, 1 - liczba ujemna),
- liczba bitów służących do przechowania części całkowitej i części ułamkowej jest stała (stała jest pozycja separatora dziesiętnego - stąd określenie stałopozycyjny).

Przykład

Przykładowa reprezentacja stałopozycyjna do przechowania wartości rzeczywistej na 32 bitach.

znak (1 bit)	część całkowita (23 bity)	część ułamkowa (8 bitów)
-----------------	------------------------------	-----------------------------

Cechy reprezentacji stałopozycyjnej:

- w systemie komputerowym mogą być przechowywane wartości rzeczywiste z pewnego zakresu,

- Liczba złożona z „1” i dwudziestu pięciu „0” nie może być przechowywana.

- 1,... (w tym przypadku w notacji pomija się część całkowitą - pamiętając jednak przy rozkodowywaniu, że ona istnieje), dzięki temu nie ma potrzeby zapamiętywania znaków „1,” oraz oszczędza się jeden bit na zapisywaniu wartości mantysy. Prezentacja spełniająca ten warunek określana jest jako **znormalizowana**.

Ostatecznie, liczba rzeczywista 7 (mantysa 0,111 oraz cecha 11) przechowywana jest w postaci:

0 1110000 00000011

#### Cechy prezentacji zmiennopozycyjnej:

- zbiór reprezentowanych wartości jest:
  - **ograniczony**,
  - **dyskretny**,
- liczby rzeczywiste nie są przechowywane w sposób dokładny - szczególnie niebezpieczne jest **kumulowanie** się błędów w trakcie obliczeń,
- reprezentacja zmiennopozycyjna pozwala zwykle na lepsze wykorzystanie **pamięci** niż reprezentacja stałopozycyjna.

#### Przykład

W językach C++ / Java mamy typy danych zmiennoprzecinkowe:

- *float* - zapisywany na 32 bitach (cecha 8 bitów, mantysa 23 bity). Zakres wartości od  $1.175494351 \cdot 10^{-38}$  do  $3.402823466 \cdot 10^{38}$ . Dokładność 6 - 7 cyfr po przecinku. Nazywany jest typem o **pojedynczej precyzji**.

- *double* - zapisywany na 64 bitach (cecha 11 bitów, mantysa 52 bity). Zakres wartości od  $2.2250738585072014 \cdot 10^{-308}$  do  $1.7976931348623158 \cdot 10^{308}$ , jego dokładność to 15 - 16 cyfr. Nazywany jest typem o **podwójnej precyzji**.

#### Wybór pomiędzy reprezentacją stało- i zmiennopozycyjną

- Reprezentacja zmiennopozycyjna:
  - możliwość reprezentowania wartości z **większego zakresu**.
- Reprezentacja stałopozycyjna:
  - wartości reprezentowane są z taką samą **dokładnością** (co jest istotne np. w obliczeniach finansowych).

### 1.7. Reprezentacja znaków alfanumerycznych

#### 1.7.1. Kod ASCII

- W systemach komputerowych znak alfanumeryczny przechowywany jest w postaci binarnej, jako tzw. **kod znaku** (będący liczbą całkowitą).
- Najpopularniejszym zestawem kodów jest ASCII - **American Standard for Information Interchange**.
  - w wersji podstawowej - 7 bitowy (128 znaków),
  - w wersji **rozszerzonej** - 8 bitowy (256 znaków).

- Litery, cyfry znaki interpunkcyjne oraz symbole noszą miano **znaków drukowalnych** i mają przypisane kody od 32 do 126:

kod (dec)	kod (hex)	znak	kod (dec)	kod (hex)	znak	kod (dec)	kod (hex)	znak	kod (dec)	kod (hex)	znak	kod (dec)	kod (hex)	znak
32	20	spacja	51	33	3	70	46	F	89	59	Y	108	6C	l
33	21	!	52	34	4	71	47	G	90	5A	Z	109	6D	m
34	22	"	53	35	5	72	48	H	91	5B	[	110	6E	n
35	23	#	54	36	6	73	49	I	92	5C	\	111	6F	o
36	24	\$	55	37	7	74	4A	J	93	5D	]	112	70	p
37	25	%	56	38	8	75	4B	K	94	5E	^	113	71	q
38	26	&	57	39	9	76	4C	L	95	5F	_	114	72	r
39	27	'	58	3A	:	77	4D	M	96	60	`	115	73	s
40	28	(	59	3B	;	78	4E	N	97	61	a	116	74	t
41	29	)	60	3C	<	79	4F	O	98	62	b	117	75	u
42	2A	*	61	3D	=	80	50	P	99	63	c	118	76	v
43	2B	+	62	3E	>	81	51	Q	100	64	d	119	77	w
44	2C	,	63	3F	?	82	52	R	101	65	e	120	78	x
45	2D	-	64	40	@	83	53	S	102	66	f	121	79	y
46	2E	.	65	41	A	84	54	T	103	67	g	122	7A	z
47	2F	/	66	42	B	85	55	U	104	68	h	123	7B	{
48	30	0	67	43	C	86	56	V	105	69	i	124	7C	
49	31	1	68	44	D	87	57	W	106	6A	j	125	7D	}
50	32	2	69	45	E	88	58	X	107	6B	k	126	7E	~

- Pozostałe 33 kody (od 0 do 31 i 127) to tzw. **kody sterujące**, które służą do sterowania urządzeniami.

kod (dec)	kod (hex)	znak	skrót	kod (dec)	kod (hex)	znak	skrót
0	0	Null	NUL	17	11	Device Control 1 (XON)	DC1
1	1	Start Of Heading	SOH	18	12	Device Control 2	DC2
2	2	Start of Text	STX	19	13	Device Control 3 (XOFF)	DC3
3	3	End of Text	ETX	20	14	Device Control 4	DC4
4	4	End of Transmission	EOT	21	15	Negative Acknowledge	NAK
5	5	Enquiry	ENQ	22	16	Synchronous Idle	SYN
6	6	Acknowledge	ACK	23	17	End of Transmission Block	ETB
7	7	Bell	BEL	24	18	Cancel	CAN
8	8	Backspace	BS	25	19	End of Medium	EM
9	9	Horizontal Tab	HT	26	1A	Substitute	SUB
10	0A	Line Feed	LF	27	1B	Escape	ESC
11	0B	Vertical Tab	VT	28	1C	File Separator	FS
12	0C	Form Feed	FF	29	1D	Group Separator	GS
13	0D	Carriage Return	CR	30	1E	Record Separator	RS
14	0E	Shift Out	SO	31	1F	Unit Separator	US
15	0F	Shift In	SI	127	7F	Delete	DEL
16	10	Data Link Escape	DLE				

- Kod ASCII doczekał się wielu **rozszerzeń** (tzw. **stron kodowych**) z powodu konieczności przypisania kodów dla występujących w wielu językach liter ze znakami **diakrytycznymi** (np. ą, ś, ć w polskim alfabecie) oraz dla innych zestawów znaków (np. cyrylicy). Dlatego wykorzystano ósmy bit i w ten sposób uzyskano dodatkowe wartości kodów (od 128 do 255)
- Przykładowo rozszerzenie Windows-1250 (**CP-1250**) to zestaw kodów używany przez systemy MS Windows do reprezentacji alfabetów języków środkowoeuropejskich, w których stosowany jest alfabet łaciński (m.in. język chorwacki, czeski, polski, rumuński, słowacki, słoweński, węgierski).

kod (dec)	znak	kod (dec)	znak	kod (dec)	znak	kod (dec)	znak	kod (dec)	znak	kod (dec)	znak	kod (dec)	znak	kod (dec)	znak
128	€	144	NZ	160	NBSP	176	°	192	Ř	208	Đ	224	í	240	đ
129	NZ	145	'	161	˘	177	±	193	Ā	209	Ń	225	â	241	ñ
130	,	146	'	162	˘	178	˘	194	Ā	210	Ń	226	â	242	ñ
131	NZ	147	"	163	Ł	179	ł	195	Ā	211	Ō	227	ă	243	ó
132	"	148	"	164	▣	180	'	196	Ā	212	Ō	228	ă	244	ô
133	...	149	•	165	Ą	181	μ	197	Ł	213	Ō	229	ı	245	õ
134	†	150	–	166	ı	182	¶	198	Č	214	Ö	230	ć	246	ö
135	±	151	–	167	§	183	·	199	Č	215	×	231	ç	247	÷
136	NZ	152	NZ	168	"	184	„	200	Č	216	Ř	232	č	248	ř
137	‰	153	™	169	©	185	ą	201	É	217	Ú	233	é	249	ú
138	Š	154	š	170	Ş	186	ş	202	Ê	218	Û	234	ê	250	û
139	‹	155	›	171	«	187	»	203	Ê	219	Ü	235	ë	251	ü
140	Š	156	š	172	¬	188	Ł	204	Ê	220	Ü	236	ë	252	ü
141	Ť	157	ť	173	SHY	189	"	205	Í	221	Ý	237	í	253	ý
142	Ž	158	ž	174	®	190	ŀ	206	Ī	222	Ŧ	238	î	254	ț
143	Ž	159	ž	175	Ž	191	ž	207	Ď	223	ß	239	ď	255	·
133	...	149	•	165	Ą	181	μ	197	Ł	213	Ō	229	ı	245	õ

NBSP – spacja nielamiwa (Non-Breaking SPace), SHY (Soft HYphen) – miękki łącznik,  
NZ – znak niezdefiniowany w kodowaniu.

### Kod ASCII – problem polskich znaków

- W przeszłości opracowano różne sposoby kodowania polskich znaków (np. CP-852 /Latin II/, Mazovia, DHN, CSK, Cyfromat) - co utrudniało wymianę dokumentów tekstowych pomiędzy różnymi systemami,
- Obecnie podstawowe sposoby kodowania polskich znaków w kodzie ASCII to:
  - MS Windows CP **1250** (Windows Latin-2, Windows-**1250**) - sposób kodowania wprowadzony przez firmę Microsoft wraz z systemem Windows 3.11 PL,

- ISO Latin-2 (**ISO-8859-2**, Polska Norma PN-93 T-42118) - sposób kodowania określony przez ISO, stosowany powszechnie w Internecie.

- Brak zgodności pomiędzy ww. sposobami kodowania:

kod (dec)	kod (hex)	CP-1250	ISO 8859-2
140	8C	Š	NZ
156	9C	š	NZ
161	A1	˘	Ą
165	A5	Ą	Ł
166	A6	ı	Š
172	AC	¬	Ž
177	B1	±	ą
182	B6	¶	š
185	B9	ą	š
188	BC	Ł	ž

### 1.7.2. Unicode

- Unikod (ang. Unicode lub UCS - **UNIVERSAL CHARACTER SET**) - sposób kodowania znaków uwzględniający większości wykorzystywanych znaków (w zamierzeniu wszystkie znaki pism używanych na świecie).
- Znaki uwzględnione w Unikodzie podzielone zostały na:
  - podstawowy zestaw znaków (określany jako *Basic Multilingual Plane* - BMP lub Plane 0) – dla tych znaków stosowane są kody **16**-bitowe,
  - dodatkowy zestaw znaków – stosowane są kody **32**-bitowe.

### Reprezentacja unikodów (UTF)

UTF - **UNICODE TRANSFORMATION FORMAT** - metody przechowywania unikodów w pamięci komputera, np.:

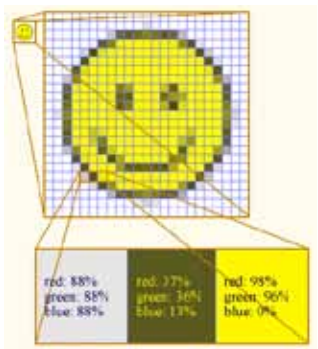
- **UTF-8** – kody znaków wchodzących w skład podstawowego zestawu ASCII zapisywane są jako wartości jednobajtowe; pozostałe kody zapisywane są na dwóch, trzech, czterech, pięciu lub sześciu bajtach (znaki o kodach zapisywanych na trzech i większej liczbie bajtów spotykane są we współczesnych językach bardzo rzadko),
- **UTF-16** – kody znaków zapisywane są na dwóch, trzech lub czterech bajtach (najczęściej wykorzystywane są znaki o kodach dwubajtowych),
- **UTF-32** – kody znaków zapisywane są na 4 bajtach.

### 1.8. Reprezentacja grafiki

#### 1.8.1. Grafika rastrowa

##### 1.8.1.1. Charakterystyka grafiki rastrowej

Reprezentacja rastrowa (**bitmapowa**) - zapamiętywane są parametry każdego **punktu** składającego się na obraz.



Cechy grafiki rastrowej:

- bardzo duże zapotrzebowanie na pamięć (np. obraz formatu A4 zapisany z rozdzielczością 300 punktów na cal i w 24 bitowym kolorze zajmuje ponad **20MB**),
- trudne **przekształcanie** obrazu (skalowanie, obrót),
- przydatny przy reprezentacji **zdjęć**.

##### 1.8.1.2. Odzworowanie (głębia) kolorów

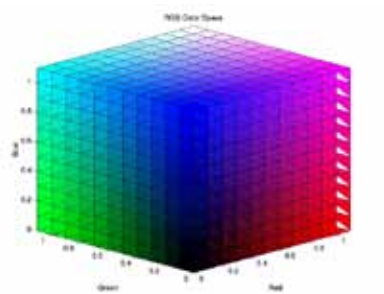
- obraz czarno biały - 1 bit,
- 256 kolorów lub 256 odcieni szarości (**grayscale**) - 8 bitów,
- **High Color** czyli 65 tysięcy kolorów - **16 bitów**,
- **True Color** czyli 16 milionów kolorów - **24 bity**.

##### 1.8.1.3. Sposób zapisu kolorów

- **Tryb indeksowy** - bitmapa wyposażona jest w tabelę kolorów (**paletę**). Każdy element palety jest kolorem w pewnym formacie (RGB, CMYK itp.). Kolor piksela jest określony indeksem koloru w paletcie.



- tryb High Color, True Color - każdy piksel ma przypisany kolor w pewnym formacie (RGB, CMYK itp.),



- tryb Grayscale - każdy piksel ma przypisany odcień szarości.



#### 1.8.1.4. Formaty plików grafiki rastrowej

- formaty niestosujące kompresji (bez kompresji),
- formaty stosujące kompresję **bezstratną**,
- formaty stosujące kompresję **stratną**.

##### 1.8.1.4.1. Formaty bez kompresji

- BMP (**bitmap**):
  - opracowany dla systemu operacyjnego OS/2 w roku **1987**,
  - zastosowany jako podstawowy format plików graficznych Windows,
  - 24 bitowa głębokość kolorów.
- TIFF (**Tagged Image File Format**):

- opracowany w 1986 roku - zapisuje obrazy o dowolnej głębi barw i obsługuje przezroczystość,
- wykorzystywany do zapisu różnych obrazów (w faksach, aparaturze medycznej, naświetlarkach),
- uważany za podstawowy format wymiany plików graficznych w **poligrafii**,
- udostępnia wiele rodzajów kompresji (stratnej i bezstratnej), ale najczęściej wykorzystywany jest bez kompresji,
- pozwala na tworzenie różnorodnych rozszerzeń i zapisywaniu dodatkowych informacji.

- XCF (*eXperimental Computing Facility*):

- mapa bitowa programu **GIMP**,
- może przechowywać wiele warstw.

##### 1.8.1.4.2. Formaty stosujące kompresję bezstratną

- PCX:
  - opracowany na początku lat 80 (w czasach kart graficznych CGA i Hercules),
  - pozwala na zapis 1, 4, 8 i 24 bitowych obrazów,
  - mało wydajny algorytm kompresji stał się powodem wyparcia tego formatu przez format GIF.

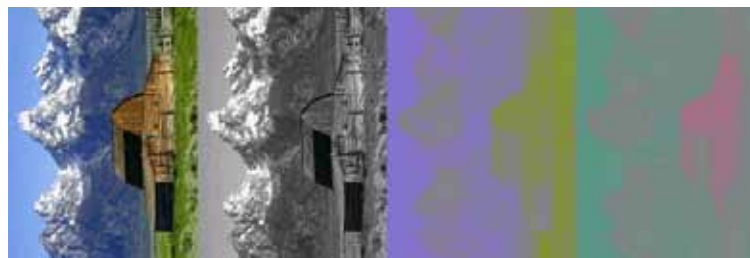


- GIF (*Graphics Interchange Format*):
  - opracowany został przez firmę CompuServe w celu rejestrowania grafiki wykorzystującej 256 kolorów,
  - pierwsza wersja - GIF 87 - powstała w 1987 roku, a w 1989 roku GIF 89, który pozwala na zapis przezroczystości, przeplotu i **animacji**,
  - wykorzystywany jest przy tworzeniu napisów, banerów, rysunków.
- PNG (*Portable Network Graphics*):
  - opracowany w 1996 roku jako **alternatywa** dla formatu GIF,
  - stale udoskonalany, włączany do nowych wersji edytorów graficznych, ale ciągle mało rozpowszechniony,
  - występuje jako format PNG-8 (indeksowany, o 8-bitowej głębi koloru) i PNG-24 (True Color, o 24-bitowej głębi koloru),
  - jakość obrazów jest lepsza niż takich samych obrazów w formacie GIF,
  - nadaje się do tworzenia jednolitej grafiki na strony WWW (np. banery, przyciski, napisy).
- TIFF - jw.

#### 1.8.1.4.3. Formaty stosujące kompresję stratną

- JPEG (**Joint Photographic**) -  
rozszerzenia plików: \*.jpeg, \*.jpg

- prace nad formatem rozpoczęto w 1986 roku z inicjatywy organizacji ISO oraz CCITT przez zespół ekspertów nazywany Joint Photographic Experts Group. Standard opublikowano w 1991 roku,
- format przeznaczony głównie do przetwarzania **obrazów naturalnych** (pejzaży, zdjęć satelitarnych, portretów itp.), czyli takich, które nie mają zbyt wielu ostrych krawędzi i małych detali,
- algorytm kompresujący oddzielnie zapisuje informacje o jasności (**luminacji**) i odcieniach barw (**chrominancji**),



- stopień kompresji wynosi od 10:1 do 100:1.
- JPEG 2000:
  - opracowany jako uzupełnienie algorytmu kompresji JPEG,
  - lepsza jakość obrazu od JPEG przy tym samym stopniu kompresji,
  - obraz może być również skompresowany bezstratnie (konkurencja dla formatu PNG),
  - jego wadą jest duża złożoność obliczeniowa.
- DjVu - rozszerzenie plików: \*.djvu, \*.djb
  - format stworzony do przechowywania zeskanowanych dokumentów,

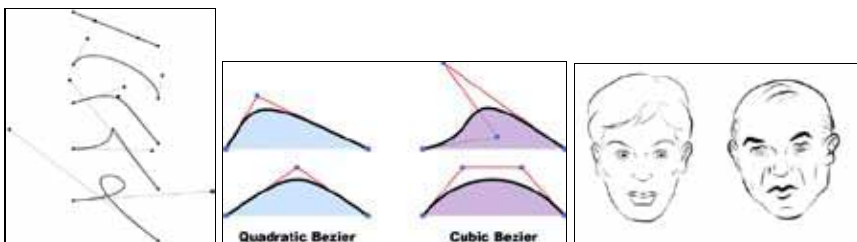
- opracowany przez naukowców amerykańskiego koncernu AT&T,
- w porównaniu z formatem JPEG zajmuje od 5 do 10 razy mniej miejsca na dysku dla dokumentów kolorowych oraz od 10 do 20 razy mniej miejsca dla dokumentów czarno-białych; w porównaniu z formatami BMP oraz TIFF zajmuje nawet do 1000 razy mniej miejsca.

## 1.8.2. Grafika wektorowa

### 1.8.2.1. Charakterystyka reprezentacji wektorowej

Reprezentacja wektorowa - przechowywany jest matematyczny opis elementów składających się na rysunek. W opisie wykorzystywane są **krzywe Beziera** lub tzw. **prymitywy** (proste figury geometryczne, opisane za pomocą odpowiednich parametrów).

Komputer generuje obraz na podstawie takiego opisu (rysując np. koło o określonym promieniu i położeniu). Stąd grafikę wektorową nazywa się również **grafiką obiektową**, gdyż obraz w tej grafice składa się obiektów o określonych atrybutach.

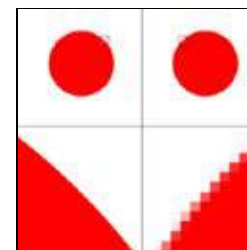


#### Cechy grafiki wektorowej:

- mniejsze zapotrzebowanie na pamięć w porównaniu z grafiką rastrową,
- łatwiejsze **przekształcenie** obrazu (skalowanie, obrót).

Możliwa jest zmiana sposobu reprezentacji grafiki poprzez proces:

- **rasteryzacji** - budowanie mapy bitowej, zwykle na podstawie opisu wektorowego.
- **wektoryzacji** - przejście do reprezentacji wektorowej.



### 1.8.2.2. Formaty plików grafiki wektorowej

- SVG (*Scalable Vector Graphics*):
  - stworzony w 1999 r. przez **W3C** z myślą o zastosowaniu go na stronach WWW,
  - format oparty na języku XML, promowany jako standard grafiki wektorowej nie ograniczany licencjami i patentami,
- **Macromedia Flash** - rozszerzenia plików: \*.swf
  - format tworzenia grafiki wektorowej i animacji,
  - działania w oparciu o tzw. metodę klatek kluczowych,
  - najpopularniejszy format grafiki wektorowej w Internecie.
- EPS (*Encapsulated PostScript*):
  - format plików, będący podzbiorem języka PostScript,

- jego głównym przeznaczeniem jest przechowywanie pojedynczych stron (ilustracji),
- nieformalny standard wymiany obrazów stosowany w DTP.

# 1. BUDOWA I DZIAŁANIE SYSTEMU KOMPUTEROWEGO

## 1.1. Termin informatyka

Informatyka - ang. *computer science, computing science, information technology, informatics*

Uwaga: Angielska nazwa *computer science* - co można dosłownie tłumaczyć jako „**.. .. . nauka o komputerze .. .. .**” - jest myląca i krytykowana w środowiskach akademickich i informatycznych.

W języku polskim termin *informatyka* zaproponował w październiku **.. 1968 ..** r. R. Marczyński w Zakopanem na ogólnopolskiej konferencji poświęconej „maszynom matematycznym” na wzór francuskiego *informatique* i niemieckiego *Informatik*.

**Romuald Marczyński** (1921 - 2000) profesor, matematyk, pionier polskiej informatyki. Twórca pierwszego, polskiego komputera elektronicznego EMAL.

### Czym nie jest informatyka?

*Computer science is no more about computers than astronomy is about telescopes [E. Dijkstra].*

**Edsger Dijkstra** (1930 – 2002), jeden z najbardziej znanych informatyków, Holender, zajmował się głównie zagadnieniami programowania.

### Czym jest informatyka?

*Informatyka – nauka zajmująca się teoretycznymi, technologicznymi oraz aplikacyjnymi aspektami zagadnień związanych z **.. .. . pozyskiwaniem .. .. .***

**.. .. . przechowywaniem, przetwarzaniem .. .. .** oraz **przesyłaniem .. .. . informacji .. .. .**

## 1.2. Problematyka rozpatrywana na gruncie informatyki

Klasyfikacja problemów rozpatrywanych na gruncie informatyki zaproponowana została przez ACM (*Association for Computing Machinery*, <http://www.acm.org/>):

- Matematyczne podstawy informatyki
- Teoria **.. .. . obliczeń .. .. .**
- Algorytmy i struktury **.. .. . danych .. .. .**
- Języki programowania i **.. .. . kompilatory .. .. .**
- Systemy współbieżne, równoległe i **.. .. . rozproszone .. .. .**
- Inżynieria **.. .. . programowania .. .. .**
- Architektura **.. .. . komputerów .. .. .**
- Komunikacja i bezpieczeństwo
- Bazy **.. .. . danych .. .. .**
- Sztuczna **.. .. . inteligencja .. .. .**
- Grafika komputerowa
- Obliczenia naukowe

### 1.3. Przykładowe systemy komputerowe

System komputerowy to układ współdziałania **sprzętu komputerowego** oraz **programów**.



### 1.4. Definicja architektury komputera

Termin „architektura komputera” występuje w literaturze w różnych kontekstach i określany jest z różnym poziomem szczegółowości.

- Najogólniej:
    - architektura komputera to **sposób organizacji** elementów, z których zbudowany jest komputer.
  - Bardziej szczegółowo:
    - architektura komputera to **organizacja połączeń** pomiędzy pamięcią, procesorem i urządzeniami wejścia - wyjścia.
- lub
- rodzaj procesora wraz z zestawem jego instrukcji (ang. ISA – *Instruction Set Architecture*) – czyli **atrybuty** komputera **widoczne** dla programisty piszącego program w języku **maszynowym** (m.in. rejestry procesora, lista rozkazów, tryby adresowania).

## 1.5. Podstawowe fakty dotyczące komputerów

- Podstawowym zadaniem komputera jest realizacja **programu komputerowego**.
- Program komputerowy jest zrozumiałą dla komputera formą zapisu **algorytmu**.
- Algorytm jest zaprojektowanym przez człowieka **sposobem postępowania** mającym na celu rozwiązanie pewnego problemu (zawsze człowiek jest autorem algorytmu, komputer może co najwyżej realizować opracowany przez człowieka sposób postępowania).
- Program komputerowy składa się z ciągu realizowanych kolejno **instrukcji** (opisujących kolejne kroki algorytmu).
- Kolejne instrukcje programu komputerowego opisują sposób **przetwarzania danych**.
- W trakcie realizacji programu instrukcje składające się na program oraz przetwarzane dane muszą znajdować się w systemie komputerowym.

## 1.6. Klasyfikacja systemów komputerowych

Michael J. Flynn w 1972 roku zaproponował klasyfikację systemów komputerowych uwzględniającą:

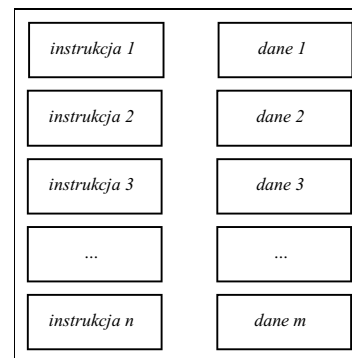
- liczbę realizowanych w tym samym czasie zestawów **instrukcji** (rozkazów),
- liczbę przetwarzanych w tym samym czasie zestawów **danych**.

**Michael J. Flynn** (1934) - amerykański profesor Stanford University.

Jan Madej, Katedra Informatyki UEK - Architektura systemów komputerowych - wykład

### 1.6.1. Systemy **skalarne**

- „Jeden zestaw instrukcji - jeden zestaw danych” (SISD - *Single Instruction Single Data*).

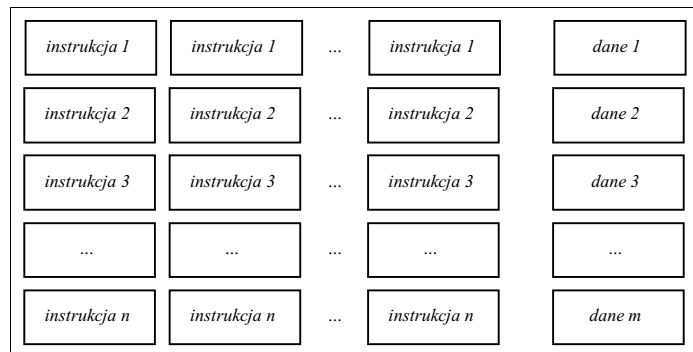


- Jeden zestaw instrukcji (program) przetwarza jeden zestaw danych, czyli **klasyczny** system komputerowy.
- Taki sposób pracy komputera zaproponowany został przez von Neumanna w latach czterdziestych XX wieku

### 1.6.2. Systemy **strumieniowe**

- „Wiele zestawów instrukcji - jeden zestaw danych” (MISD - *Multiple Instruction Single Data*).

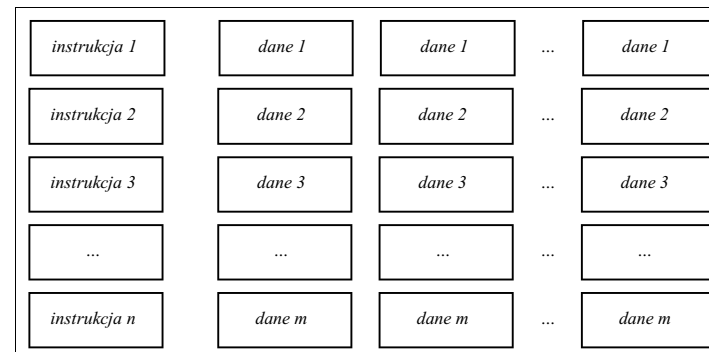
Jan Madej, Katedra Informatyki UEK - Architektura systemów komputerowych - wykład



- Wiele programów przetwarza te same dane.
- Rozwiązanie takie jest **rzadko** stosowane – głównie w systemach o wysokim stopniu **niezawodności**, w których kilka programów lub kilka kopii jednego programu przetwarza te same dane w celu zapewnienia możliwości pracy systemu w przypadku awarii jednego z programów lub w przypadku konieczności porównania otrzymanych wyników.

### 1.6.3. Systemy **wektorowe** (macierzowe)

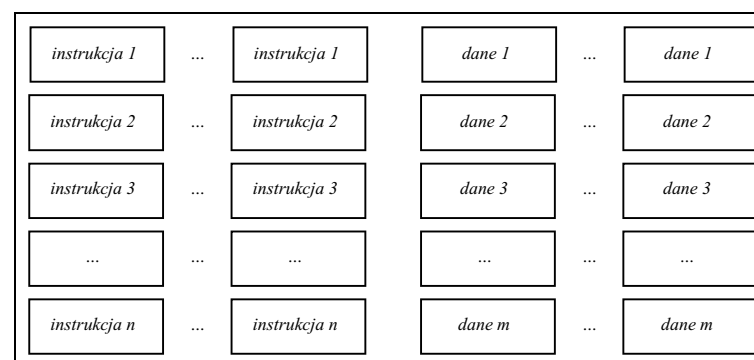
- „Jeden zestaw instrukcji - wiele zestawów danych” (SIMD - *Single Instruction Multiple Data*).



- W tym samym czasie te same instrukcje programu są wykonywane w celu przetworzenia różnych zestawów danych.
- Przykładem może być **animacja** komputerowa, w trakcie której w identyczny sposób przeliczane są w tym samym czasie współrzędne wielu punktów.

### 1.6.4. Systemy **równoległe**

- „Wiele zestawów instrukcji - wiele zestawów danych” (MIMD - *Multiple Instruction Multiple Data*).



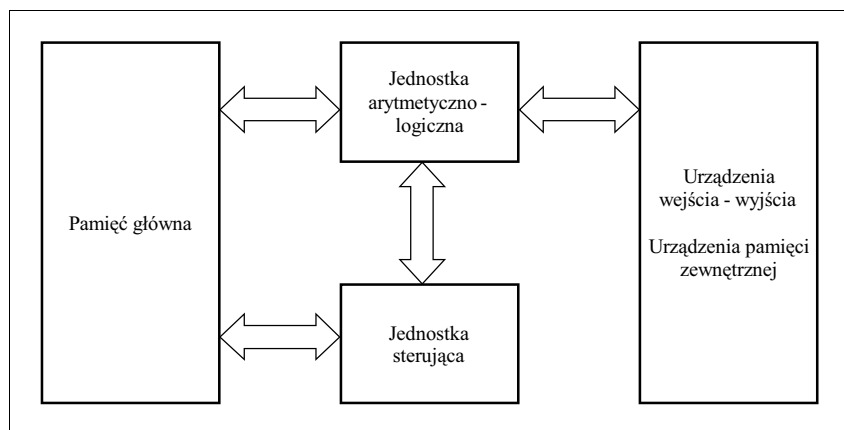
- W tym samym czasie różne programy przetwarzają różne zestawy danych.

- Do tego typu rozwiązań zaliczane są systemy **wieloprocesorowe** oraz klastery komputerów połączone za pomocą **sieci** komputerowych.

### 1.7. Klasyczny model systemu komputerowego (maszyna von Neumanna)

Klasyczny model opisujący sposób funkcjonowania komputera zaproponowany został przez Johna von Neumanna w **1945** roku. Model ten nosi obecnie nazwę **architektury** (**maszyny**) von Neumanna.

**John von Neumann** (1903 - 1957), inżynier chemik, fizyk, matematyk i informatyk. Wniósł znaczący wkład do wielu dziedzin matematyki, szczególnie teorii gier i uporządkował formalizm matematyczny mechaniki kwantowej. Uczestniczył w projekcie **Manhattan**. Przyczynił się do rozwoju numerycznych prognoz pogody.



Architektura von Neumanna zakłada istnienie i funkcjonowanie w systemie komputerowym elementów takich jak:

- **pamięć główna** – przechowuje w postaci **binarnej program** oraz **dane**,
- **jednostka arytmetyczno – logiczna** – wykonuje **działania** na danych binarnych oraz pośredniczy w **przesyłaniu** danych pomiędzy pamięcią główną a urządzeniami wejścia – wyjścia,
- **jednostka sterująca** – **pobiera** rozkazy z pamięci, **interpretacje** je, powoduje ich **wykonanie** oraz synchronizuje działanie innych elementów systemu komputerowego,
- **urządzenia wejścia – wyjścia** – umożliwiają **wprowadzenie** danych do systemu oraz ich **wyprowadzenie** z systemu,
- **urządzenia pamięci zewnętrznej** – umożliwiają **trwale** przechowywanie danych.

### 1.8. System komputerowy na przykładzie komputera osobistego



**Składowe komputera osobistego:**

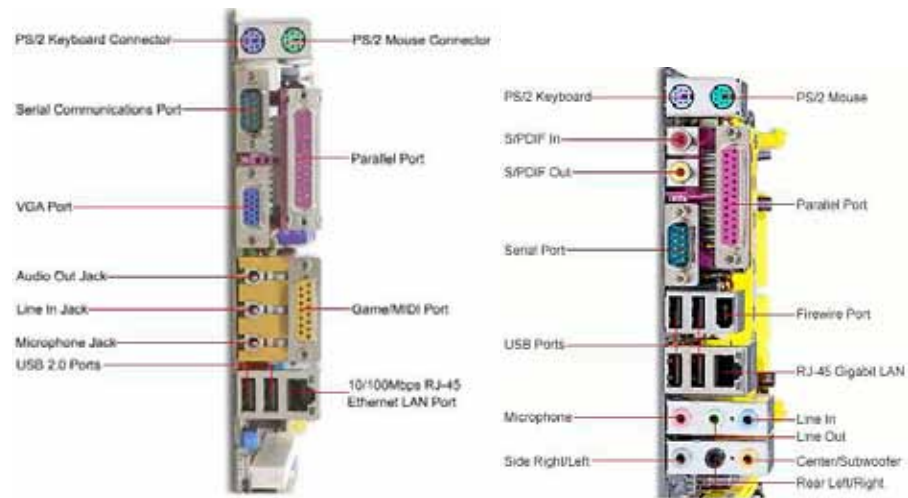
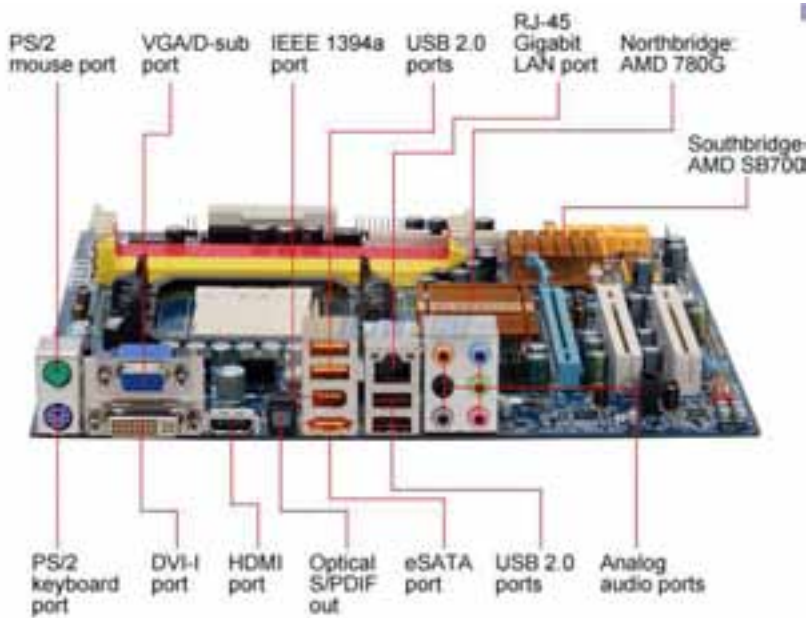
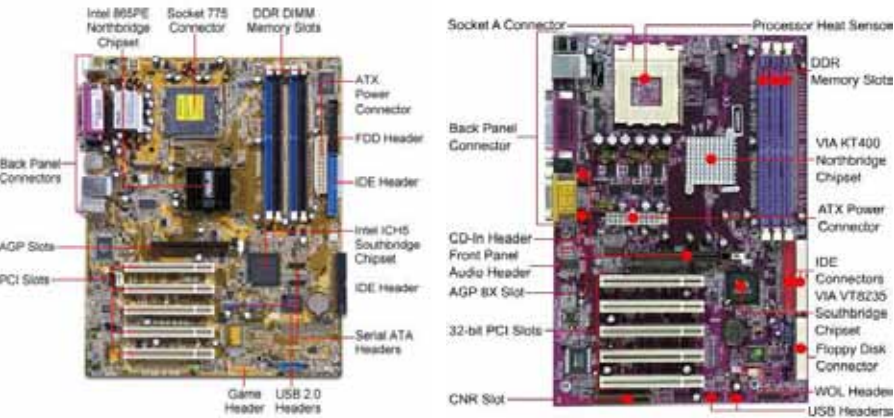
- **jednostka centralna** (procesor, pamięć operacyjna, magistrale) – elementy, które są bezpośrednio zaangażowane w realizację programu komputerowego,



- **urządzenia zewnętrzne** (urządzenia wejścia-wyjścia, pamięć masowa, urządzenia zapewniające komunikację) – nie uczestniczą bezpośrednio w realizacji programu, ale są niezbędnym elementem systemu komputerowego.



Płyty główne oraz porty i gniazda



## 1.9. Pamięć operacyjna

**Pamięć operacyjna (wewnętrzna)** - służy do przechowywania realizowanego programu oraz przetwarzanych przez program danych.



Powyżej kości pamięci: DIP, SIPP, SIMM, DIMM (SDRAM), RIMM, DIMM (DDR).

### 1.9.1. Cechy pamięci operacyjnej

- Pamięć operacyjna podzielona jest na **komórki**.
- Każda komórka posiada jednoznacznie przyporządkowany **adres** (numer).
- Podstawowa wielkość komórki to 8 bitów (1 **bajt**),
- **bit** – miejsce, gdzie pojawić się może wartość 0 lub 1.
- Każda komórka zawiera pewną **wartość binarną** – ciąg zer i jedynek.

- Zawartość komórki pamięci może być **interpretowana** m.in. jako: liczba, tekst, kod instrukcji (rozkaz), adres miejsca w pamięci operacyjnej.

### 1.9.2. Jednostki służące do wyrażania pojemności pamięci operacyjnej

- 1 bajt (B),
- 1 **kilobajt** (1 KB =  $2^{10}$  B = 1024 bajtów, ok. tysiąca bajtów),
- 1 **megabajt** (1 MB =  $2^{20}$  B = 1048576 bajtów, ok. miliona bajtów),
- 1 **gigabajt** (1 GB =  $2^{30}$  B = 1,073,741,824 bajtów, ok. miliarda bajtów)
- 1 **terabajt** (1 TB =  $2^{40}$  B = 1,099,511,627,776 bajtów, ok. biliona bajtów).

**Uwaga:** Do oznaczania bajtów służy **duża** litera “B”. **Mała** litera “b” wykorzystywana jest do oznaczania bitów.

Przedrostek „kilo” i jego skrót literowy (litera „k”) służy zarówno do oznaczania różnych krotności (1000 i 1024) jak i różnych jednostek miar (bit, bajt, gram). W rezultacie często prowadzi to do nieporozumień i braku jednoznaczności w określeniu o jaką krotność chodzi. W celu uniknięcia niejednoznaczności, w wielu krajach (również w Polsce) używa się dużej litery “K” dla oznaczania krotności 1024, zaś małą literę “k” - dla krotności 1000. Podobnie jest w przypadku pozostałych przedrostków – mega, giga itd.

### 1.9.3. Rodzaje pamięci operacyjnej

- Pamięć o dostępie swobodnym (RAM - *Random Access Memory*)

- możliwe operacje **odczytu i zapisu**,
- pamięć **ulotna**.
- Pamięć stała (ROM - *Read Only Memory*)
  - możliwe tylko operacje odczytu (zapis wyłącznie na etapie produkcji)
  - pamięć nieulotna.

## 1.10. Procesor

### 1.10.1. Charakterystyka procesora

**Procesor** (ang. processor, CPU - ang. Central Processing Unit):

- to cyfrowe **urządzenie sekwencyjne** potrafiące pobierać dane z pamięci, interpretować je i wykonywać jako **rozkazy**.
- wykonuje bardzo szybko ciąg prostych operacji (rozkazów) ze zbioru operacji podstawowych określonych jako **lista rozkazów** procesora.
- jest odpowiedzialny za realizację programów zapisanych w pamięci operacyjnej komputera.



- Komputer oprócz procesora głównego (CPU) posiada procesory pomocnicze: **obrazu** (GPU), dźwięku, koprocesory arytmetyczne.
- Jedną z podstawowych cech procesora jest długość (liczba bitów) **słowa** na którym wykonywane są podstawowe operacje obliczeniowe. Jeśli słowo ma np. 32 bity, mówimy że procesor jest 32-bitowy.
- Oprócz liczby bitów, ważnym parametrem jest także **szybkość** procesora, czyli **częstotliwość taktowania**.
- Częstotliwość ta podawana jest w **hercach** i mówi o tym, ile **cykli obliczeniowych** procesor wykonuje w jednej **sekundzie** (np. jeżeli szybkość procesora wynosi 2,5GHz to w jednej sekundzie wykonuje on 2,5 **miliardy** cykli).

**Uwaga:** Wbrew obiegowym opiniom, liczba cykli **nie jest równoznaczna** z liczbą wykonywanych rozkazów. Na ogół na wykonanie jednego rozkazu potrzeba **kilku** cykli procesora.

### 1.10.2. Budowa procesora

W funkcjonalnej strukturze procesora można wyróżnić:

## 1. ARCHITEKTURA PROCESORÓW INTEL X86

### 1.1. Historia

x86 to rodzina architektur (modelów programowych) procesorów firmy Intel, należących do kategorii CISC, stosowana w komputerach PC, zapoczątkowana przez i wstecznie zgodna z 16-bitowym procesorem 8086, który z kolei wywodził się z 8-bitowego układu 8085. Nazwa architektury wywodzi się od nazw pierwszych modeli z tej rodziny, których numery kończyły się liczbą 86.

Wyróżnia się:

- **x-86** - procesory od 8086 (rok 1978) do 286, które były układami o architekturze 16-bitowej.
- **x-86-32** (IA-32) - procesor 80386 (rok 1985), w którym dokonano rozszerzenia słowa do 32 bitów, unikając jednak konieczności natychmiastowej wymiany wszystkich komputerów, poprzez zachowanie trybów zgodności z poprzednimi rozwiązaniami.
- **x-86-64** (AMD64) - procesory 64-bitowe. Architekturę (model programowy) takich procesorów, ze względu na wciąż zachowywaną wsteczną kompatybilność z pierwowzorami o architekturze x86, oznacza się symbolem x86-64. Rozwiązanie to zostało wprowadzone jednak przez firmę AMD, a dopiero później zaadoptowane przez Intela jako EM64T.

### 1.2. Organizacja pamięci (procesory 8086/8088)

- Procesory 8086 posiadają magistralę adresową składającą się z **20** linii adresowych, co oznacza że w trybie **bezpośrednim** mogą zaadresować ponad milion (**2<sup>20</sup>**) czyli 1 048 576) komórek pamięci.

- Pojedyncza komórka pamięci ma wielkość 1 bajta więc procesory te mogą zaadresować **1MB** pamięci (2<sup>20</sup> bajtów).
- Wszystkie komórki pamięci posiadają swoje **adresy fizyczne**. Najmniejszy adres to 0 a największy 1 048 575 (111111111111111111b czyli FFFFFh).

pamięć (1 komórka = 8 bitów = 1 bajt)								adres fizyczny (hex)	adres fizyczny (dec)
								- FFFFFh	1048575
								- FFFFEh	1048574
								- FFFFDh	1048573
								- FFFFCh	1048572
...								...	...
								- 00006h	6
								- 00005h	5
								- 00004h	4
								- 00003h	3
								- 00002h	2
								- 00001h	1
								- 00000h	0

### 1.3. Jednostki pamięci

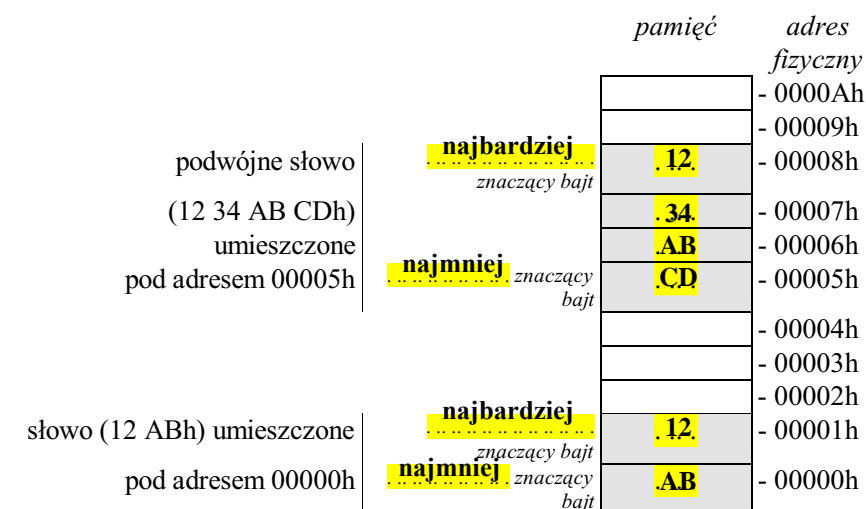
- Pojedyncza komórka pamięci to wielkość **zbyt mała**, żeby można było efektywnie wykonywać programy oraz zarządzać danymi i dostępną pamięcią (na jednym bajcie można zapisać wartości od 0 do **255** (FFh)).
- Wykorzystywane są jeszcze większe jednostki pamięci – takie jak: **słowo** (w tej 16-bitowej architekturze ma wielkość dwóch bajtów), podwójne słowo, poczwórne słowo, paragraf, strona, segment.

Jednostka	Nazwa (w asemblerze)	Liczba bajtów	Przykład
bajt	<b>BYTE</b>	<b>1</b>	1Ah
słowo	<b>WORD</b>	<b>2</b>	12 ABh
podwójne słowo	DWORD	4	12 34 AB CDh
poczwórne słowo	QWORD	8	
paragraf	<b>PARA</b>	<b>16</b>	
strona	PAGE	256	
segment	<b>SEGE</b> MENT	<b>65536</b>	

- Część spośród jednostek pamięci przeznaczona jest głównie do **przechowywania** danych a część do **zarządzania** pamięcią (**adresacji** tych danych oraz rozkazów wchodzących w skład programu komputerowego).

#### 1.4. Umieszczanie danych w pamięci

- Kiedy w pamięci należy umieścić daną **większą** niż jeden bajt (np. słowo czy podwójne słowo), problemem staje się **kolejność** umieszczania w pamięci poszczególnych jej bajtów.
- W architekturze x86 obowiązuje zasada umieszczania danych w pamięci nazywana **little endian** – zgodnie z nią – **najmniej** znaczący bajt (ang. *low-order byte*) umieszczany jest pod adresem wskazanym jako adres danej, a kolejne bajty (bardziej znaczące) pod następnymi, **starszymi** adresami.



- Forma zapisu little endian jest wykorzystywana przez procesory Intel x86, AMD64, DEC VAX.

**Uwaga:** Istnieje „odwrotna” forma zapisu tzw. **big endian**, w której najbardziej znaczący bajt umieszczony jest jako pierwszy. Jest ona wykorzystywana takie procesory, jak np. SPARC, Motorola 68000, PowerPC 970, IBM System/360.

Ponadto istnieją także procesory, w których można przełączyć tryb kolejności bajtów, należą do nich na przykład PowerPC (do serii PowerPC G4), SPARC.

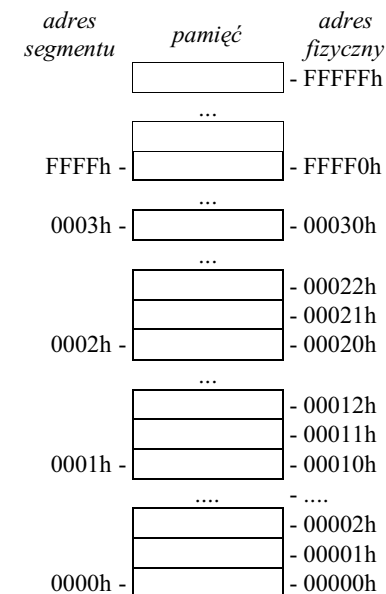
#### Etymologia nazw

Angielskie nazwy „big endian” i „little endian” pochodzą z książki Jonathana Swifta „Podróże Guliwera” i odnoszą się do mieszkańców Liliputu, których spór o to, czy ugotowane jajko należy tłuc od grubego (tępego), czy od cienkiego (ostrego) końca, doprowadził do podziału na dwa stronnictwa toczące ze sobą niekończące się, choć bezsensowne dysputy i wojny.



## 1.5. Segmenty pamięci

- Spośród wymienionych jednostek pamięci, na szczególną uwagę zasługuje **paragraf** i **segment**.
- Paragraf to **kolejne 16** bajtów (komórek pamięci) poczynając od początku obszaru pamięci (adresu 0h).
- Komórka pamięci, w której zaczyna się paragraf nosi miano **granicy paragrafu** i ma adres fizyczny podzielny przez 16 (10h) – np. komórki o adresach: 0, 16, 32, 48, 64 itd. (czyli w systemie szesnastkowym: 0h, 10h, 20h, 30h, 40h itd.).
- Na granicy każdego paragrafu zaczyna się **segment**.
- Segment składa się (zazwyczaj – niektóre są mniejsze) z **65 536** komórek pamięci, a więc ma wielkość **64 KB**.
- Wielkość segmentu wynika z wielkości **rejestrów**, które są **16** bitowe ( $2^{16} = 65\,536$ ). Uwzględniając właściwości paragrafów, należy zauważyć, że:
- Segmentów w 1MB pamięci jest **65 536**.



## 1.6. Adres logiczny a adres fizyczny

- Adresy**
  - Afizyczne, chociaż wydaje się bardzo proste i wygodne w użyciu, w praktyce są zastępowane przez **adresy logiczne**.
- Adresacja logiczna jest możliwa dzięki podziałowi pamięci na segmenty (tzw. **segmentacji** pamięci).
- Segment to obszar pamięci, do której procesor w danej chwili może mieć **dostęp**.
- Każda komórka w segmencie jest ponumerowana – numer komórki w segmencie to tzw. **offset** (**przesunięcie**), czyli offset jest to adres komórki (liczony od **zera**) w obrębie danego segmentu.

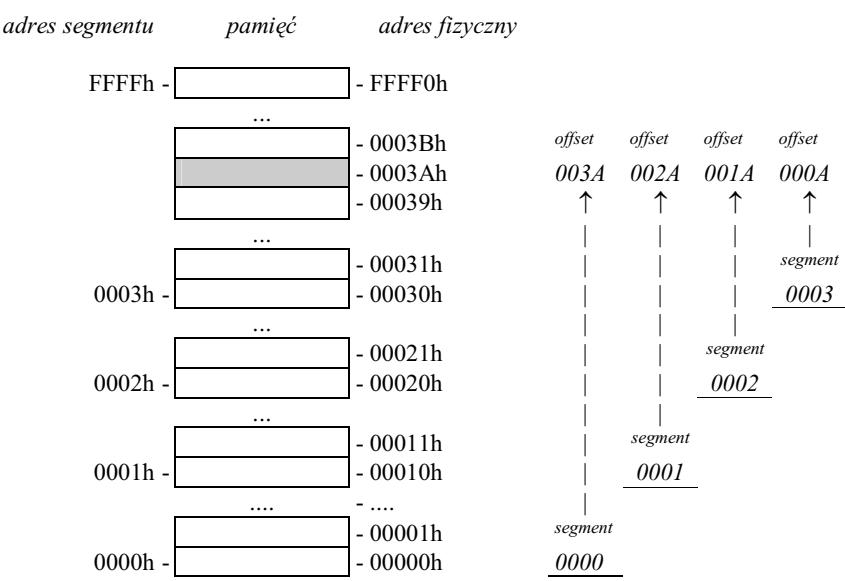
- Segment i offset **adres logiczny** w postaci:  
**adres segmentu** : **offset**
- Przekształcenie adresu logicznego na adres fizyczny wygląda następująco:  

$$\text{adres fizyczny komórki} = (\text{adres segmentu}) * 10h + \text{offset}$$
- Ta sama komórka pamięci może mieć **wiele** adresów logicznych – wynika to z faktu, że segmenty na siebie nachodzą.

**Przykład**

Komórka o adresie fizycznym 0003Ah posiada cztery adresy logiczne:

0000h: 003Ah,  
0001h:002Ah,  
0002h:001Ah,  
0003h:000Ah.



0000h:003Ah = 0h×10h + 3Ah = 3Ah  
0001h:002Ah = 1h×10h + 2Ah = 10h + 2Ah = 3Ah  
0002h:001Ah = ...  
0003h:000Ah = ...

**Pytanie**  
*Jak obliczyć dwa z możliwych adresów logicznych komórki o adresie fizycznym 09AB12h?*

**Pytanie**  
*Ile maksymalnie adresów logicznych (w postaci segment:offset) może mieć komórka?*  
Inaczej pytanie to brzmi: *Do ilu maksymalnie segmentów może należeć jedna komórka?*

## 1.7. Rejestry

### 1.7.1. Podział rejestrów

**Rejestr** - jest to komórka pamięci dostępna **bezpośrednio** dla procesora. Jest ona elementem procesora.

#### rejestry ogólnego przeznaczenia

<b>AX</b> AH AL	<b>akumulator</b> ( <i>accumulator</i> )
<b>BX</b> BH BL	rejestr <b>bazowy</b> ( <i>base register</i> )
<b>CX</b> CH CL	rejestr <b>zliczający</b> ( <i>counter register</i> )
<b>DX</b> DH DL	rejestr <b>danych</b> ( <i>data register</i> )

#### rejestry wskaźnikowe i indeksowe

<b>SP</b>	wskaźnik <b>stosu</b> ( <i>stack pointer</i> )
<b>BP</b>	wskaźnik <b>bazy</b> ( <i>base pointer</i> )
<b>SI</b>	indeks <b>źródła</b> ( <i>source index</i> )
<b>DI</b>	indeks przeznaczenia ( <i>destination index</i> )

#### rejestry segmentowe

<b>CS</b>	segment <b>kodu</b> ( <i>code segment</i> )
<b>DS</b>	segment <b>danych</b> ( <i>data segment</i> )
<b>SS</b>	segment <b>stosu</b> ( <i>stack segment</i> )
<b>ES</b>	segment <b>dodatkowy</b> ( <i>extra segment</i> )

#### wskaźnik rozkazów

<b>IP</b>	wskaźnik rozkazów ( <i>instruction pointer</i> )
-----------	--

#### znaczniki

<b>Flags</b>	rejestr <b>znaczników</b> ( <i>flags pointer</i> )
--------------	--

### 1.7.2. Rejestry ogólnego przeznaczenia

Rejestry te wykorzystywane są głównie:

**AX** - akumulator - do operacji arytmetycznych i logicznych.

**BX** - rejestr bazowy - do adresowania pamięci.

**CX** - rejestr zliczający - jako licznik.

**DX** - rejestr danych - przy operacjach dzielenia i mnożenia oraz przy wysyłaniu i odbieraniu danych do i z portów.

**Uwaga:** Rejestry AX, BX, CX, DX (16 bitowe) można traktować jako **pary** rejestrów 8 bitowych:

AX = AH - AL

BX = BH - BL

CX = CH - CL

DX = DH - DL

### 1.7.3. Rejestry wskaźnikowe i indeksowe

**SP** - wskaźnik stosu - przechowuje **offset do stosu**.

Wykorzystywany przy standardowych operacjach odczytywania i zapisywania danych na stos.

**BP** - wskaźnik bazy - służy do adresowania pamięci. Wykorzystywany przy niestandardowych operacjach zapisu i odczytu stosu.

**SI** - indeks źródła - wskazuje obszar, z którego **pobierane** są dane (czyli zawiera offset z segmentu danych).

**DI** - indeks przeznaczenia - wskazuje obszar, do którego **wysyłane** są dane (czyli zawiera offset z segmentu danych).



### 1.7.4. Rejestry segmentowe

**CS** - segment kodu - zawiera adres segmentu, w którym znajdują się aktualnie wykonywane rozkazy.

**DS** - segment danych - zawiera adres segmentu, w którym znajdują się dane (zmienne programu).

**SS** - segment stosu - zawiera adres segmentu stosu.

**ES** - segment dodatkowy - zawiera adres segmentu dodatkowego służącego najczęściej wymianie danych.

### 1.7.5. Wskaźnik rozkazów

**IP** - zawiera offset aktualnie wykonywanej instrukcji.

### 1.7.6. Rejestr znaczników

- Procesory 8086 mają 9 znaczników (flag).
- Samo przeznaczenie flag jest standardowe, tzn. flagi
  - albo informacyjną o tym co zaszło w wyniku wykonywanej operacji,
  - albo wpływają na przebieg (sposób) jej wykonywania.
- Wartość 1 - na określonej pozycji oznacza, że znacznik jest ustawiony, wartość 0 - że nie jest ustawiony.

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
					OF	DF	IF	TF	SF	ZF	0	AF	1	PF	1	CF
1					OV	DN	EI		NG	ZR		AC		PE		CY
0					NV	UP	DI		PL	NZ		NA		PO		NC

**CF** (*carry flag*) - znacznik przeniesienia

Przyjmuje wartość 1 gdy na skutek wykonanego działania nastąpiło przeniesienie bitu z najbardziej znaczącego na zewnątrz lub pożyczka z zewnątrz do bitu najbardziej znaczącego (np. przy odejmowaniu).

Przykład

1010 1110	0000 0001
+ 0111 0100	- 0000 0011
-----	-----
1 0010 0010 (CF = 1)	1111 1110 (CF = 1)

**PF** (*parity flag*) - znacznik parzystości

Przyjmuje wartość 1 gdy w wyniku wykonywanego działania liczba bitów o wartości 1 w mniej znaczącym bajcie wyniku jest parzysta.

Przykład

0010 1100
+ 1011 0001
-----
1101 1101

PF = 1

**AF** (*auxiliary carry flag*) - znacznik przeniesienia pomocniczego

Przyjmuje wartość 1 gdy nastąpiło przeniesienie z bitu 3 na 4 lub pożyczka z bitu 4 na 3.

Uwaga: bity są numerowane od 0

**ZF** (*zero flag*) - znacznik zera

Przyjmuje wartość 1 gdy wynik ostatniej operacji arytmetycznej wynosi zero.

**SF** (*sign flag*) - znacznik znaku

Przyjmuje wartość 1 gdy najbardziej znaczący bit w otrzymanym wyniku jest równy **1**.

**TF** (*trap flag*) - znacznik pracy krokowej

Jeżeli jego wartość jest równa 1 to po każdej wykonanej instrukcji procesora wywoływane jest tzw. **przerwanie pracy krokowej**.

**IF** (*interrupt flag*) - znacznik zezwolenia na przerwanie

Jeżeli jego wartość wynosi 1 to przerwanie sprzętowe ma być wykonane **natychmiast** po zgłoszeniu, a nie po skończeniu wykonywanego programu.

**DF** (*direction flag*) - znacznik kierunku

Jeżeli jego wartość wynosi 1 to dane (ciągi słów) będą pobierane w kierunku malejących adresów pamięci.

**OF** (*overflow flag*) - znacznik nadmiaru (przepełnienia)

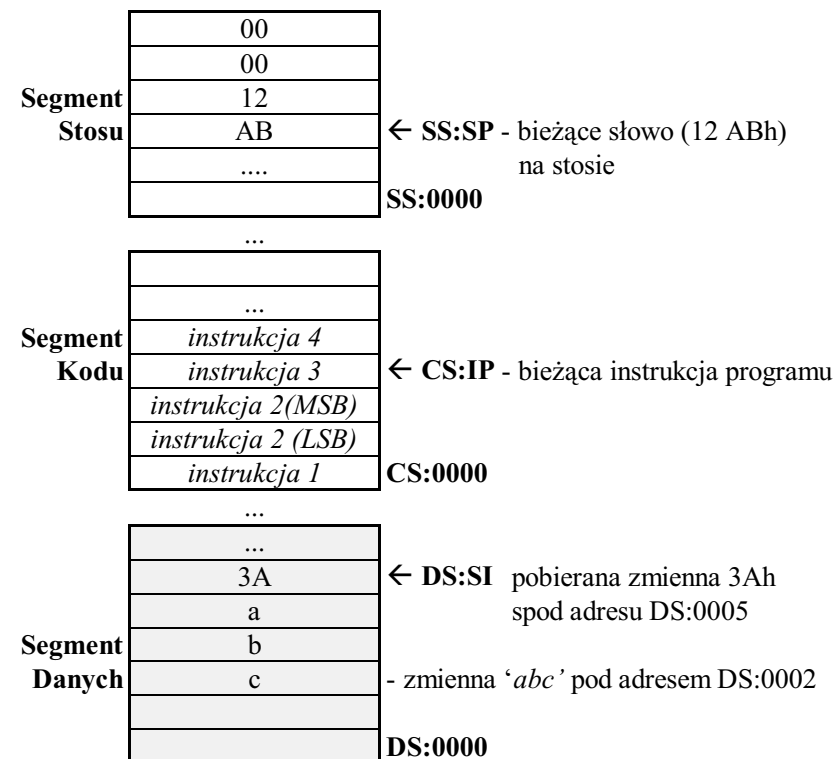
Przyjmuje wartość 1 jeżeli przy wykonywaniu operacji arytmetycznej wystąpiło **przepełnienie** - tzn. **przeniesienie na bit znaku**

(lub z bitu znaku została pobrana pożyczka), ale **nie wystąpiło**

przeniesienie z bitu znaku **na zewnątrz** (lub pożyczka z zewnątrz na bit znaku) - tzn. CF=0. Stan tego znacznika jest istotny przy działaniu na liczbach ze znakiem.

0110 1010	(+106)	1111 1111	(-1)
+ 0101 1001	+(+89)	+ 1111 1111	+ (-1)
-----	-----	-----	-----
1100 0011	(-67)	1 1111 1110	(-2)
(OF = 1)		(OF = 0, CF = 1)	

## 1.8. Adresacja segmentów programu



MSB - Najbardziej Znaczący Bajt (Bit) *Most Significant Byte (Bit)*

LSB - Najmniej Znaczący Bajt (Bit) *Least Significant Byte (Bit)*

### Przykładowy Segment Kodu

```

146B:0100 INC AX
146B:0101 INC BX
146B:0102 INC CX
146B:0103 INC DX
146B:0104 MOV AX, 41
146B:0107 ADD AL, 03
146B:0109

```

```

-d CS:0100
146B:0100  40 43 41 42 B8 41 00 04-03 3E 43 04 00 0E 07 C3 @CAB.A.&.>C.....
146B:0110  BA 42 86 E9 65 FE BF 81-00 8B 36 92 34 00 5A 14 .B..e.....6.4.Z.
146B:0120  BE C6 DB 8B 74 09 03 C6-50 E8 0D FA 58 E8 5A 00 ....t...P...X.Z.
146B:0130  03 F1 2B C6 8B C8 E8 7B-F4 83 F9 7F 72 0B B9 7E ..+....{....r...~
146B:0140  00 F3 A4 B0 0D AA 47 EB-08 AC AA 3C 0D 74 02 EB .....G....<.t..
146B:0150  F8 8B CF 81 E9 82 00 26-88 0E 80 00 C3 8B 1E 92 .....&.....
146B:0160  DE BE 1A D4 BA FF FF B8-00 AE CD 2F 3C 00 C3 A0 ...../<...
146B:0170  DB E2 0A C0 74 09 56 57-E8 2A 21 5F 5E 73 0A B9 ....t.VW.*!_^s..

```

- Adresy ze stosu:

**SS:0000** - adres **początku** stosu

**SS:SP** - adres **bieżącego elementu** na stosie

- Adres bieżącej instrukcji:

**CS:0000** - adres **początku** segmentu kodu

**CS:IP** - adres **bieżącej instrukcji** programu

- Adresy danych:

**DS:0000** - adres **początku** segmentu danych

**Uwaga:** Przy odwoływaniu się do pamięci offset komórki z daną może być przechowywany tylko w rejestrach: **BX, BP, SI, DI** i w żadnym innym.

**Uwaga:** BX jest **jedynym** rejestrem ogólnego przeznaczenia, który może przechowywać ten offset.

### Przykład

DS:SI - adres w segmencie danych skąd pobierane są dane

DS:DI - adres w segmencie danych gdzie wysyłane są dane

DS:BX - adres w segmencie danych

Dla rejestrów **BX, SI, DI** domyślnym rejestrem jest **DS (segment danych)**, tzn. użycie w instrukcji samego SI jako adresu danej oznacza, że chodzi o daną spod adresu DS:SI

### Przedrostki zmiany segmentu

Jeżeli w przypadku rejestrów BX, SI, DI chcemy wskazać, że chodzi o inny segment, to można użyć przedrostków zmiany segmentu, takich jak: CS:, DS:, SS:, ES:, np.

MOV CS:SI,AX

**Uwaga:** W programie *DEBUG* dane pobierane z pamięci należy pisać „bez dwukropka” - np. MOV ES[BX],AX

## 1.9. Charakterystyka architektury IA-32

- **IA-32 (Intel Architecture 32 bit)** - 32-bitowy model programowy mikroprocesora opracowany przez firmę Intel. Nazywany także **x86-32** ponieważ opiera się na 32-bitowym rozwinięciu architektury rodziny x86.
- Architektura IA-32 zaliczana jest z reguły do kategorii **CISC**, choć technologie wprowadzane stopniowo w nowszych wersjach procesorów IA-32 spełniają także wiele cech procesorów **RISC**.
- Model IA-32 został wprowadzony w 1985 roku procesorem Intel 80386 i do dnia dzisiejszego jest najpopularniejszym modelem architektury stosowanym w komputerach, choć rozpoczął się już proces wypierania go przez model 64-bitowy EM64T (tzw. **x86-64**) i inne architektury 64-bitowe.

### 1.9.1. Tryby pracy

Procesory IA-32 posiadają trzy podstawowe tryby pracy, określające m.in. sposób zarządzania pamięcią i uprawnienia użytkownika.

- **tryb rzeczywisty** – tryb zgodny z najstarszymi procesorami rodziny x86 z Intel 8086 włącznie. W trybie tym występuje segmentacja pamięci, rozmiar segmentu jest stały i wynosi 64 KB. Przestrzeń adresowa ograniczona jest do 1 MB, do adresowania wykorzystuje się rejestry segmentowe oraz offset. W trybie tym współczesne procesory pracują jedynie od chwili uruchomienia do przekazania kontroli systemowi operacyjnemu.
- **tryb chroniony** - tryb inicjalizowany i w znacznej mierze kontrolowany przez system operacyjny. Pamięć może być zorganizowana w segmenty dowolnej wielkości, fizyczna przestrzeń adresowa ograniczona jest z reguły do 64 GB, liniowa przestrzeń adresowa do 4 GB. Rodzaj adresowania zależy od systemu operacyjnego - może być stosowany tzw. model płaski (bez segmentacji), model z segmentacją analogiczną do trybu rzeczywistego, lub - najczęściej - adresowanie nieliniowe (tzw. logiczne). W adresowaniu nieliniowym adres fizyczny jest zależny od wpisu w systemowej tablicy deskryptorów, na który wskazuje selektor. W trybie chronionym procesor wspiera wielozadaniowość, chroni przed nieupoważnionym dostępem do urządzeń wejścia/wyjścia.
- **tryb wirtualny V86** - odmiana trybu chronionego, która jest symulacją trybu rzeczywistego. Służy np. do uruchamiania programów MS-DOS.
- **tryb SMM** (System Management Mode) - jest to tryb przeznaczony do zarządzania sprzętem przez systemy operacyjne, niedostępny z poziomu użytkownika.

### 1.9.2. Podstawowe rejestry w architekturze IA-32

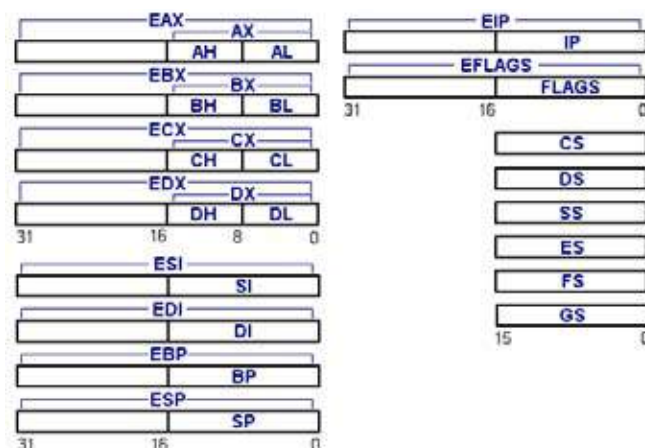
W procesorach opartych na modelu IA-32 dostępne są następujące rejestry:

- **Rejestry ogólnego przeznaczenia** (32-bitowe): EAX - rejestr akumulacji, EBX - rejestr bazowy, ECX - rejestr licznika, EDX - rejestr danych.
- **Rejestry wskaźnikowe i indeksowe** (32-bitowe): ESI - źródło, EDI - przeznaczenie, EBP - wskaźnik bazowy, ESP - wskaźnik stosu.

Z rejestrów ogólnego przeznaczenia można korzystać także jako rejestrów 16-bitowych (wykorzystywane jest wtedy młodsze 16 bitów rejestru 32-bitowego). Rejestry takie oznacza się z pominięciem litery E na początku symbolu. Dodatkowo, w przypadku rejestrów danych (EAX-EDX) można się odwoływać do ich 8-bitowych części - najmłodsze 8 bitów rejestru AX oznaczane jest przez AL, kolejne 8 przez AH. Odpowiednio najmłodsze bity rejestru BX oznaczają się przez BL itd.

- **Rejestry segmentowe** - w procesorach IA-32 zdefiniowano sześć 16-bitowych rejestrów segmentowych, służących do określania adresu fizycznego bądź jako selektory w trybach stosujących segmentację pamięci. Są to: CS - rejestr segmentu kodu programu, DS - rejestr segmentu danych, SS - rejestr segmentu stosu, ES, FS, GS - rejestry pomocnicze dla danych.
- **Rejestr znaczników** - do opisu stanu procesora w architekturze IA-32 wykorzystuje się rejestr stanu procesora EFLAGS.
- **Wskaźnik instrukcji** - EIP - rejestr przechowujący adres aktualnie wykonywanego rozkazu, za jego pomocą procesor realizuje m.in. skoki, pętle, przejścia do podprogramów.

- **Inne rejestry** - rejestry technologii MMX i Streaming SIMD Extensions oraz rejestry kontrolne i do debugowania.



## 1.10. Rozkazy (instrukcje) procesora

- **Rozkaz** (instrukcja maszynowa) - jest to **najprostsza** operacja, którą procesor **potrafi wykonać** (a programista może zażądać od procesora).
- **Lista rozkazów** - zestaw **wszystkich instrukcji** (rozkazów), jakie potrafi wykonać dany procesor.
- **Asembler x86** - język programowania z rodziny assemblerów do komputerów klasy PC, które posiadają architekturę głównego procesora zgodną z x86. Trudność programowania w tym języku polega na tym, że każdy nowy procesor wprowadzający różne ulepszenia musi jednocześnie pozostawać **kompatybilny** z poprzednikami. W procesorach 80286

jest około **250** rozkazów, w 80486 już ok. **350**, natomiast w procesorze Pentium 4 – ok. **580** (w procesorach firmy AMD jest ich ponad **620**).

### Składnia rozkazów

INSTRUKCJA [OPERAND **DOCELOWY**],[OPERAND **ŹRÓDŁOWY**]

Np.

**dodaj do czego?,co?**

ADD AL,03

04 03            lub    00000100 00000011  
*lsb*

**przesuń gdzie?,co?**

MOV AX,41

B8 41 00    lub    10111000 1000001 00000000  
*lsb*

**powiększ o jeden co?**

INC CX

41            lub    1000001

## 1.11. Dane (tryby adresowania)

Główne typy danych:

1) Dane **natychmiastowe** (adresowanie natychmiastowe)

Dane te podane są jako argument (operand) instrukcji - np. MOV BX, 0AB12h

2) Dane **rejestrowe** (adresowanie rejestrowe)

Dane te pobierane są z rejestrów - np. MOV BX, CX

### 3) Dane pobierane z **pamięci** (adresowanie bezpośrednie, adresowanie pośrednie)

Dane te pobierane są z pamięci w sposób:

**bezpośredni** - np. MOV BX, ZMIENNA;      MOV  
DX, DS:0010;  
**pośrednia** - np. MOV BX, ES:[BX]; MOV [BX], DI

Użycie **nawiasów kwadratowych** oznacza, że odwołujemy się nie do zawartości rejestru, ale do wartości jaka jest przechowywana w komórce pamięci pod **offsetem** przechowywanym w tym rejestrze.

## 1.12. Wybrane instrukcje procesora

### 1.12.1. MOV –przesuń do

MOV - przeniesienie (skopiowanie) operandu źródłowego do operandu docelowego.

#### Ograniczenia instrukcji MOV

Instrukcja MOV **nie może**:

- przenosić danych **bezpośrednio** z jednej komórki pamięci do innej (np. MOV [SI],[BX] jest nieprawidłowe).
- przenosić bezpośrednio zawartości jednego rejestru segmentowego do innego (np. MOV CS,ES jest nieprawidłowe).
- przenosić danych **natychmiastowych** do rejestru segmentowego (np. MOV CS, 0B800H jest nieprawidłowe).
- przenosić jednej z 8 bitowych połówek rejestru do rejestrów 16 bitowych i odwrotnie. (np. MOV AH, BX jest nieprawidłowe).

a także - w programie DEBUG:

- przenosić danych natychmiastowych bezpośrednio do pamięci (np. MOV [2222], 0B800H jest nieprawidłowe).

### 1.12.2. ADD – dodaj do

ADD - dodawanie arytmetyczne (instrukcja dwuoperandowa)

ADD dodaje operandy źródłowy i docelowy i umieszcza wynik w operandzie

**docelowym**.

Np.

MOV AX, 0022h

MOV BX, 0088h

ADD AX, BX - *dodaj do rejestru AX zawartość rejestru BX*

wynik?

AX = **AA**

MOV AX, 0001h

ADD AX, 0FFFFh

wynik?

AX = ~~10000h~~

#### Przykład

Co w wyniku wykonania powyższej operacji stało się z rejestrem flag?

AX=0001 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000  
DS=146B ES=146B SS=146B CS=146B IP=0103 **NV UP EI PL NZ NA PO NC**

146B:0103 05FFFF      **ADD**      **AX, FFFF**

AX=0000 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000  
 DS=146B ES=146B SS=146B CS=146B IP=0106 NV UP EI PL ZR AC  
 PE CY

### 1.12.3. SUB – odejmij od

SUB - odejmowanie (instrukcja dwuoperandowa)

Odejmuje od operandu docelowego operand źródłowy i umieszcza wynik w operandzie docelowym.

#### Przykład

Wykonano operacje:

MOV AX, 0000h

SUB AX, 0001h

Jaki jest wynik i co stało się ze znacznikami?

AX=0000 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000  
 DS=146B ES=146B SS=146B CS=146B IP=0106 NV UP EI PL NZ NA PE NC  
 146B:0106 2D0100 SUB AX, 0001

AX=FFFF BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000  
 DS=146B ES=146B SS=146B CS=146B IP=0109 NV UP EI NG NZ AC PE  
 CY

### 1.12.4. MUL – przemnoż AX przez

MUL - mnożenie liczb bez znaku.

MUL to instrukcja z **jednym** operandem.

**Pierwszy czynnik** - operand (**tylko** rejestr ogólnego przeznaczenia lub komórka pamięci).

**Drugi czynnik** - wartość rejestru **AX**

**Iloczyn** - w DX (**bardziej** znaczące słowo) i AX (**mniej** znaczące słowo)

**Uwaga:** Jeżeli bardziej znaczące słowo iloczynu jest różne od zera, to znaczniki OF i CF są równe 1.

#### Przykład

MOV AX,FFFFh

MOV BX,1000h

MUL BX – przemnoż AX przez BX

wynik? FFFF x 1000 = FFFF 000

DX = 0FFF

AX = F000

AX=FFFF BX=1000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000  
 DS=146B ES=146B SS=146B CS=146B IP=0100 NV UP EI PL NZ NA PO NC  
 146B:0100 F7E3 MUL BX

AX=F000 BX=1000 CX=0000 DX=0FFF SP=FFEE BP=0000  
 SI=0000 DI=0000  
 DS=146B ES=146B SS=146B CS=146B IP=0102 OV UP EI PL NZ NA PO  
 CY

### 1.12.5. DIV – podziel AX (albo AX i DX przez)

DIV - dzielenie liczb bez znaku

DIV to instrukcja z **jednym** operandem.

**Dzielnik** - operand (**tylko** rejestr ogólnego przeznaczenia lub komórka pamięci).

**Dzielna** - musi być **dwa razy** dłuższa:

AX - gdy dzielnik jest jednobajtowy

DX i AX - gdy dzielnik ma wielkość słowa

#### Iloraz i reszta:

gdy dzielnik jednobajtowy, to iloraz w **AL**, a reszta w **AH**

gdy dzielnik ma wielkość słowa, to iloraz w **AX**, a reszta w **DX**

**Dzielnik** - 1 bajt, np. BL

**Dzielna** - 2 bajty - AX

**Wynik:** Iloraz - AL, Reszta - AH

**Dzielnik** - 2 bajty, np. BX

**Dzielna** - 4 bajty - DX i AX

**Wynik:** Iloraz - AX, Reszta - DX

Uwaga: Gdy iloraz nie mieści się w przeznaczonym na niego miejscu (przekracza, odpowiednio, FF lub FFFF) wygenerowanie zostanie przerwanie 00h - czyli „**dzielenie przez zero**”.

#### Przykład

MOV AX,FFFFh

MOV DX,0000h

MOV BX,BBBBh

DIV BX

wynik?

AX = **0001** (**iloraz**)

DX = **4444** (**reszta**)

#### Przykład

MOV AX,FFFFh

MOV DX,0000h

MOV BX,BBBBh

DIV BL

wynik?

Z takiego dzielenia (FFFFh / BBh) iloraz wynosi **15EH**, reszta **55h**.

co robi procesor?

**wywoła przerwanie INT 00h**

#### 1.12.6. AND, OR, XOR, NOT

AND, OR, XOR - instrukcje z dwoma operandami.

NOT - instrukcja z jednym operandem.

Wykonują operację logiczną **bit po bicie** i wynik umieszczają w operandzie docelowym.

- AND - iloczyn logiczny.
- OR - suma logiczna.
- XOR - exclusive OR (suma symetryczna).
- NOT - logiczna negacja (uzupełnienie do jedności).

#### 1.12.7. NEG

Instrukcja z jednym operandem.

NEG - dopełnienie operandu do 2 (wynikiem jest **kod uzupełnieniowy**).

#### 1.12.8. INC, DEC

DEC - dekrementacja - zmniejszenie operandu o 1.

INC - inkrementacja - zwiększenie operandu o 1.



## 1.13. Program DEBUG

### 1.13.1. Charakterystyka programu

Debugger - program **uruchumieniowy**.

Służy do uruchamiania programów (com, exe) w trybie **krokovym**, pozwala na analizę ich działania oraz modyfikację w trakcie wykonania.

#### Uruchomienie programu

DEBUG [[dysk:][ścieżka]nazwa pliku [parametry pliku]]

Po uruchomieniu widać znak zachęty (-) i można wydawać polecenia.

### 1.13.2. Polecenia programu DEBUG

*Uwaga: w poleceniach wielkość liter nie ma znaczenia.*

- ?** - wyświetla listę dostępnych poleceń
- R** - wyświetla stan wszystkich rejestrów
- R rejestr** - wyświetla stan *rejestru* i pozwala na jego zmianę, np.
  - R AX
  - AX 00FF
  - : **12AB** - nowa wartość rejestru
- RF** - wyświetla stan znaczników i pozwala na ich zmianę
- A** - tryb asemblacji, czyli wprowadzanie rozkazów dla procesora.  
[Enter] kończy tryb asemblacji.
- T** - wykonanie rozkazu w trybie krokovym. Naciśnięcie klawisza [T] powoduje wykonanie rozkazu i wyświetlenie rejestrów.

**D adres** - wyświetla 128 bajtów pamięci (8 wierszy po 16B) poczynając od wskazanego *adresu*. Samo „D” (bez *adresu*) wyświetla kolejne 128B pamięci.

**E adres bajt** - wprowadza *bajt* do pamięci pod wskazany *adres*. Polecenie to może wprowadzać także ciągi znaków (w apostrofach) lub ciągi bajtów (oddzielone spacjami), np.

```
E DS:0100 'Ala ma kota'
E DS:0100 AB CD EF 12
```

**E adres** - wprowadza podane bajty do kolejnych komórek pamięci - po podaniu wartości bajta należy nacisnąć [Spację].

**F adres L ile\_bajtów 'ciąg\_znaków'** - zapełnia (poczynając od podanego *adresu*) *ciąg*em\_znaków określoną ilość bajtów, np.

```
F ES:0000 L 8 'ABC'
```

**F adres 'ciąg\_znaków'** - zapełnia *ciąg*em\_znaków blok 128B.

**G start koniec** - wykonuje rozkazy od adresu *start* do *koniec*.

**G** - wykonuje rozkazy od CS:IP.

**H wartość1 wartość2** - oblicza sumę i różnicę podanych wartości.

**I port** - odczytuje i wyświetla zawartość podanego portu.

**O port wartość** - wprowadza do portu podaną wartość.

**Q** - kończy program DEBUG

## 1.14. STOS

### 1.14.1. Charakterystyka Stosu

- Procesory 8088/8086 mają mechanizm zarządzania specjalnym obszarem pamięci zwanym **.. stosem ..**.
- W danej chwili **tylko ..jeden.. stos może być .. aktywny ..** (jest on wykorzystywany przez wszystkie programy i system operacyjny).
- Stos zorganizowany jest w systemie LIFO (**.. LAST IN, FIRST OUT ..**).
- Do obsługi stosu przeznaczone są rejestry - **.. SS;SP ..**.
- Stos może mieć wielkość maksymalnie **.. 64KB ..**.
- Początek stosu jest pod adresem **.. SS 0000 ..**, ale wszystkie operacje na nim odbywają się „**.. od końca ..**”.
- Po utworzeniu stosu SP wskazuje jego **.. koniec ..**.
- Na stos można odkładać (i zdejmować) dane o wielkości **.. 2 bajty ..**.
- Na stosie nie można umieszczać danych **.. natychmiastowych ..**.
- Stos wykorzystywany jest do:

przekazywanie danych z jednego **.. rejestru ..** do drugiego,

**.. krótkoterminowe ..** przechowywanie danych.

### 1.14.2. Instrukcje do obsługi stosu

Do odkładania danych na stosie służą instrukcje:

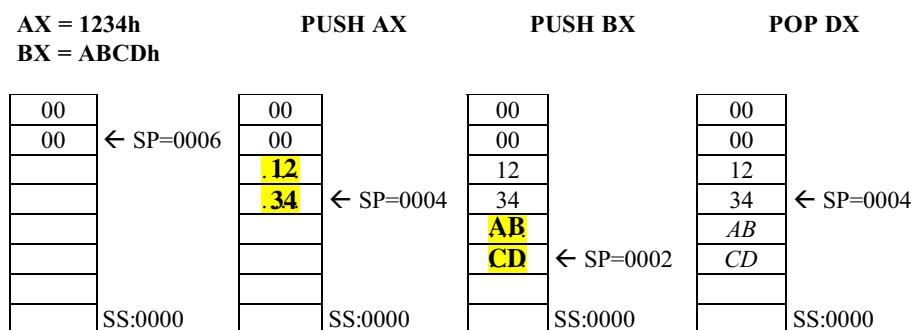
**.. PUSH F ..** - odkłada zawartość rejestru flag na stosie,

**.. PUSH ..** - odkłada na stosie zawartość wskazanego rejestru lub daną z pamięci, np. PUSH AX; PUSH ES; PUSH [BX]

Do zdejmowania danych ze stosu służą instrukcje:

**.. POP F ..** - zdejmuję ze stosu słowo i umieszcza je w rejestrze flag,

**.. POP ..** - zdejmuję ze stosu daną dwubajtową, np. POP SI; POP [BX]



Uwaga: Najpierw zmniejszany jest wskaźnik SP o 2, a potem dana umieszczana na stosie.

#### Przykład

- PUSHF ; odłożenie na stos rejestru flag
- POP BX ; zdjęcie ostatniego słowa ze stosu i umieszczenie go w BX

## 1.15. Przerwania (sprzętowe i programowe)

### 1.15.1. Charakterystyka przerw

- Przerwanie (**INTERCEPT**) jest to zdarzenie (sygnał), które przerywa wykonywany przez procesor program i **przekazuje sterowanie** do specjalnego podprogramu - tzw. **procedury obsługi przerwania**.
- Wszystkie przerwy są ponumerowane - od **00h do FFh**.
- Numerów przerw** jest 256, ale nie wszystkie są wykorzystywane.
- Źródłem przerw może być: **sprzęt** lub **program**.

### 1.15.2. Przerwania sprzętowe

- Przerwania te są wywoływane przez urządzenia (np. zegar, klawiatura, dysk twardy, port szeregowy, port równoległy).
- Przerwania sprzętowe mają **podwójną** numerację - poprzez numer przerwy i poprzez **numer przerwy** **IRQ**, np.

klawiatura - nr przerwy 09h - IRQ1,

port szeregowy - nr przerwy 0Ch - IRQ4,

- Przerwanie sprzętowe może być wygenerowane także przez **procesor**, np.

00h - dzielenie przez **zero**,

01h - praca **krokowa** - przerwanie po każdej instrukcji, gdy TF = 1,

02h - przerwanie **niemaskowane** (NMI - *Non Maskable Interrupt*) - wywoływane w sytuacji powstania **poważnych błędów** (np. błąd parzystości, brak zasilania),

03h - punkt **kontrolny** (pułapka),

04h - **przepelnienie** - przerwanie wywoływane w przypadku wystąpienia przepełnienia (OF = 1).

### 1.15.3. Przerwania programowe

- Przerwania programowe są wywoływane przez **wykonywany program** (za pomocą instrukcji **INT**).
- Przerwania udostępniają zestaw **gotowych funkcji**, dzięki którym można obsługiwać urządzenia i wykorzystywać możliwości systemu operacyjnego, np. przerwanie:

10h - pozwala kontrolować pracę karty graficznej (np. tryb wyświetlania),

13h - pozwala na bezpośrednią obsługę dysków,

21h - umożliwia wywoływanie **funkcji systemowych** (np. utworzenie katalogu, wyświetlenie tekstu, utworzenie pliku, zmianę katalogu).

- Jedyna różnica w sposobie funkcjonowania między przerwaniami programowymi, a sprzętowymi to zdarzenie wywołujące to przerwanie:

przerwania programowe - instrukcja **INT**,

przerwania sprzętowe - **sygnał elektryczny**.

### 1.15.4. Dostęp do procedur obsługi przerw

*Jak uzyskać dostęp do procedur obsługi przerw?*

- Każda procedura obsługi przerwania znajduje się w pamięci pod własnym, ściśle **określonym adresem**.

*Skąd się tam wzięła?*

- W momencie **startu systemu** (lub później) została:  
pobrana z plików **systemu operacyjnego** i zapisana w pamięci,  
przekopowana z **BIOS-u** do pamięci (lub znajduje się w BIOS-ie, a dostęp do niej jest przez przestrzeń adresową procesora),  
umieszczona przez jakiś **program** (np. sterownik).

*Sterowniki, BIOS, systemy operacyjne stale się rozwijają.*

*Skąd brać aktualne adresy procedur obsługi przerw?*

Zasada jego jest następująca:

**Adres w pamięci** gdzie znajduje się procedura obsługi przerw **może** **się zmieniać**, ale sam **numer procedury jest stały**.

### 1.15.5. Tabela wektorów przerw

**Adres tabeli** - początek pamięci - **0000:0000**

**Liczba elementów tabeli** - **256**

<b>Podstawowy element</b>	- tzw. <b>wektor przerwania</b>
<b>Zawartość elementu</b>	- adres (segment:offset) początku procedury obsługi przerwania
<b>Wielkość elementu</b>	- <b>4 bajty</b>
<b>Wielkość tabeli</b>	- 1 KB ( <b>256 x 4B</b> )

Tabela jest uzupełniana przez system operacyjny i BIOS podczas **startu systemu operacyjnego**.

		<i>adres logiczny</i>
<i>wektor FFh (adres procedury obsługi przerwania o numerze FFh czyli 255)</i>	segment (MSB)	- 0000:03FF
	segment (LSB)	- 0000:03FE
	offset (MSB)	- 0000:03FD
	offset (LSB)	- 0000:03FC
<i>wektor 21h (adres procedury obsługi przerwania o numerze 21h czyli 33)</i>	...	
	segment (MSB)	
	segment (LSB)	
	offset (MSB)	
<i>wektor 2 (adres procedury obsługi przerwania o numerze 2)</i>	offset (LSB)	- 0000:0084
	...	
	segment (MSB)	
	segment (LSB)	
<i>wektor 1 (adres procedury obsługi przerwania o numerze 1)</i>	offset (MSB)	
	offset (LSB)	- 0000:0008
	segment (MSB)	
	segment (LSB)	
<i>wektor 0 (adres procedury obsługi przerwania o numerze 0)</i>	offset (MSB)	- 0000:0004
	offset (LSB)	- 0000:0003
	segment (MSB)	- 0000:0002
	segment (LSB)	- 0000:0001
	offset (MSB)	- 0000:0000
	offset (LSB)	- 0000:0000

- Część wektorów przerwań zarezerwowane jest do obsługi **przerwań sprzętowych**.
- Wektory przerwań (przerwania) o numerach od 0 do 1Fh są obsługiwane przez **BIOS** (system operacyjny może niektóre przechwytywać).
- Pozostałe przerwania są obsługiwane przez **system operacyjny** (część z nich jest przeznaczona na potrzeby użytkownika).

Zasada numerowania przerwań:

Numer przerwania - to numer **pozycji** w tabeli wektorów przerwań.

### 1.15.6. Wywoływanie przerwania programowego

#### 1.15.6.1. Charakterystyka wywoływania przerwań

- Przerwanie programowe wywołujemy za pomocą instrukcji INT, np. INT 21h
- Wywołując funkcję musimy określić, **która funkcja** ma być wywołana oraz podać jej ewentualne argumenty.
- Wszystkie funkcje są **ponumerowane**.
- Wywołując funkcję wykorzystujemy następujące rejestry:
  - rejestr **AH** - służy do podania **numeru** funkcji,
  - inne rejestry (lub komórki pamięci) - służą do przekazywania ewentualnych **argumentów** funkcji.

#### Przykład

Opis funkcji: Funkcja systemowa o nr **09h** dostępna jest przez przerwanie **21h**. Służy ona do wyświetlenia łańcucha znaków z **segmentu danych**. Argumentem funkcji jest **offset** wyświetlanego łańcucha i argument ten musi być umieszczony w rejestrze **DX**.

Polecenie: Wyświetl łańcuch znaków znajdujący się w zmiennej *nazwisko*.

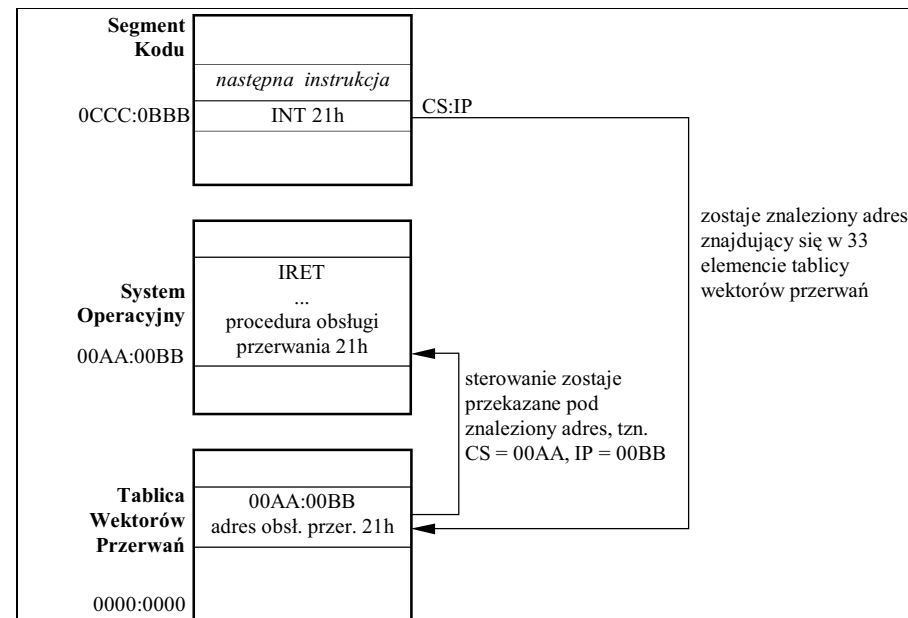
Rozwiązanie:

MOV DX, OFFSET nazwisko ; umieszczenie w DX offsetu zmiennej *nazwisko*

MOV AH, 09h ; podanie numeru funkcji

INT 21h ; wywołanie przerwania 21h

#### 1.15.6.2. Schemat wywołania przerwania



Jak wrócić do kolejnej instrukcji programu?

### 1.15.6.3. Schemat powrotu z przerwania

- Instrukcja INT:

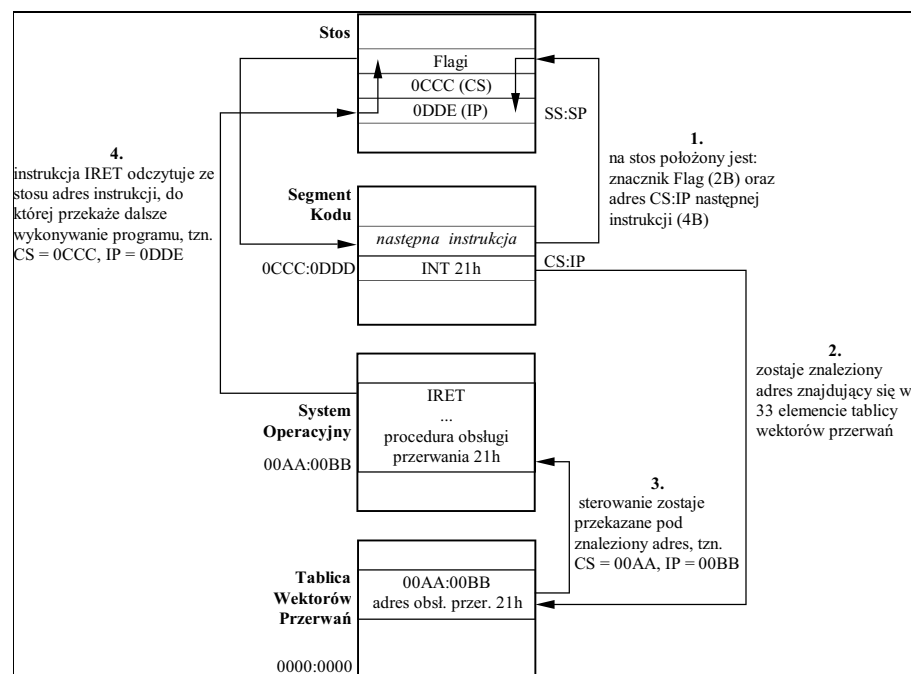
odkłada na **STOS** adres **... następnej ...** (po sobie) instrukcji,

odkłada na STOS zawartość rejestru **... flag ...**,

wywołuje przerwanie.

- Na zakończenie przerwania wywoływana jest instrukcja **IRET**, która:

**... pobiera ze stosu ...** położony tam element (adres kolejnej instrukcji odłożony przez INT) i pod ten adres przekazuje sterowanie.



### 1.15.6.4. Przechwytywanie przerwania

Przerwania sprzętowe i programowe mogą być **... przechwytywane ...** - tzn. programista może napisać **... własną ...** procedurę obsługi danego przerwania.

#### Pytanie

W jaki sposób odbywa się przechwytywanie przerwania?

### 1.15.7. Obsługa urządzeń wejścia/wyjścia (porty, kanały DMA)

#### 1.15.7.1. Porty

- Port - miejsce w wyróżnionej **... przestrzeni adresów ...** wejścia/wyjścia, identyfikowane przez swój adres będący liczbą od 0 do **... 65 535 ... (FFFFh)**.
- Każdy port pozwala **... wysłać ...** / **... pobrać ...** bajt (lub słowo) do lub /z rejestru.
- Porty służą do komunikacji z urządzeniami **... zewnętrznymi ...** (klawiatura, karta graficzna, itd.).
- Przykładowo, za pomocą portów można:

zapalić (zgasić) diody na klawiaturze,

ustalić stan przełącznika NumLock lub CapsLock,

uzyskać informację o błędzie zerowej ścieżki na dysku,

uzyskać informację o numerze sektora dla operacji odczytu,

odczytać stan przycisków joysticka,

wysłać dane na port szeregowy lub równoległy,

uzyskać informacje o stanie drukarki (włączona, brak papieru, zajęta),

uzyskać informacje o atrybutach wyświetlanego przez kartę obrazu,

pobrać bieżący czas systemowy.

- Operacje na portach wykonuje się za pomocą rozkazów IN (pobranie) i OUT (wysłanie).

IN - ...**odczyt**... danej z portu.

Odczytana wartość umieszczona zostaje w rejestrze **AL** (**AX**)

Składnia:

IN AL,adres\_portu ; adres\_portu - nie większy niż FFh

IN AX, DX ; DX - zawiera adres portu

OUT - ...**zapisanie**... danej z rejestru AL (AX) do portu

Składnia:

OUT adres\_portu,AL ; adres\_portu - nie większy niż FFh

OUT DX,AX ; DX zawiera adres portu

### Przestrzeń adresowa układów wejścia/wyjścia

Adres Portu	Nazwa układu
000 - 01F	Kontroler DMA nr 1 (8237A-5)
020 - 03F	Kontroler przerwań nr 1 (8259A) - obsługuje przerwania zgłaszane np. przez zegar czasu rzeczywistego, czy klawiaturę.
040 - 05F	Generatory programowalne
060 - 06F	Kontroler klawiatury (8042)
070 - 07F	Zegar czasu rzeczywistego, CMOS
080	Port używany przez POST do sprawdzania urządzeń
080 - 08F	Rejestr stron DMA

0A0 - 0BF	Kontroler przerwań nr 2 (8259A)
0C0 - 0DF	Kontroler DMA nr 2 (8237A-5)
0F1	Reset koprocatora arytmetycznego
0F8 - 0FF	Porty koprocatora arytmetycznego
1F0 - 1F8	Kontroler dysków twardych
200 - 207	Game port
278 - 27F	Port równoległy nr 2
2F8 - 2FF	Port szeregowy nr 2
378 - 37F	Port równoległy nr 1
3B4 - 3BA	Sterownik VGA (mono)
3C0 - 3DA	Karta VGA
3F0 - 3F7	Kontroler dysków elastycznych
3F8 - 3FF	Port szeregowy nr 1

### 1.15.7.2. Kanały DMA

DMA (**DIRECT MEMORY ACCESS**) - bezpośredni dostęp do pamięci - używany do szybkiego przesyłania bloków pamięci do urządzeń wejścia/wyjścia **bez udziału** procesora. Wykorzystywany m.in. przez napędy dysków, dyskietek, karty dźwiękowe, karty graficzne.

Odpowiedzialny za transmisję danych jest tzw. **kontroler DMA**.

## 1.16. Programowanie w Asemblerze (TASM) *TURBO ASEMBLER*

### 1.16.1. Charakterystyka programowania

- Kod źródłowy programu piszemy w dowolnym **edytorze ASCII** - tradycyjne rozszerzenie plików to **ASM**.
  - Po napisaniu programu należy poddać go **kompilacji** i **linkowaniu**.
  - Kompilator (**tasm.exe**) w procesie kompilacji tłumaczy kod źródłowy do tzw. **pliku obiektowego** (rozszerzenie OBJ) - są to tzw. **relokowane** **moduły kodu maszynowego**
- ```
c:\tasm>tasm.exe program.asm
Turbo Assembler Copyright (c) Borland International

Assembling file:   program.asm
Error messages:    None
Warning messages:  None
Passes:            1
Remaining memory:  442k
```
- Linker (**tlink.exe**) w procesie linkowania (łączenia, konsolidacji) tworzy z jednego lub kilku plików obiektowych postać **wykonalną** programu (plik EXE).

```
c:\tasm>tlink.exe program.obj
```

- Podzielenie procesu tworzenia postaci wykonalnej programu daje możliwość:
  - tworzenia fragmentów kodu, które mogą być sprawdzane, testowane i poprawiane niezależnie od siebie,

- tworzenie zbiorów procedur (bibliotek), które mogą być później wielokrotnie wykorzystywane.

### 1.16.2. Struktura programu asemblerowego

#### Komentarze

Znakiem rozpoczynającym komentarz jest **średnik** (**:**)

#### Zmienne

Definiowanie zmiennych odbywa się poprzez podanie **nazwy** zmiennej, **dyrektywy** definicji (DB - definiuj bajt, DW - definiuj słowo, DD - definiuj podwójne słowo) i - ewentualnie - jej **wartości**.

Składnia:

*nazwa\_zmiennej dyrektywa wartość\_zmiennej*

Np.

```
zmienna DB 2Ah           ;zmienna wielkości bajta
zmienna DW 34CDh         ;zmienna wielkości słowa
tekst DB „Ala ma”, „ kota” ;ciąg znaków
zmienna DB ?             ;zmienna bez podanej
                        ;wartości
```

#### Funkcje

OFFSET - zwraca offset podanej zmiennej

SEG - zwraca segment podanej zmiennej

**Uwaga:** W kodzie programu liczba szesnastkowa nie może rozpoczynać się od „liter” (A, B, C, D, E, F). Do takiej liczby należy dopisać z przodu zero, tzn. zamiast FFh musi być 0FFh.



## Sekcje programu

Pisanie programu wymaga zdefiniowania kilku podstawowych sekcji. W tych sekcjach należy:

- określić model pamięci – sekcja **.MODEL**
- ustalić wielkość stosu – sekcja **.STACK**
- zdefiniować zmienne – sekcja **.DATA**
- wprowadzić kod programu – sekcja **.CODE**

Program kończy się dyrektywą **END**.

**Uwaga:** Model pamięci mówi o tym, w jaki sposób program będzie wykorzystywał pamięć operacyjną:

- tiny – łączna wielkość kodu i danych nie może być większa niż 64KB,
- small – segment kodu nie większy niż 64KB, segment danych nie większy niż 64KB; jeden segment kodu i jeden danych,
- medium – segment danych nie większy niż 64KB, segment kodu o dowolnej wielkości; wiele segmentów kodu i jeden segment danych,
- compact – segment kodu nie większy niż 64KB, segment danych o dowolnej wielkości; wiele segmentów danych i jeden segment kodu,
- large – segment kodu większy niż 64KB, segment danych większy niż 64KB; wiele segmentów kodu i danych,
- huge – podobnie jak large, ale zmienne (np. tablice) mogą być większe niż 64KB.

### Przykładowo:

```
.MODEL tiny      ;określenie tzw. modelu pamięci
.STACK 100h     ;określenie wielkości stosu
.DATA          ;obszar definicji zmiennych
zmienna db 'Jan Kowalski', '$'
```

```
.CODE          ;obszar kodu
...           ;kod programu

mov AH,4Ch     ;zakończenie programu -
int 21h        ;funkcja 4Ch z przerwania 21h

END           ;koniec kodu programu
```

### Program z procedurą:

```
.MODEL tiny
.STACK 100H
.DATA
zmienna db 'Jan Kowalski', '$'
.CODE

...
call NazwaProcedury ;wywołanie procedury
...

mov AH,4Ch         ;zakończenie programu
int 21h

NazwaProcedury:    ;definicja procedury
...               ;kod procedury
RET               ;instrukcja powrotu
                  ;z procedury

END
```

## 1.16.3. Przykładowe programy

### 1.16.3.1. Program wyświetl.asm

Program wyświetlający komunikat i (poniżej) jego pierwszy znak

```
.MODEL tiny
.STACK 100H
.DATA
```

**0C, 0A - ENTER [PRZEJŚCIE DO NOWEGO WIERSZA]**

```
komunikat db 'Dzien dobry',13,10,'$'
.CODE
```

```
;Do wyświetlenie na ekranie ciągu znaków służy funkcja 09
;z przerwania 21h. Składnia:
;AH - numer funkcji, DS:DX - adres ciągu znaków
;Uwaga: ciąg musi kończyć się znakiem '$'
```

```
mov BX,SEG komunikat      ;nie wolno bezpośrednio przenieść
mov DS,BX                 ;do DS segmentu zmiennej
mov DX, OFFSET komunikat  ;do DX offset zmiennej
```

```
mov AH,9                  ;numer funkcji
int 21h                   ;numer przerwania
```

```
;Do wyświetlenia znaku na ekranie służy funkcja 02
;z przerwania 21h. Składnia:
;AH - numer funkcji, DL - znak (jego kod) do wyświetlenia
```

```
mov DX,seg komunikat      ;segment zmiennej do DX
mov DS,DX                 ;a potem do DS
mov DL,DS:[offset komunikat] ;znak jest pod tym adresem
```

```
mov AH,02h                ;nr funkcji
int 21h                   ;nr przerwania
```

```
mov AH,4Ch                ;zakończenie programu
int 21h
```

```
END
```

ZAWARTOŚĆ KOMÓRKI PAMIĘCI ZAWSZE W NAWIASACH KWADRATOWYCH

NIE MOŻNA BEZPOŚREDNIO PRZENOSIĆ  
DO REJESTRU DS DANYCH NATYCHMIASTOWYCH

## 1. URZĄDZENIA PAMIĘCI MASOWEJ

Urządzenia pamięci masowej (zewnętrznej) - pozwalają na trwałe przechowywanie danych i programów.

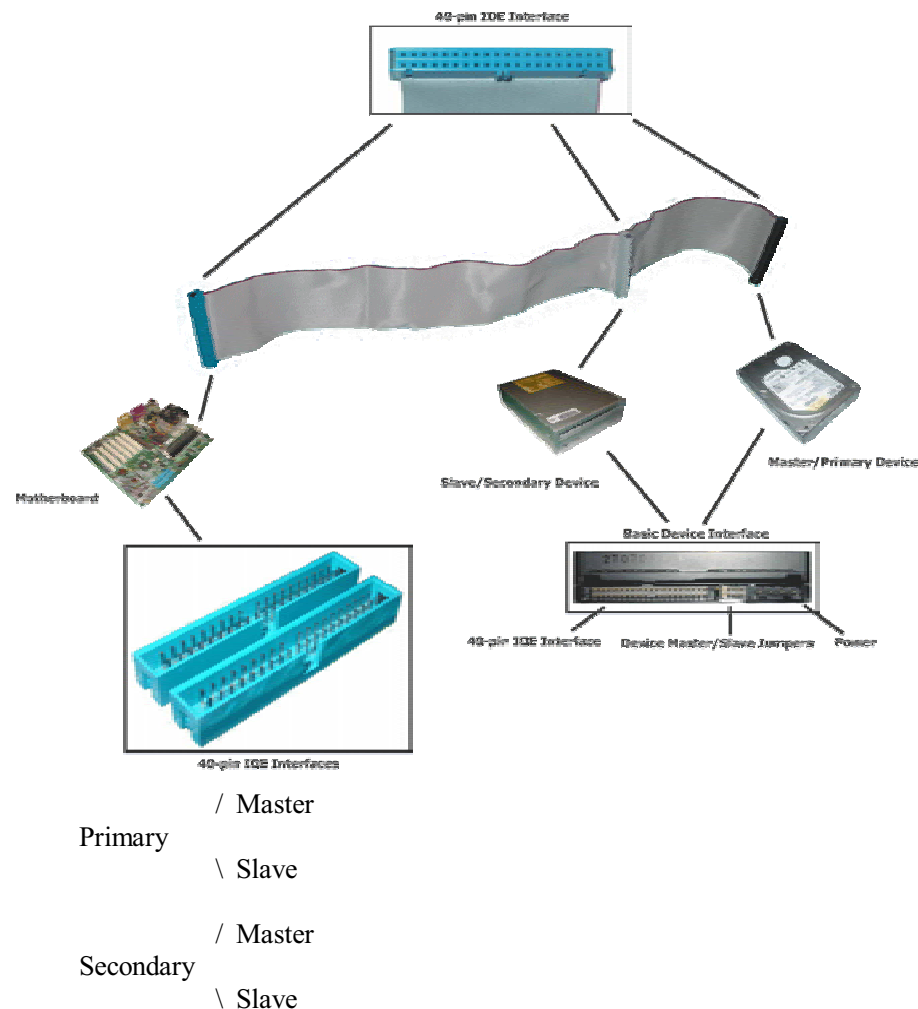
**Podział urządzeń pamięci masowej ze względu na wykorzystywany sposób zapisu danych**

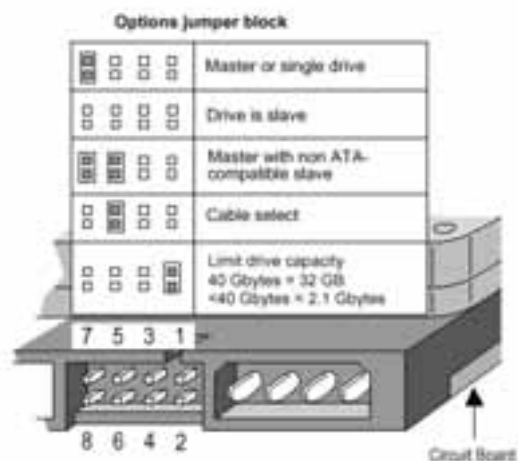
- urządzenia wykorzystujące zapis magnetyczny (dyski magnetyczne):
  - dyski twarde,
  - taśmy magnetyczne,
  - dyskietki.
- urządzenia wykorzystujące zapis optyczny (dyski optyczne):
  - dyski CD,
  - dyski DVD,
  - dyski Bluray, HD DVD.
- urządzenia wykorzystujące zapis flash:
  - dyski USB,
  - karty pamięci,
  - dyski SSD.

## 1.1. Dyski twarde

### 1.1.1. Instalowanie dysków twardych IDE (ATA)

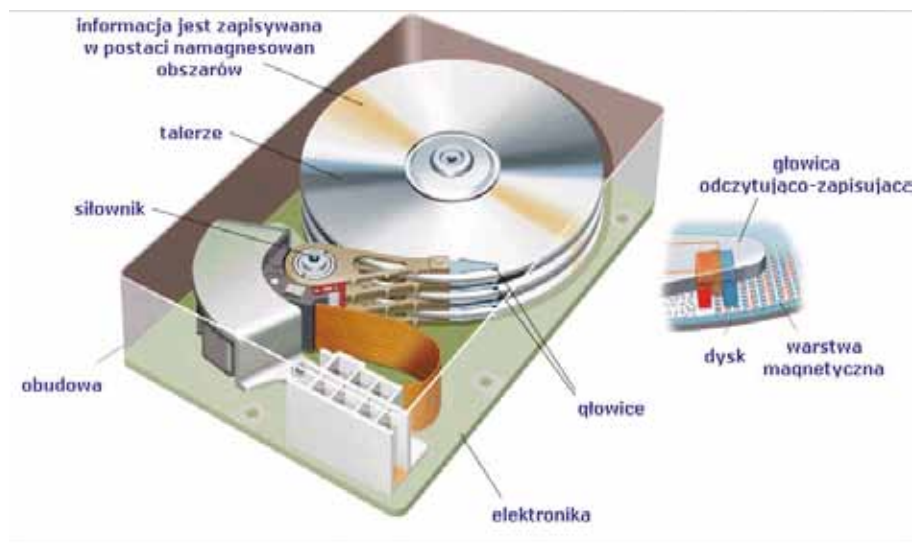
1. Sprawdzenie konfiguracji (ustawienie **zworek**) – **master** / **slave**
2. Podłączenie dysku do odpowiedniego kanału (kanał **primary** lub **secondary**) kontrolera IDE wraz z innymi urządzeniami (np. CD-ROM).





3. Ustawienie parametrów dysku w Setupie (wpisanie parametrów ręcznie, skorzystanie z funkcji „Auto Detection” lub ustalenie parametru „Auto” przy odnajdowaniu urządzeń na starcie komputera).
4. Podzielenie dysku na partycje.
5. Sformatowanie dysku.
6. Instalacja systemu operacyjnego.

### 1.1.2. Budowa dysku twardego



- **Talerze dysku** - stop aluminium lub szkła; talerze są obustronnie pokryte warstwą **magnetyczną** i warstwą **ochronną**.
- **Głowica zapisująco-odczytująca** - podczas pracy dysku głowica **unoszą się** nad powierzchnią nośnika dzięki poduszce powietrznej (grubości ok. 0,2  $\mu\text{m}$ ). Głowice po wyłączeniu zasilania są automatycznie **parkowane**.
- **Mechanizm poruszający głowice** - silnik krokowy (siłownik) lub cewka drgająca.
- **Silnik napędzający talerze**
- **Obudowa** - wewnątrz obudowy znajduje się filtr **cyrkulacyjny** oraz (w obudowie) filtr **barometryczny** służący do wyrównywania ciśnienia z otoczeniem.
- **Płytkę z elektroniką dysku**

- Elementy konfiguracyjne - **...zworki...** lub przełączniki.
- **Gniazdo sygnału** - 40 pinowe (IDE - sygnał **... .. równoległy... ..**) lub 7 stykowe (SATA - sygnał **... szeregowy ...**).

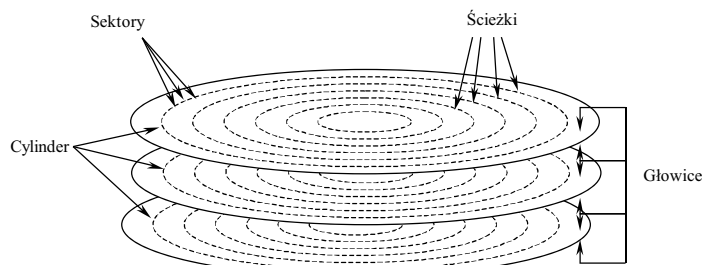


- **Gniazdo zasilania** - 4 pinowe (IDE - 5V, 12V) lub 15 stykowe (SATA - 3,3V, 5V, 12V).



### 1.1.3. Geometria Dysku Twardego

- C - **... cylindry ...** (ścieżki)
- H - **... głowice ...** (strony, ang. *Heads*)
- S - **... sektory ...**



Pierwotnie geometria dysku (CHS podawane przez producenta) odpowiadała jego rzeczywistej budowie, obecnie jest to tzw. **... .. logiczna ... .. geometria dysku** mająca niewiele wspólnego z jego fizyczną budową.

**Sektor** - ma **512 B** przeznaczonych na dane.

W rzeczywistości jego wielkość jest większa (zależy od metody kodowania danych np. 571 w metodzie MFM), gdyż zawiera jeszcze dodatkowe bajty, które m.in.:

- służą do synchronizacji danych,
- zawierają adres sektora (numer cylindra, głowicy i sektora),
- zawierają sumy kontrolne CRC (lub ECC).

### 1.1.4. Parametry dysku twardego

#### 1.1.4.1. Pojemność dysków

Pojemność dysku można obliczyć ze wzoru:

$$C \times H \times S \times 512 B$$

Pojemność współczesnych dysków twardych to zazwyczaj: **250** GB, **320** GB, **500** GB, **1 TB**, **2 TB**.

*Pojemność producenta, a pojemność rzeczywista.*

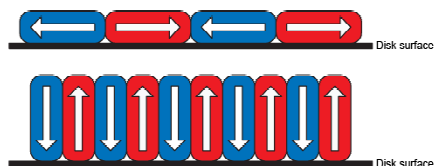
Wg producenta: 1GB = 1000 000 000B

W rzeczywistości: 1GB = 1 073 741 824B

Dysk o wielkości 500GB (deklarowanej przez producenta) ma w rzeczywistości **466 GB**.

Zwiększenia pojemności dysku możliwe jest dzięki zastosowaniu:

- głowic magnetorezystywnych,
- nowych materiałów użytych do wytworzenia nośników,
- odpowiednich układów elektronicznych realizujących algorytmy przekształcania analogowego sygnału pochodzącego z głowicy odczytującej na postać cyfrową (np. metoda PRML),
- nowych metod ułożenia cząstek magnetycznych (np. zapis **.. prostopadły..** **..** - *perpendicular recording*).



#### 1.1.4.2. Wielkość (rozmiar) dysków

- **5"** (pierwsze dyski twarde),
- **3,5"** (standardowe dyski twarde),
- **2,5"** (zazwyczaj modele do **.. notebooków ..**),
- **1,8"** (modele do notebooków, odtwarzaczy dźwięku),
- **1"** – **microdrive** (zazwyczaj modele do odtwarzaczy dźwięku).



#### 1.1.4.3. Pozostałe parametry

##### Prędkość obrotowa talerzy

Talerze obracają się z prędkością: **3600** - **4200** - **5400** - **7200** (dyski w komputerach domowych i biurowych) oraz **10000** - **15000** (dyski w serwerach) obrotów na **.. minutę ..**. (Prędkość obrotowa dyskietki to **360** obrotów na minutę).

##### Średni czas dostępu

Jest to średni czas dostępu do danych zapisanych na dysku (w sektorach).

*Czas dostępu (Average Access Time) = czas pozycjonowania głowic (average seek time) + czas połowy obrotu dysku (average latency time)*

Np. średni czas pozycjonowania głowic to 3-6 ms, a pół obrotu dysku (przy 7200 obr./min) to ok. 4 ms – razem 7-10 ms.

Średni czas dostępu ma wpływ na **transfer wewnętrzny danych**.

### Szybkość transferu (przesyłania danych)

Jest to ilość danych przesyłanych w ciągu sekundy z dysku do jednostki centralnej i pamięci.

Szybkość przesyłania danych zależy od:

- średniego czasu dostępu,
- transferu wewnętrznego (między głowicą a buforem),
- szybkości przesyłania danych przez interfejs (szybkość kontrolera).

### Wielkość bufora

Bufor (**CACHE**) to szybka pamięć DRAM – służy do **tymczasowego** przechowywania odczytanych danych, dzięki czemu poprawia szybkość transferu. Wielkości bufora to zazwyczaj: **16**, **32**, **64** **MB**.

### MTBF (*Mean Time Between Failures*)

Teoretyczny średni czas jaki urządzenie będzie pracować bez awarii. Producenci dysków określają ich MTBF na ok. **1 mln** godzin (ok. **100 lat** ...).

W praktyce MTBF taki czas należy interpretować, że *na 100 dysków w przeciągu roku* **jeden** ulegnie awarii.

### Odporność na wstrząsy

Standardowo (bez mechanizmów zabezpieczających przed wstrząsami) dyski twarde wytrzymują przeciążenie: podczas pracy ok. **50 g**, podczas spoczynku ok. **300 g** ( $1\text{ g} = 9,81\text{ ms/s}^2$ ).

### 1.1.5. Interfejsy dysków twardych

#### ST-506 (ST-412)

Opracowane przez firmę **Seagate** na początku lat 80-tych, przejęty przez producentów i seryjnie montowany w komputerach PC.

#### 1.1.5.1. IDE

##### IDE (ATA-1)

- IDE (*Integrated Drive Electronics*) to określenie używane powszechnie, ale oficjalna nazwa interfejsu to ATA (*AT Attachment*).
- Specyfikacja ATA została uznana za standard **ANSI** w 1989 r.
- Możliwość podłączenia maksymalnie **dwóch** urządzeń w trybie Master/Slave.
- Pojemność dysków nie przekraczająca **504** **MB**.
- Obsługa mechanizmu PIO (Type-0, Type-1, Type-2).
- Prędkość transmisji do **4** MB/s.
- Długość taśmy połączeniowej - maksymalnie **46 cm**.
- Dla urządzeń zarezerwowano dwa obszary portów wyjścia-wejścia (1F0-1F7h i 170-177h).

**Mechanizm PIO (Programmed Input Output)** - sterowana przez procesor metoda transmisji danych pomiędzy systemem a dyskiem.

Prędkości transmisji: PIO-0 - 3,33 MB/s, PIO-1 - 5,22 MB/s, PIO-2 - 8,33 MB/s, PIO 3 - 11,11 MB/s, PIO-4 - 16,66 MB/s

Rozwinięcia standardu IDE określane są nazwą **EIDE** (*Enhanced IDE*).

### **EIDE (ATA-2 / ATA-3)**

- Opracowany w roku 1994 / 1996.
- Nowe tryby transmisji w trybie PIO (Type-3, Type-4).
- Zdefiniowanie trybów DMA (Type-0, Type-1, Type-2, Multiword 1 i 2).
- Prędkość transmisji do 16 MB/s.
- Pokonanie ograniczenia pojemności 504 MB (metody XCHS i LBA).
- Zaimplementowanie mechanizmu **SMART** - *Self Monitoring Analysis and Reporting Technology* (w ATA-3).
- Obsługa **czterech** urządzeń (dysków twardych, CD-ROM'ów, streamer'ów).
- Dla dwóch kanałów zarezerwowano porty wejścia-wyjścia o adresach 1F0-1F7h i przerwanie IRQ14 oraz adresach 170-177h i IRQ15. Adaptery mogą znajdować się na wspólnej karcie lub na oddzielnych kartach.

### **ATAPI (ATA Packet Interface)**

Interfejs zaprojektowany dla innych urządzeń podłączanych do kontrolera IDE (np. CD-ROM, streamer, dyski ZIP).

### **ATA-4 (Ultra ATA/33)**

- Opracowany w roku 1997.
- Zdefiniowanie trybu transmisji UDMA (Ultra DMA - Type-0, 1, 2).
- Prędkość transmisji do 33 MB/s.
- Metoda wykrywania i korekcji błędów transmisji - suma kontrolna CRC (interfejs osiągnął możliwości przesyłowe standardowego 40-żyłowego kabla, dlatego metodę tę wprowadzono w celu zwiększenia bezpieczeństwa przesyłanych danych).
- Dołączenie standardu **ATAPI**.

### **ATA-5 (Ultra ATA/66)**

- Opracowany w 1999 roku.
- Zdefiniowanie trybu transmisji UDMA (Type-3, 4).
- Prędkość transmisji do 66 MB/s (zwiększenie dwukrotnie prędkość przesyłania danych oraz redukcja czasu realizacji komend sterujących).
- Zastosowanie **80**-żyłowego kabla (nowe żyły pełnią rolę ekranu i wplecione są pomiędzy standardowe żyły sygnałowe).

### **ATA-6 (Ultra ATA/100)**

- Opracowany w 2000 roku.
- 48-bitowe **LBA**.
- Zdefiniowanie trybu transmisji UDMA (Type-5).

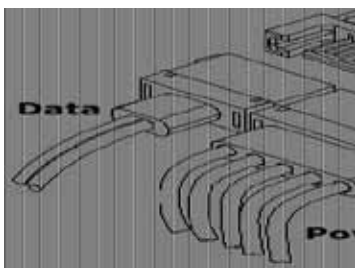


## ATA-7 (Ultra ATA/133)

- Opracowany w 2005 roku.

### 1.1.5.2. Serial ATA (SATA)

- Premiera urządzeń SATA na rynku - 2002 rok.
- **SZEREGOWE** przesyłanie danych (tak jak np. w USB, FireWire, Ethernet) - dane przesyłane są przez dwa pasma (nadawcze i odbiorcze), bardzo szybko, ale pod bardzo małym napięciem (250 mV) i w odwrotnych fazach. Dzięki temu nie występuje zjawisko wzajemnego zakłócania się sygnału.
- 40/80 żyłowe taśmy zastąpiono 7 żyłowymi przewodami (długość do 1 m) z wtyczkami szerokości 8 mm.



- Transfer:
  - SATA I: **150 MB** /s (1,5 Gb/s),
  - SATA II: **300 MB** /s (3Gb/s),
  - SATA III: **600 MB** /s (6Gb/s).

- Urządzenia można podłączyć w czasie pracy komputera (**hot-plugging**).
- Brak konfiguracji zworkami - zasada: jeden kanał, jedno urządzenie.
- Kompatybilność z dyskami Ultra ATA (podwójne gniazda lub przejściówki).
- Dwa tryby oszczędzania energii; wykorzystanie także napięcia 3,3V (konieczność stosowania adaptera).

### Odmiany standardu SATA

- **eSATA** (external SATA) to zewnętrzny port SATA przeznaczony do podłączania pamięci masowych zewnętrznych. Maksymalna długość kabla eSATA może wynosić 2 metry.



- **xSATA** - rozwinięcie standardu eSATA. Jest to zewnętrzne połączenie SATA o długości do 8 metrów przy użyciu ekranowanych kabli i złącz.
- **mSATA** (mini-SATA) - nowa generacja złącza do zastosowań w takich urządzeniach jak netbooki oraz dyski SSD 1.8".

### 1.1.5.3. SCSI i SAS

#### 1.1.5.3.1. SCSI

SCSI (*Small Computer Systems Interface*) - równoległa magistrala danych przeznaczona do przesyłania danych między urządzeniami. Wszystkie urządzenia podłączone do magistrali są równorzędne. Magistrali SCSI wymaga zakończenia jej specjalnym terminatorem.

Każde z urządzeń (maksymalnie 16) podłączonych do magistrali SCSI posiada unikatowy w obrębie magistrali adres - identyfikator (ang. SCSI ID).

Identyfikator pełni również rolę priorytetu przy rozstrzyganiu próby jednoczesnego dostępu więcej niż jednego urządzenia do magistrali.

SCSI umożliwia podłączenie różnych urządzeń (nie tylko dyski) i jest bardzo szybką magistralą, jednak jego zastosowanie jako sterownika dyskowego zmniejszyło się, ponieważ nowe interfejsy SATA osiągnęły podobną wydajność, a są znacznie tańsze i prostsze w konfiguracji.

#### Rodzaje magistrali SCSI:

- SCSI-1: transfer do 5 MB/s na odległość 6 m,
- SCSI-2: transfer do 10 MB/s (Fast SCSI) lub 20 MB/s (Wide SCSI) na 3 m,
- SCSI-3 (Ultra SCSI) - transfer 20-40 MB/s na odległość 3 m,
- Ultra2 SCSI: transfer 40-80 MB/s na odległość 12 m.,
- Ultra3 SCSI (Ultra160 SCSI): transfer 160 MB/s,
- Ultra4 SCSI (Ultra320 SCSI): transfer 320 MB/s.

- Ultra 640 SCSI: transfer 640 MB/s.



#### 1.1.5.3.2. SAS

SAS (*Serial Attached SCSI*) - interfejs komunikacyjny, który jest następcą SCSI, używany do podłączania napędów (głównie dysków twardych), stosowany zazwyczaj w serwerach. Oferuje prędkości transferu osiągające 3 Gb/s, 6 Gb/s oraz – w opracowaniu – 12 Gb/s.

Jest on częściowo kompatybilny z SATA, tzn. dyski SATA współpracują z kontrolerami SAS.

### 1.1.6. Metody adresacji danych

#### Metoda Extended CHS (XCHS)

W IDE geometria dysku podawana jako CHS miała następujące ograniczenie: 16 głowic, 1024 cylindry i 64 sektory na ścieżce (pojemność 504 MB).

W Extended CHS (XCHS) wykorzystano fakt, że możliwe jest „pomniejszenie” liczby cylindrów poprzez odpowiednie „zwiększenie” liczby głowic (maksymalnie do 255).

W ten sposób można było obsłużyć dyski posiadające 64 sektory, 255 głowic i 1024 cylindry (pojemność do 7,8 GB).

### Metoda LBA (*Logical Block Addressing*)

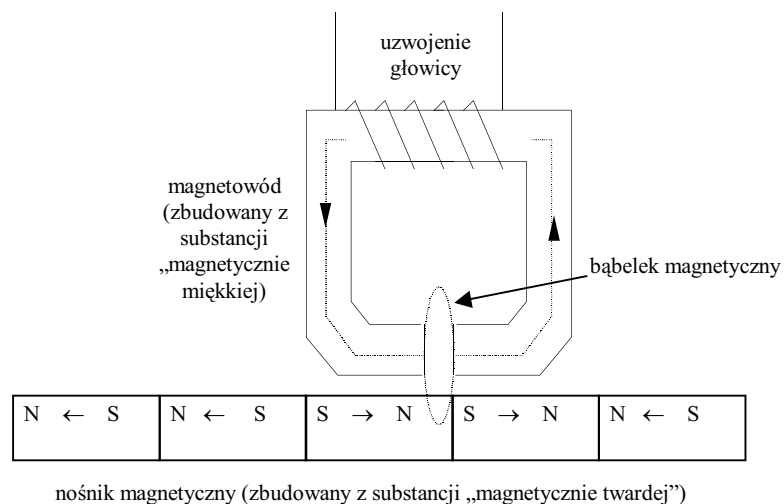
Dokonyuje translacji adresów, zamieniając numer głowicy, cylindra i sektora (CHS) na jego logiczny odpowiednik w postaci:

$$LBA = (numer\_cylindra * liczba\_głowic + numer\_głowicy) * liczba\_sektorów\_na\_ścieżce + numer\_sektora - 1$$

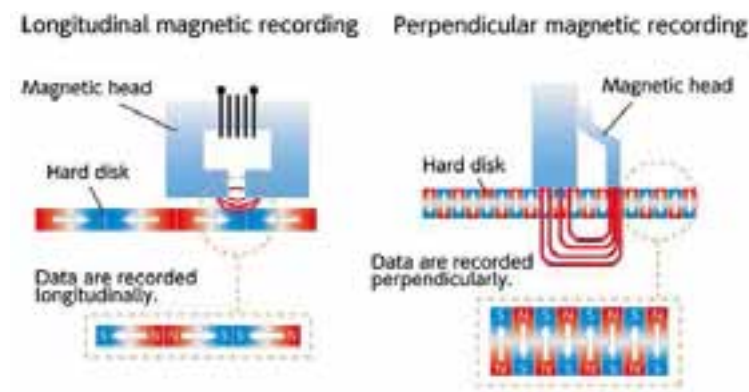
Wielkość adresu LBA:

- **28**-bitów - możliwość zaadresowania dysków do **128 GB** ( $2^{28}$  sektorów),
- **48**-bitów - możliwość zaadresowania **144 PB (petabajtów)**.

### 1.1.7. Zasada działania zapisu magnetycznego



Zapis na nośniku z poziomym (tradycyjny) i pionowym (zapis prostopadły) układem cząstek magnetycznych:



### 1.1.8. Kodowanie danych na nośnikach magnetycznych

#### 1.1.8.1. Metody kodowania

- **FM** (*Frequency Modulation*) - modulacja częstotliwości - stosowana w pierwszych dyskach, wycofana ze względu na mały stopień „upakowania” danych.
- **MFM** (*Modify Frequency Modulation*) - zmodyfikowana modulacja częstotliwości - stosowana w dyskietkach i starszych dyskach.
- **RLL** (*Run Length Limited*) - ograniczona długość przebiegu - wykorzystywana w nowszych dyskach twardych. Pozwala zmieścić do 50% więcej informacji niż metoda MFM.

- **PRML** (*Partial Response, Maximum Likelihood*) - częściowa odpowiedź, maksymalne prawdopodobieństwo - metoda obecnie wykorzystywana. Dalsze zwiększenie pojemności o ok. 40%.

- **EPRML** (*Extended Partial Response, Maximum Likelihood*).

#### 1.1.8.2. Metody kodowania FM

Oznaczenia: T - **zmiana**, N - **brak zmiany**

TT - interpretowana jest jako 1  
TN - interpretowana jest jako 0

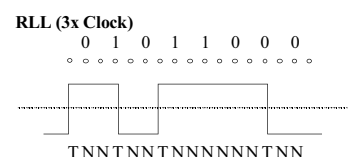
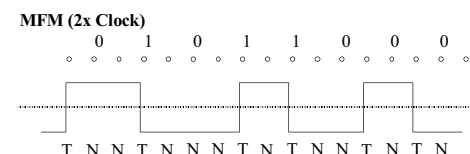
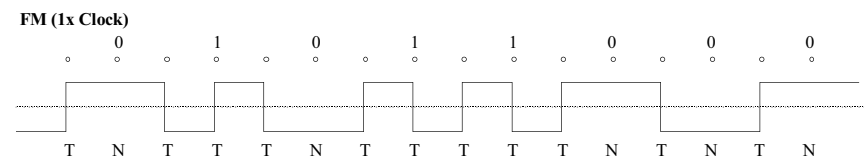
#### 1.1.8.3. Metody kodowania MFM

NT - 1  
TN - 0 poprzedzone 0  
NN - 0 poprzedzone 1

#### 1.1.8.4. Metody kodowania RLL(2,7)

Kodowane są całe grupy bitów.

NTNN - 10  
TNNN - 11  
NNNTNN - 000  
TNNTNN - 010  
NNTNNN - 011  
NNTNNTNN - 0010  
NNNTNNTNN - 0011

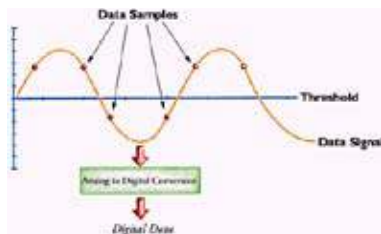


#### 1.1.8.5. PRML

W miarę wzrostu gęstości zapisu rozróżnianie sąsiednich wartości sygnału stawało się coraz trudniejsze.

W metodzie PRML:

- analogowy sygnał jest próbkowany i zamieniany na **postać cyfrową**,
- uzyskaną próbkę analizuje się tzw. algorytmem **VITERBI**, który sprawdza wszystkie kombinacje danych mogące wygenerować zbliżony ciąg i wybiera najbardziej prawdopodobną.



### Zadanie

1. Na czym polega konwersja sygnału analogowego do postaci cyfrowej (tzw. digitalizacja)? Jakiego znaczenie w tym procesie mają parametry takie jak: częstotliwość próbkowania i wielkość próbki?
2. Co to są (w jaki sposób działają) dyski SSD i dyski hybrydowe. Jakie są ich zalety i wady?

### 1.1.9. Organizacja partycji na dysku twardym

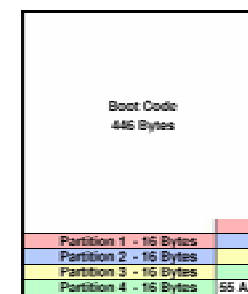
#### 1.1.9.1. MBR (... .. Master Boot Record ... ..)

Położenie MBR: cylinder **0**, głowica **0**, sektor **1**.

Zawartość MBR:

- program odszukujący i ładujący zawartość pierwszego sektora aktywnej partycji,
- 4 elementowa **tablica partycji** (... ..) (każdy element ma 16 bajtów),
- znacznik końca partycji (55AAh).

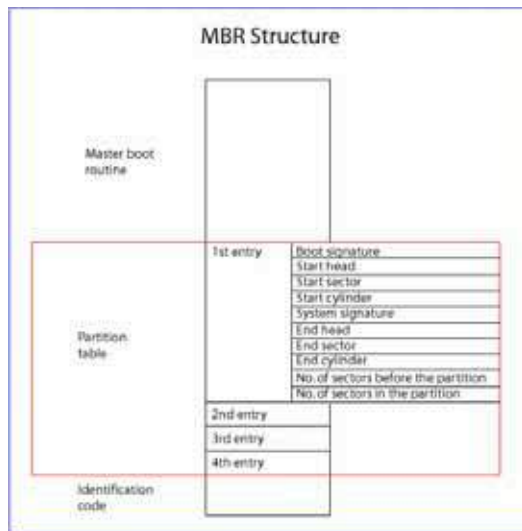
**Partycja** - wydzielony fragment dysku, aby stworzyć na nim system plików.



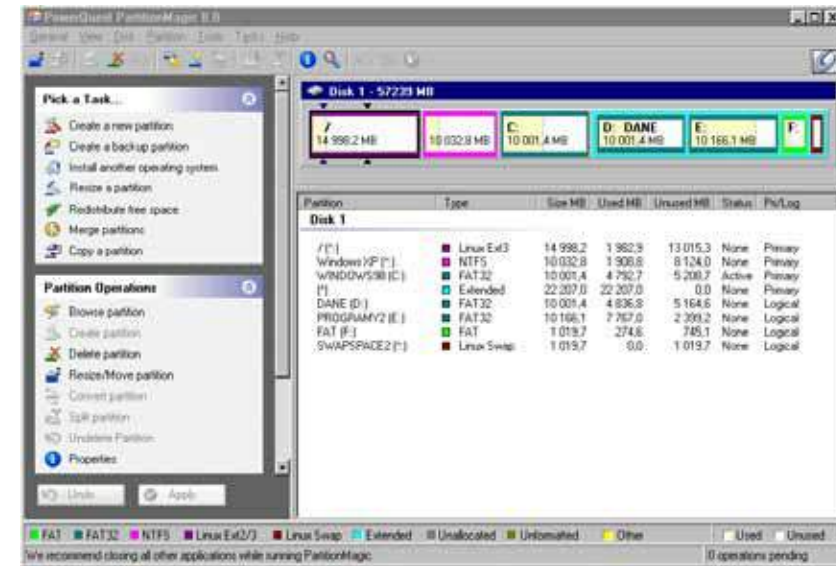
#### 1.1.9.2. Tablica partycji (Partition Table)

W tablicy partycji zapisać można dane **czterech** partycji. Pojedynczy element tablicy zawiera:

- znacznik **aktywności** partycji - 1 bajt (00h - nieaktywna, 80h - aktywna),
- współrzędne początku i końca partycji (w formacie CHS),
- informacje o rodzaju partycji - 1 bajt (**podstawowa**, **rozszerzona**),
- informacje o rozmiarze partycji.



### 1.1.9.3.2. Program Partition Magic



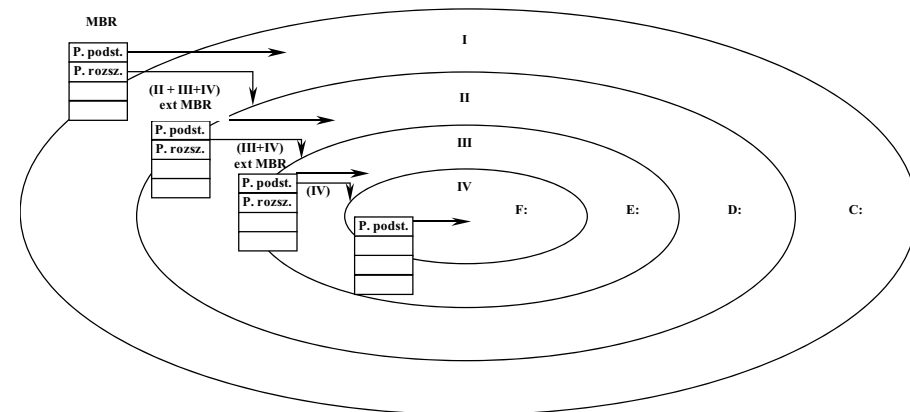
### 1.1.9.3. Tworzenie partycji

#### 1.1.9.3.1. Program FDISK (MS DOS, MS Windows)

- w programie FDISK można utworzyć partycję podstawową i rozszerzoną,
- na partycji rozszerzonej można utworzyć tzw. **dyski logiczne**,
- partycja podstawowa widziana jest jako dysk C:,
- dyski logiczne na partycji rozszerzonej to kolejne dyski (D:, E:, itd.).

| Partycja podstawowa | Partycja rozszerzona |                  |                  |
|---------------------|----------------------|------------------|------------------|
| C:                  | Dysk logiczny D:     | Dysk logiczny E: | Dysk logiczny F: |

### 1.1.9.4. Organizacja partycji podstawowych i rozszerzonych



### 1.1.10. Organizacja partycji systemowej (na przykładzie FAT16)

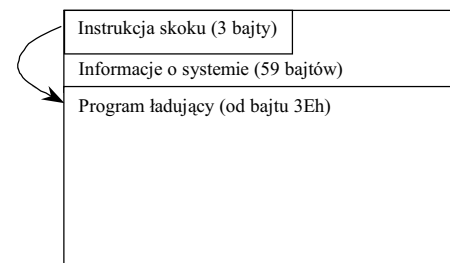
- Boot Record (BR),
- Tablica FAT (File Allocation Table) - **Tablica Alokacji Plików**,
- Kopia Tablicy FAT,
- **Root Directory** - Katalog Główny,
- Dane.

#### 1.1.10.1. Boot Record (BR)

Położenie BR: **pierwszy sektor** partycji systemowej (dysku / dyskietki systemowej).

Zawartość Boot Recordu:

- **instrukcja skoku** do programu ładującego system,
- informacje o systemie,
- **program ładujący** system,
- informacje o dysku (wielkość sektora, wielkość klastra, liczba sektorów, bajt identyfikacji nośnika, itp.).



#### Informacje o systemie i dysku zawarta w Boot Record:

| Bajt   | Zawartość                                            |
|--------|------------------------------------------------------|
| 0-2h   | Instrukcja skoku do programu ładującego              |
| 3-Ah   | Nazwa systemu                                        |
| B-Ch   | Wielkość sektora                                     |
| Dh     | Wielkość klastra                                     |
| E-Fh   | Liczba sektorów zarezerwowanych na początku dysku    |
| 10h    | Liczba kopii FAT                                     |
| 11-12h | Maksymalna liczba plików w katalogu głównym          |
| 13-14h | Całkowita liczba sektorów na dysku do 32MB           |
| 15h    | Bajt identyfikacji nośnika                           |
| 16-17h | Liczba sektorów zajętych przez FAT                   |
| 18-19h | Liczba sektorów na ścieżce                           |
| 1A-1Bh | Liczba głowic (stron) dysku                          |
| 1C-1Fh | Liczba sektorów ukrytych                             |
| 20-23h | Całkowita liczba sektorów na dysku większym niż 32MB |
| 24h    | Numer mechanizmu dyskowego                           |
| 25h    | Zarezerwowane                                        |
| 26h    | Zarezerwowane - znacznik 29h                         |
| 27-2Ah | Numer seryjny dysku                                  |
| 2B-35h | Etykieta                                             |
| 36-3Dh | Zarezerwowane                                        |

```

OEM ID: +nB%7IHC
Bytes per sector: 512
Sectors per cluster: 1
Reserved sectors at beginning: 1
FAT Copies: 2
Root directory entries: 224
Total sectors on disk: 2880
Media descriptor byte: F0 Hex
Sectors per FAT: 9
Sectors per track: 18
Sides: 2
Special hidden sectors: 0
Big total number of sectors: 0
Physical drive number: 0
Extended Boot Record Signature: 29 Hex
Volume Serial Number: 2A1418FE Hex
Volume Label: DYSKIETKA
File System ID: . . . FAT12 . . .

```

```

Physical Sector: Absolute Sector 0
00000000: EB 3C 90 2B 6E 42 25 37 - 49 48 43 00 02 01 01 00 .<.+nB%7IHC....
00000010: 02 E0 00 40 0B F0 09 00 - 12 00 02 00 00 00 00 00 ...@.....
00000020: 00 00 00 00 00 00 29 FE - 18 14 2A 44 59 53 4B 49 .....)*DYSKI
00000030: 45 54 4B 41 20 20 46 41 - 54 31 32 20 20 20 33 C9 ETKA FAT12 3.
00000040: 8E D1 BC FC 7B 16 07 BD - 78 00 C5 76 00 1E 56 16 ...{...x..v..V.
00000050: 55 BF 22 05 89 7E 00 89 - 4E 02 B1 0B FC F3 A4 06 U."...~..N.....
00000060: 1F BD 00 7C C6 45 FE 0F - 38 4E 24 7D 20 8B C1 99 ..|.E..8N$) ...
00000070: E8 7E 01 83 EB 3A 66 A1 - 1C 7C 66 3B 07 8A 57 FC .~...:f..|f;..W.
00000080: 75 06 80 CA 02 88 56 02 - 80 C3 10 73 ED 33 C9 FE u....V....s.3..
00000090: 06 D8 7D 8A 46 10 98 F7 - 66 16 03 46 1C 13 56 1E ..}.F...f..F..V.
000000A0: 03 46 0E 13 D1 8B 76 11 - 60 89 46 FC 89 56 FE B8 .F...v.`.F..V..
000000B0: 20 00 F7 E6 8B 5E 0B 03 - C3 48 F7 F3 01 46 FC 11 ....^...H...F..
000000C0: 4E FE 61 BF 00 07 E8 28 - 01 72 3E 38 2D 74 17 60 N.a....(.r>8 -t.`
000000D0: B1 0B BE D8 7D F3 A6 61 - 74 3D 4E 74 09 83 C7 20 ...}.at=Nt...
000000E0: 3B FB 72 E7 EB DD FE 0E - D8 7D 7B A7 BE 7F 7D AC ;.r.....){.□}.
000000F0: 98 03 F0 AC 98 40 74 0C - 48 74 13 B4 0E BB 07 00 .....@t.Ht.....
00000100: CD 10 EB EF BE 82 7D EB - E6 BE 80 7D EB E1 CD 16 .....).}.....
00000110: 5E 1F 66 8F 04 CD 19 BE - 81 7D 8B 7D 1A 8D 45 FE ^f.....}.).E.
00000120: 8A 4E 0D F7 E1 03 46 FC - 13 56 FE B1 04 E8 C2 00 .N....F..V.....
00000130: 72 D7 EA 00 02 70 00 52 - 50 06 53 6A 01 6A 10 91 r....p.RP.Sj.j..
00000140: 8B 46 18 A2 26 05 96 92 - 33 D2 F7 F6 91 F7 F6 42 .F.&...3.....B
00000150: 87 CA F7 76 1A 8A F2 8A - E8 C0 CC 02 0A CC B8 01 .v.....
00000160: 02 80 7E 02 0E 75 04 B4 - 42 8B F4 8A 56 24 CD 13 ..~..u..B...V$.
00000170: 61 61 72 0A 40 75 01 42 - 03 5E 0B 49 75 77 C3 03 aar.@u.B.^Iuw..
00000180: 18 01 27 0D 0A 4E 69 65 - 70 72 61 77 69 64 6C 6F ..'.Nieprawidlo
00000190: 77 79 20 64 79 73 6B 20 - FF 0D 0A 42 6C 61 64 20 wy dysk ...Blad
000001A0: 57 65 2F 57 79 20 20 20 - 20 FF 0D 0A 57 79 6D 69 We/Wy ....Wymi
000001B0: 65 6E 20 64 79 73 6B 20 - 69 20 6E 61 63 69 73 6E en dysk i nacisn
000001C0: 69 6A 20 64 6F 77 6F 6C - 6E 79 20 6B 6C 61 77 69 ij dowolny klawi
000001D0: 73 7A 20 20 0D 0A 00 00 - 49 4F 20 20 20 20 20 20 sz ....IO
000001E0: 53 59 53 4D 53 44 4F 53 - 20 20 20 53 59 53 7F 01 SYSMSDOS SYS□.
000001F0: 00 41 BB 00 07 60 66 6A - 00 E9 3B FF 00 00 55 AA .A...`fj...;...U.

```

### 1.1.10.2. Root Directory (katalog główny)

#### 1.1.10.2.1. Zawartość RD

- wielkość katalogu głównego jest definiowana przy formatowaniu dysku (dyskietka - 14 sektorów, dyski twarde - 32 sektory),
- każdy wpis zajmuje **32 B** i zawiera:

| Wielkość | Element wpisu w katalogu głównym                                                                                                                                             |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8B       | nazwa pliku (zarezerwowane wartości 1. bajtu: <b>00h</b> - wpis wolny, <b>E5h</b> - plik skasowany, <b>2Eh</b> - katalog bieżący „.”, <b>2E2Eh</b> - katalog nadrzędny „..”) |
| 3B       | rozszerzenie                                                                                                                                                                 |
| 1B       | atrybuty pliku                                                                                                                                                               |
| 10B      | zarezerwowane                                                                                                                                                                |
| 2B       | czas utworzenia                                                                                                                                                              |
| 2B       | data utworzenia                                                                                                                                                              |
| 2B       | numer pierwszego <b>... kłustra ...</b>                                                                                                                                      |
| 4B       | wielkość pliku (1C-1Dh - mniej znaczące bajty, 1E-1Fh - bardziej znaczące bajty)                                                                                             |

#### 1.1.10.2.2. Atrybuty plików i katalogów

Poszczególne bity bajta Bh odpowiadają atrybutom: - - A D V S H R

A – **archiwalny**

S – **systemowy**

H – **ukryty** (hidden)



- R – **tylko do odczytu** (read only)
- V – **etykieta dysku** (volume label)
- D – **katalog** (directory)

1.1.10.2.3. Zapis struktury katalogów

Katalog jest **plikiem** o atrybucie D, a jego zawartością jest **struktura wpisów** identyczna z tymi w katalogu głównym.

Katalog (widok „as Directory”)

| Name                           | Ext | ID   | Size   | Date     | Time  | Cluster | %   | A | R | S | H | D | U |
|--------------------------------|-----|------|--------|----------|-------|---------|-----|---|---|---|---|---|---|
| Dir                            |     |      | 0      | 3.12.06  | 20:51 | 1       | 996 | - | - | - | - | D | - |
| ARJ                            | EXE | File | 87446  | 95.01.20 | 23:01 | 1       | 997 | - | R | - | - | - | - |
| DDI                            | EXE | File | 19090  | 96.12.10 | 17:00 | 2       | 003 | - | R | - | - | - | - |
| DDII                           | EXE | File | 12528  | 93.11.19 | 10:05 | 2       | 005 | - | R | - | - | - | - |
| DM                             | CFG | File | 42     | 95.10.23 | 22:13 | 2       | 006 | - | R | - | - | - | - |
| DM                             | EXE | File | 19666  | 95.04.23 | 0:46  | 2       | 007 | - | R | - | - | - | - |
| LHA                            | EXE | File | 34283  | 91.07.20 | 2:13  | 2       | 009 | - | R | - | - | - | - |
| PKUNZIP                        | EXE | File | 29378  | 94.06.01 | 0:00  | 2       | 012 | - | R | - | - | - | - |
| PKZIP                          | EXE | File | 42166  | 93.02.01 | 2:04  | 2       | 014 | - | R | - | - | - | - |
| RAR                            | EXE | File | 102989 | 96.05.08 | 1:21  | 2       | 017 | - | R | - | - | - | - |
| UDDI                           | EXE | File | 17217  | 95.03.02 | 23:22 | 2       | 024 | - | R | - | - | - | - |
| UNZIP                          | EXE | File | 23044  | 93.03.09 | 7:01  | 2       | 026 | - | R | - | - | - | - |
| Unused directory entry         |     |      |        |          |       |         |     |   |   |   |   |   |   |
| Unused directory entry         |     |      |        |          |       |         |     |   |   |   |   |   |   |
| Unused directory entry         |     |      |        |          |       |         |     |   |   |   |   |   |   |
| Cluster 1 996, Sector 64 352   |     |      |        |          |       |         |     |   |   |   |   |   |   |
| Unused directory entry         |     |      |        |          |       |         |     |   |   |   |   |   |   |
| Unused directory entry         |     |      |        |          |       |         |     |   |   |   |   |   |   |
| Sub-Directory                  |     |      |        |          |       |         |     |   |   |   |   |   |   |
| F:\DYSK-D\1\PUBLIC\UTIL\ARCHIW |     |      |        |          |       |         |     |   |   |   |   |   |   |
| Cluster 1 996                  |     |      |        |          |       |         |     |   |   |   |   |   |   |
| Offset 0, hex 0                |     |      |        |          |       |         |     |   |   |   |   |   |   |

Katalog (widok „as Hex”)

| Object                         | Edit | Link | View | Info | Tools | Help |
|--------------------------------|------|------|------|------|-------|------|
| Cluster 1 996, Sector 64 351   |      |      |      |      |       |      |
| 00000000                       | 2E   | 20   | 20   | 20   | 20    | 20   |
| 00000010                       | 86   | 2F   | 86   | 2F   | 00    | 00   |
| 00000020                       | 2E   | 2E   | 20   | 20   | 20    | 20   |
| 00000030                       | 86   | 2F   | 86   | 2F   | 00    | 00   |
| 00000040                       | 41   | 52   | 40   | 20   | 20    | 20   |
| 00000050                       | 86   | 2F   | 44   | 33   | 00    | 00   |
| 00000060                       | 44   | 44   | 49   | 20   | 20    | 20   |
| 00000070                       | 86   | 2F   | 44   | 33   | 00    | 00   |
| 00000080                       | 44   | 44   | 49   | 20   | 20    | 20   |
| 00000090                       | 86   | 2F   | 44   | 33   | 00    | 00   |
| 000000A0                       | 44   | 4D   | 20   | 20   | 20    | 20   |
| 000000B0                       | 86   | 2F   | 6C   | 32   | 00    | 00   |
| 000000C0                       | 44   | 4D   | 20   | 20   | 20    | 20   |
| 000000D0                       | 86   | 2F   | 44   | 33   | 00    | 00   |
| 000000E0                       | 4C   | 48   | 41   | 20   | 20    | 20   |
| 000000F0                       | 86   | 2F   | 44   | 33   | 00    | 00   |
| 00000100                       | 50   | 4B   | 55   | 4E   | 5A    | 49   |
| 00000110                       | 86   | 2F   | 44   | 33   | 00    | 00   |
| 00000120                       | 50   | 4B   | 5A   | 49   | 50    | 20   |
| 00000130                       | 86   | 2F   | 44   | 33   | 00    | 00   |
| Sub-Directory                  |      |      |      |      |       |      |
| F:\DYSK-D\1\PUBLIC\UTIL\ARCHIW |      |      |      |      |       |      |
| Cluster 1 996                  |      |      |      |      |       |      |
| Offset 0, hex 0                |      |      |      |      |       |      |

1.1.10.2.4. Zapis daty

Y Y Y Y Y Y Y m m m m d d d d d

Dzień (5 bitów) - wartości od 0 (00000b) do **31** (11111b)

Miesiąc (4 bity) - wartości od 0 do **15**

Rok (7 bitów) - wartości od 0 do **127**

**Data** = (**rok - 1980**) x 512 + miesiąc x 32 + dzień => zmiana kolejności bajtów (bardziej znaczący bajt jako pierwszy)

Np. data - 26 grudzień 2003 zostanie zapisana jako:

$(2003 - 1980) \times 512 + 12 \times 32 + 26 = 12186 = 2F\ 9Ah \Rightarrow 9A\ 2Fh$

1.1.10.2.5. Zapis czasu

h h h h h m m m m m s s s s s

Godzina (5 bitów) - wartości od 0 do **31**

Minuta (6 bitów) - wartości od 0 do **63**

Sekundy (5 bitów) - wartości od 0 do **31**

**Czas** = godzina x 2048 + minuta x 32 + **sekunda/2** => zmiana kolejności bajtów

1.1.10.3. Klaster (cluster)

- Jest to tzw. jednostka **alokacji plików** czyli najmniejszy obszar dysku, który system operacyjny potrafi zaadresować,

- wielkość klastra, w zależności od systemu operacyjnego i wielkości dysku, może wynosić 1 sektor (512B), 2 sektory (1KB), 4 sektory (2KB), itd. (kolejne potęgi liczby 2),
- w systemie plików FAT16 klaster nie może wynosić więcej niż **64** sektory,
- w systemie plików FAT16 system operacyjny dąży do tego, aby klaster był jak **jak najmniejszy**.

#### 1.1.10.3.1. Wielkość klastra a strata przestrzeni na dysku

System operacyjny może przydzielić plikowi tylko **całowitą liczbę** klastrów. Oznacza to np., że przy wielkości klastra 8KB, plik o rozmiarze 9KB będzie zajmował **2 klastry**, czyli 16KB.

#### 1.1.10.3.2. Zależność wielkości klastra od wielkości partycji (FAT16)

| Wielkość dysku | Wielkość klastra |
|----------------|------------------|
| 2048 MB -      | 32 KB            |
| 1024 MB -      | 16 KB            |
| 512 MB -       | 8 KB             |
| 256 MB -       | 4 KB             |
| 128 MB -       | 2 KB             |
| 64 MB -        | 1 KB             |
| 32 MB -        |                  |
| 0 MB -         |                  |

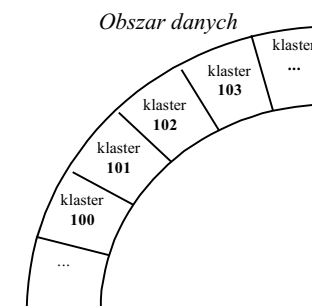
#### 1.1.10.4. Tablica alokacji plików (File Allocation Table) w FAT16

##### 1.1.10.4.1. Charakterystyka tablicy FAT

- każdemu klastrowi **odpowiada** **dokładna jedna** komórka tablicy FAT,
- w komórkach tablicy FAT zapisywane są m.in. adresy klastrów,
- każda komórka tablicy FAT ma 16 bitów.

Tablica Alokacji Plików  
(FAT)

| komórka ... | komórka 100 | komórka 101 | komórka 102 | komórka 103 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ...         | 101         | 103         | 0           | EOF         |
| komórka 104 | komórka 105 | komórka 106 | komórka 107 | komórka ... |
| 0           | 0           | 0           | 0           | ...         |



| Disk Editor                              |       |       |       |                    |       |       |       |
|------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
| Object                                   | Edit  | Link  | View  | Info               | Tools | Help  |       |
| Sector 1                                 |       |       |       |                    |       |       |       |
| <EOF>                                    | <EOF> | <EOF> | 5     | <EOF>              | <EOF> | <EOF> | <EOF> |
| 17                                       | 18    | 19    | <EOF> | 21                 | 22    | 23    | 16    |
| 25                                       | <EOF> | <EOF> | 28    | 30                 | 31    | 32    | 24    |
| 33                                       | 34    | 35    | 36    | 37                 | 38    | 39    | 40    |
| 41                                       | 42    | 43    | 44    | 45                 | 46    | 47    | 48    |
| 49                                       | 50    | 51    | 52    | 53                 | 54    | 55    | 56    |
| 57                                       | 58    | 59    | 60    | 61                 | 62    | 63    | 64    |
| 65                                       | 66    | 67    | <EOF> | <EOF>              | <EOF> | <EOF> | 72    |
| 73                                       | 74    | 75    | <EOF> | 77                 | 78    | 79    | 80    |
| <EOF>                                    | 82    | 83    | 84    | 85                 | 86    | 87    | 88    |
| 89                                       | 90    | <EOF> | 92    | 93                 | 94    | 95    | <EOF> |
| 97                                       | 98    | 99    | 100   | <EOF>              | 102   | 103   | 104   |
| 105                                      | 106   | 107   | 108   | 109                | 110   | <EOF> | 112   |
| <EOF>                                    | <EOF> | <EOF> | <EOF> | 117                | <EOF> | <EOF> | <EOF> |
| <EOF>                                    | <EOF> | <EOF> | 124   | <EOF>              | <EOF> | 127   | 128   |
| 129                                      | 130   | 131   | 132   | 133                | 134   | 135   | 136   |
| 137                                      | 138   | 139   | 140   | 141                | 142   | 143   | 144   |
| <EOF>                                    | <EOF> | 147   | <EOF> | <EOF>              | <EOF> | <EOF> | <EOF> |
| <EOF>                                    | <EOF> | 4277  | <EOF> | 157                | 158   | 159   | 160   |
| FAT (1st Copy)                           |       |       |       | Sector 1           |       |       |       |
| F:\...-D\1\PUBLIC\PROGRAMY\DC32\DC32.EXE |       |       |       | Cluster 27, hex 1B |       |       |       |

### Zadanie

1. Ile maksymalnie klastrów na dysku może być w systemie FAT16 (a ile w FAT32)?
2. Jaka jest zależność w systemie plików FAT16 między wielkością klastra, a wielkością dysku?

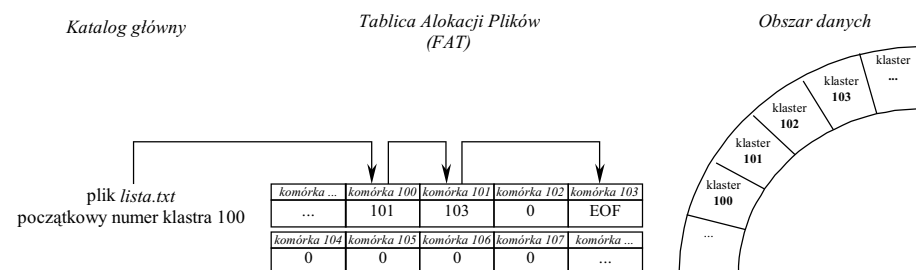
#### 1.1.10.4.2. Zawartość tablicy FAT

W tablicy FAT mogą znajdować się następujące wartości:

- **0** - wolna komórka FAT'u,
- numer **kolejnego** klastra zajmowanego przez plik,
- **EOF (End Of File)** - informacja o końcu pliku (wartości FFF8 - FFFFh),  
któryś z sektorów klastra jest uszkodzony
- **BAD** - informacja o uszkodzeniu nośnika (wartość FFF7h).

Uwaga: Pierwsze 4 bajty są zarezerwowane (1 bajt to bajt identyfikacji nośnika, kolejne 3 bajty mają wartości FFh).

### Przykład



### Przykład

Root Directory:

| Nazwa pliku | Rozszerzenie | ... | Początkowy numer klastra |
|-------------|--------------|-----|--------------------------|
| praca       | doc          | ... | 372                      |
| start       | bat          | ... | 380                      |
| list        | txt          | ... | 387                      |

FAT:

|     | 0   | 1   | 2     | 3     | 4     | 5   | 6     | 7   | 8   | 9   |
|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-----|-----|
| 370 | 0   | 0   | 373   | 374   | 375   | 376 | <EOF> | 0   | 0   | 0   |
| 380 | 381 | 382 | <EOF> | <BAD> | <BAD> | 0   | 0     | 388 | 389 | 390 |
| 390 | 391 | 392 | 393   | <EOF> | 0     | 0   | 0     | 0   | 0   | 0   |

#### 1.1.10.4.3. Kasowanie plików

Podczas kasowania - pierwszy bajt nazwy pliku zamieniany jest na znak o kodzie ASCII **229 (E5h)** i **zerowane** są zajmowane przez plik komórki tablicy FAT.

### Zadanie

Jak realizowane jest „odzyskiwanie” skasowanych plików?

#### 1.1.10.4.4. Błędy i nieprawidłowości w funkcjonowaniu systemu plików

- **Bad Clusters** - **uszkodzone** klastry,
- **Cross-linked Files** - **skrzyżowane** pliki,
- **Lost Clusters** - **zgubione** klastry,
- **fragmentacja** plików.

### Zadanie

Na czym polegają ww. błędy i nieprawidłowości w systemie plików?

Za pomocą jakich narzędzi możliwe jest ich usunięcie?

W jaki sposób ww. błędy i nieprawidłowości są usuwane?

### Przykład

Poniżej przedstawiona jest zawartość katalogu głównego oraz tablica FAT.

Jakie błędy występują w tym systemie plików?

| Nazwa pliku | Rozszerzenie | ... | Początkowy numer klastra |
|-------------|--------------|-----|--------------------------|
| praca       | doc          | ... | 372                      |
| start       | bat          | ... | 376                      |
| list        | txt          | ... | 379                      |
| rysunek     | bmp          | ... | 390                      |
| arkusz      | xls          | ... | 391                      |

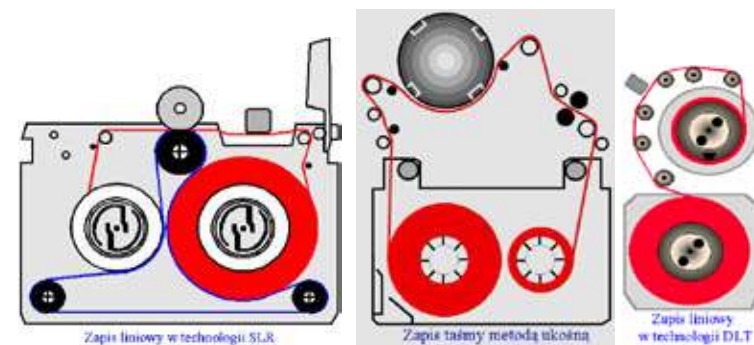
|     | 0   | 1   | 2     | 3     | 4     | 5   | 6     | 7     | 8     | 9   |
|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|
| 370 | 0   | 0   | 373   | 374   | 375   | 376 | <EOF> | 378   | <EOF> | 380 |
| 380 | 381 | 382 | <EOF> | <BAD> | <BAD> | 0   | 0     | 0     | 0     | 0   |
| 390 | 392 | 393 | 394   | 395   | 396   | 397 | 398   | <EOF> | <EOF> | 0   |

### Rozwiązanie

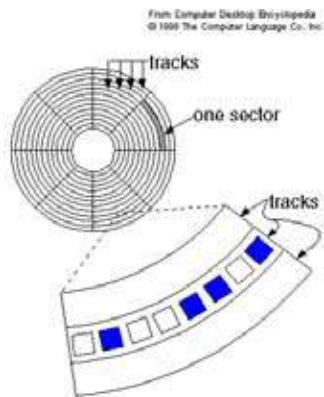
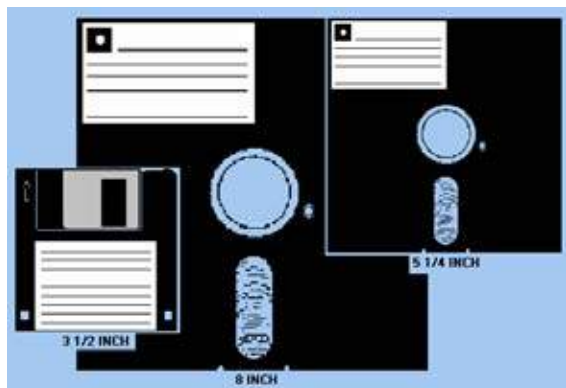
|     | 0              | 1             | 2              | 3             | 4              | 5             | 6                       | 7               | 8                | 9           |
|-----|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|-------------------------|-----------------|------------------|-------------|
| 370 | 0              | 0             | 373<br>praca   | 374<br>praca  | 375<br>praca   | 376<br>praca  | <EOF><br>praca<br>start | 378             | <EOF>            | 380<br>list |
| 380 | 381<br>list    | 382<br>list   | <EOF><br>list  | <BAD>         | <BAD>          | 0             | 0                       | 0               | 0                | 0           |
| 390 | 392<br>rysunek | 393<br>arkusz | 394<br>rysunek | 395<br>arkusz | 396<br>rysunek | 397<br>arkusz | 398<br>rysunek          | <EOF><br>arkusz | <EOF><br>rysunek | 0           |

## 1.2. Taśmy magnetyczne

- Taśma zazwyczaj posiada kilka ścieżek.
- Taśma przesuwana się pod głowicą, która może zapisywać lub odczytywać jednocześnie na wszystkich ścieżkach.
- Zapis informacji na taśmie ma charakter **... ..sekwencyjny... ..**, co oznacza że dane są zawsze odczytywane w kolejności zgodnej z ich uporządkowaniem na taśmie. Zapis na taśmach magnetycznych stosowany był w pierwszych komputerach domowych.
- Streamer - urządzenie wykonujące na taśmie kopię danych znajdujących się na dysku. Pojemność: do kilkuset GB.



### 1.3. Dyskietki



| Rozmiar | Pojemność (zakres)      | Rok  |
|---------|-------------------------|------|
| 8"      | 800KB (80KB - 1MB)      | 1971 |
| 5.25"   | 1.2MB (110KB - 1.2MB)   | 1976 |
| 3.5"    | 1.44MB (720KB - 2.88MB) | 1984 |

## 1.4. Dyski CD

### 1.4.1. Formaty zapisu dysków CD

Kolejne specyfikacje formatów dysków optycznych publikowane były jako tzw. „**Kolorowe księgi**”.

#### Red Book

- format **CD-DA** (Compact Disc - Digital Audio),
- opracowany przez firmy **Philips** i **Sony** (rok **1982**) standard cyfrowego zapisu dźwięku.



#### Yellow Book

- format **CD-ROM** (Compact Disc - Read Only Memory) - 1987 rok.
- CD-ROM-Mode 1 - standard zapisu ścieżek danych (pojemność 682MB, rozbudowane mechanizmy korekcji błędów).
- CD-ROM-Mode 2 - standard zapisu ścieżek audio, wideo i zdjęć (pojemność 778MB, brak mechanizmów korekcji błędów).
- Mixed-Mode CD - możliwość zapisania na jednym dysku zarówno ścieżek danych jak i ścieżek audio, wideo i zdjęć.

#### Green Book

- format **CD-I** (Compact Disc - Interactive) – interaktywna płyta kompaktowa.

- format zapisu dysków CD obsługiwany przez odtwarzacze firmy Philips, w których między odtwarzaniem dźwięku i ruchomych obrazów istnieć musi ścisła synchronizacja.

- klasyczne odtwarzacze CD nie potrafią odczytać tego formatu danych.

#### Orange Book

- format danych na płytach **jedno i wielosesyjnych** (Single i Multi-Session CD) na dyskach nagrywalnych: **CD-R** (Recordable), **CD-WO** (Write Once), **CD-RW** (ReWritable).

#### White Book

- format **V-CD** (Video-CD) i **Photo-CD**.
- V-CD standard zapisu obrazu wideo na dyskach CD z jakością kaset VHS,



- Parametry obrazu VCD:
  - Kodek: MPEG-1
  - Rozdzielczość: NTSC: 352x240, PAL/SECAM: 352x288
  - Wymiary (Format): NTSC: 107:80, PAL/SECAM: 4:3
  - Liczba pełnych klatek na sekundę: NTSC: 29,97 lub 23,976, PAL/SECAM: 25
  - Bitrate: 1 150 Kb/s (stały)

- Photo-CD - standard zapisania zdjęć i ścieżek audio (opracowany przez firmę Kodak) - pozwala równocześnie odtwarzać dźwięk i oglądać zdjęcia.



### Blue Book

- format **CD-Extra** (rozwiniecie formatu CD-Plus).
- CD-Extra rozszerza standard dysków Mixed-Mode CD poprzez oddzielenie danych komputerowych od danych audio. Dane komputerowe stały się niewidoczne dla odtwarzaczy audio i te mogły je bez problemu odtwarzać.

„Kolorowe” standardy:

- definiują fizyczną i logiczną **Strukturę** płyty,
- definiują metody **korekcji błędów**,
- nie określają sposobu kodowania hierarchicznej struktury katalogów oraz nazw plików.

### 1.4.2. Standardy organizacji danych komputerowych na dyskach CD

#### ISO 9660 (High Sierra)

- zaakceptowane ustalenia Yellow Book (po dodaniu tzw. **Tabeli Zawartości** dysku TOC - Table of Contents),
- konieczność modyfikacji standardu (ustalenia **High Sierra**), ze względu na problemy z odczytywaniem danych w odtwarzaczach różnych producentów,

- ze względu na uniwersalność (odczytu w różnych systemach) ograniczony format nazw plików i struktury katalogów:

- długość nazwy - max. **8 znaków**,
- długość rozszerzenia - max. **3 znaki**,
- dopuszczalne znaki - litery, cyfry i znak podkreślenia,
- nazwy katalogów bez rozszerzenia,
- zagłębienie katalogów do 8 poziomów.

- dalszy rozwój standardu (sposób zapisu nazw plików i struktury katalogów), np.:

- **ISO 9660 Level 1** - dotychczasowy standard (zgodny z DOS),
- **ISO 9660 Level 8** – (tzw. **Rock Ridge**) zapis zgodny z systemem UNIX,
- **ISO 9660:1998** (tzw. **Joliet**) - zaproponowane przez Microsoft - zgodny z długimi nazwami w systemie Windows.

#### Joliet

- rozszerzenie standardu ISO 9660,
- w nazwach plików i katalogów mogą być wykorzystane niemal wszystkie znaki (zestaw znaków **UNICODE**),
- nazwy plików i katalogów mogą zawierać do **64** znaków,
- ominięto 8-poziomowe zagłębienie struktury katalogów.

### El Torito (CD/OS)

- zgodny ze specyfikacją ISO 9660,
- wprowadzony w 1995 r. przez firmy IBM i Phoenix Technologies,
- umożliwia bezpośrednie **uruchomienie** systemu z płyty CD.

### UDF (Universal Disc Format)

Pierwotnie zapis na płytach CD-RW miał polegać na cyklicznym wypalaniu i kasowaniu **całej** zawartości. Standard UDF:

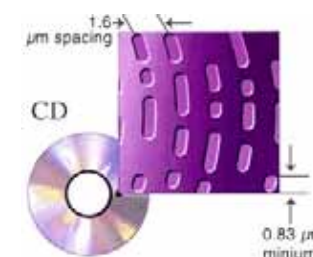
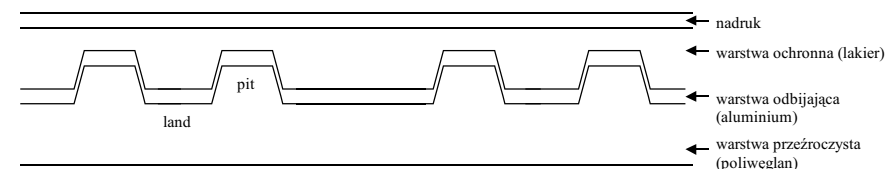
- pozwala zapisać dane tak jak pliki (zapisuje i kasuje pojedyncze pliki),
- posiada możliwości nazywania plików i katalogów jak Joliet,
- do jego realizacji potrzebne są specjalne sterowniki (np. DirectCD firmy Adaptec, InCD firmy Ahead).

#### 1.4.3. Budowa dysku CD

- krążek o średnicy **12 cm** (8 cm) i grubości 1,2 mm, wykonany z warstw:
  - warstwa przezroczysta - **Poliwęglan** (elastyczne i przezroczyste tworzywo),
  - warstwa odbijająca - napyłone **aluminium**,
  - warstwa ochronna,
  - nadruk (etykieta dysku),



- w warstwie przezroczystej wytłoczona jest pojedyncza spiralna ścieżka,
- ścieżka zaczyna się w środku płyty, a kończąca na jej obwodzie,
- dane kodowane są w postaci wgłębień (**pit**) o średnicy 0,83 - 0,97  $\mu\text{m}$  i odstępów między nimi (**land**).

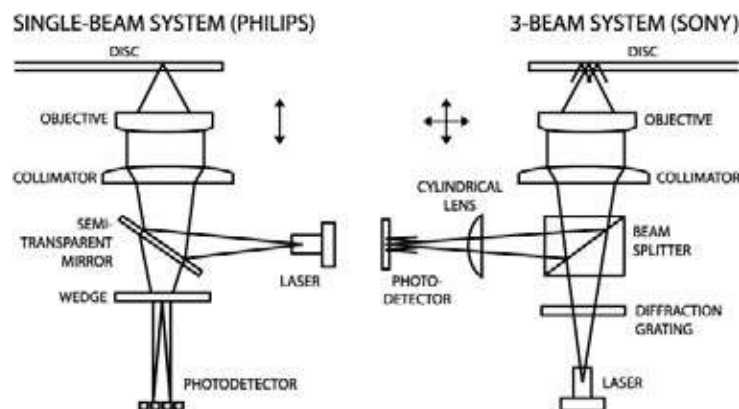


#### 1.4.4. Odczyt danych

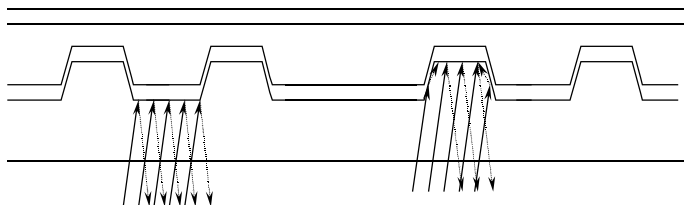
- dysk CD wiruje z prędkością ok. 200 - 500 obrotów na minutę,



- promień lasera (laser diodowy - promieniowanie ... **podczerwone** ...) o długości ... **780nm** ...) oświetla ścieżkę,
- procedura odczytu danych jest oparta na zasadzie odbicia światła - odbite światło pada na element światłoczuły (fotodetektor), który w zależności od natężenia światła - zamienia je na prąd elektryczny lub nie.



- land ... **odbija** ... światło o wystarczającym natężeniu i zamieniane jest ono na impuls elektryczny,
- pit powoduje ... **rozproszenie** ... światła i na fotodetektor pada światło o zbyt małym natężeniu.



#### 1.4.5. Kodowanie danych na płycie CD

- nośnikiem informacji nie jest wartość natężenia światła (płynięcie prądu), lecz jej ... **zmiana** ...
- kodowanie informacji oparte jest na metodzie EFM (Eight to Fourteen Modulation) - do zakodowania jednego bajta używa się 14 bitów,
- kodowaniu EFM to kodowanie ... **RLL (2, 10)** ... - dwie kolejne zmiany są rozdzielone nie mniej niż dwoma i nie więcej niż dziesięcioma brakami zmian.

#### 1.4.6. Organizacja danych

- najmniejszy zestaw bajtów to ... **Small Frame** ... (mała ramka) - zawiera 24 bajty informacji oraz 8 bajtów dodatkowych do korekcji ewentualnych błędów,
- powierzchnia użytkowa dysku CD jest podzielona na części zwane sektorami lub **Large Frame** (duża ramka),
- sektor składa się z ... **98** ... obszarów Small Frame,
- sektory tworzą spiralę - ich liczba nie musi być ściśle określona - może zmieniać się w zależności od pojemności dysku,
- liczba bajtów przypadających na jeden sektor jest ustalona dla każdego standardu nośnika,
- dyski CD posiadają z reguły sektory o długości 2 353 bajtów - z czego 12 bajtów do synchronizacji, 4 bajty umożliwiające dokładne adresowanie sektora (nagłówki), a ponadto bajty korekcji błędów (np. 280B) oraz bajty

wolne lub wykorzystane na tzw. nagłówki wewnętrzne. Ostatecznie w jednym sektorze jest 2KB miejsca na dane., np.

CD-ROM Mode-1  
2352 bajty

| Sync | Header | Data | EDC<br>Error Detection<br>Codes | ECC<br>Error Correction<br>Codes | Free |
|------|--------|------|---------------------------------|----------------------------------|------|
| 12   | 4      | 2048 | 8                               | 272                              | 8    |

- w praktyce obowiązuje ogólna reguła, że napęd CD-ROM odczytuje i analizuje około 4 razy więcej danych w stosunku do informacji przekazywanych do interfejsu komputera.

#### 1.4.7. Prędkość dysku CD

- pierwsze napędy CD-ROM odczytywały dane z prędkością **150KB/s** (1x)

Napęd CD-ROM odczytuje ścieżkę od środka do krawędzi płyty - odległości pomiędzy pitami i landami są równe - więc przy stałej prędkości obrotowej (kątovej) szybkość odczytu danych wzrasta wraz z przesuwaniem się ku brzegowi płyty.

#### Metody sterowania prędkością:

- **CLV** (Constant Linear Velocity) - stała prędkość liniowa - by ją uzyskać dysk obraca się ze zmienną prędkością obrotową (zależnie od miejsca odczytu).

- **CAV** ( Constant Angular Velocity ) - stała prędkość obrotowa. Wada: różna prędkość odczytywania danych.
- **PCAV** (Partial CAV) - częściowo stała prędkość kątovej - połączenie CLV i CAV - do pewnego miejsca (zazwyczaj pierwsze 40% dysku) użyta jest stała prędkość obrotowa (transfer stopniowo wzrasta), a dalej utrzymywana jest stała prędkość liniowa CLV (transfer jest na tym samym poziomie).

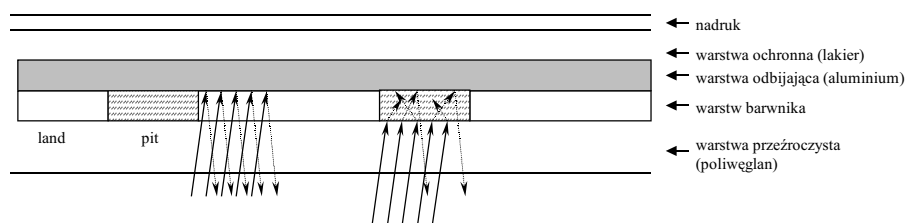
#### Błędy w odczycie płyt CD

- jeżeli uszkodzeniu uległo mniej niż 450 kolejnych bajtów, to dzięki mechanizmom korekcji, napęd potrafi odczytać dane,
- w trakcie procesu produkcyjnego - kurz na matrycy lub pęcherzyki powietrza w warstwie poliwęglanu powodują fizyczne błędy,
- **BLER** (Block Error Rate) - liczba błędów przypadających na sektor,
- maksymalną dopuszczalną wartość BLER producenci przyjmują na **220**,
- zarysowania spodniej powierzchni - promień lasera załamuje się lub ulega rozproszeniu, przez co po odbiciu nie trafia do fotodetektora,
- rysy biegnące w poprzek płyty (prostopadle do ścieżki z danymi) ... .. utrudniają odczytu danych niż zarysowania podłużne.

#### 1.4.8. Dyski CD-R

- CD-R składa się z następujących warstw:
  - warstwa przezroczysta - poliwęglan (elastyczne i przezroczyste tworzywo),

- warstwy przezroczystego, **światłoczułego barwnika** (cyjaninowy, ftalocyjaninowy, azowy), która w czasie zapisu (wypalania silnym światłem lasera) mętnieje i powoduje rozproszenie światła,
- warstwa odbijająca - napyłone srebro, aluminium lub złoto,
- warstwa ochronna,
- nadruk (etykieta dysku).



- płyta CD-R posiada spiralny rowek prowadzący (groove) - podczas zapisu i odczytu rowek wskazuje laserowi drogę poprzez całą powierzchnię płyty. Ma on stałe wymiary (głębokość 200 nm, szerokość na górze 700 nm, szerokość na dole wynosi 400 nm).

Rodzaj użytego barwnika i warstwy odbijającej decydują o kolorze i trwałości. Przykładowo płyty CD-R:

- złote - barwnik ftalocyjaninowy (bezbarwny) i złota warstwa odbijająca - trwałość ok. **100** lat.
- czarne - barwnik ftalocyjaninowy o kolorze czarnym - trwałość ok. 100 lat.
- niebieskie - barwnik Azo i aluminiowa warstwa odbijająca - trwałość ok. 100 lat.
- szare (srebrne) - barwnik ftalocyjaninowy i aluminiowa warstwa odbijająca - trwałość ok. 100 lat.
- zielone/zielonkawe - barwnik cyjaninowy w kolorze niebieskim i złota warstwa odbijającej - trwałość ok. **10 lat**.

### Pojemności płyt CD-R

- pojemność typowej płyty (12 cm) wynosi **74min** lub **650MB**,
- są też dostępne płyty o zwiększonej pojemności: 80 min - 700 MB, 90 min - 800 MB, 99 min - 870 MB.

### Organizacja obszarów na płycie CD-R

W płycie CD-R można wydzielić **część systemową**:

- obszar kalibracji mocy lasera PCA (Power Calibration Area) - za każdym razem, kiedy do nagrywarki wkładamy płytę CD-R, moc lasera jest odpowiednio korygowana w zależności od ustawionej prędkości nagrywania, wilgotności i temperatury otoczenia oraz typu płyty,

oraz część **... informacyjna ...**:

- znacznik inicjujący (lead-in) - określa miejsce rozpoczęcia sesji, zawiera informacje na temat zapisanej zawartości sesji oraz charakteru dysku. W przypadku gdy dysk nie został zamknięty, na podstawie jego zawartości lead-in nagrywarka może określić, gdzie może rozpocząć nagrywanie kolejnej sesji. Po zapisaniu danych obszar ten zawiera TOC (Table of Contents) o położeniu plików i folderów. Pierwszy obszar zajmuje ok. 13MB, a każdy kolejny ok. 4MB.
- dane użytkownika,
- znacznika zamykający (lead-out) - obszar określający koniec sesji.

Znaczników lead-in i lead-out może być wiele, gdyż dane zapisywane są w postaci ścieżek, których może być maksymalnie **99**.

#### 1.4.9. Dyski CD-RW

- CD-RW składa się z następujących warstw:
  - warstwa przezroczysta - poliwęglan (elastyczne i przezroczyste tworzywo),
  - warstwa **... dielektryka ...** - chroni przed wydzielaniem ciepła przy zapisie,
  - warstwa nagrywalna (stopu srebra, indu, antymonu i telluru) - posiada zdolność zmiany przezroczystości zależnie od mocy wiązki lasera - zmiany te są odwracalne,
  - warstwa dielektryka - chroni przed wydzielaniem ciepła przy zapisie,

- warstwa odbijająca - napyłone srebro,
- warstwa ochronna,
- nadruk (etykieta dysku).

Warstwa nagrywalna to substancja o specjalnej właściwości:

- podczas podgrzania do wysokiej temperatury (500-700°C) i ochłodzenia staje się **... amorficzna ...** (nieprzezroczysta),
- podczas podgrzania do odpowiedniej temperatury (200°C) i ochłodzenia **... krystalizuje ...** się (staje się przezroczysta).

Skrystalizowane obszary pozwalają na odbicie promienia laserowego podczas gdy obszary amorficzne absorbują i rozpraszają wiązkę.

Nagrywarka używa trzech różnych mocy lasera:

- największej (Write Power), która zmienia stan barwnika na amorficzny i absorbujący światło,
- średniej (Erase Power), sprawiającej, że barwnik osiągnie stan krystaliczny i umożliwi podczas odczytu odbicie się promienia lasera od warstwy metalu,
- małej (Read Power), która jest stosowana podczas odczytu.

1.5. Dyski DVD (Digital Versatile Disc)

1.5.1. Zastosowanie dysków DVD

- DVD-ROM - nośnik danych dla komputera - wprowadzone na rynek w 1997 roku.
- DVD-Audio - nośnik do zapisu ścieżek audio (74 minuty muzyki w jakości - 192kHz/24-bit, do 7 godzin muzyki w jakości CD audio - 44,1kHz/16-bit),
- DVD-Video - nośnik dla obrazów wideo (format MPEG-II, obraz - do 133 minut, dźwięk - 8 ścieżek, napisy - 33 wersje językowe),
- DVD-R, DVD+R, DVD-RW, DVD+RW, DVD-RAM (zapisywalne dyski DVD) - nośnik danych komputerowych, wideo, audio.

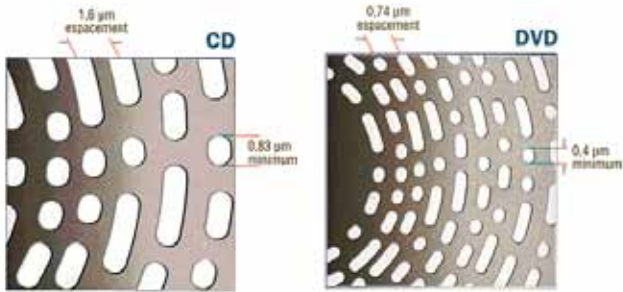
1.5.2. Pojemność płyt DVD

Płyta DVD może przechowywać więcej danych dzięki:

- większej gęstości upakowania (składowania) danych,
- większej powierzchni efektywnej,
- wielowarstwowej strukturze.

Większa gęstość składowania danych

- pity są ponad 2x mniejsze niż na CD (średnica ok. 0,4 μm),
- odstęp między zwojami ścieżki jest ok. 2,2x mniejszy niż na CD (ok. 0,74μm).



Większa powierzchnia efektywna

Nowe metody korekcji błędów (zajmujące mniej miejsca) pozwoliły na przeznaczenie większej powierzchni na zapis danych.

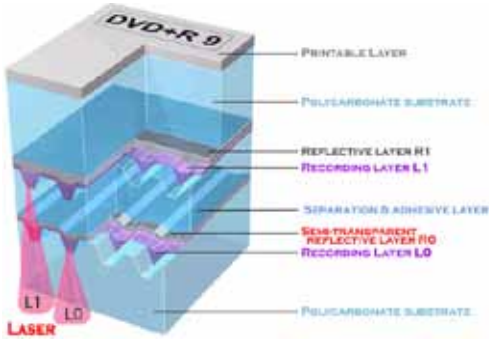
Wielowarstwowa struktura

Płyty DVD mogą posiadać do czterech warstw (po dwie na każdej stronie).

| Format                                  | Pojemność     | Czas filmu      |
|-----------------------------------------|---------------|-----------------|
| DVD-5 (jednostronny/pojedyncza warstwa) | 4.38 (4.7) GB | ... 2 godz. ... |
| DVD-9 (jednostronny/podwójna warstwa)   | 7.95 (8.5) GB | 4 godz.         |
| DVD-10 (dwustronny/pojedyncza warstwa)  | 8.75 (9.4) GB | 4.5 godz.       |
| DVD-18 (dwustronny/podwójna warstwa)    | 15.9 (17) GB  | 8 godz.         |

Zadanie

W jaki sposób funkcjonują płyty i nagrywarki DVD+R DL (DVD+R 9)?



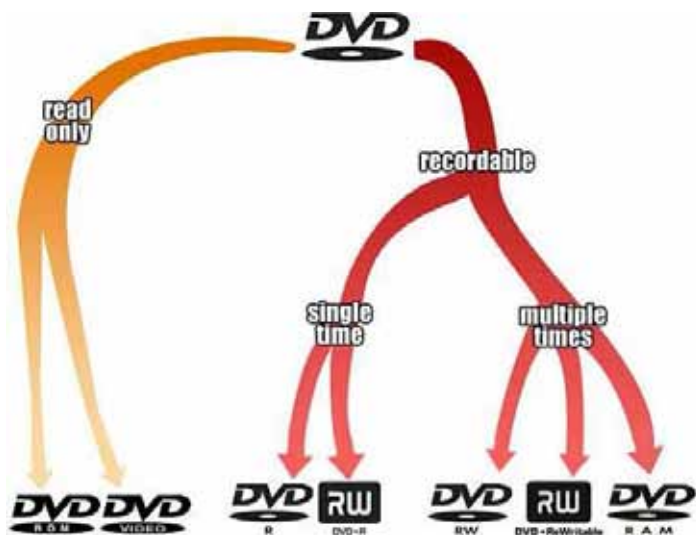
### 1.5.3. Formaty płyt DVD

#### DVD tłoczone (tylko do odczytu):

- DVD-ROM
- DVD-Video
- DVD-Audio

#### DVD nagrywalne:

- jednokrotnie: DVD-R, DVD+R
- wielokrotnie: DVD-RW, DVD+RW, DVD-RAM



- **DVD-ROM** (DVD Read Only Memory) - dyski DVD przeznaczone tylko do odczytu, wprowadzone na rynek w 1997 r., stosowane do przechowywania danych komputerowych, audio i wideo.

- **DVD-RAM** (DVD Random Access Memory) - opracowany przez firmy Panasonic, Hitachi i Toshiba. Wprowadzone na rynek w 1998 r. Pierwotnie płyty były zamknięte w specjalnych kasetach i miały pojemność 2,6 GB lub 5,2 GB (dwustronne). DVD-RAM wersja 2 mają pojemność 4,7 GB lub 9,4 GB (dwustronne).
- **DVD-R** (DVD Recordable), **DVD-RW** (DVD-ReWritable) - opracowany przez firmę Pioneer (1998 r.) zgodnie z wytycznymi **DVD Forum**.
- **DVD+R** (DVD Recordable), **DVD+RW** (DVD+ReWritable) - opracowany przez firmy Hewlett-Packard, Mitsubishi, Philips, Ricoh, Sony, Thomson i Yamaha (organizacja **DVD+RW Alliance**); oferuje pełną zgodność z odtwarzaczami DVD-Video i napędami DVD-ROM w zakresie nagrywania filmów w czasie rzeczywistym i bezpośredniego zapisu danych.

#### Różnice pomiędzy formatem DVD-R/RW a DVD+R/RW

Formaty DVD-R oraz DVD+R praktycznie nie różnią się między sobą.

Formaty DVD-RW a DVD+RW różnią się tym, że w DVD+RW zaimplementowano technologię tzw. **łączenia bezstratnego**

(lossless linking).

#### Łączenie bezstratne (lossless linking)

Technologia pozwalająca na zapis danych bez utraty ciągłości, tzn. wznowiony zapis kontynuowany jest w tym miejscu, w którym został zakończony poprzedni (bez uszkodzania sąsiednich danych, konieczności wprowadzania specjalnych fragmentów na potrzeby edycji oraz wstawiania dodatkowych sektorów początkowych/końcowych).



Umożliwia to łatwiejszy odczyt takich danych np. przez odtwarzacze DVD oraz edycję materiału wideo bezpośrednio na dysku (można zatrzymać zapis i wznowić go później dokładnie od tego samego miejsca).

### Organizacje ds. DVD

**DVD Forum** - organizacja, która kontroluje nazwę DVD i szczegóły techniczne tej technologii.

**DVD+RW Alliance** - organizacja „konkurencyjna” do DVD Forum. Oficjalny powód założenia, to zaprojektowanie nowego formatu zapisu pozwalającego na łatwiejszy zapis sekwencji wideo. Nieoficjalny powód założenia - konieczność płacenia tantiem dla DVD Forum.

### 1.5.4. Porównanie parametrów płyt CD i DVD

| Parametr                                                | DVD                                                                     | CD                          |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| średnica zewnętrzna                                     | 120 mm                                                                  | 120 mm                      |
| grubość dysku                                           | 1,2 mm                                                                  | 1,2 mm                      |
| masa                                                    | 13-...20 g                                                              | 14 g                        |
| grubość warstwy podłoża                                 | 0,6 mm                                                                  | 1,2 mm                      |
| odległość między ścieżkami                              | 0,74 $\mu\text{m}$                                                      | 1,6 $\mu\text{m}$           |
| liczba warstw danych                                    | 1; 2; 4                                                                 | 1                           |
| min. długość pitów                                      | 0,4 $\mu\text{m}$ - jednowarstwowe<br>0,44 $\mu\text{m}$ - dwuwarstwowe | 0,833 - 0,972 $\mu\text{m}$ |
| maks. liczba obrotów                                    | 1530 rpm                                                                | 480 rpm                     |
| min. liczba obrotów                                     | 630 rpm                                                                 | 210 rpm                     |
| długość fali świetlnej lasera                           | <b>650</b> lub <b>635nm</b>                                             | 780 nm                      |
| barwa lasera                                            | <b>czerwony</b>                                                         | podczerwony                 |
| prędkość skanowania                                     | 3,49 m/s - jednowarstwowe<br>3,84 m/s - dwuwarstwowe                    | 1,2 - 1,4 m/s               |
| pojemność                                               | 4,7; 8,5; 9,4; 17 GB                                                    | 650 MB                      |
| transfer danych (1x)                                    | 11,08 Mb/s                                                              | 1,44 Mb/s                   |
| obszar płyty zajmowany przez mechanizmy korekcji błędów | <b>13%</b>                                                              | 25%                         |

### Zadanie

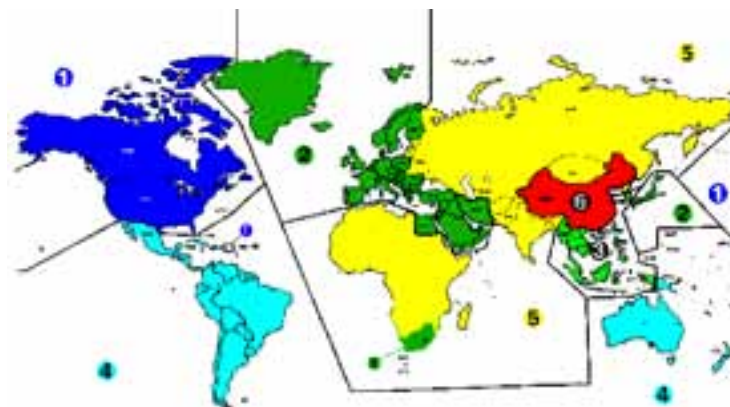
Co oznaczają pojęcia związane z dyskami optycznymi:

- *Overburning*
- *Buffer underrun*
- *Technologie: Burn-Proof (firma Sanyo), Smart-Burn (firma Liteon IT), JustLink (firma Ricoh), Optimum Write Speed Control (firma Yamaha)*

### 1.5.5. Kodowanie regionalne płyt DVD-Video

#### Regiony płyt DVD-Video:

- 1 - USA i Kanada,
- 2 - Europa i Bliski Wschód, Afryka Południowa, Japonia,
- 3 - Południowo-Wschodnia Azja,
- 4 - Australia, Ameryka środkowa i Południowa,
- 5 - Afryka, Azja, Europa Wschodnia,
- 6 - Chińska Republika Ludowa,
- 0 - Brak blokady regionalnej.



## 1.6. Dyski BD (Blu-ray Disc)

Blu-ray - format zapisu optycznego, opracowany przez **Blu-ray Disc Association (BDA)**. Podobny do płyt DVD, ale bardziej pojemny dzięki zastosowaniu **niebieskiego** lasera.



**Uwaga:** Nazwa Blu-ray pochodzi od angielskiej nazwy używanego lasera. Brak litery „e” w nazwie (*blu* zamiast *blue*) jest celowy, ponieważ słowa potoczne nie mogą być zarejestrowane jako znaki towarowe.

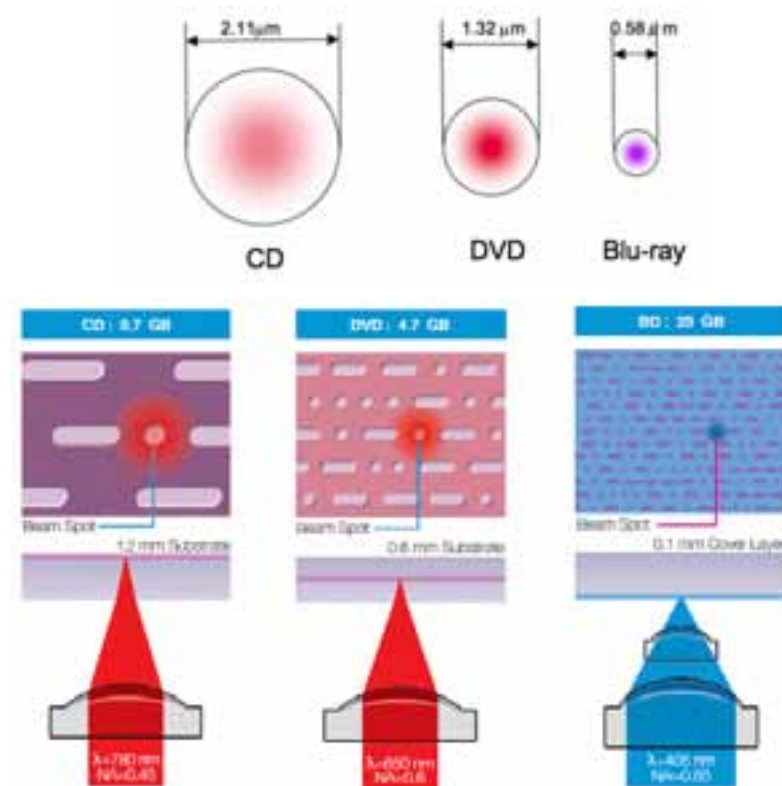
W skład pierwotnego **Blu-ray Disc Association (BDA)** wchodziły m.in.:



### Dane techniczne

- średnica: 120 mm,

- grubość: 1,2 mm,
- pojemność: **25GB** (jednowarstwowy), 50 GB (dwuwarstwowy) lub 100 GB (trójwarstwowy), 128 GB (czterowarstwowy). Istnieją także niestandardowe, profesjonalne rozwiązania, które pozwalają zapisywać dane nawet na 16 warstwach i osiągać pojemność 400 GB.
- długość fali światła lasera: **405nm**,
- odległość między ścieżkami: 0,14  $\mu\text{m}$ ,
- minimalna długość pitu: 0,32  $\mu\text{m}$ .





## 1.7. Dyski HD DVD (High Definition DVD)

HD DVD - nowy format zapisu optycznego danych, opracowany przez firmy **Toshiba, NEC** i Memory-Tech zrzeszone w organizację AOSRA. Podobny do płyt DVD, jednak znacznie bardziej pojemny dzięki zastosowaniu niebieskiego lasera.



### Dane techniczne

- średnica: 120 mm,
- grubość: 1,2 mm,
- pojemność nośników HD DVD:
  - HD DVD-ROM (tylko do odczytu): **15GB** (jednostronny jednowarstwowy), 30 GB (jednostronny dwuwarstwowy), 30 GB (dwustronny jednowarstwowy), 60 GB (dwustronny dwuwarstwowy),
  - HD DVD-R: 15 GB (jednostronny jednowarstwowy), 30 GB (dwustronny jednowarstwowy),
  - HD DVD-RW: 20 GB (jednostronny jednowarstwowy), 32 GB (jednostronny dwuwarstwowy), 40 GB (dwustronny jednowarstwowy),
- długość fali światła lasera: 405 nm,
- odległość między ścieżkami: 0,24 μm,
- minimalna długość pitu: 0,34 μm.

Pomimo gorszych parametrów niż Blu-ray posiada on pewną zaletę - pierwsza warstwa nośnika może być identyczna z warstwą standardowej płyty **DVD**. Dzięki temu na pierwszej warstwie można zapisać film w rozdzielczości DVD (4,7 GB), a na drugiej w rozdzielczości **HDTV**. Film będą mogli obejrzeć zarówno posiadacze nowych odtwarzaczy HD DVD jak i starszych DVD.

Według pierwotnych zapowiedzi na nośniku HD DVD miały być rozprowadzane filmy takich wytwórni jak: *Warner Bros*, *Universal Pictures*, *Paramount Pictures* i *New Line Cinema*. Również Microsoft zadeklarował wsparcie tego standardu (m.in. w Windows Vista i czytniki konsoli Xbox 360).

W 2008 roku firma Toshiba ogłosiła oficjalnie wycofanie się ze wszelkich prac związanych z technologią HD DVD. Po tej informacji kolejne firmy (m.in. wytwórnie i studia filmowe, Microsoft) poinformowały o wsparciu konkurencyjnego formatu Blu-ray. Oznacza to definitywną przegraną tego formatu.

## 1.8. Pamięci Flash

Rozwój pamięci Flash:

- **ROM** (*Read Only Memory*) - pamięć tylko do odczytu. Pamięć zaprogramowana na etapie produkcji. Może być tylko odczytywana i nie traci swojej zawartości po utracie zasilania.
- **PROM** (**Programable** *Read Only Memory*) - programowalna pamięć tylko do odczytu. Pamięć taką użytkownik mógł zaprogramować jednokrotnie przy pomocy specjalnego urządzenia, a odczytywać wielokrotnie.
- **EPROM** (**Erasable** *Programable Read Only Memory*) - wymazywalna i programowalna pamięć tylko do odczytu. Pamięć ta mogła zostać wymazana i zaprogramowana ponownie. Skasowanie zawartości pamięci następowało po naświetleniu jej promieniami UV-A (przez 20-40 minut).
- **EEPROM** (**Electrically** *Eraseable Programmable Read Only Memory*) - elektronicznie wymazywalna programowalna pamięć tylko do odczytu. Proces kasowania przebiegał podobnie do procesu programowania. Pamięć umieszczano się w programatorze, który posiadał też funkcje wymazywania pamięci. Pierwsze egzemplarze programowało się nawet kilka minut, a kasowało kilkanaście sekund.
- **FLASH** - jest to specjalny, bardzo szybki typ pamięci EEPROM - a więc elektronicznie wymazywalna stała pamięć tylko do odczytu.

Uwaga: aby zapisać komórkę pamięci Flash, należy ją **...wcześniej skopiować...** (nie jest możliwe bezpośrednie ponowne zapisanie danych do już zapisanej komórki). Ponadto, nie można skasować pojedynczej komórki, ale cały **...blok...** (co oznacza, że zapis danych nie jest w pełni swobodny). Tak więc zapis plików musi być skoordynowany z operacją kasowania bloków pamięci. Zapis plików jest znacznie dłuższy niż ich odczyt.

### 1.8.1. CompactFlash (CF)



- wyprodukowana przez firmę SanDisk, pierwsza powszechnie dostępna na rynku karta pamięci flash (premiera w 1994 r.),
- wymiary: 43mm x 36mm, grubość 3.3 mm (5 mm - typ II).
- pojemność: do 128 GB (specyfikacja kart pozwala na uzyskanie pojemności 144 petabajty) i transferze do 100 MB/s,
- prędkość przesyłania danych jest oznaczana indeksem zgodnym z napędami CD - np. 200x (1x oznacza 150kB/s) = 30 MB/s; 666x = 100 MB/s.

### 1.8.2. SmartMedia



- opracowana przez Toshiba (premiera w 1996 r.),
- wymiary: 45mm x 37mm, grubość 0.76 mm,
- pojemność 2, 4, 8, 16, 32, 64 i 128 MB,
- standard nie jest dalej rozwijany.

### 1.8.3. Memory Stick (MS), Memory Stick Pro (MS Pro)



- opracowane przez Sony na potrzeby urządzeń cyfrowych swojej produkcji,
- wymiary: 50mm x 21.5mm, grubość 2.8 mm,
- dzielą się na:
  - Memory Stick - karty o pojemność do 128 MB,
  - Memory Stick Pro - karty o pojemność ponad 128 MB (do 32GB),

- karty Memory Stick (Pro) mogą występować w odmianach:

- DUO - karty o mniejszych wymiarach (31mm x 20mm x 1.6mm) współpracujące dzięki adapterowi także z urządzeniami obsługującymi „normalne” karty,
- z obsługą MagicGate - technologia ochrony danych cyfrowych),
- z obsługą wybierania obszaru pamięci - karta posiada zintegrowane dwa niezależne chipy flash - wybór aktywnego obszaru realizuje się przy pomocy małego mikroprzełącznika.

- transfer danych: Memory Stick - 512 kB/s, Memory Stick Pro - do 20 MB/s.

- **Memory Stick Micro**, zwana również **M2**, to miniaturowa wersja karty o rozmiarach prawie czterokrotnie mniejszych od standardowej. Używana jest m.in. w telefonach Sony Ericsson.



#### 1.8.4. MultiMedia Card (MMC)



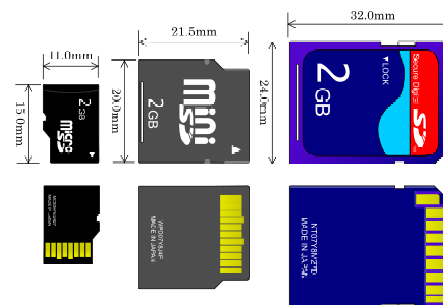
- opracowana przez spółkę SanDisk Corporation oraz Siemens AG/Infineon Technologies AG (premiera w 1997 r.),
- wymiary: 24mm x 32mm x 1.4 mm,
- do 2GB, transfer: 2MB/s (w wersji 4.0 - teoretyczna pojemność: do 8GB i teoretyczny transfer: do 52MB/s),
- występują także w zmniejszonym rozmiarze, tzw. RS-MMC (Reduced Size MultiMedia Card) - 24.0mm x 18.0mm x 1.4mm,

#### 1.8.5. SecureDigital (SD), SD High Capacity (SDHC), SD eXtended Capacity (SDXC)



- opracowana na bazie MultiMedia Card przez Toshiba, Panasonic i SanDisk'a (premiera w 2001 r.),
- wymiary: 24mm x 32mm, grubość 2.1mm,

- są elektrycznie zgodne z kartami MMC - urządzenia przystosowane do kart SD mogą korzystać także z kart MMC i na odwrót, ale pod warunkiem, że są do tego przystosowane (karta SD jest nieco grubsza),
- pojemność: do 2GB; do 32 GB (w SDHC); do 2TB (w SDXC),
- transfer: ponad 25 MB/s (166x), teoretycznie do 300 MB/s. W przypadku kart SD ich oficjalną jednostką pomiaru prędkości **zapisu** są klasy. Jedna klasa = 8 Mb/s, np.
  - klasa 2: 16 Mb/s (2 MB/s czyli 13x),
  - klasa 4: 32 Mb/s (4 MB/s czyli 26x),
  - klasa 6: 48 Mb/s (6 MB/s czyli 40x),
  - klasa 10: 80 Mb/s (10 MB/s czyli 66x).
- posiada mechaniczny przełącznik blokujący zapis,
- występuje także w zmniejszonym rozmiarze - **miniSD** (21.5mm x 20mm x 1.4mm) i **microSD** - opracowanym głównie na potrzeby telefonów komórkowych,



### 1.8.6. microSD (TransFlash / T-Flash)



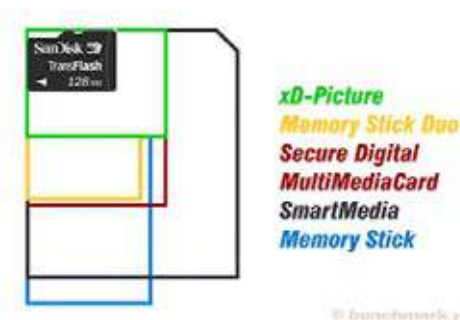
- opracowany przez SanDisk (premiera w 2004 r.) jako najmniejsza wymienna pamięć flash,
- wymiary: 11mm x 15mm x 1mm,
- posiadają kontroler i mają wbudowane funkcje ochrony prywatnych danych,
- dzięki adapterom współpracują z urządzeniami obsługującymi karty SD,
- pojemność: do 32GB, transfer: 25MB/s.

### 1.8.7. xD Picture Card



- opracowana przez Fujifilm i Olympus jako zamiennik przestarzałego formatu Smart Media (premiera w 2002 rok),
- wymiary: 20mm x 25mm, grubość 1.7mm,
- pojemność: do 82GB, transfer: do 15MB/s.

### 1.8.8. Porównanie kart flash



CompactFlash (1), SmartMedia (2), xD-Picture Card (3), Memory Stick Pro (4), Memory Stick Pro Duo (5), Memory Stick Micro – M2 (6), Secure Digital (7), Secure Digital Micro (8). Źródło: <http://www.komputerswiat.pl/>

## 1. URZĄDZENIA ZEWNĘTRZNE

### 1.1. Monitory kineskopowe (CRT)

#### 1.1.1. Rozwój monitorów

- MDA (Monochrome Display Adapter) - monochromatyczny wyświetlacz tekstowy (kolor tekstu zielony, bursztynowy, biały), rozdzielczość 320 x 200, 2 kolory.
- CGA (Color Graphics Adapter) - 320 x 200 lub 640 x 200, 8 kolorów.
- HGC (Hercules Graphics Controller) - 720 x 540, 2 kolory.
- EGA (Enhanced Graphics Adapter) - do 640 x 350, 16 kolorów.

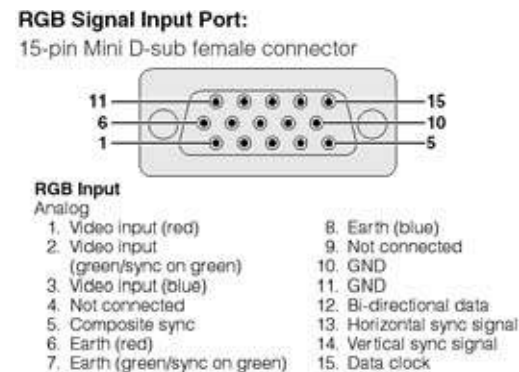
Powyższe monitory były monitorami **.. . . . .** - otrzymywały sygnał w postaci binarnej (jest/nie ma) dla każdej składowej koloru i sygnał częstotliwości.

Postać analogową sygnału wizyjnego wprowadzono do monitorów w:

- **.. . . .** (Video Graphics Array) - 640 x 480, 16 kolorów.
- **.. . . . .** (84514/A, XGA, TIGA, MCGA, PGA) - do 1600 x 1200, do 16 mln kolorów.

#### 1.1.2. Podłączenie monitora

- standardowe złącze 15-pinowe VGA (tzw. **.. . . . .**)



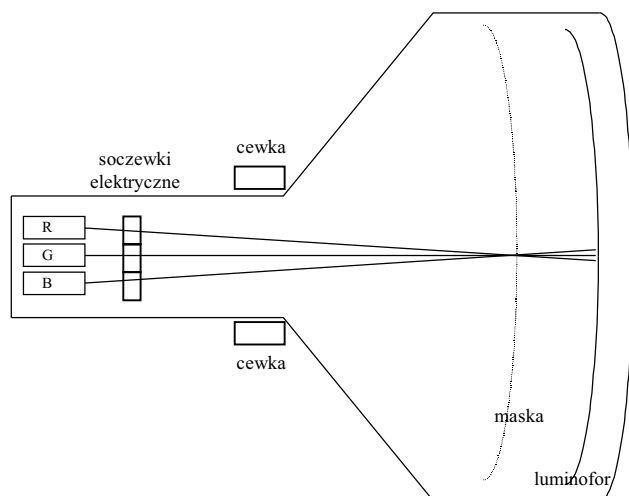
- za pomocą wtyczek **.. . . .** - pięć wtyczek (kolor czerwony, zielony, niebieski, synchronizacja pozioma, synchronizacja pionowa).



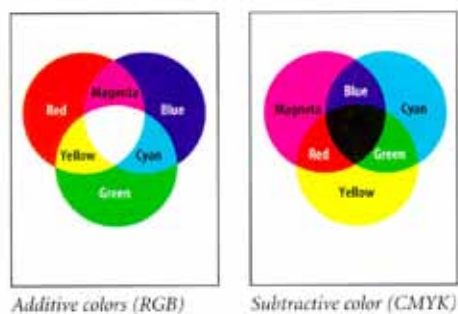
#### 1.1.3. Ogólna zasada działania monitora

- monitor wykorzystuje do działania kineskop (ang. CRT - Cathode Ray Tube - **.. . . . .**),
- z karty graficznej do wzmacniacza monitora podawane są sygnały o napięciu rzędu 1V dla odpowiednich kolorów oraz sygnały synchronizacji poziomej i pionowej (sterują one cewkami odchylenia),

- wzmacniacz zmienia sygnały na napięcie rzędu kilkunastu tysięcy volt,
- lampa katodowa generuje strumień elektronów,
- elektrony trafiają na pokrytą ..... szklaną ścianę (wewnętrzną stronę kineskopu) i powoduje jego rozbłyśnięcie,
- świecące punkty luminoforu tworzą tzw. .... RGB. Tworzenie koloru następuje dzięki ..... **syntezie barw**.



### Synteza barw



### 1.1.4. Budowa monitora

#### 1.1.4.1. Działa elektronowe

Wytwarzają w żarnikach wiązki elektronów, które rozpędzane są dzięki różnicy potencjałów (rzędu 20 kV) jaka powstaje między żarnikiem działła (ujemne), a ekranem i jego maską (dodatnie). Napięcie reguluje szybkość wiązki czyli jej siłę uderzenia i intensywność świecenia luminoforu.

#### 1.1.4.2. Soczewki elektryczne

Płytki i siatki wytwarzające dodatnie pole, które mają za zadanie przyspieszyć ruch ..... i uformować z nich cienki strumień.

#### 1.1.4.3. Cewki (pionowa i pozioma)

Wytwarzają okresowo zmieniające się pole elektromagnetyczne, które powoduje odchylenia wiązki elektronów. Cewki sterowane są generatorami odchyłania poziomego i pionowego.

#### 1.1.4.4. Luminofor

Pod wpływem dostarczonej energii zachodzi zjawisko .....

W kineskopach kolorowych są trzy rodzaje luminoforu - generującego światło o długościach fal R, G i B. Luminofor nałożony jest punktowo lub paskami w zależności od kineskopu.

### Zjawiska związane z luminforem

- ..... - czas świecenia luminoforu - w starszych monitorach monochromatycznych wykorzystywano luminofor o dłuższym czasie poświaty, który nie powodował efektu migotania nawet przy niskiej

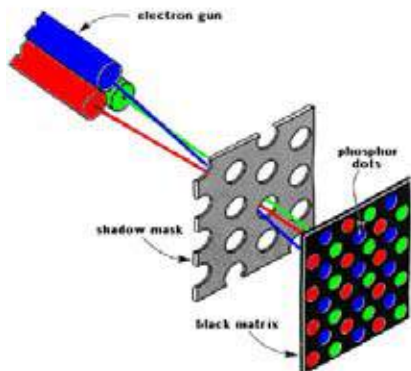


częstotliwości odświeżania (35-50 Hz), ale za to sprawiał, że przy szybkiej zmianie obrazu pozostawała tzw. **poświata**.

- **luminoforu** - luminofor wykorzystywany przy budowie monitorów z czasem może ulec wypaleniu, co ma bezpośredni wpływ na jasność obrazu.

#### 1.1.4.5. Maska (maskownica)

Perforowana blacha (lub metalowa krata) - jej otwory służą do precyzyjnego skierowania wiązek na triady luminoforu i sąsiednie triady przed przypadkowym trafieniem nie przeznaczonej dla niej wiązki.



#### Pojęcia związane z maską

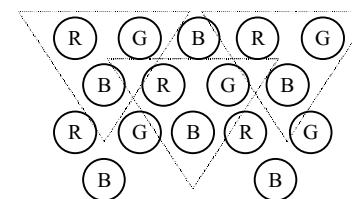
- **Błąd konwergencji** To błąd zbieżności kolorów na ekranie kineskopu objawia się czerwonym, zielonym lub niebieskim „cieniem” na krawędzi np. białych powierzchni. Spowodowany jest on tym, że wiązka elektronów trafia w nieprzeznaczony dla siebie otwór (szczelinę) w masce.

- **Nagrzewanie maski** - maska w trakcie działania się nagrzewa, dlatego należy testować i oceniać parametry tylko „rozgrzanego” monitor - po ok. 20 minutach pracy.

#### 1.1.5. Rodzaje maskownic (masek)

##### 1.1.5.1. Kineskopy typu Delta (maska ...)

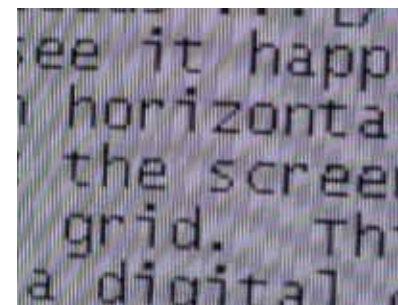
Tradycyjny typ kineskopu (opracowana przez IBM) - otwory w maskownicy są okrągłe i tworzą trójkąt równoboczny.



**Zalety:** niski koszt wytworzenia maski i części elektronicznych.

**Wady:** gorsza ostrość obrazu (pomiędzy triadami jest ciemna przestrzeń).

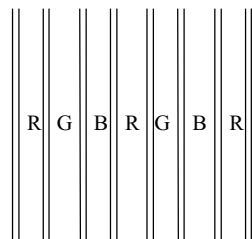
Powstawanie ... przy interferencji deseni obrazu z rastrem maski.





### 1.1.5.2. Kineskopy typu Trinitron (maska .....

Patent firmy ..... Maskownica wykonana z drutów tworzących pionową siatkę rozpiętych na metalowej ramie. Siatka jest dodatkowo stabilizowana przez (najczęściej) dwa poziome druty, które przy wyświetlaniu jednolitych płaszczyzn mogą być widoczne (wada).



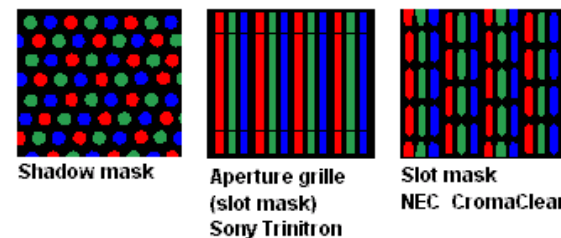
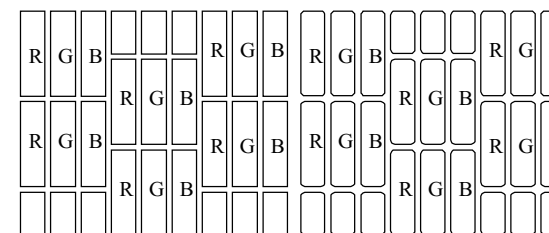
**Zaleta:** Duża jakość barw, ostrość i jasność obrazu. Kineskop jest wycinkiem walca, a nie kuli.

**Wada:** Należy stosować bardziej precyzyjne (droższe) układy elektroniczne do pozycjonowania wiązki.

### 1.1.5.3. Kineskopy In-Line i CromaClear (maska .....

Kineskopy In-Line (patent firmy Philips) składają się z ułożonych obok siebie, przesuniętych co trzy, podłużnych prostokątów.

Kineskopy CromaClear (produkowane przez ..... ) różnią się od In-Line tym, że prostokąty mają zaokrąglone rogi.



### 1.1.6. Podstawowe parametry techniczne monitora

Do podstawowych parametrów monitorów należą:

- przekątna ekranu (zwykle ....., ....., ....., ....., ..... cali),
- (maksymalna) rozdzielczość ekranu: zwykle (najczęściej proporcje ....., 640×480, 800×600, 1024×768, 1280×1024, 1600×1200, 2048×1536), panoramiczne – dotyczy wyświetlaczy LCD (najczęściej proporcje ....., 1280×800, 1440×900, 1600×1024, 1680×1050, 1920×1080, 1920×1200),
- średnica (wielkość) plamki (zwykle 0,31 - 0,21 mm),
- maksymalna częstotliwość odchylenia poziomego (zwykle 30 -100 KHz),
- maksymalna częstotliwość odchylenia pionowego (zwykle 60 -85 Hz),
- maksymalna liczba pikseli na sekundę (zwykle 25 -200 MHz).

**Częstotliwość odchylenia poziomego** - liczba wierszy wyświetlana na sekundę (30 - 100 KHZ).

*częstotliwość odchylenia poziomego = (w przybliżeniu) liczba wierszy x częstotliwość odświeżania.*

**Częstotliwość odchylenia pionowego (częstotliwość .....** - liczba linii pionowych wyświetlanych na sekundę (ile razy na sekundę cały obraz ulegnie odświeżeniu).

Wartość 72 Hz (75 Hz) uznaje się za ..... częstotliwość odświeżania.

### Szerokość pasma

*szerokość pasma = (1,1) x rozdzielczość x częstotliwość odświeżania*

np. szerokość pasma =  $1,1 \times 1024 \times 756 \times 75\text{Hz} = 1,1 \times 98,3\text{MHz} = (\text{ok.}) 110 \text{ MHz}$ .

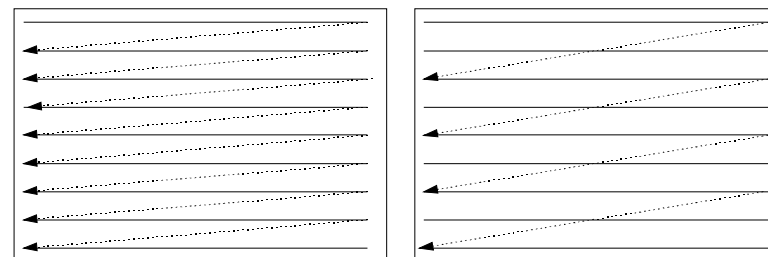
**Plamka (dot pitch)** - odległość pomiędzy dwoma najbliższymi położonymi punktami obrazu o tym samym kolorze. Im mniejsza plamka tym obraz ostrzejszy. Wielkość plamki rośnie wraz z przekątną ekranu.

W maskach perforowanych (kineskopy delta) - powinno się mierzyć plamki „pod ukosem” - wynosi 0,25 - 0,31 mm.



W maskach szczelinowych (kineskopy Trinitron) - mierzy się je w poziomie - wynosi 0,25 - 0,26 mm.

**Przeplot (interlaced)** - technika polegająca na wyświetlaniu na przemian linii nieparzystych i parzystych.



### 1.1.7. Pojęcia związane z monitorami

- **Flat Screen** - tradycyjne monitory są wypukłe (lampa jest wycinkiem sfery), a płaskie monitory zbudowane są na lampie, która jest wycinkiem walca, np. Trinitron firmy Sony lub Diamondtron.
- **Multisync** (Autoscan, Multiscan, Multi-Mode) - oznacza automatyczne dostosowywanie się trybu pracy (rozdzielczości i częstotliwości) do podawanej przez kartę graficzną.
- **Overscan** - oznacza, że podana przekątna dotyczy obrazu, a nie widocznej części lampy (czarne brzegi najczęściej pozostają ukryte pod obudową).
- **Digital Controls** (sterowanie cyfrowe).
- **OSD** (On-Screen Display) – wyświetlanie na ekranie informacji (np. menu).
- **Anti-glare coating** (powłoka antyrefleksyjna) - warstwa nanoszona na ekran, której celem jest redukcja odbłasków.

- **DDC** (Display Data Channel) - możliwość komunikacji monitora z kartą graficzną i przekazywanie jej trybów pracy. Wykorzystywany przede wszystkim podczas instalacji urządzeń . . . . .

### 1.1.8. Ergonomia, promieniowanie i ustawienia monitora

Normy promieniowania dotyczą wytwarzanego przez monitor:

- zmiennego pola elektromagnetycznego
- pola elektrostatycznego (potencjału powierzchniowego)
- promieniowania rentgenowskiego

#### Stosowane normy i certyfikaty:

- . . . . . - nazwa pochodzi od szwedzkiego urzędu miar i wag (MPR), norma opracowana w 1987 roku (MPR-I) i zastrzona w 1990 (MPR-II), dotyczy maksymalnych, dopuszczalnych wartości ww. promieniowania.
- . . . . '92/95/99/03 - to certyfikaty wydawane przez szwedzki Związek Zawodowych Pracowników Biurowych. Są bardziej restrykcyjne niż MPR-II, dodają warunki energooszczędności, odpowiedniego zachowania w czasie pożaru, wymagania z zakresu ekologii.
- **VESA DPMS, Energy Star, NUTEK** - normy dotyczące oszczędzania energii. DPMS wyróżnia stany urządzenia: **Power On** (pobór mocy ok. 120W), . . . . . (max 30W), . . . . . (max 5W, czas „budzenia” max 15 s.) i **Power Off**.

### 1.1.9. Ustawienia monitora

Parametry:

- jasność i kontrast,
- położenie obrazu: ustawienie pozycji obrazu (prawo, lewo, góra, dół),
- wielkość obrazu (wysokość, szerokość),
- obrót obrazu o pewien kąt,
- ustawienie poszczególnych barw RGB,
- linearność - rozjeżdżanie się linii na skraju obrazu,
- trapezo- i romboidalność - korekcja deformacji obrazu,
- . . . . . (degauss),
- . . . . . barw (bieli) - odcień koloru białego przyjmowanego jako punkt odniesienia dla innych barw. Biel „zimniejsza” (np. 9300 K) jest bardziej błękitna, biel „cieplejsza” (np. 6550 K) jest bardziej „czerwona”. Podane liczby (w stopniach Kelwina) oznaczają temperaturę do jakiej należy rozgrzać ciało doskonale czarne, aby emitowało światło białe o danej temperaturze barwnej.

#### Zadanie

*Na czym polega tzw. kalibracja kolorów w urządzeniach graficznych?*

### 1.1.10. Rozdzielczości HDTV

Wyróżnia się rozdzielczości:

- 720p - 1280x720 pikseli
- 1080i / 1080p - 1920x1080 pikseli

Oznaczenia:

- i (*interlaced*) - obraz z przeplotem (na zmianę wyświetlane są linie parzyste i nieparzyste), po symbolu „i” czasami podawana jest liczba ramek (ang. fields, półobrazów) na sekundę. Np. 1080i60. Niektórzy zamiast tego podają liczbę pełnych wyświetlanych w ciągu sekundy obrazów, która jest o połowę niższa (powyższy przykład byłby opisany 1080i30),
- p (*progressive scan*) - obraz bez przeplotu. Po symbolu „p” podawana jest czasami liczba klatek (ang. frames, pełnych obrazów) na sekundę, np. 720p60.

Telewizję **standardowej rozdzielczości** (SDTV) w systemie PAL określa się jako system 576i50 (576 linii wyświetlanych, metoda wyświetlania „i”, częstotliwość 50 Hz). Tak więc w ciągu 1/50s wyświetlone są linie nieparzyste, a w następnej 1/50s linie parzyste. W efekcie w ciągu sekundy wyświetla się 25 pełnych obrazów. Podobnie jak w przypadku 1080i60 (patrz niżej) sygnał 576i50 jest często w rzeczywistości sygnałem bez przeplotu poddanemu bezstratnej konwersji.

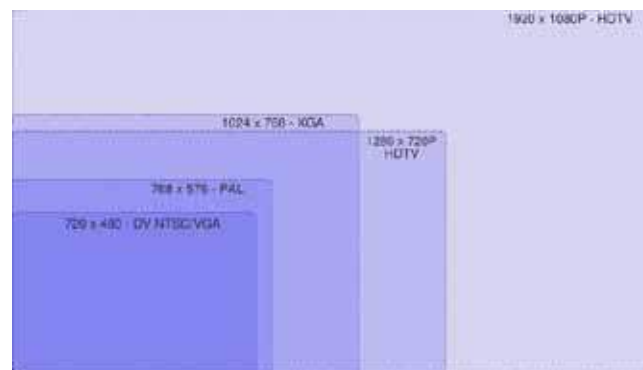
HDTV oferuje dwie, praktycznie używane, rozdzielczości: 720p i 1080i oraz rozdzielczość przyszłościową 1080p.

Sygnał przesyłany w rozdzielczości 1080i60 często (w przypadku filmów niemal zawsze) jest tak naprawdę sygnałem 1080p24 poddanym bezstratnej konwersji. Można więc przeprowadzić na nim odwrotną bezstratną konwersję, by uzyskać sygnał 1080p24 (w odbiornikach tego wymagających często robione jest to automatycznie). Taki sygnał nie wykazuje obniżonej

rozdzielczości podczas pionowego ruchu obiektów, nie wykazuje również zwiększonej płynności, zaś przesyłany jest w standardzie 1080i60 głównie dla zachowania kompatybilności. Jeszcze prościej po przyspieszeniu z 24, do 25 klatek na sekundę, można przekonwertować bezstratnie dowolny sygnał p25 do formatu i50, rozdzielając każdą klatkę na dwie ramki.

Obecnie panuje tendencja do odchodzenia od sygnału z przeplotem. Znaczna część sygnałów przesyłanych z przeplotem jest tak naprawdę sygnałem bez przeplotu po bezstratnej, odwracalnej konwersji.

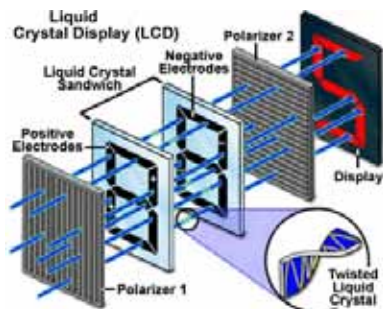
Porównując standardy 1080i50/60 i 720p50/60, 1080i50/60 wykazuje dokładniejsze odwzorowanie szczegółów przedmiotów nieporuszających się w pionie i wyższą rozdzielczość poziomą. 720p50/60 oferuje z kolei większą płynność ruchów. W związku z tym by zmaksymalizować jakość w zastosowaniach ogólnych stosuje się zazwyczaj 1080i50/60, natomiast kanały sportowe przesyła się w 720p50/60.



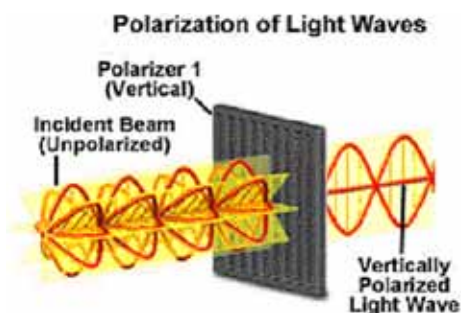
Źródło: [pl.wikipedia.org](http://pl.wikipedia.org)

## 1.2. Wyświetlacze ciekłokrystaliczne (LCD)

LCD – Liquid Crystal Display

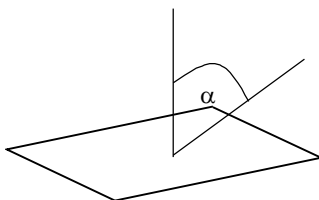


Filtr polaryzacyjny



### 1.2.1. Parametry monitorów LCD

- **...** - maksymalny kąt odchylenia od linii prostopadłej do ekranu, przy którym stosunek kontrastu obrazu nie spada poniżej 1:10. Obecnie na poziomie ok. 70-85 stopni w poziomie i ok. 60-80 w pionie.



Przez producentów ta wartość podawana jest razy 2.

- **...** - liczba triad barwnych (w poziomie i w pionie) na wyświetlaczu.
- **...** - stosunek pomiędzy czernią a bielą (jasność białego pola/jasność czarnego pola), w wyświetlaczach LCD wynosi zazwyczaj nie mniej niż 1000:1 (w monitorach CRT ok. 600:1).
- **...** (luminancja) - w wyświetlaczach LCD ok. 300 cd/m<sup>2</sup> (w CRT ok. 150 cd/m<sup>2</sup>).

### 1.2.2. Zalety wyświetlaczy LCD

- bardzo dobra ostrość obrazu,
- niewielkie emitowanie promieniowanie,
- eliminacja odbić i refleksów świetlnych dzięki płaskiej powierzchni,
- niewielka grubość,
- mała waga,
- brak zniekształceń geometrii obrazu,
- niska częstotliwość ergonomicznego odświeżania (60 Hz),
- możliwość pracy w położeniu pionowym (dzięki oprogramowaniu),
- niski pobór mocy - ok. 40 W.

### 1.2.3. Wady wyświetlaczy LCD

- relatywnie wysoka cena dobrej jakości wyświetlaczy.

Złożony proces produkcji i duży procent wadliwych matryc - zgodnie z normą (ISO-13406-2) są cztery klasy wyświetlaczy w zależności od liczby uszkodzonych pikseli i subpikseli.

Standard ISO-13406-2 rozróżnia ..... uszkodzonych pikseli.

- Typ 1: liczba zawsze zapalonych pikseli.
- Typ 2: liczba zawsze zgaszonych pikseli.
- Typ 3: inne uszkodzenia - przede wszystkim uszkodzone .....  
... (piksele świecące stale na czerwono, zielono lub niebiesko).
- Typ 4 (uszkodzona grupa pikseli): liczba uszkodzonych pikseli w klastrze (kwadracie o wymiarach) 5 x 5 pikseli.

| Liczba błędów na <b>milion</b> pikseli |       |       |       |                                                                   |                                            |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Klasa                                  | Typ 1 | Typ 2 | Typ 3 | Typ 4<br>Klaster z więcej niż jednym<br>uszkodzeniem Typu 1 lub 2 | Typ 4<br>Klaster z<br>uszkodzeniami Typu 3 |
| I                                      | 0     | 0     | 0     | 0                                                                 | 0                                          |
| II                                     | 2     | 2     | 5     | 0                                                                 | 2                                          |
| III                                    | 5     | 15    | 50    | 0                                                                 | 5                                          |
| IV                                     | 50    | 150   | 500   | 5                                                                 | 50                                         |

Przykładowo, na wyświetlaczu 17" (rozdzielczość nominalna 1280x1024 czyli liczba pikseli 1,3 mln) klasy II mogą być 3 stale zapalone piksele, 3 stale zgaszone piksele i 7 uszkodzonych subpikseli.

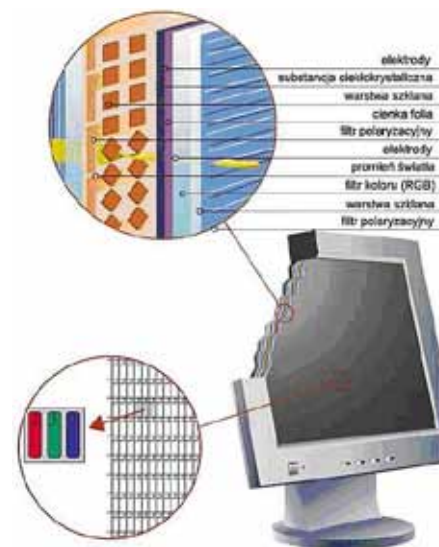
**Uwaga:** Interpretacja normy, przez poszczególnych producentów jest różna.

- gorsze odwzorowanie kolorów niż w monitorach CRT (w modelach standardowych).

- strata jakości obrazu (kontrastu i kolorów) podczas patrzenia pod kątem,
- ..... obrazu przy „nieproporcjonalnym” skalowaniu (np. z 1024x768 na 800x600).
- ..... - czas (zazwyczaj mniej niż 20 ms) potrzebny dla pojedynczego piksela na zapalenie się (ok. 2-10 ms) i całkowicie wygaśnięcie (ok. 10-20 ms).

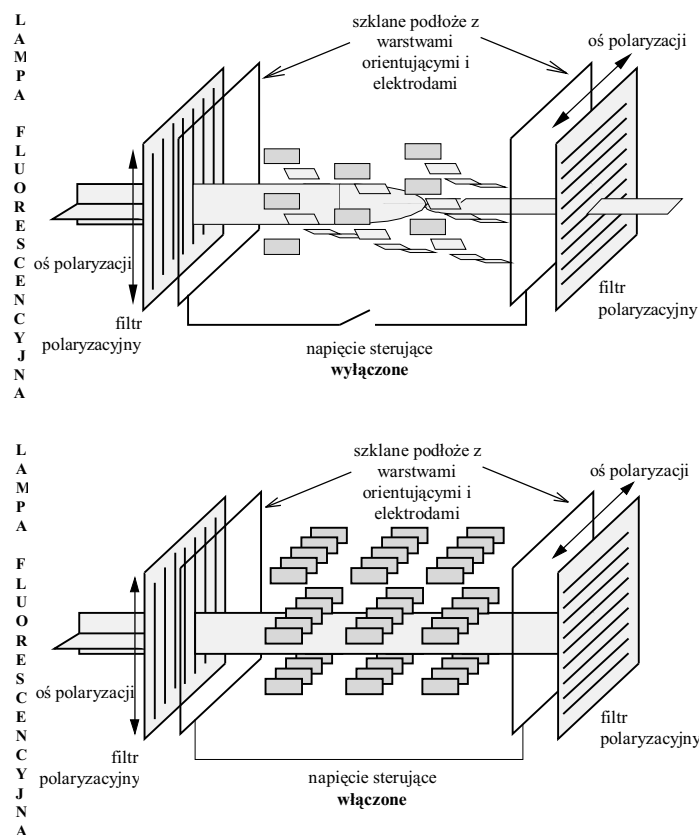
### 1.2.4. Budowa i funkcjonowanie wyświetlaczy LCD

- wyświetlacz składa się z matrycy pikseli (np. 1280x800),
- każdy piksel składa się z triady komórek (RGB),
- wyświetlacz jest urządzeniem cyfrowym,
- sygnał z karty graficznej przesyłany jest analogowo (gniazdo D-SUB, konieczność konwersji, możliwa strata jakości) lub cyfrowo (np. DVI).



### 1.2.4.1. Wyświetlacz LCD-TN (Twisted Nematic)

Najprostsza technologia wykorzystywana w zegarkach, kalkulatorach, pierwszych laptopach.



#### Zasada działania:

- światło z lampy fluorescencyjnej przechodzi przez tzw. . . . . ., który zapewnia jego równomierną jasność,
- następnie światło przechodzi przez filtr polaryzacyjny i pada na molekuly,

- jeżeli molekuly są skręcone (stan spoczynkowy), to następuje odchylenie światła o 90 stopni i przechodzi ono przez drugi filtr polaryzacyjny (na ekranie widać świecący punkt),
- jeżeli molekuly są wyprostowane (do elektrod jest przyłożone napięcie), to światło nie jest odchylane i zostaje wytłumione przez drugi filtr polaryzacyjny (brak świecącego punktu),
- „wyprostowywanie” molekuł może być realizowane w różnym stopniu w zależności od wartości przyłożonego napięcia - dlatego możliwe jest otrzymywanie punktów o różnej jasności,
- na zakończenie światło przechodzi przez barwny filtr (R, G lub B).
- Wyświetlacze te oparte są na tzw. matrycach pasywnych DSTN lub matrycach aktywnych TFT.

#### Matryca pasywna - DSTN (Dual Scan Twisted Nematic)

Wady:

- długi czas (ok. 200 milisekund) potrzebny na odświeżenie obrazu. Powodem jest długi czas potrzebny na „wyprostowanie” kryształów i ułożenie elektrod po obu stronach komórek, co sprawia, że sterowanie nimi jest utrudnione.
- przesunięcia obrazu przy dużych kontrastach i ograniczona paleta barw. Powodem jest wzajemne oddziaływanie ścieżek tworzących matrycę.

#### Matryca aktywna - TFT (Thin Film Transistor)

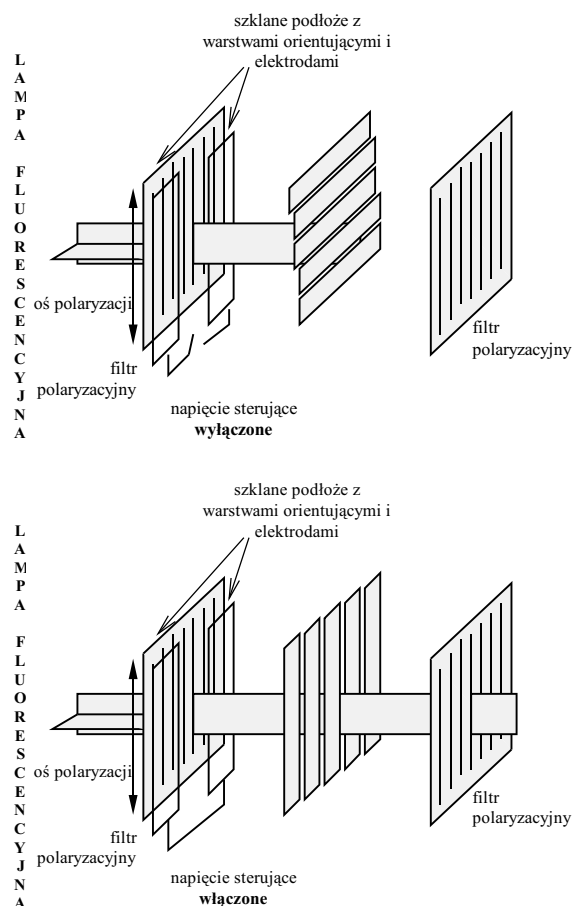
Wady DSTN usunięto poprzez wbudowanie w każdą komórkę tranzystora cienkowarstwowego, który reguluje napięcie na obu elektrodach.



Eliminuje to wzajemne oddziaływanie ścieżek matrycy i pozwala na szybsze odświeżanie obrazu (do 30 milisekund).

#### 1.2.4.2. Wyświetlacze IPS (In-Plane Switching), S-IPS (Super IPS)

- zwane również **Super TFT** lub **Xtra-View**,
- opracowane w 1995 roku przez firmę **Hitachi**,
- pozwalają na uzyskanie kąta widoczności powyżej 60°.



#### Zasada działania:

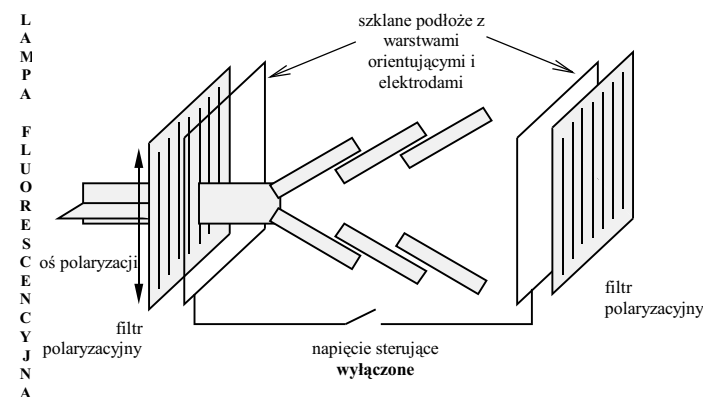
- podłużne molekuly ciekłego kryształu zawsze są ułożone równolegle do siebie (w pionie lub poziomie),
- oba filtry polaryzacyjne mają tę samą oś polaryzacji,
- elektrody znajdują się na jednej powierzchni wyświetlacza,
- przy braku napięcia (położenie neutralne) - molekuly ustawione są prostopadłe do płaszczyzny polaryzacji światła i wyłumiają wiązkę,
- przy przyłożonym napięciu - molekuly ustawiają się równolegle do osi polaryzacji światła i przepuszczają je.

#### Zalety:

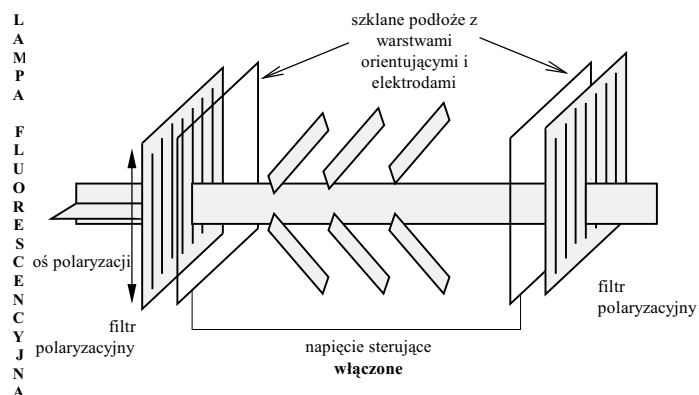
dobrze **nasycona** czerń i duży **kontrast**.

#### 1.2.4.3. Wyświetlacze MVA (Multi-domain Vertical Alignment) i PVA (Patterned Vertical Alignment)

- MVA – opracowane przez firmę Fujitsu, PVA – opracowane przez firmę Samsung







#### Zasada działania:

- każda komórka podzielona jest na co najmniej dwa obszary (domeny),
- w domenie znajdują się ukośnie ułożone molekuly kryształu,
- zmiana napięcia powoduje „rozchylanie” się molekuł i przepuszczanie coraz większej ilości światła,
- domeny pozwalają na zobaczenie obrazu pod różnym kątem, dzięki czemu ogólna jasność, kontrast i kolory pozostają zachowane,

#### Zalety:

- duży kąt widoczności (ponad 85 stopni),
- krótki czas reakcji.

#### Wady:

- zbyt małe nasycenie czerni,
- wysoka cena.

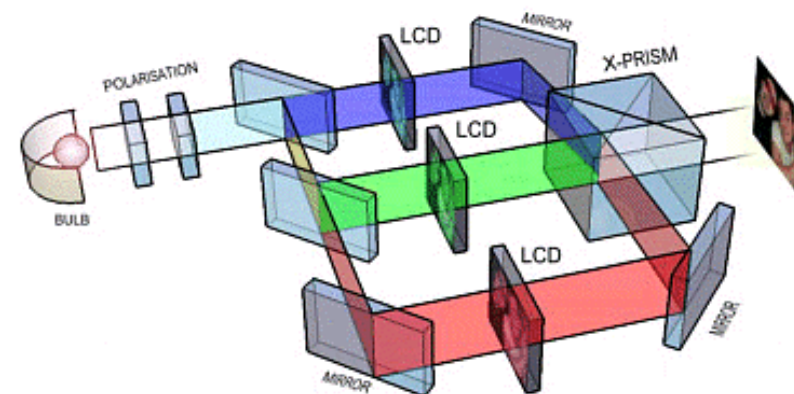
### 1.3. Projektory multimedialne

**Projektor multimedialny** (rzutnik multimedialny, projektor wideo) to urządzenie służące do wyświetlania obrazu na ekranie na podstawie otrzymywanego sygnału. Źródłem takiego sygnału może być np. stacjonarny komputer, laptop, magnetowid, kamera, odtwarzacz DVD, tuner satelitarny.

Projektory multimedialne wykorzystują najczęściej dwie konkurencyjne technologie generowania obrazu: **LCD, DLP**.

#### 1.3.1. Projektory LCD

W projektorze LCD światło generowane przez lampę jest rozszczepiane na trzy składowe RGB (czerwoną, zieloną i niebieską). Po rozszczepieniu każda z tych składowych jest odpowiednio filtrowana (każdemu pikselowi obrazu przyporządkowana jest odpowiednia „ilość” składowej) przez osobną matrycę LCD a następnie syntetyzowana w pryzmacie. Tak wygenerowany obraz wyświetlany jest na ekranie za pośrednictwem obiektywu.



Zalety (w porównaniu do DLP):

- lepsze nasycenie kolorów - dzięki temu, że poszczególne składowe koloru (RGB) syntetyzowane są jednocześnie,
- ostrzejszy obraz - widoczne jest to przy jednolitych obrazach statycznych, przy sekwencjach wideo niezauważalne,
- jaśniejszy obraz przy wykorzystaniu lamp o tym samej mocy.

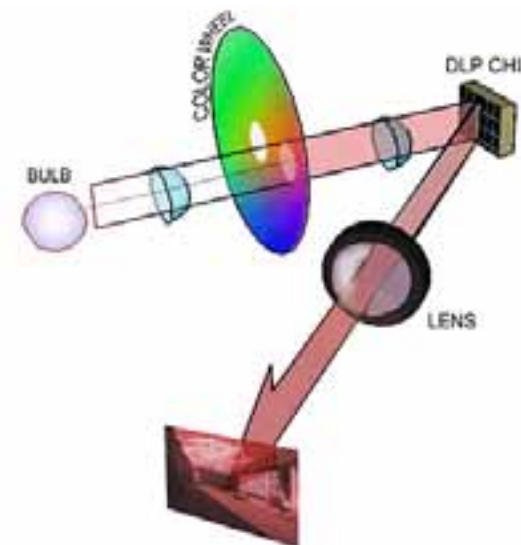
Wady:

- widoczne poszczególne piksele (przestrzenie pomiędzy pikselami) - spowodowane jest to tym, że wypełnienie obrazu przez projektor LCD wynosi około 70%, pozostałe 30% obrazu stanowią przerwy pomiędzy nimi. Niektóre projektory wyposażone są w mikrosoczewki lub specjalne funkcje wygładzania pikseli, które w znacznym stopniu minimalizują ten efekt.
- gorsze odwzorowanie czerni oraz mniejszy kontrast,
- występujące czasami niespójności kolorów doprowadzające do wyświetlania nieostrego, rozmazanego obrazu - specyfika konstrukcji projektorów LCD, gdzie trzy kolory (RGB) składające się na obraz końcowy są generowane przez osobne układy optyczne, stwarza możliwość powstania rozbieżności podczas syntezy (składowe „rozjeżdżają się”).

### 1.3.2. Projektory DLP

W projektorach DLP (*Digital Light Processing*) obraz końcowy jest syntetyzowany przez wyświetlanie w danym momencie półobrazów odpowiedzialnych za każdą ze składowych RGB, tzn.:

- światło z lampy zostaje przefiltrowane przez wirujące trójkolorowe koło w taki sposób, aby w danym momencie mieć barwę tylko jednej składowej (np. R). Uwaga: dla zwiększenia jasności wyświetlanego niektórzy producenci wprowadzają dodatkowy biały segment na wirującym kole.
- tak przefiltrowany strumień światła kierowany jest na układ DMD (chip DLP), który składa się z dużej liczby mikrolusterek, które mogą się poruszać (w podstawowej technologii DLP na każdy piksel obrazu przypada 1 lustro). W celu uzyskania różnego nasycenie światła mikrolusteczka odbijają różną część padającego światła.



Zalety:

- mniejsze wymiary projektora,
- wyższy kontrast i lepsze odwzorowanie czerni - nawet powyżej 500:1.

- obraz wygładzony i pozbawiony widocznych pikseli - dzięki temu, że wypełnienie obrazu wynosi ok. 90%,
- brak niespójności kolorów - dzięki temu, że każda składowa generowana jest przez ten sam układ optyczny.

Wady:

- występujący efekt tęczy - z powodu sekwencyjnego generowania obrazu, istnieje możliwość wyodrębnienia na obrazie poszczególnych jego składowych kolorów RGB. Wraz ze zwiększeniem szybkości chipów DLP efekt staje coraz mniej zauważalny.
- niższa jasność.

## 1.4. Wejścia - Wyjścia w urządzeniach graficznych

Wejścia sygnałowe to wejścia umożliwiają współpracę urządzeń graficznych (monitorów, projektorów) z urządzeniami zewnętrznymi.

### 1.4.1. D-SUB (VGA)

D-sub (15 pinowe złącze RGB) - typowe analogowe złącze komputerowe, służące do podłączenia karty graficznej komputera z monitorem lub projektorem (zob. wyżej)

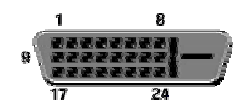
### 1.4.2. DVI

DVI (*Digital Video Interface*) lub MicroCross M1 - cyfrowe złącze komputerowe - umożliwia przesyłanie cyfrowego sygnału video bez potrzeby konwersji na sygnał analogowy. Uzyskiwany w ten sposób obraz charakteryzuje się wyższą jakością i stabilnością. Złącze typu DVI ma kilka odmian, np. DVI-D (tylko sygnał cyfrowy), DVI-I (możliwość przekazania

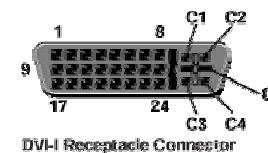
zarówno sygnału cyfrowego jak i analogowego). M1 to cyfrowo-analogowe złącze oferujące dodatkowe możliwości - np. obsługę USB.

Charakterystyka:

- 24 piny (3 rzędy po 8 pinów),
- wspierane przez DDWG (*Digital Display Working Group*),
- przesyłanie sygnału cyfrowego (wysoka rozdzielczość) i analogowego,
- dzięki odpowiedniej przejściówce można stosować analogowe sterowanie i wykorzystywać go w tradycyjnych monitorach.



DVI-D Receptacle Connector



DVI-I Receptacle Connector

### 1.4.3. HDMI

HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*, dawniej DVI-CE) - standard złącza cyfrowego, następca DVI. Umożliwia przesyłanie cyfrowego obrazu i dźwięku. Występuje różnego typu: typ A ma 19 pinów, Typ B ma 29 pinów.



#### 1.4.4. DisplayPort

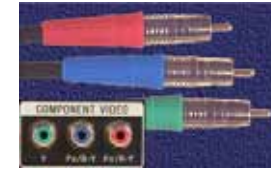
DisplayPort – uniwersalny interfejs cyfrowy (zatwierdzony 2006) opracowany przez VESA, jako standard służący do połączenia komputer-monitor lub komputer-system kina domowego (projektory, telewizory itp.).

- obsługuje od 1 do 4 linii transmisyjnych przesyłających dźwięk i obraz z prędkością 1,62 lub 2,7 Gb/s (maksymalnie 10,8 Gb/s przy czterech liniach transmisyjnych).
- umożliwia jednoczesną dwukierunkową wymianę informacji umożliwiając zarządzanie i kontrolę strumienia danych,
- jest kompatybilny z interfejsami HDMI, DVI i VGA.



#### 1.4.5. Pozostałe gniazda sygnałowe

- Komponent (*component*) – to jedno z najbardziej zaawansowanych złącz dla sygnału video. Sygnał komponentowy video przekazuje informację o obrazie w postaci jego wszystkich składowych. Składowe te, luminancja oraz chrominancja, są definiowane jako Y-Pb-Pr (dla sygnałów analogowych) oraz Y-Cb-Cr (dla sygnałów cyfrowych). Dzięki temu uzyskuje się bardzo dobrej jakości obraz.



- S-video - oferuje jakość pośrednią pomiędzy złączem kompozytowym (Video) a komponentem. Przekazujący dane za pomocą informacji o jasności (luminancja) i kolorze (chrominancja).



- Kompozyt (*composite*) - zwane często Video - bardzo popularne łącze. Sygnał kompozytowy jest wygodny, ponieważ jest akceptowany przez wszystkie odbiorniki, ale oferuje najslabszą jakość obrazu (jest to wejście chinch/RCA – najczęściej żółty).



## 1.5. Drukarki

### 1.5.1. Pojęcia związane z drukarkami

#### Rozdzielczość druku (DPI)

DPI (*Dots Per Inch*) - punkty na cal. Standardowa rozdzielczość druku (drukarki atramentowe i laserowe) to 600 dpi, tzn. **600x600** punktów na cal (ok. 24x24 na mm), ale są też rozdzielczości większe - np. 2400x1200 dpi (wykorzystywane np. w druku foto).

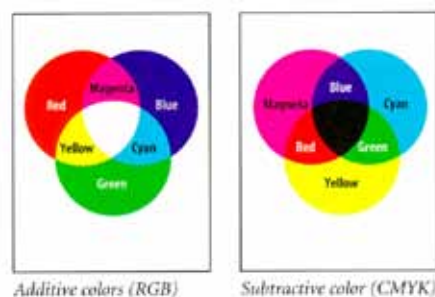
#### Gramatura papieru (g/m<sup>2</sup>)

Waga **1 m<sup>2</sup>** papieru.

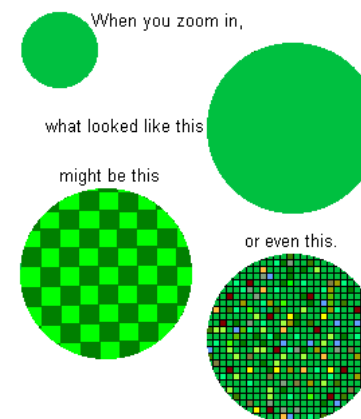
Drukarki mają określoną gramaturę papieru przy jakiej mogą drukować - na ogół od 60 do 150 g/m<sup>2</sup> (choć niektóre nawet do 500g/m<sup>2</sup>).

#### Druk kolorowy - subtraktywna synteza barw CMY i K

**C** - Cyan (jasnoniebieski), **M** - Magenta (czerwono-różowy) **Y** - Yellow (żółty), **K** - black (czarny). W przeciwieństwie do addytywnej syntezy barw RGB, synteza subtraktywna działa na zasadzie **pochłaniania** fal świetlnych - zmieszanie ze sobą kolorów CMY daje kolor czarny.



**Dithering** - uzyskiwanie dowolnych kolorów przy wykorzystaniu innych kolorów (podstawowych) ułożonych w odpowiednie **wzory**, dające z pewnej odległości wrażenie jednolitej barwy.



**Raster** - **mieszanina** czarnych i białych punktów stosowana w celu symulacji odcieni szarości. Obecnie pojęcie rastra stosowane jest także w druku kolorowym.

**Foto druk** - w praktyce CMYK nie wystarcza do precyzyjnego odwzorowania kolorów (np. zdjęć), dlatego często dodaje się jeszcze przynajmniej dwa kolory - tzw. foto cyjan i foto magenta.



## Technologie ulepszania jakości druku

RET, PhotoRET (HP), DropModulation (Canon), Micro Fine Droplet (Canon), Photo Enhance (Epson), Color Fine (Lexmark), Picture Logic (Xerox).

**PhotoRET** (I, II, III) - w celu zwiększenia skali barw (kolorów pośrednich) - zamiast układać barwnik „tradycyjnie” (obok siebie 1 plamka C, 1 plamka M, 1 plamka Y różnej wielkości), plamki barwnika układane są w ściśle określony **wzór geometryczny** (zgodnie z algorytmem optymalizacji tworzenia kolorów), który daje z pewnej odległości złudzenie pożądanego koloru (technologia zbliżona do **ditheringu**). Stosuje się także (np. w PhotoRET III) nakładanie wielu warstw barwnika na siebie.

**GDI** (*Graphical Device Interface*) - w systemie **MS Windows**, sposób odwzorowywania grafiki na urządzeniach zewnętrznych (ekranie, drukarkach).

Drukarki GDI to drukarki, gdzie komputer przygotowuje rastrową postać drukowanego dokumentu, przesyła ją do drukarki, a ta zajmuje się tylko jego wydrukiem. Zalety: wierne odwzorowanie zawartości ekranu, prostsza i tańsza konstrukcja drukarki, szybsze drukowanie spod Windows.

**Duplexer** - moduł druku dwustronnego.

## 1.5.2. Zalety i wady drukarek

### Drukarki igłowe

Zalety: tania eksploatacja, możliwość korzystania z materiałów **samokopiujących**.

Wady: głośna praca, słaba jakość druku.

### Drukarki atramentowe

Zalety: niewielka cena drukarki, tani druk kolorowy.

Wady: droga eksploatacja (wysoka cena materiałów: atramentu i papieru - szczególnie foto).

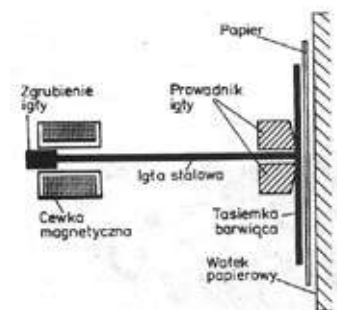
### Drukarki laserowe

Zalety: tania eksploatacja, bardzo dobra jakość i trwałość druku, duża szybkość druku.

Wady: relatywnie wysoka cena urządzenia (szczególnie kolorowego).

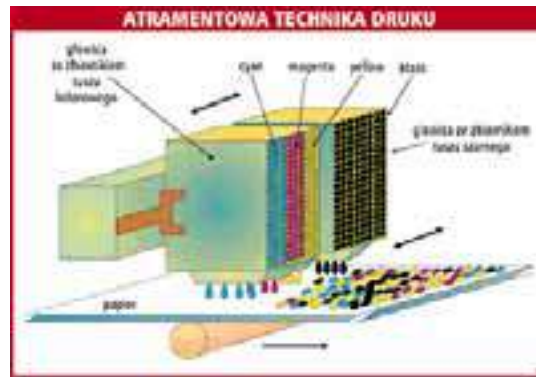
## 1.5.3. Drukarki igłowe

Działają wykorzystując **taśmę barwiącą** nasączoną tuszem, w którą uderzają igły poruszane elektromagnesem.





### 1.5.4. Drukarki atramentowe



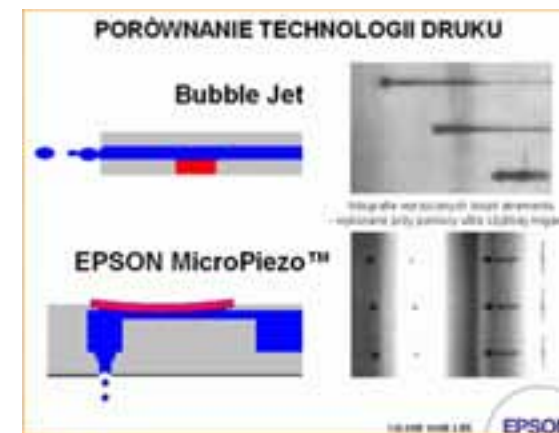
Metody druku drukarek atramentowych:

**termiczna** (bubble jet):

- atrament jest zasysany do komory, a następnie podgrzany do temperatury kilkuset stopni Celsjusza,
- atrament zwiększa swoją objętość i zostaje wyrzucony przez dyszę w kierunku papieru,
- powstające w dyszy **podciśnienie** zasysa kolejną kroplę atramentu,
- technologia stosowana przez większość firm (Canon, HP, Lexmark, Xerox),
- głowica drukarki zespolona jest z pojemnikiem na atrament.
- Zaleta: mniejsze wysychanie dysz głowicy.
- Wada: mniejsza precyzja sterowania kroplą atramentu, duże właściwości penetracyjne atramentu (jest on podgrzany i „rozlewa” się po papierze).

**piezoelektryczny**

- działa w oparciu o piezoelektryczne właściwości materiału (zmiana kształtu/objętości pod wpływem impulsu elektrycznego),
- pod wpływem impulsu elektrycznego komora z atramentem zmniejsza swoją objętość,
- zwiększone ciśnienia wyrzuca kroplę atramentu przez dyszę,
- technologia opracowana przez firmę **EPSON**,
- głowica jest często oddzielona od pojemnika z atramentem.
- Zaleta: atrament jest w temperaturze pokojowej (nie rozlewa się po papierze), precyzyjne wyrzucanie kropeł atramentu.
- Wada: zasychanie dysz głowicy.



### Objętość kropli atramentu

Mierzy się ją w pikolitrach (1pl =  $10^{-12}$  litra).

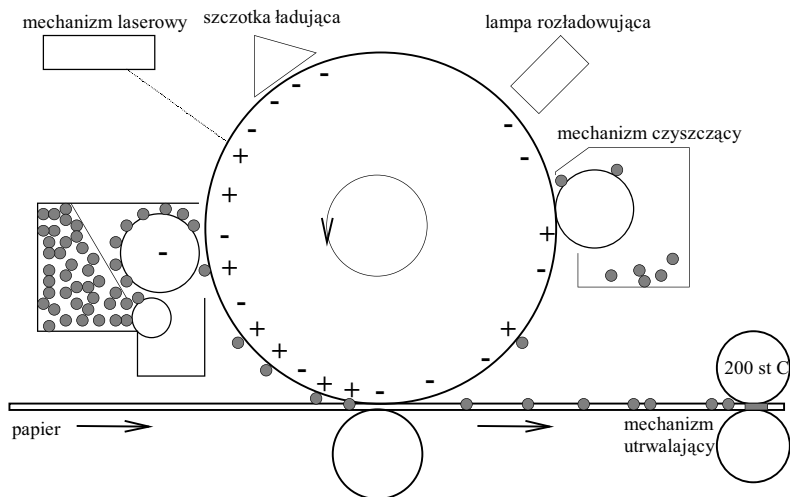
Objętość kropli atramentu to od 10pl (w HP PhotoRET II) do ok. 30pl (standardowy druk).

### Dysze drukarek atramentowych

Dysze w najszybszych drukarkach pracują z prędkością do 40KHz i może być ich ponad 1000.

### 1.5.5. Drukarki laserowe

Drukarki laserowe są drukarkami stronicowymi - opis całej strony jest przesłany do drukarki, a dopiero potem następuje jej wydruk.



#### 1.5.5.1. Zasada działania drukarek laserowych

- na bębnie tworzony jest obraz strony:
  - bęben jest ładowany ujemnie,
  - promień lasera naświetla te miejsca gdzie ma być naniesiony toner - tzn. doprowadza do ich dodatniego naładowania (czasami zamiast lasera używa się mechanizmu złożonego ze świecących diod - są to tzw. drukarki **LED**).
- bęben przesuwa się przed pojemnik z tonerem, gdzie podawany jest naładowany ujemnie toner, który przywiera do obrazu strony,
- obraz strony jest przenoszony na papier,
- toner na papierze jest „utrwalany” - kartka przechodzi przez dwa wałki (tzw. **FUSER**), gdzie toner jest nagrzewany do temp. ok. 200°C, topi się i łączy z papierem,
- resztki tonera są usuwane z bębna przez mechanizm czyszczący,
- tzw. lampa rozładowuje bęben,
- szczotka ładująca naładowuje bęben ujemnie.

#### 1.5.5.2. Metody opisu strony wydruku

**PCL** (Printer Control/Command Language) - język komend dla drukarek laserowych opracowany przez **HP**. Aby nie obciążać komputera, do drukarki przesyłany jest **opis strony** w języku PCL, a procesor drukarki przelicza go na obraz strony. PCL miał kilka wersji:

PCL 3 - pierwsza powszechnie znana wersja - drukowanie stron tekstowych,



PCL 4 - drukowanie fontów bitmapowych i grafiki,

PCL 5 - obsługa fontów i grafiki wektorowej,

PCL 5e - jw. + przesyłanie do komputera informacji zwrotnej o stanie drukarki,

PCL 5c - jw. + obsługa druku kolorowego.

PCL6 - jw. + rozszerzenie języka PDL dla drukowania ze środowisk graficznych GUI oraz kompresja przesyłanych danych.

**... POSTSCRIPT ...** - język opisu strony wydruku firmy Adobe; alternatywa dla PCL. Obecnie standardem jest PostScript II, gdzie poprawiono prędkość przesyłu danych i wprowadzono obsługę kolorów.

### Zadanie

*Jaka jest zasada działania (druku) drukarek termotransferowych, sublimacyjnych, suchego druku (Micro Dry) i stałotramentowych (woskowych)?*

## 1.6. Plotery

Ploter (ang. *plotter*) – urządzenie peryferyjne, do pracy z dużymi płaskimi powierzchniami, może nanosić obrazy, wycinać wzory, grawerować itp. Ploterów używają głównie graficy komputerowi, poligrafowie i architekci.

### Rodzaje ploterów

- ze względu na sposób prowadzenia papieru:
  - płaskie,
  - bębnowe,

- ze względu na zastosowanie:
  - nanoszące obraz (atramentowe, solwentowe, kreślące, laserowe),
  - grawerujące,
  - tnące.



## 1.7. Skanery

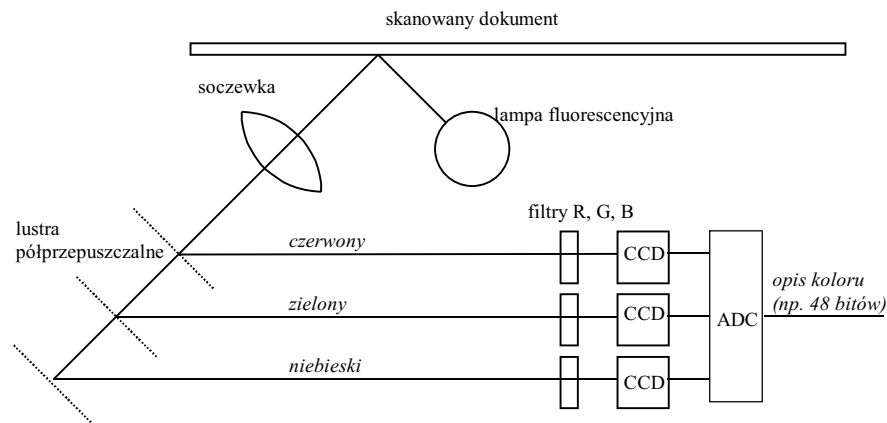
Skaner – urządzenie umożliwiające wczytanie do komputera informacji w postaci graficznej (zdjęcie, slajd, rysunek, tekst, schemat).



### 1.7.1. Skanery płaskie CCD

Skanowanie kolorów:

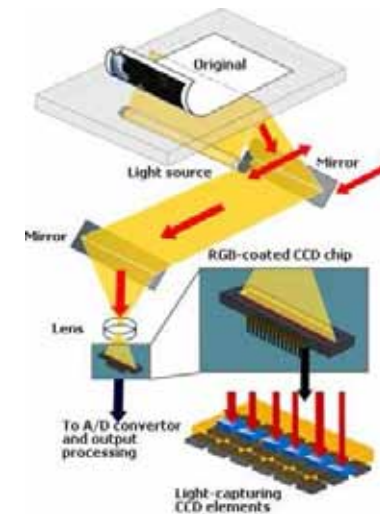
- skanery **trójprzebiegowe** - każdy kolor skanowany był oddzielnie,
- skanery **jednoprzebiegowe** - wszystkie kolory skanowane są jednocześnie.



Zasad działania:

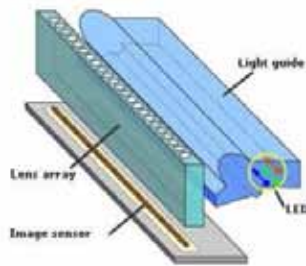
- skanowany obiekt jest nieruchomy,
- głowica skanująca (z linią elementów CCD) jest ciągnięta przez odpowiedni silnik krokowy, od którego precyzji zależy **rozdzielczość mechaniczna** skanera,
- lampa oświetla dokument, a odbite od powierzchni światło przechodzi przez zespół lusterek, w których jest rozszczepiane,

- poszczególne składowe koloru po przejściu przez filtry barwne trafiają na elementy światłoczułe (CCD - *Charge Coupled Devices* - urządzenie ze sprzężeniem ładunkowym) wytwarzające w zależności od natężenia światła odpowiedni sygnał elektryczny (analogowy),
- sygnał analogowy zamieniany jest przez **konwerter** analogowo-cyfrowy (ADC - Analog to Digital Converter) na postać cyfrową.



### 1.7.2. Skanery płaskie CIS (Contact Image Sensor)

- złożony układ optomechaniczny z linią CCD został zastąpiony prostszym i tańszym układem gdzie światło emitowane jest przez **DIODY**,
- skanery te są płaskie, lekkie i tanie,
- jakość skanów, choć zadowalająca, jest gorsza od skanerów CCD,
- trudność ze skanowaniem obiektów **przestrzennych**.



### 1.7.3. Pojęcia związane ze skanerami

#### Rodzaje skanowanych materiałów

- **refleksyjne** (nieprzezroczyste) - odbijające światło (np. kartka papieru),
- **transparentne** (przezroczyste) - przepuszczające światło (np. klisza fotograficzna),
- obiekty **przestrzenne** - zadowalającą ostrość i jakość skanowanego obiektu uzyskuje się nawet na odległość 5 cm od szyby skanera CCD.

#### Głębia kolorów (rozdzielczość tonalna, barwna)

Głębia kolorów to **liczba bitów** opisujących jeden punkt obrazu.

Skanowanie może odbywać się w różnych trybach:

- czarno-białym (tzw. tryb LineArt) - 1 bit,
- w odcieniach szarości (tzw. tryb Gray) - 8 bitów,
- kolorowym - (standardowo) 24 bity.

Skaner może skanować z większą liczbą kolorów np. 48 bitów, ale po przekazaniu obrazu do komputera i tak najczęściej następuje konwersja na 24 lub 32 bity. W niektórych skanerach można wybrać reprezentację (model) barw, w zależności od tego do czego będzie służył skan (wyświetlanie - RGB, drukowanie - CMYK).

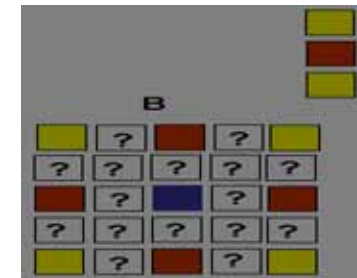
#### Rozdzielczość skanera

Rozdzielczość **optyczna** skanera - rozdzielczość skanera wynikająca z konstrukcji układu optomechanicznego - tzn. liczby komórek CCD i precyzji silnika krokowego (*rozdzielczość mechaniczna*). Współczesne skanery mają rozdzielczości optyczne 600x1200 dpi (standard) lub 1200x1200, 1200x2400, 2400x2400.

Rozdzielczość **300 dpi** jest to tzw. rozdzielczość **drukarska** - z taką standardową rozdzielczością drukują obecnie maszyny poligraficzne.

Rozdzielczość **interpolowana** - rozdzielczość obrazu otrzymanego przez interpolacyjne przeskalowanie zeskanowanego obrazu.

Interpolacja polega na analizowaniu kolorów znajdujących się obok siebie i ustalaniu jaki kolor powinien być pomiędzy nimi.



Interpolacja może odbywać się sprzętowo lub programowo. Rozdzielczości interpolowane są praktycznie „nieograniczone” (np. 19200x19200 dpi)

### Wielkość skanowanych obrazów

Standardowo skanery płaskie skanują obiekty do formatu A4 (210 x 297 mm - ok. 8 x 12 cali).

Obraz formatu A4 zeskanowany z rozdzielczością 300 dpi i przy 24 bitowym zapisie kolorów, zajmować będzie:  $8 \times 12 \times 300 \times 300 \times 3B = 25,92 \text{ MB}$

### Zadanie

Co oznaczają skróty **TWAIN** i **OCR** oraz do czego służą związane z nimi technologie?

## 1.8. Klawiatura

### 1.8.1. Podłączenie klawiatury

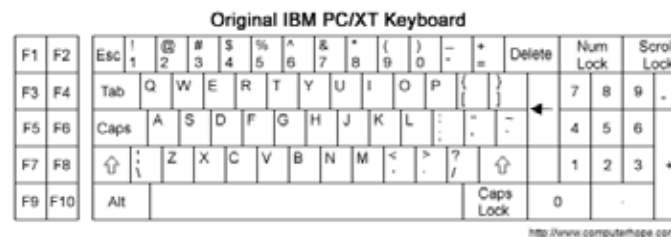
Do połączenia klawiatury z płytą główną służy:

- 5-żyłowy przewód w standardzie **DIN**,
- 6-żyłowy przewód w standardzie **PS/2**,
- port USB.



### 1.8.2. Rodzaje klawiatur

- XT - 83 klawisze, klawisze funkcyjne po prawej lewej stronie (do F10), zespólna grupa klawiszy numerycznych, brak bloku sterowania kursorem i grupy Insert, Delete, Home, End, Page Up, Page Down, jeden klawisz Alt, jeden klawisz Control, brak diod.



- AT - 83 klawisze j.w. - odsunięto blok numeryczny, klawisz SysReq, diody NumLock, CapsLock, ScrollLock.
- PS/2 - (mogą mieć wtyczkę i PS/2 i DIN) - 101/102 klawisze, dwa klawisze Alt i dwa klawisze Control, dodane klawisze funkcyjne F11 i F12, oddzielny

blok sterowania kursorem, oddzielna grupa Insert, Delete, Home, End, Page Up, Page Down, obsługa czwartej diody.

Obecnie standardem jest klawiatura PS/2, zwana też Enhanced AT lub MF2 (MultiFunction), a potocznie „klawiatura 101”.

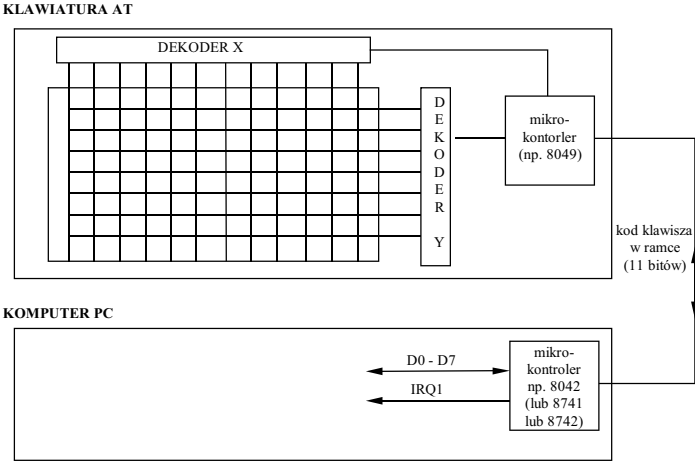
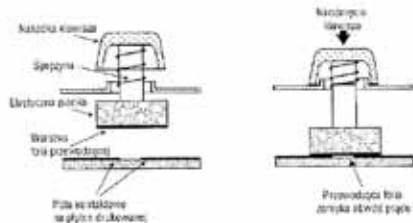


### 1.8.3. Zasada działania klawiatury

- Klawiatura – **przekształca** symbol przypisany do wciśniętego klawisza na ciąg impulsów elektrycznych o dwóch różnych napięciach (odpowiadających wartościom 0 i 1).
- Kontroler klawiatury – układ śledzący stan klawiatury (sprawdzający, czy został wciśnięty klawisz):
  - kontroler kontroluje **siatkę połączeń** X i Y (tzw. matrycę), na której węzłach umieszczone są poszczególne klawisze,
  - kontrola polega na częstym **wysyłaniu** impulsów wszystkimi liniami X i sprawdzaniu czy nie pojawiły się na linii Y,
  - jeżeli impuls się pojawi to jest on interpretowany przez mikrokontroler, który przesyła do komputera tzw. **kod klawisza** (Scan Code).

- Fakt wciśnięcia klawisza zgłaszany jest procesorowi, zaś jego kod przesyłany jest do jednostki centralnej i umieszczany w pamięci operacyjnej

(bufor klawiatury), skąd pobierany jest przez program oczekujący na dane wprowadzone przez użytkownika.



### 1.8.4. Kody klawiszy

Naciśnięcie klawisza generuje odpowiedni kod naciśnięcia klawisza ( **MAKE CODE** ), a jego puszczenie generuje tzw. kod zwolnienia ( **BREAK CODE** ).

$$\textit{kod zwolnienia} = \textit{kod wciśnięcia} + 128.$$

W klawiaturze PS/2, np:

| Klawisz | Kod | Klawisz | Kod | Klawisz | Kod |
|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
| Q       | 16  | A       | 30  | Z       | 44  |
| W       | 17  | S       | 31  | X       | 45  |
| E       | 18  | D       | 32  | C       | 46  |
| R       | 19  | F       | 33  | V       | 47  |
| T       | 20  | G       | 34  | B       | 48  |
| Y       | 21  | H       | 35  | N       | 49  |
| U       | 22  | J       | 36  | M       | 50  |
| I       | 23  | K       | 37  | Shift   | 42  |
| O       | 24  | L       | 38  | Alt     | 56  |
| P       | 25  |         |     |         |     |

- klawiatury XT miały kody przyporządkowane kolejno klawiszom głównego bloku klawiatury, klawiszom funkcyjnym i blokowi numerycznemu,
- klawiatury AT zachowały kompatybilność wstecz, a zmiana jej układu spowodowała, że numery „powędrowały” za klawiszami,
- klawiatury PS/2 mają dalsze przemieszczenie klawiszy, ich zdublowanie i pojawienie się nowych, dlatego (z powodu kompatybilności):
  - kody zdublowanych klawiszy są takie same jak już istniejących (np. prawy i lewy Alt mają te same kody),
  - kody nowych klawiszy poprzedza wartość E0h (224) (np. prawy Alt) lub E1h (225) (dla klawisza Pause).

Kody przesyłane są synchronicznie w formie tzw. **ramki**:

- ramka składa się z 11 bitów: [1 bit startu - zawsze 0][8 bitów danych][1 bit kontroli parzystości (typu nieparzystego)][1 bit stopu - zawsze 1],

- ramki muszą być interpretowane w sekwencjach, gdyż pojedynczy kod nie określa jednoznacznie intencji użytkownika,
- ramkę odbiera mikrokontroler (np. 8741, 8742, 8042, Amikey),
- klawiatury AT i PS/2 mają komunikację dwukierunkową (w XT była tylko jednokierunkowa) i umożliwiają procesorowi programowanie klawiatury jak i jej kontrolera.

### Przykład

Sekwencja: 42 16 144 170 interpretowana jest jako:

[wciśnięcie klawisz Shift] [wciśnięcie klawisza Q] [zwolnienie klawisza Q] [zwolnienie klawisza Shift] - wygenerowany zostaje znak „**duże Q**.”

- wciśnięcie klawisza generuje przerwanie sprzętowe IRQ1 (INT 09h),
- procedura obsługi przerwania w oparciu o swoje wewnętrzne tabele przyporządkowuje odebranemu kodowi klawisza kod znaku ASCII,
- obydwa kody (2B) odkładane są w buforze o wielkości 32B (mieści się 16 naciśnieć klawisza).

**Kontrola parzystości** (*check parity*) - metoda kontroli błędów, w której dodawany jest dodatkowy bit kontrolny w każdym znaku. Wartość bitu jest dobierana tak, aby suma bitów danych i bitu kontrolnego zawsze była albo parzysta (kontrola parzystości typu parzystego), albo nieparzysta (kontrola parzystości typu nieparzystego).

### 1.8.5. Mikrokontroler klawiatury

Do zadań mikrokontrolera (np. 8042) należy m.in.:

- rozpoznanie wybranego klawisza,
- przeprowadzenie autotestu klawiatury,
- przyporządkowanie sekwencji klawisza odpowiedniego kodu, jego interpretacji (zamiana na ASCII) i buforowanie,
- ustawienie częstotliwości powtórzeń (autorepetycji, w XT było to 10 znaków na sekundę) i czasu opóźnienia,
- odczytywanie ustawień kluczyka KeyLock (w starych obudowach).

## 1.9. Urządzenia wskazujące

### 1.9.1. Mysz

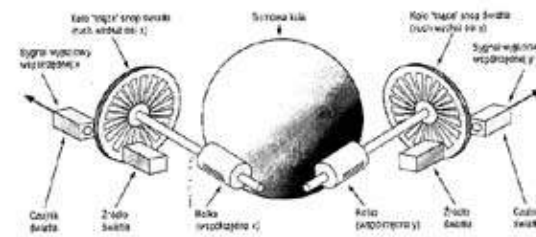
#### 1.9.1.1. Podłączenie myszy do komputera

W przypadku podłączania myszy wykorzystywane są złącza RS232C (szeregowe), PS/2, USB.

Nie zawsze możliwe jest skonstruowanie adaptera pomiędzy tymi gniazdami (np. szeregowym a PS/2).

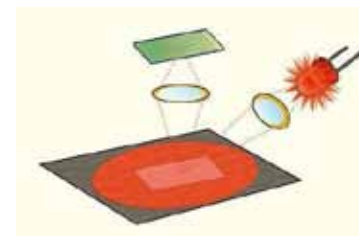
#### 1.9.1.2. Zasada działania mysz mechanicznej

- ruch obrotowy pokrytej warstwą gumy, metalowej kulki przenoszony jest na dwie rolki - jedną dla osi X, a drugą dla osi Y,
- rolki napędzają tarcze z otworami na obwodzie,
- tarcze obracają się pomiędzy fotokomórką (fotodiodą) i strumieniem światła. W ten sposób powstają impulsy elektryczne, które zostają przez odpowiedni układ zinterpretowane i przekazane do komputera.



#### 1.9.1.3. Zasada działania myszy optycznej

- w tych myszach nie ma elementów mechanicznych,
- mysz oświetla podłoże czerwonym lub niebieskim światłem,
- odbite światło pomaga analizować strukturę podłoża i ocenić przebytą odległość,
- Zaleta: duża dokładność; większa trwałość,
- Wada: w starszych modelach konieczność stosowania specjalnych podkładek; trudności z funkcjonowaniem na jednolitych, gładkich powierzchniach (np. biała kartka papieru).





### 1.9.2. Touchpad



### 1.9.3. Trackpoint

Urządzenie to nazywane jest różnie w zależności od producenta, np. TrackPoint (IBM, a później Lenovo), TrackStick (Dell), Pointstick (Hewlett-Packard Compaq), Touchstick (Fujitsu Siemens Computers), FineTrack (Acer), AccuPoint (Toshiba).

### 1.9.4. Ekran dotykowy



### 1.9.5. Tablet



## 1. SIECI KOMPUTEROWE

### 1.1. Definicja oraz cel tworzenia sieci komputerowych

- Sieć (net, network) - zespół połączonych ze sobą komputerów.
- Celem tworzenia sieci jest:
  - przesyłanie informacji (tekstu, obrazu, głosu),
  - korzystanie ze wspólnych zasobów (drukarek, dysków, modemów).

### 1.2. Rodzaje sieci komputerowych

#### 1.2.1. Podział ze względu na rozmieszczenie komputerów

- LAN Local Area Network - sieć lokalna - grupa zlokalizowanych w sąsiedztwie komputerów dołączonych do tego samego koncentratora (przełącznika), bądź grupy koncentratorów (przełączników) połączonych ze sobą bez udziału routerów. Wszystkie jej zasoby są dostępne z pełną szybkością danej sieci.
- WAN Wide Area Network - sieć rozległa - sieć złożona z dwóch lub więcej sieci LAN połączonych ze sobą. Można wyróżnić następujące sieci WAN:
  - MAN Metropolitan Area Network - sieć miejska - jest to sieć WAN obejmująca niewielki obszar geograficzny. Zasadniczo sieci takie obejmują jedno miasto lub region.

- CAN Campus Area Network - sieć uczelniana - termin stosowany często do określania sieci WAN łączącej poszczególne wydziały w ośrodku akademickim.

#### 1.2.2. Podział ze względu na stosowane medium transmisji

- Sieci przewodowe (kablone).
- Sieci bezprzewodowe.

#### 1.2.3. Podział ze względu na jednorodność elementów składowych sieci

- Sieci jednorodne (sieci homogeniczne) - łączą elementy składowe tego samego typu (np. komputery identycznego typu wyposażone w identyczne oprogramowanie).
- Sieci niejednorodne (sieci heterogeniczne) - łączą elementy różniące się pod względem sprzętowym i programowym.

## 1.3. Model OSI/ISO

### 1.3.1. Znaczenie standardów komunikacji

- Opisują sposób realizacji komunikacji,
- Ich przestrzeganie jest konieczne do zapewnienia komunikacji w sieciach komputerowych,
- Najbardziej znanym standardem komunikacji w środowisku sieciowym jest model OSI/ISO.

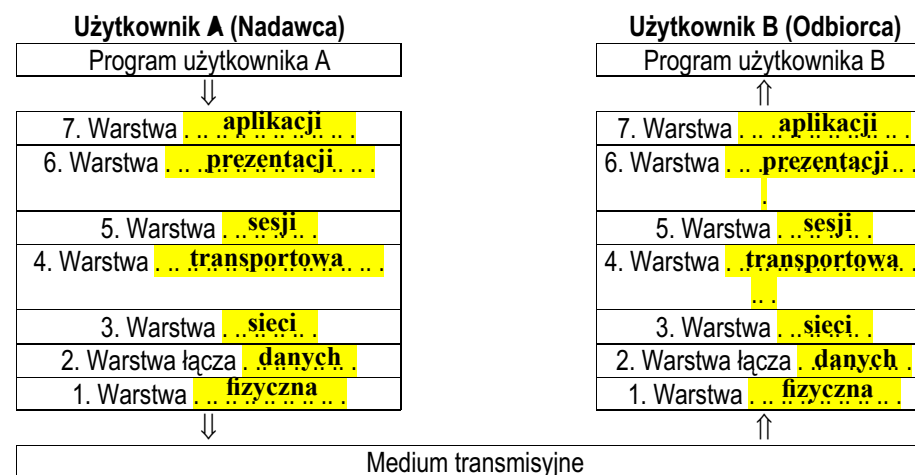
### 1.3.2. Charakterystyka modelu OSI/ISO

- **Model OSI/ISO** – opracowany przez ISO (w 1979 roku) standard umożliwiający łączenie systemów różnych typów.
- Pełna nazwa **OSI RM** (*Open Systems Interconnection Reference Model*) - Model Referencyjny Połączonych Systemów Otwartych.

Model OSI/ISO:

- opisuje sposób komunikacji systemów komputerowych różnych typów
- podczas komunikacji następuje przetworzenie informacji w komunikujących się komputerach,
- przetwarzanie informacji wysyłanej i odbieranej jest wieloetapowe – poszczególne etapy realizowane są przez wyróżnione w modelu warstwy
- funkcje poszczególnych warstw spełnia programowanie

### 1.3.3. Schemat modelu OSI/ISO



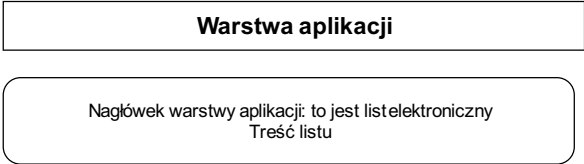
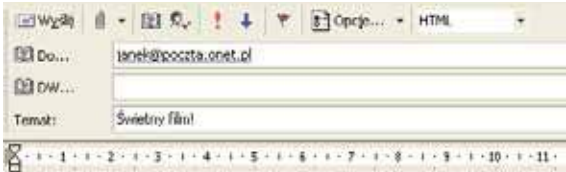
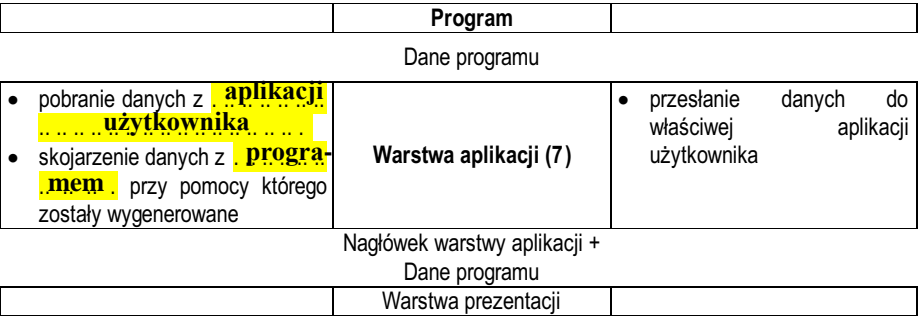
- warstwa  $n$  w jednej maszynie komunikuje się z warstwą  $n$  w drugiej,
- zasady komunikacji dla warstwy  $n$  określone są przez protokół warstwy  $n$ ,
- komunikacja pomiędzy warstwami odbywa się zawsze za pośrednictwem warstw niższych,
- połączenie fizyczne odbywa się poprzez medium transmisyjne
- połączenie logiczne (wirtualne) odbywa się pomiędzy odpowiadającymi sobie warstwami.

**Uwaga:** Model OSI/ISO definiuje jakie zadania oraz rodzaje danych mogą być przesyłane między warstwami w całkowitym oderwaniu od ich fizycznej i algorytmicznej realizacji, czyli zakłada istnienie warstw abstrakcji w medium transmisyjnym, sprzęcie oraz oprogramowaniu i wokół

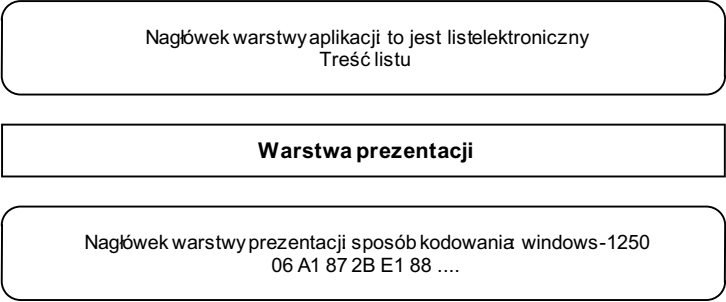
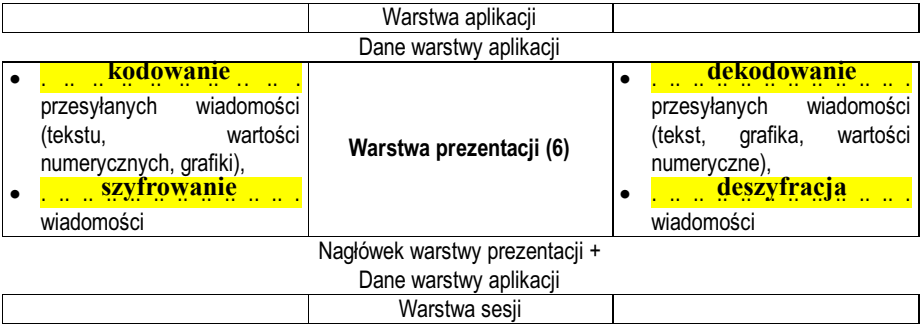
tych warstw orientuje specyficzne dla nich protokoły, realizowane przez te protokoły usługi świadczone wyższym warstwom oraz posiadane interfejsy, umożliwiające dostęp do warstwy przez procesy z innych warstw.

1.3.4. Charakterystyka warstw modelu OSI/ISO

1.3.4.1. Warstwa aplikacji (warstwa 7)



1.3.4.2. Warstwa prezentacji (warstwa 6)



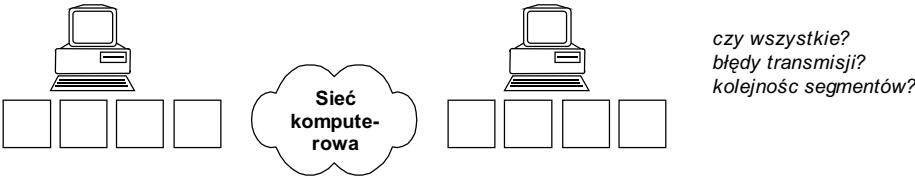
1.3.4.3. Warstwa sesji (warstwa 5)

|                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                       | Warstwa prezentacji  |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dane warstwy prezentacji                                                                                                                                                                                                                              |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>nawiązanie połączenia</b> ze wskazanym komputerem,</li><li>• <b>negocjowanie warunków</b> połączenia (komunikacja jedno- lub dwukierunkowa),</li><li>• nawiązywanie połączeń po <b>zzerwaniu</b></li></ul> | Warstwa sesji (5)    | <ul style="list-style-type: none"><li>• wyrażenie zgody na nawiązanie połączenia</li><li>• realizacja tzw. „usługi kwarantanny” – <b>buforowanie danych</b>, aż do chwili otrzymania całej wiadomości; wiadomość przekazywana jest do wyższej warstwy w całości</li></ul> |
| Nagłówek warstwy sesji + Dane warstwy prezentacji                                                                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                       | Warstwa transportowa |                                                                                                                                                                                                                                                                           |



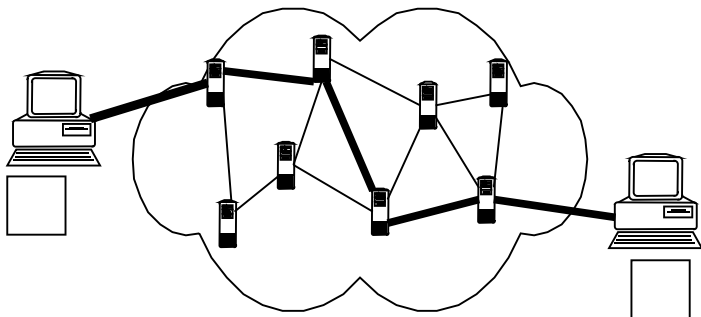
1.3.4.4. Warstwa transportowa (warstwa 4)

|                                                                                                                                                                                              |                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                              | Warstwa sesji            |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Dane warstwy sesji                                                                                                                                                                           |                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>podział</b> transmitowanych wiadomości na mniejsze jednostki (segmenty)</li><li>• <b>wysyłanie</b> kolejnych (ponumerowanych) segmentów</li></ul> | Warstwa transportowa (4) | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>odbior</b> przychodzących segmentów,</li><li>• sprawdzenie <b>poprawności</b> segmentu (ewentualne wysłanie żądania ponowienia transmisji),</li><li>• ustawienie segmentów we właściwej kolejności</li></ul> |
| Nagłówek warstwy transportowej + Dane warstwy sesji                                                                                                                                          |                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                              | Warstwa sieci            |                                                                                                                                                                                                                                                         |



### 1.3.4.5. Warstwa sieci (warstwa 3)

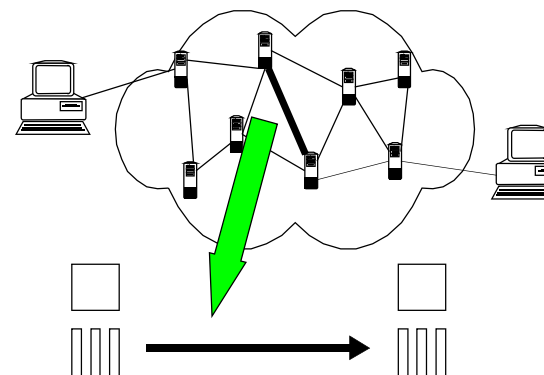
|                                                                                                                                         |                                                     |                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                         | Warstwa transportowa                                |                                                                            |
|                                                                                                                                         | Dane warstwy transportowej                          |                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wyznaczanie drogi</b> dla wysyłanych <b>pakietów</b></li> <li>• wysłanie pakietu</li> </ul> | <b>Warstwa sieci (3)</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>odbiór</b> pakietów</li> </ul> |
|                                                                                                                                         | Nagłówek warstwy sieci + Dane warstwy transportowej |                                                                            |
|                                                                                                                                         | Warstwa łącza danych                                |                                                                            |



Wykorzystywane w tej warstwie urządzenia realizują przesyłanie informacji w postaci **pakietów**.

### 1.3.4.6. Warstwa łącza danych (warstwa 2)

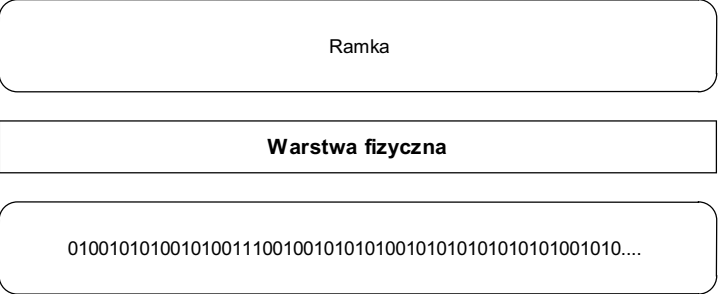
|                                                                                                                                               |                                                    |                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                               | Warstwa sieci                                      |                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                               | Dane warstwy sieci                                 |                                                                                                                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>podział</b> pakietów na mniejsze bloki (tzw. <b>ramki</b>)</li> <li>• transmisja ramek</li> </ul> | <b>Warstwa łącza danych (2)</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>odbiór</b> ramek</li> <li>• wysłanie <b>potwierdzenia</b> odbioru ramki lub żądania ponowienia transmisji,</li> <li>• eliminacja <b>zdublowanych</b> ramek</li> </ul> |
|                                                                                                                                               | Nagłówek warstwy łącza danych + Dane warstwy sieci |                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                               | Warstwa fizyczna                                   |                                                                                                                                                                                                                   |



Wykorzystywane w tej warstwie urządzenia realizują przesyłanie informacji w postaci **ramek**.

1.3.4.7. Warstwa fizyczna (warstwa 1)

|                           |                                 |                |
|---------------------------|---------------------------------|----------------|
|                           | Warstwa łącza danych            |                |
| Dane warstwy łącza danych |                                 |                |
| • transmisja bitów        | Warstwa fizyczna (1)            | • odbiór bitów |
| Ciąg bitów                |                                 |                |
|                           | Medium transmisyjne (warstwa 0) |                |



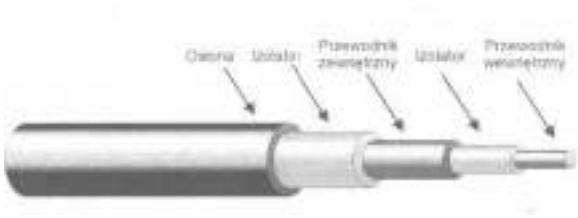
Wykorzystywane w tej warstwie urządzenia realizują przesyłanie informacji w postaci bitów.

1.3.4.8. Medium transmisyjne

Wykorzystywane w tej warstwie media transmisyjne służą do przesyłania sygnałów.

1.4. Media transmisyjne (Warstwa 0)

1.4.1. Kabel koncentryczny (coaxial cable)

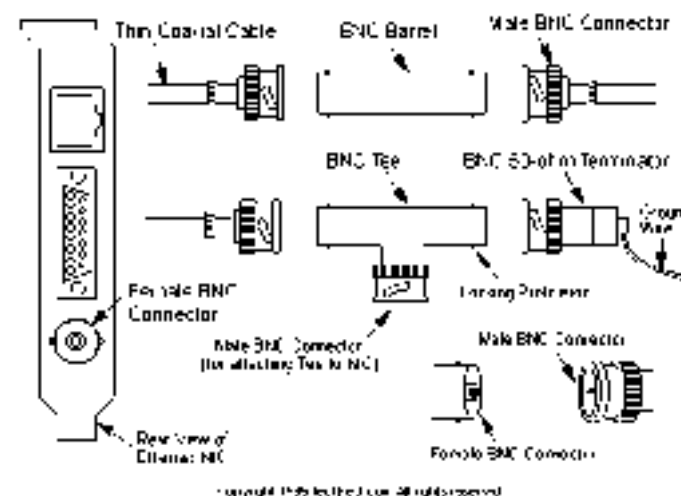


- Kabel składa się z dwóch koncentrycznych (czyli współosiowych) przewodów oraz warstw izolatora, tzn.:
  - pojedynczego przewodu miedzianego, znajdującego się w materiale izolacyjnym - zwanego często przewodem gorącym,
  - cylindrycznie biegnącego przewodnika (przewód lity lub pleciony) otoczonego następną warstwą izolatora - zwanego opłotem,
  - osłony w postaci koszulki ochronnej z polichlorku winylu (PCW) lub teflonu.
- Koncentryczne umieszczenie przewodów (jeden wewnątrz drugiego) zapewnia większą odporność na zakłócenia a tym samym wyższą jakość transmisji.
- Kable koncentryczne wyglądają charakteryzują się różnymi stopniami impedancji (oporność w obwodach prądu przemiennego).



- Powszechnie stosuje się dwa rodzaje kabli koncentrycznych o impedancji **50** i **70** omów (te pierwsze mają zastosowanie m.in. w sieciach komputerowych).
- Wśród kabli koncentrycznych wykorzystywanych w sieciach komputerowych (impedancja 50 Ohm) rozróżnia się:
  - **cienki ethernet** (*Thin Ethernet*) wykorzystywany w sieciach typu 10Base-2. Jest to kabel RG-58 o średnicy 1/4" i dopuszczalnej długości segmentu wynoszącej **185 m**.
  - **gruby ethernet** (*Thick Ethernet*) wykorzystywany w sieciach typu 10Base-5. Jest to kabel RG-8 i RG-11 o średnicy 1/2" i dopuszczalnej długości segmentu wynoszącej **500 m**. Obecnie nie stosowany, lecz można go spotkać jeszcze w bardzo starych sieciach.
- **BNC** (*Bayonet Neill-Concelman*) - złącze stosowane do łączenia sieci zbudowanych z kabli koncentrycznych oraz w aparaturze pomiarowej, systemach telewizji przemysłowej i radiotelekomunikacji.
- **terminator** - element w sieciach komputerowych oparty na kablu koncentrycznym służący do zakończenia linii. Terminator jest specjalnie dobranym rezystorem symulującym nieskończenie długi kabel i eliminującym w ten sposób odbicia sygnału od końca kabla mogące zakłócić pracę odbiorników.

### BNC Connectors for 10Base2



#### • Zalety:

- mało wrażliwy na zakłócenia i szумы,
- nadaje się do sieci z przesyłaniem modulowanym (szerokopasmowym) bez potrzeby instalowania wzmacniaczy.

#### • Wady:

- duża awaryjność instalacji (w porównaniu ze skrętką) - kabel ten ma **wrażliwą strukturę** - nie znosi zagięć ani zginiatania. Jego struktura łatwo ulega uszkodzeniu, co powoduje pogorszenie transmisji sygnału,
- stosunkowo duży koszt (w porównaniu ze skrętką),
- **duży rozmiar** (średnica) - zajmuje dużo miejsca w kanałach i torowiskach kablowych.

- **Uwaga:** W sieciach profesjonalnych (gdzie liczy się szybkość i niezawodność, a koszt instalacji jest sprawą drugorzędną) **nie stosuje** się już kabla koncentrycznego, a zamiast niego wykorzystuje się światłowody.

#### 1.4.2. Skrętka (twisted-pair wire)

**Skrętka** - rodzaj kabla sygnałowego służącego do przesyłania informacji, który zbudowany jest z jednej lub więcej par skręconych ze sobą przewodów **miedzianych**.

Obecnie sieci oparte na skrętce są **najczęściej** stosowanym środkiem transmisji danych - używa się jej zarówno w zastosowaniach amatorskich jak i w profesjonalnych sieciach.

##### • **Zalety:**

- **prosta** w montażu,
- **modułarna** budowa - daje duże możliwości rozbudowy, awaria kabla w jednym miejscu nie unieruchamia całej sieci,
- **niska** awaryjność,
- łatwa **diagnostyka** usterek,
- **duża** przepustowość - standardowo do 1Gb/s,
- bardzo korzystny współczynnik **możliwość do ceny**.

##### • **Wady:**

- konieczność zakupu hubów,
- mała odporność na **zakłócenia środowiska** (w wersji nieekranowanej),
- mała odporność na **uszkodzenia mechaniczne**,
- maksymalna odległość od koncentratora wynosi 100m.

##### 1.4.2.1. Kategorie skrętek

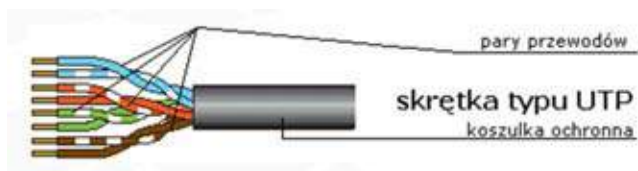
Kategorie kabli miedzianych zostały ujęte w specyfikacji EIA/TIA w kilka grup, w których przydatność do transmisji określa się w MHz:

- kategoria 1 (klasa A) - tradycyjna nieekranowana **skrętka telefoniczna** przeznaczona do przesyłania głosu, nie przystosowana do transmisji danych,
- kategoria 2 (klasa B)- nieekranowana skrętka, szybkość transmisji do 4 MHz. Kabel ma 2 pary skręconych przewodów,
- kategoria 3 (klasa C)- skrętka o szybkości transmisji do 10 MHz, stosowana w sieciach Token Ring (4 Mb/s) oraz Ethernet 10Base-T (10 Mb/s). Kabel zawiera 4 pary skręconych przewodów,
- kategoria 4 - skrętka działająca z szybkością do 16 MHz. Kabel zbudowany jest z czterech par przewodów,
- kategoria 5 (klasa D)- skrętka z dopasowaniem rezystancyjnym pozwalająca na transmisję danych z częstotliwością 100 MHz na odległość do **100 m**,

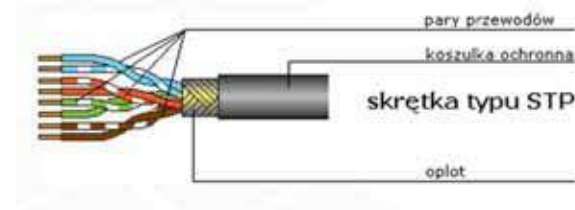
- kategoria 5e (enhanced) - ulepszona wersja kabla kategorii 5. Zalecana do stosowania w przypadku nowych instalacji,
- kategoria 6 (klasa E)- skrętka umożliwiająca transmisję z częstotliwością do 200 MHz,
- kategoria 7 (klasa F) - kabel o przepływności do 600 MHz. Wymaga ekranowania każdej pary kabla.

#### 1.4.2.2. Rodzaje skrętki

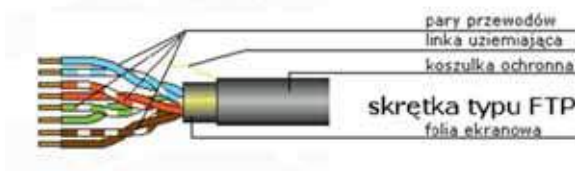
- UTP (*Unshielded Twisted Pair*) - skrętka nieekranowana,



- skrętka wykonana z dwóch przewodów, ze **zmiennym splotem** (zwykle 1 zwój na **6-10 cm**) - chroni to transmisję przed oddziaływaniem otoczenia oraz minimalizuje zjawisko **przesłuchu**,
- powszechnie stosowana w sieciach telefonicznych (jedna, dwie lub cztery pary) i w kablach komputerowych (**cztery** pary w kablu),
- STP (*Shielded Twisted Pair*) - skrętka ekranowana - posiada ona dodatkowy **ekran** w postaci opłotu otaczającego cały kabel, co umożliwia przesyłanie danych na większe odległości i z większą transmisją,



- FTP (foiled twisted pair) - skrętka foliowana - posiada ona dodatkowy ekran w postaci folii otaczającej cały kabel, co umożliwia przesyłanie danych na większe odległości i z większą transmisją,



- pozwala budować sieci komputerowe o długości nawet kilku kilometrów.
- stosowana również na krótszych dystansach w sieciach standardu Gigabit Ethernet (1 Gb/s) z wykorzystaniem wszystkich czterech par okablowania miedzianego kategoria 5.
- F-FTP - każda para przewodów otoczona jest osobnym **ekranem z folii**, cały kabel jest również **pokryty** folią,
- S-FTP - każda para przewodów otoczona jest osobnym ekranem z folii, cały kabel pokryty jest opłotem,
- S-STP - każda para przewodów otoczona jest osobnym ekranem (opłotem), cały kabel pokryty jest opłotem.

**Registered Jack - Type 45** - rodzaj ośmiostykowego złącza (gniazdo i wtyk) używanego do zakończenia przewodów typu skrętka.



#### 1.4.2.3. Standardy sieci oparte na skrętce

Najpopularniejsze standardy sieci wykorzystującej skrętke:

- **10 BASE-T** - opiera się na **topologii gwiazdy**, do łączenia komputerów używa się skrętki nieekranowanej kategorii 3 lub 5. Pracuje na 4 żyłach (dwie pary skrętki). Maksymalna długość kabla wynosi ok. 100m. Maksymalna przepustowość sieci 10Mb/s.
- **100 BASE-TX** **fast ethernet** - jest to szybsza modyfikacja powyższego standardu. Maksymalna przepustowość sieci 100Mb/s. Do łączenia wykorzystywana jest skrętka kategorii 5 (dwie pary skrętki).
- **1000 BASE-T** **gigabit ethernet** - Maksymalna przepustowość **1 GB/s** na skrętce kategorii 5 lub wyższej. (wymaga

użycia czterech par skrętki oraz modyfikacji układów transmisyjnych dającej możliwość transmisji ok. 250Mb/s na jedną parę).

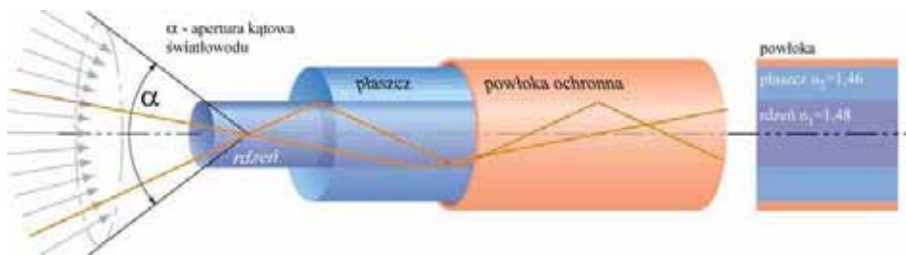
#### 1.4.3. Światłowód

Światłowód to **falowód** służący do przesyłania **promieniowania świetlnego**. Promień światła rozchodzi się w światłowodzie po drodze będącej łamaną tzn. ulegając kolejnym **odbiciom** (w przypadku światłowodu z włókien są, to odbicia całkowite wewnętrzne). Transmisja światłowodowa polega na przesyłaniu sygnału optycznego wewnątrz włókna szklanego. Podstawowym składnikiem do budowy światłowodu jest **dwutlenek krzemu**.

##### 1.4.3.1. Budowa i zasada działania światłowodu

W budowie światłowodu można wyróżnić następujące warstwy:

- włókno optyczne, złożone z dwóch rodzajów szkła o różnych współczynnikach załamania:
  - część środkowa - **rdzeń (core)**
  - część zewnętrzną - **plaszcz (cladding)**
- powłoka ochronna - warstwa akrylowa, opłot **kewlarowy**, izolacja zewnętrzna.



Cechy transmisji światłowodowej:

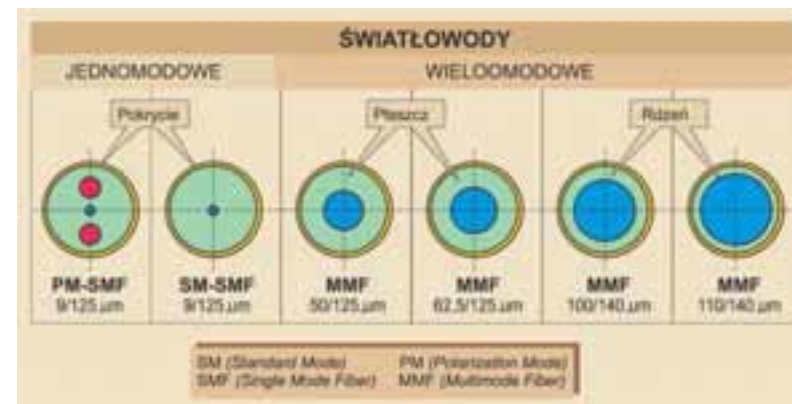
- Transmisja światłowodowa polega na prowadzeniu przez włókno szklane promieni optycznych generowanych przez **diody lub** laserowe źródło światła.
- Medium charakteryzuje się znikomym zjawiskiem **tłumienia**, odpornością na zewnętrzne pola elektromagnetyczne oraz brakiem emisji energii.
- Kabel światłowodowy składa się z jednego do kilkudziesięciu włókien światłowodowych.
- **Zalety:**
  - większa **przepustowość** w porównaniu z kablem miedzianym (możliwość sprostania przyszłym wymaganiom co do wydajności transmisji),
  - **małe straty** - zdolność przesyłania informacji na znaczne odległości,
  - niewrażliwość na **zakłócenia i przesłuchy** elektromagnetyczne, wyeliminowanie przesłuchów międzykablowych,

- mała masa i wymiary,
- duża **niezawodność** poprawnie zainstalowanego łącza.

#### 1.4.3.2. Rodzaje światłowodów

Wyróżnia się światłowody:

- **.. jednomodowe ..** :
  - większe pasmo przenoszenia,
  - transmisja na większe odległości,
  - wysoki koszt.
- **.. wielomodowe ..**



#### 1.4.3.3. Światłowód wielomodowy

- Rdzeń światłowodu wielomodowego składa się z wielu (nawet kilku tysięcy) warstw szkła kwarcowego ( $\text{SiO}_2$ ) z domieszką dwutlenku germanu ( $\text{GeO}_2$ ). Najwięcej domieszki jest w osi rdzenia.

- Źródłem światła są **diody LED** (są one źródłem światła nieskoncentrowanego).
- Światłowód wielomodowy charakteryzuje się tym, że promień światła może być wprowadzony do niego pod różnymi kątami - **modami**.
- Funkcjonuje pojęcie **indeksu kroku** (*step index*) - jest to długość światłowodu, jaką przebywa promień bez odbić wewnętrznych.
- Największym problemem w przypadku tego rodzaju światłowodów jest zjawisko **dyspersji**. Polega ono na „poszerzaniu” się promienia świetlnego wraz z drogą przebytą wewnątrz światłowodu.
- W związku z dyspersją kable wielomodowe stosowane są maksymalnie na długościach do **5 km**.
- **Zalety:**
  - **niższe koszty** w porównaniu ze światłowodami jednomodowymi.
  - **łatwiejsze prace** montażowe i konserwacyjne ze względu na większe wymiary od światłowodów jednomodowych.

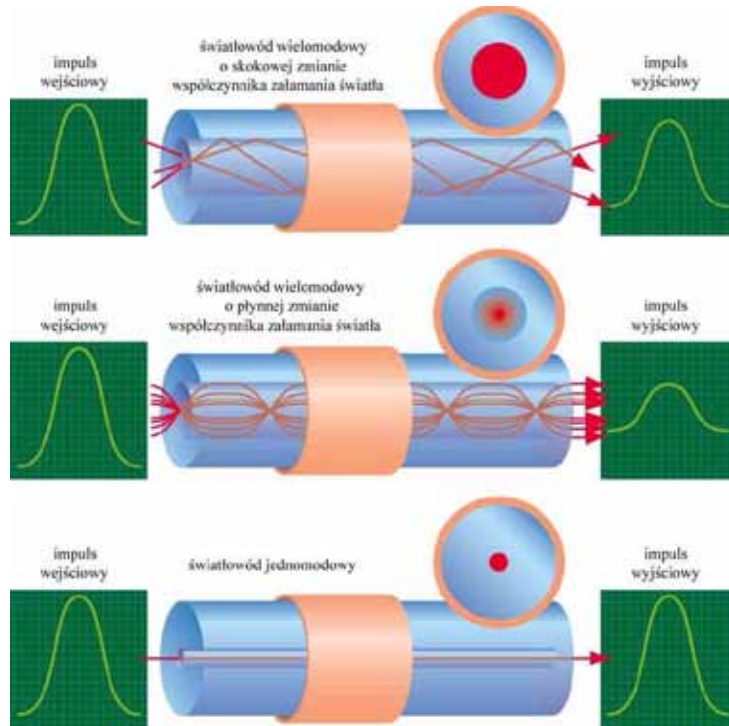
#### 1.4.3.4. Światłowód jednomodowy

- Światłowód jednomodowy składa się z rdzeniu włókna światłowodowego wykonanego ze szkła kwarcowego (SiO<sub>2</sub>) domieszkowanego kilkuprocentową domieszką dwutlenku germanu (GeO<sub>2</sub>). Płaszcz wykonany jest z czystego szkła kwarcowego (SiO<sub>2</sub>).

- Ośrodkiem transmisji sygnału optycznego jest rdzeń. Część strumienia światła, padająca na czoło włókna pod kątem większym od kąta pełnego odbicia, zostaje „uwięziona” w rdzeniu włókna i ulega przemieszczaniu po jego torze. Strumień świetlny ulega całkowitemu wewnętrznemu odbiciu na granicy rdzeń - płaszcz.
- Światłowód jednomodowy cechuje prawie zupełny **brak dyspersji**, gdyż realnie propaguje w nim tylko jeden promień świetlny.
- Występuje w nich tylko zjawisko  **tłumienia** :
  - tłumienie nie powoduje zmiany kształtu sygnału, zmniejsza jedynie jego **moc**.
  - tłumienie wywołane jest **absorpcją** światła (rdzeń przepuszcza promieniowanie o ograniczonej długości fali).
  - do skompensowania tłumienia wykorzystuje się **wzmacniacze** optyczne.
- Średnica rdzenia i długość fali strumienia świetlnego jest tak dobrana, że możliwe jest jedynie rozprzestrzenianie się modu podstawowego **wzdłuż osi** włókna.
- Światłowody jednomodowe, pozwalają transmitować dane na odległość **100 km** bez wzmacniacza.
- **Wady:**
  - w związku z bardzo małym rdzeniem, trudniej jest je zakończyć, wszelkie elementy wymagają większej dokładności, znacznie droższe są



też obecne urządzenia (karty sieciowe, koncentratory itp.) współpracujące z takimi światłowodami.



#### 1.4.4. Fale radiowe

- Fale elektromagnetyczne mogą być wykorzystywane do transmisji danych komputerowych.
- nieformalnie** o sieciach, które korzystają z elektromagnetycznych fal radiowych, mówi się, że są to sieci **radiowe** lub **bezprowadowe**.

- Sieci takie nie wymagają bezpośredniego fizycznego połączenia między komputerami.
- Każdy uczestniczący w łączności komputer jest podłączony do **... anteny ...**, która zarówno nadaje, jak i odbiera fale.

#### 1.4.5. Inne media

##### 1.4.5.1. Mikrofale

- Mikrofale to promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwościach **... spoza zakresu ...** wykorzystywanego w radio i telewizji (w szczególności w telefonii komórkowej używa się mikrofal do przenoszenia rozmów telefonicznych).
- Mikrofale zachowują się nieco inaczej niż fale radiowe - dają możliwość **... ukierunkowania transmisji ...**, co zabezpiecza przed odebraniem sygnału przez innych.
- Za pomocą transmisji mikrofalowej można przenosić **... więcej informacji ...**, niż za pomocą transmisji radiowej o mniejszej częstotliwości.
- Mikrofale nie przechodzą przez struktury **... metalowe ...** - dlatego transmisja taka działa najlepiej, gdy jest „czysta” droga między nadajnikiem a odbiornikiem.

##### 1.4.5.2. Podczerwień

- Transmisja z wykorzystaniem podczerwieni jest ograniczona do **... małej ... przestrzeni ...** i zwykle wymaga, aby nadajnik był nakierowany na odbiornik.



- Możliwe jest na przykład wyposażenie pomieszczenia w połączenie na podczerwień, które zapewnia dostęp sieciowy do wszystkich komputerów w pomieszczeniu. Komputery będą połączone siecią podczas przemieszczania ich w ramach tego pomieszczenia.

#### 1.4.5.3. Światło laserowe

- Promień światła może być użyty do przenoszenia danych powietrzem.
- W połączeniu wykorzystuje się dwa punkty - w każdym znajduje się nadajnik i odbiornik. Sprzęt ten jest zamontowany w stałej pozycji, zwykle na wieży i ustawiony tak, że nadajnik w jednym miejscu wysyła promień światła dokładnie do odbiornika w drugim.
- Nadajnik wykorzystuje laser do generowania promienia świetlnego, gdyż jego światło pozostaje skupione na długich dystansach.
- Światło lasera porusza się po linii prostej i nie może być **przesłaniane** **...**.
- Promień lasera nie przenika przez **roślinność** **...**. Tłumią go również śnieg i mgła. To powoduje, że transmisje laserowe mają ograniczone zastosowanie.

## 1.5. Urządzenia warstwy fizycznej (Warstwa 1)

Urządzenia warstwy fizycznej **operują na** **... .. ciągach bitów** **... ..** nie poddając ich **... .. interpretacji** **... ..**.

### 1.5.1. Konwerter

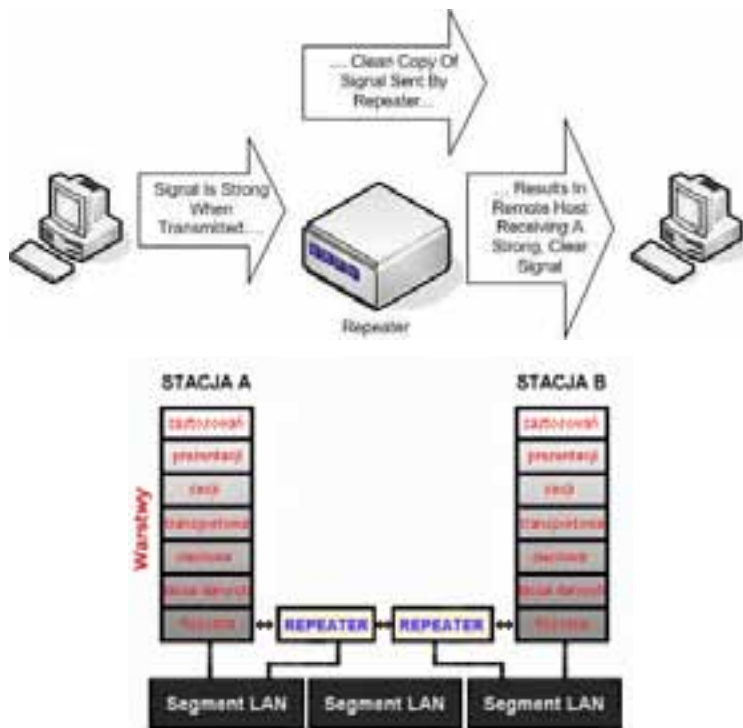
- Konwertery nośników (mediów) są niezbędnymi urządzeniami do budowy sieci składającej się z więcej niż **... .. jednego typu nośnika** **... ..**.
- Obecnie najczęściej spotykane są konwertery pomiędzy **... .. światłowodem** **... ..** a **... .. skretka** **... ..**.



### 1.5.2. **... Repeater ...** (regenerator, wzmacniak)

- Urządzenie to **... .. oczyszcza, wzmacnia i wysyła** **... ..** dalej sygnał osłabiony większą długością kabla, co pozwala na przesłanie sygnału na większe odległości.

- Jest urządzeniem „... **nieinteligentnym** ...” - nie zapewnia izolacji między segmentami, nie izoluje też uszkodzeń i nie filtruje pakietów, w związku z czym informacja, często o charakterze lokalnym, przenika do pozostałych segmentów, obciążając je bez potrzeby.
- Funkcje repeatera może pełnić **... hub lub switch ...**

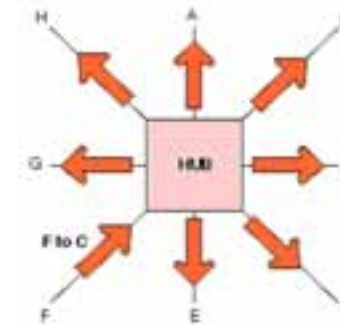


### 1.5.3. Hub (koncentrator, rozdzielacz, multiport, multiplekser)

- Hub to **... wieloportowy repeater ...**



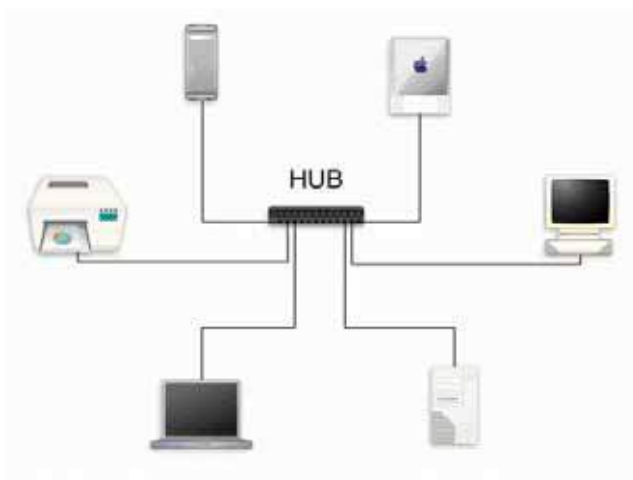
- Główne jego zadania polega na odbiorze sygnału od stacji roboczej, jego regeneracji i wzmocnieniu (huby **... aktywne ...**) oraz przesłaniu na **... wszystkie pozostałe porty ...**



- Pozwala to rozszerzyć sieć na większy **... obszar ...** i obsłużyć większą **... liczbę użytkowników ...**



- Dobrej klasy hub potrafi także wykrywać kolizje i na nie reagować oraz posiada mechanizm wykrywania uszkodzonych bądź wyłączonych segmentów (podejmuje 30 prób połączenia z komputerem. Jeśli okażą się nieudane, to segment zostaje blokowany i hub nie transmituje na dany port ramek. Po pewnym czasie następują ponowne próby nawiązania połączenia).
- Hub (podobnie jak switch) ma zastosowanie w tworzeniu sieci o topologii gwiazdy.



- Komputery podłączone są bezpośrednio do huba, co powoduje (w przypadku przerwania ciągu okablowania) jedynie odcięcie jednego hosta od połączenia, natomiast awaria urządzenia pociąga za sobą brak komunikacji w całej sieci.
- Hub często ma wbudowany port uplink, który służy do połączenia go z innym hubem. Zazwyczaj taki port zapewnia połączenie krzyżowe, co umożliwia wykorzystanie kabla zgodnego (prostego).
- Obecnie urządzenia te praktycznie wyparte zostały przez switche.

## 1.6. Urządzenia warstwy łącza danych (Warstwa 2)

Urządzenia warstwy łącza danych operują na ramach.

### 1.6.1. Karta sieciowa (NIC)

- Karta sieciowa (adapter sieciowy, interfejs sieciowy, NIC - Network Interface Adapter) - karta rozszerzeń, która służy do przekształcania pakietów danych w sygnały, które są przesyłane w sieci komputerowej.

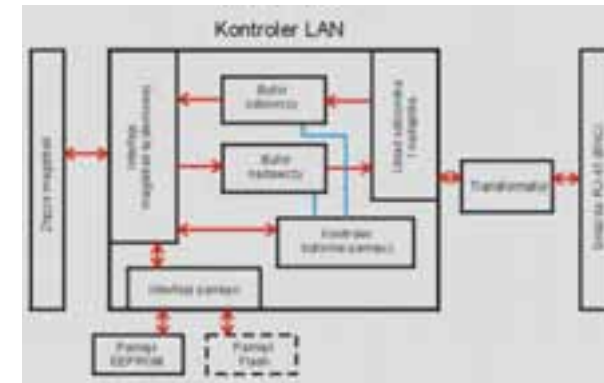


- Do podstawowych funkcji karty sieciowej należą:
  - identyfikacja komputera w sieci

- ... **podział** ... przeznaczonych do transmisji pakietów na mniejsze jednostki (... **ramki** ...). Struktura ramki: preambuła (7 bajtów zawierających na przemian zera i jedynki, używana jest jedynie do synchronizacji), znacznik początku ramki, adres nadawcy, adres odbiorcy, dane przeznaczone do transmisji, wartość kontrolna ramki,

|           |                          |                |               |         |           |                    |
|-----------|--------------------------|----------------|---------------|---------|-----------|--------------------|
| 7         | 1                        | 6              | 6             | 2       | 46 – 1500 | 4                  |
| Preambuła | Początek znacznika ramki | Adres odbiorcy | Adres nadawcy | Długość | Dane      | Suma kontrolna CRC |

- ... **umieszczanie** ... ramek w sieci,
- ... **pobieranie** ... ramek,
- sprawdzanie ... **poprawności** ... ramki,
- wysyłanie ... **potwierdzenia** ... otrzymania ramki lub żądania ponowienia transmisji ramki.
- Karta sieciowa posiada ... **dwa interfejsy** ... :
  - jeden do połączenia z siecią: Rj-45 (dla skrętki), BNC (dla kabla koncentrycznego),
  - drugi interfejs, do połączenia z komputerem: **ISA**, **PCI**, **PCMCIA**, **USB**.
- Każda karta posiada kontroler LAN składający się z układu odbiornika i nadajnika. Do jego zadań należy ... **tworzenie, odbieranie, weryfikacja** ... ramek. Powstałe błędne ramki w transmisji są usuwane.



- Niektóre karty sieciowe mają wbudowane złącze **WOL** (... **WAKE ON LAN** ...), które służy do zdalnego uruchamiania komputera.
- Karty sieciowe można podzielić ze względu na maksymalne ... **szybkości** ... transferu, tzn. pracujące z prędkością ... **10 MB/s** ..., ... **100 MB/s** ... lub ... **16 b/s** ...
- Każda karta sieciowa posiada swój numer (adres) MAC (... **Media Access Control Address** ...).
- MAC jest to ... **sprzętowy** ... (fizyczny) adres karty ... **unikatowy** ... w skali globalnej. Nadawany jest danej karcie podczas procesu produkcji przez ... **producenta** ... karty. Współczesne karty posiadają możliwość ... tego adresu.
- Adres MAC jest liczbą ... **48 bitów** ... podzieloną na dwie części:
  - pierwsze 24 bity określają ... **producenta** ... karty,
  - pozostałe 24 bity dotyczą pojedynczego egzemplarza karty sieciowej.
- Adres zazwyczaj zapisywany jest szesnastkowo, np. 01-02-03-AE-DE-34.

Przykładowe numery producentów kart:

|          |                         |
|----------|-------------------------|
| 00-00-00 | Xerox Corporation       |
| 00-00-0C | Cisco Systems, Inc.     |
| 00-00-1C | Bell Technologies       |
| 00-00-48 | Seiko Epson Corporation |
| 00-00-4C | Nec Corporation         |

EGZAMIN DO KART SIECIOWYCH i ADRESY IP (s. 50)

1.6.2. Most (bridge)

1.6.2.1. Charakterystyka urządzenia

- Most (bridge) to urządzenie decydujące o przesyłaniu ramek danych na podstawie stworzonej przez siebie **tablicy forwardingu** (ang. *Forwarding DataBase* - FDB lub MAC DataBase), zawierającej numery portów, do których przyłączone są urządzenia (każdy port to inny segment sieci), oraz adresy sprzętowe MAC urządzeń w segmencie sieci.
- **Cechy mostów:**
  - sterują **ruchem w sieci** - ramki są przesyłane tylko do tych segmentów, w których są potrzebne (zmniejszają obciążenie sieci),
  - posiadają zdolność **uczenia się topologii sieci** - śledzą ruch w sieci i zapamiętują lokalizację poszczególnych komputerów; dzięki czemu są w stanie prawidłowo sterować ruchem w sieci.
- Mosty działają w **trybie nasłuchu** (ang. *promiscuous mode*) i odbierają dane krążące w medium transmisyjnym. Aby określić, jakie urządzenia znajdują się w poszczególnych segmentach sieci (skojarzonych z

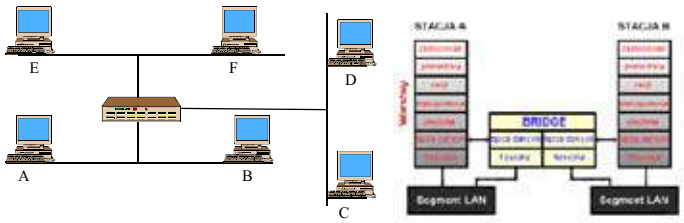
poszczególnymi portami), mosty odczytują źródłowe z ramek danych. Na tej podstawie tworzona jest tablica forwardingu.

1.6.2.2. Zasada działania

Kiedy most (lub analogicznie switch) odbierze ramkę, poszukuje jej w swojej tablicy forwardingu:

- jeżeli znajdzie adres, odczytuje port skojarzony z adresem docelowym, interpretując go teraz jako port docelowy. Następnie zajmuje się porównaniem. Jeśli port docelowy jest taki sam jak port, z którego przyszła ramka, most (nie przepuszcza na zewnątrz ruchu docelowo lokalnego). Jeśli port docelowy jest inny niż źródłowy, most przekazuje ramkę dalej, do portu docelowego - na zewnątrz.
- jeżeli nie znajdzie adresu docelowego w FDB, (ang. ) sieć, przekazując pakiet danych na wszystkie porty z wyjątkiem źródłowego.
- jeżeli adres docelowy jest typu multicast (grupowy), most przekazuje ramkę do grupy urządzeń.

Przykład



- transmisja A – F: obsługowana,

- transmisja C – D: odrzucona (stacje C i D znajdują się w tym samym segmencie),
- transmisja E – D: obsługowana,

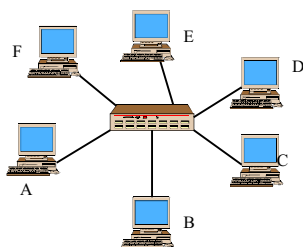
### 1.6.2.3. Wady mostów

- Mimo, iż mosty są niewidoczne dla innych urządzeń (gdyż nie modyfikują ramek, jedynie je „podsluchują”), użycie mostu powoduje ... opóźnienia w sieci o ... procent (ale jednocześnie obciążenie sieci może się ...).
- Mosty, w przeciwieństwie do switchy (przełączników), mają oprogramowanie w formie ... a nie ..., są więc od przełączników wolniejsze.
- Mosty mogą mieć tylko jedną instancję drzewa rozpinającego przypadającą na jeden most, switche mogą mieć ich wiele. Podobnie mosty mogą mieć tylko do ..., zaś przełączniki mogą mieć ich setki.

### 1.6.3. Switch (przełącznik)

#### 1.6.3.1. Charakterystyka urządzenia

Switch urządzenie działające na podobnej zasadzie jak most (bridge) - ale w każdym segmencie znajduje się ...



Przełącznik określa się też jako ... lub ... (koncentrator), gdyż:

- przekazuje ramki wyłącznie do ... segmentu sieci (podobnie do mostu, w przeciwieństwie do huba),
- umożliwia połączenie wielu segmentów sieci ... (podobnie do huba, w przeciwieństwie do mostu ograniczonego do dwóch segmentów),
- działa w trybie ... (w przeciwieństwie do huba).

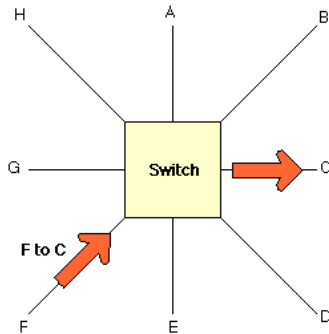
#### Zalety:

- nie dochodzi do ... w obrębie segmentu,
- wysoki poziom ... (ramki nie są kierowane na inne wyjścia).

#### 1.6.3.2. Zasada działania

- Komunikacja opiera się przede wszystkim się na adresach ... podłączonych do poszczególnych portów switcha.
- Switch ... na portach adresów kart sieciowych hostów (odczytuje je z nagłówka ramki).

- Switch tworzy ..... przyporządkowującą danemu adresowi MAC numer portu. W przypadku zaistnienia transmisji do jakiejś stacji, pakiety danych kierowane są na odpowiedni port, a ruch nie przedostaje się na inne porty.



- Jeśli zajdzie sytuacja, iż switch w swej tablicy nie ma zapisanego jakiegoś adresu, ..... (flood). Polega on na tym, że otrzymana ramka zostaje rozsyłana na ....., oprócz tego, na którym została odebrana.

#### 1.6.3.3. Tworzenie sieci LAN

- Switch (podobnie jak koncentrator) znalazł zastosowanie w tworzeniu sieci LAN.
- Może posłużyć do budowy .....



- Komputery podłączone są bezpośrednio do switcha, co powoduje (w przypadku przerwania ciągu okablowania) jedynie odcięcie jednego hosta od połączenia, natomiast awaria urządzenia pociąga za sobą ..... sieci.
- Istnieją także bardziej zaawansowane ..... :
  - posiadają one dużo większe możliwości aniżeli standardowy switch.
  - pozwalają na budowę ....., tzn. wirtualnych sieci, które dokonują logicznego podziału fizycznej infrastruktury sieci lokalnej na różne podsieci. Opcja bywa pomocna w sytuacji, gdy pewna grupa użytkowników podpiętych do przełącznika ma być ..... od pozostałych hostów.

#### 1.6.4. Modem

Modem (od ang. ....) - urządzenie, którego zadaniem jest zamiana danych cyfrowych na analogowe sygnały elektryczne (modulacja) i na odwrót (demodulacja) tak, aby mogły być przesyłane i odbierane poprzez linię telefoniczną (a także łącze telewizji kablowej lub fale radiowe).

##### 1.6.4.1. Modem ISDN

- ISDN (*Integrated Services Digital Network*), czyli ..... to możliwość korzystania z różnych zastosowań telekomunikacyjnych za pomocą tylko jednego łącza (numeru).



- Komunikacja odbywa się w sposób . . . . . zarówno dla danych komputerowych jak i dla głosu. Podstawową różnicą pomiędzy tradycyjną telefonią a ISDN jest szybkość i pewność połączeń.
- Technologia ma na celu rozszerzenie PSTN ( . . . . . ) przez bezpośrednie udostępnienie usług cyfrowych dla oddalonych urządzeń (bez pośrednictwa urządzeń analogowych).
- Transmisja odbywa się przy pomocy dwóch kanałów logicznych (oznaczonych B i D). Pierwszy z nich służy do przesyłania danych użytkownika, drugi jest kanałem kontrolnym. Pojedynczy kanał B ma przepustowość . . . . .
- Wyróżnia się dwa podstawowe typu dostępu:
  - BRA (*Basic Rate Access*) - dostęp utworzony z kanałów 2B + D
  - PRA (*Primary Rate Access*) - dostęp utworzony z kanałów 30B + D

Do łącza ISDN można podłączyć maksymalnie 8 urządzeń abonenckich (terminali), czyli telefonów, faksów, komputerów.



#### 1.6.4.2. Modem ADSL

- ADSL (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*), czyli . . . . . , jest technologią, która jest odmianą xDSL pozwalającą na podłączanie użytkowników do Internetu.
- ADSL opiera się głównie na istniejącym . . . . . i pozwala na dużo szybszą komunikację w porównaniu z analogowymi modemami telefonicznymi.
- Modem ADSL pracując wykorzystuje . . . . . przepustowych, na które jest dzielone łącze. W przypadku wystąpienia ewentualnych zakłóceń w pewnym pasie częstotliwości, zmniejsza się szybkość przesyłania danych na dotyczących kanałach, pozostałe natomiast pozostają . . . . .
- Modem tego typu nie wykorzystuje częstotliwości do 4 kHz służących do transmisji głosu PSTN. Podział na zakresy powyżej i poniżej 4 kHz zapewnia tzw. . . . . .
- Technologia ADSL w przeciwieństwie do SDSL jest . . . . . , co oznacza, iż pobieranie danych przez użytkownika ( . . . . . ) jest szybsze od wysyłania danych do internetu ( . . . . . ).
- Prędkość (w wersji ADSL 2+) pobierania danych wynosi do . . . . . a wysyłania do . . . . .
- Modemy zazwyczaj posiadają dwa interfejsy do połączenia z komputerem - . . . . . oraz . . . . .

Najbardziej popularnym w Polsce dostępem do internetu przy użyciu technologii ADSL jest .....



#### 1.6.4.3. Modem kablowy

- Modem kablowy to urządzenie klienckie w sieci .....
- Służy do komunikacji komputera z usługodawcą internetowym, u którego znajduje się kontroler modemów kablowych CMTS (*Cable Modem Termination System*).
- Modem kablowy w celu rozpoczęcia pracy przeszukuje kanały TV. Po znalezieniu odpowiedniego przydzielonego mu kanału następuje autoryzacja modemu przez kontroler. Urządzenie (zazwyczaj karta sieciowa) może w tym momencie pobrać adres IP korzystając z ..... i rozpocząć normalną pracę.
- Komunikacja modem - komputer może zaistnieć przy pomocy karty sieciowej i złącza RJ-45 lub portu USB komputera, przy czym modem kablowy w tym wypadku jest rozpoznawany jako .....  
..
- Do CMTS'a można podłączyć maksymalnie do ..... urządzeń, natomiast abonent może posiadać więcej niż jeden modem.

- Technologia oparta jest przede wszystkim na użyciu .....  
..... (używanych w budowie sieci telewizji kablowych).



#### 1.6.4.4. Modem analogowy

- Modem analogowy to urządzenie służące do połączenia komputerów najczęściej poprzez ..... lub dwa przewody miedziane (linia dzierżawiona). Pasmo przenoszenia wynosi 3100 Hz.
- Prędkość transmisji modemu analogowego określa .....: maksymalny transfer do użytkownika (download) wynosi ....., natomiast od użytkownika (upload) .....
- Modemy analogowe dzielimy na:
  - zewnętrzne - podłączane do portu .....,
  - wewnętrzne - podłączane do złącz komputera, m.in.: ISA, PCI, PCMCIA.



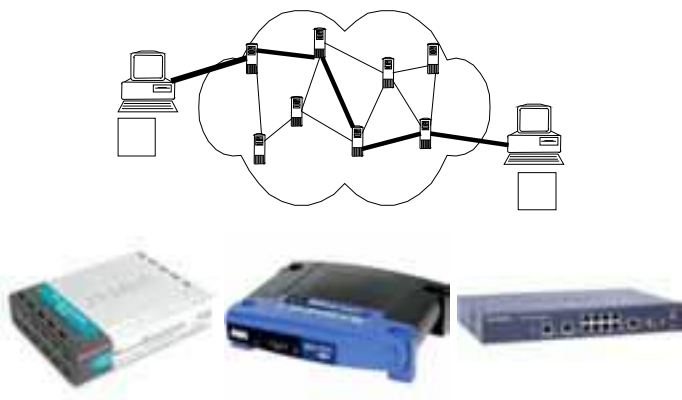
## 1.7. Urządzenia warstwy sieciowej (Warstwa 3)

Urządzenia pracują na ..... . Stosowane są do łączenia różnych sieci.

### 1.7.1. Router (ruter, trasownik)

#### 1.7.1.1. Charakterystyka urządzenia

Router - urządzenie sieciowe pracujące w trzeciej warstwie modelu OSI, pełniące rolę ..... . Proces kierowania ruchem nosi nazwę routingu, routowania, rutowania lub trasowania.



#### Cechy routera:

- Pozwala na przesyłanie danych pomiędzy ..... .
- Realizuje funkcje warstwy sieciowej ( ..... przesyłania pakietów).
- Może posiadać różne sposoby doboru drogi:

- ..... - zapisany przez administratora w pamięci routera,
- ..... - decyzja podejmowana jest przez zainstalowane oprogramowanie (zwykle poprzez ..... przesyłania pakietu).

Uwaga: Funkcję routera może pełnić zwykły ..... mający odpowiednie oprogramowanie i ..... sieciowe.

#### 1.7.1.2. Zasada działania

Router służy do przekazywania pakietów ( ..... ) pomiędzy sieciami, zatem jego działanie najlepiej przedstawić opisując ten właśnie proces.

- Załóżmy, że wykorzystując protokół IP komputer A (adres IP: A.A.A.A oraz adres fizyczny MAC: a.a.a.a.a.a) próbuje wysłać dane do komputera B (adres IP: B.B.B.B, adres fizyczny MAC: b.b.b.b.b.b). Na podstawie wiadomej (przydzielonej przez dostawcę internetowego) maski sieci a także swojego adresu IP sprawdza, czy komputer B ..... , czy nie:

- Jeżeli tak, to komputer A (nadawca) za pomocą ..... dowiadyuje się o adresie fizycznym MAC karty sieciowej komputera B i wysyła dane za pomocą ramek ethernetowych.
- Jeśli nie (komputer B nie należy do tej samej sieci), to wtedy niezbędny jest router. Router oznaczony zostanie jako C i ma on dwa interfejsy - interfejs podłączony do sieci A (adres IP: CA.CA.CA.CA, adres fizyczny MAC: ca.ca.ca.ca.ca.ca) oraz interfejs podłączony do sieci B (adres IP: CB.CB.CB.CB, adres fizyczny MAC: cb.cb.cb.cb.cb.cb).

- W pierwszym kroku komputer A ustala, że komputer B nie należy do tej samej sieci. Zatem rozsyła ethernetową ramkę rozgłoszeniową ARP z zapytaniem o adres IP routera C.

| Nagłówek Ethernet |                   | Nagłówek ARP   |                |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| Adres źródłowy    | Adres docelowy    | Adres źródłowy | Adres docelowy |
| a:a:a:a:a         | FF:FF:FF:FF:FF:FF | A.A.A.A        | CA.CA.CA.CA    |

Router C odpowiada na zapytanie ramką

| Nagłówek Ethernet |                | Nagłówek ARP   |                |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| Adres źródłowy    | Adres docelowy | Adres źródłowy | Adres docelowy |
| ca:ca:ca:ca:ca:ca | a:a:a:a:a      | CA.CA.CA.CA    | A.A.A.A        |

- Mając taką informacje komputer A wysyła pakiet zawierający dane przeznaczone dla komputera B, ale adresem MAC jest adres fizyczny routera C.

| Nagłówek Ethernet |                   | Nagłówek IP    |                |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| Adres źródłowy    | Adres docelowy    | Adres źródłowy | Adres docelowy |
| a:a:a:a:a         | ca:ca:ca:ca:ca:ca | A.A.A.A        | B.B.B.B        |

- W tym miejscu router podejmuje decyzje o przetransmitowaniu pakietu na interfejs sieci B - wysyła ramkę rozgłoszeniową z zapytaniem ARP o adres IP komputera B

| Nagłówek Ethernet |                   | Nagłówek ARP   |                |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| Adres źródłowy    | Adres docelowy    | Adres źródłowy | Adres docelowy |
| cb:cb:cb:cb:cb:cb | FF:FF:FF:FF:FF:FF | CB.CB.CB.CB    | B.B.B.B        |

Komputer B odpowiada na zapytanie ramką

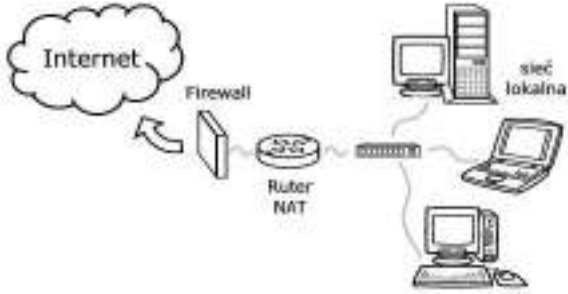
| Nagłówek Ethernet |                   | Nagłówek ARP   |                |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| Adres źródłowy    | Adres docelowy    | Adres źródłowy | Adres docelowy |
| b:b:b:b:b         | cb:cb:cb:cb:cb:cb | B.B.B.B        | CB.CB.CB.CB    |

- Router C przesyła pakiet z danymi przeznaczonymi dla komputera B

| Nagłówek Ethernet |                | Nagłówek IP    |                |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| Adres źródłowy    | Adres docelowy | Adres źródłowy | Adres docelowy |
| cb:cb:cb:cb:cb:cb | b:b:b:b:b      | A.A.A.A        | B.B.B.B        |

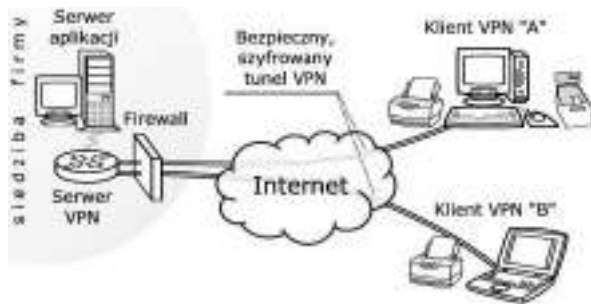
1.7.1.3. Zastosowanie routerów

- Routery wykorzystywane są do łączenia sieci w .....
- Tworzą jedną wielką sieć zbudowaną z mniejszych rozmiarów podsieci. W jej skład wchodzi małe sieci lokalne LAN (Local Area Network), miejskie sieci MAN (Metropolitan Area Network) oraz sieci rozległe rozciągające się na dużym obszarze WAN (Wide Area Network).



- Pozwalają także na tworzenie sieci VPN (.....) - czyli wirtualnych sieci prywatnych zapewniająca połączenie pomiędzy klientami tej sieci za pośrednictwem mediów publicznych w taki sposób, iż poszczególne routery i inne urządzenia są .....

dla przesyłanych w ten sposób danych. Niedostępność połączenia dla osób trzecich zapewnione jest przez .....



- Router dzięki swej strategicznej pozycji w sieci (umiejscowienie .....  
....., różnego typu środowisk i technologii) staje się idealnym narzędziem czuwającym nad bezpieczeństwem danych przesyłanych w sieci. Może wykrywać błędne, uszkodzone bądź też mające charakter ataku - pakiety, a więc może pełnić funkcje tzw. zapór ogniowych (.....).

#### 1.7.1.4. Tablica routingu

- Tablica routingu jest to zbiór zasad, które dotyczą przesyłania pakietów IP. Określają one do którego .....  
... należy wysłać pakiet. Tablica routingu tworzona jest przez administratora systemu lub też przez odpowiednie ..... stworzone do tego celu.
- Protokoły dynamicznego routingu to:
  - RIP - *Routing Information Protocol*,
  - BGP - *Border Gateway Protocol*,

- EGP - *Exterior Gateway Protocol*,
- OSPF - *Open Shortest Path First*.

Do manipulacji tablicą routingu zarówno w systemach uniksowych jak i w Microsoft Windows służy polecenie .....

C:\>route

Obsługuje sieciowe tabele routingu.

```
ROUTE [-f] [-p] [polecenie [cel]
[MASK maska_sieci] [brama] [METRIC metryka] [IF interfejs]
```

-f           Usuwa z tabel routingu wszystkie w pisy bram. Jeśli użyte w połączeniu z jednym poleceniem, czyści tabele przed jego wykonaniem.

-p           Jeśli użyte z poleceniem ADD, trasa pozostaje trwała przy kolejnych uruchomieniach systemu. Domyślnie trasy nie są zachowywane przy ponownym uruchomieniu systemu. Ignorowane dla wszystkich pozostałych poleceń, które zawsze mają wpływ na odpowiednie trasy trwałe.

polecenie   Jedno z następujących:

          PRINT     Drukuje trasę

          ADD       Dodaje trasę

          DELETE    Usuwa trasę

          CHANGE    Modyfikuje istniejącą trasę

cel          Określa hosta docelowego.

MASK        Wskazuje, że następny parametr to wartość maski sieci.

maska\_sieci Określa wartość maski podsieci dla tego wpisu trasy. Jeśli maska\_sieci nie zostanie podana, to jest stosowana domyślna 255.255.255.255.

brama       Określa bramę.

interfejs   Numer interfejsu dla określonej trasy.

METRIC      Określa metrykę, tj. koszt dotarcia do celu.

#### 1.7.1.5. Adresy IP

Adres IP to 32-bitowe słowo. Dzieli się ona na dwie części:

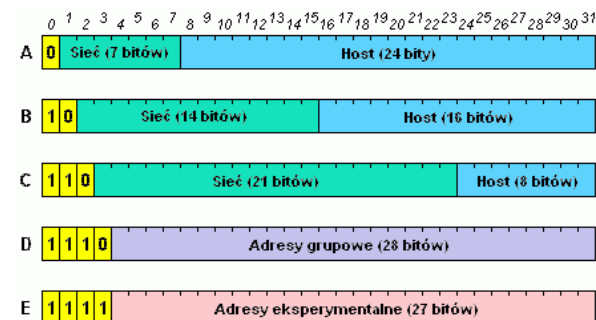
- jedna to ..... **adres sieci** ..... w której dany komputer się znajduje,
- a druga to ..... **numer komputera** ..... w tej sieci.

Komputery dołączone do tej samej sieci muszą posiadać taką samą część identyfikującą daną sieć.

#### Klasy adresów IP

- Adresy IP dzielą się na klasy.
- Adres należący do danej klasy rozpoczyna się określoną **sekwencją bitów**, która jest używana do **identyfikacji klasy** danego adresu. Kiedy klasa adresu zostanie rozpoznana oprogramowanie sieciowe jest w stanie określić które bity są używane do określenia sieci, a które konkretnego komputera.
- Istnieją następujące klasy adresów:
  - A - przeznaczona dla **dużych sieci** zawierających **wiele komputerów**. Najstarszy bit ma wartość **zero**, **7-bitowych** numer sieci i **24-bitowy** adres komputera. Pozwala utworzyć **128** sieci z 16.777.216 komputerów w każdej z nich.
  - B - przeznaczona dla sieci średniej wielkości. Dwa najstarsze bity wynoszą „**10**”, **14-bitowy** adres sieci i **16-bitowy** adres komputera w tej sieci. Pozwala utworzyć **16 384** sieci z 65.536 komputerami w każdej z nich.
  - C - przeznaczona dla małych sieci. Trzy najstarsze bity wynoszą „**110**”, **21-bitowy** adres sieci i **8-bitowy** adres komputera w tej sieci. Pozwala utworzyć **2 097 152** sieci z 254 komputerami w każdej z nich.
  - D - zawierająca tzw. **adresy grupowe** wykorzystywane w sytuacji, gdy ma miejsca jednoczesna transmisja do większej liczby urządzeń,
  - E - **eksperymentalna** i praktycznie niewykorzystywana.

- Dla ułatwienia, adres internetowy jest przedstawiony jako cztery liczby dziesiętne z zakresu od **0 do 255** oddzielone kropkami. Notacja dzieli 32-bitowy adres na cztery 8-bitowe pola nazwane **oktetami** i przekształca niezależnie wartość każdego pola na liczbę dziesiętną.



Liczba sieci i komputerów według klasy adresu

| Klasa | Liczba bitów na sieć | Max. liczba sieci | Liczba bitów na komputer | Max. liczba komputerów | Najniższy adres | Najwyższy adres |
|-------|----------------------|-------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| A     | 7                    | 128               | 24                       | 16 777 216             | 1.0.0.0         | 127.0.0.0       |
| B     | 14                   | 16 384            | 16                       | 65 536                 | 128.0.0.0       | 191.255.0.0     |
| C     | 21                   | 2 097 152         | 8                        | 256                    | 192.0.0.0       | 223.255.255.0   |
| D     |                      |                   |                          |                        | 224.0.0.0       | 239.255.255.255 |
| E     |                      |                   |                          |                        | 240.0.0.0       | 248.255.255.255 |

### Adresy zarezerwowane

Nie wszystkie adresy sieci i komputerów są dostępne dla użytkowników. Niektóre adresy są **zarezerwowane** lub mają **specjalne znaczenie**, np.:

- adresy, których pierwszy bajt jest większy od 223 są zarezerwowane (klasa D i klasa E),
- adresy klasy A o numerze sieci 0 i 127 są przeznaczone do specjalnego zastosowania:
  - sieć o adresie 0 oznacza **domyślną trasę**,
  - sieć o adresie 127 jest to tzw. **loopback address** (pętla zwrotna - wykorzystywana do adresowania **komputera lokalnego** w ten sam sposób co komputerów oddalonych ). Adres komputera lokalnego (**localhost**) to 127.0.0.1.
- adresy komputerów (wszystkich klas) składające się z samych zer (0) i składające się z samych jedynek (np. 255):
  - adres komputera 0 (posiadający wszystkie bity adresu komputera równe 0), identyfikuje sieć jako taką - jest to **adresy sieci**. Np. adres 172.16.0.0 to adres sieci komputerowej 172.16. Adresy w takiej formie są stosowane w tablicach rutowania do wskazywania całych sieci.
  - adres komputera składający się z samych jedynek - to tzw. **adres rozgłoszeniowy** (**broadcast**) - czyli adres, który odbierany jest przez **wszystkie komputery** w danej sieci.

1.7.1.5.1. Maska sieci

- Standardowa struktura adresów IP może być lokalnie modyfikowana poprzez użycie bitów adresowych komputerów jako dodatkowych określających **sieć**.

- „Linia podziału” między bitami adresowymi sieci i bitami adresowymi komputerów jest przesuwalna tworząc dodatkowe sieci (tzw. **podsieci**), ale **zmniejsza** maksymalną liczbę komputerów, jakie mogą się znaleźć w każdej z nich.
- Podsieci to logiczne sieci wewnątrz jednej większej sieci, posiadającej jeden adres IP.
- Wydzielenie podsieci ma na celu przezwycięzenia problemów **topologicznych lub organizacyjnych**.
- Podzielenie jednej sieci na kilka mniejszych pozwala na decentralizację zarządzania adresami komputerów. Przy standardowym adresowaniu, jeden administrator jest odpowiedzialny za przypisywanie adresów w całej sieci. Stosując podsieci, może delegować nadawanie adresów do pododdziałów swojej instytucji.
- Podsieć jest definiowana za pomocą **bit adresu sieci**, przykładanej do adresu IP.
- **Maska** jest to **32-bitowa** liczba pokazująca sposób podziału numeru IP na numer sieci i numer komputera w sieci:
  - jeżeli bit w masce ma wartość jeden, to odpowiadający mu bit w adresie IP jest interpretowany jako **bit adresu podsieci**.
  - jeżeli bit maski ma wartość zero, oznacza to, że należy on do części **adresu określającego komputer**.

Standardowa maska sieci według klasy adresu

| Klasa adresu | Maska - dziesiętnie | Maska - binarnie                    |
|--------------|---------------------|-------------------------------------|
| A            | 255.0.0.0           | 11111111 00000000 00000000 00000000 |



|   |               |                                     |
|---|---------------|-------------------------------------|
| B | 255.255.0.0   | 11111111 11111111 00000000 00000000 |
| C | 255.255.255.0 | 11111111 11111111 11111111 00000000 |

- Zapis maski:
  - dziesiętny - np. 255.255.255.192
  - binarny - np. 11111111 11111111 11111111 11000000
  - skrócony - np. 192.180.5.0/26 - zapis skrócony polega na podaniu liczby bitów mających wartość 1. Najczęściej podawany jest adres sieci, a następnie po oddzielającym ukośniku liczba bitów maski (tzw. notacja **CIDR** - *Classless Inter-Domain Routing*).
- Podsieć jest znana wyłącznie lokalnie i dla całej reszty Internetu adres jest interpretowany jako standardowy.

Przykład

Maska podsieci powiązana z adresem sieciowym klasy B wynosi 255.255.0.0. Najczęściej używana maska podsieci rozszerza część sieciową adresu klasy B na dodatkowy bajt. Maska ma wtedy postać 255.255.255.0; wszystkie bity w trzech pierwszych bajtach są jedynekami, a w ostatnim zerami. Pierwsze dwa bajty definiują sieć klasy B, następny stanowi adres podsieci, a ostatni bajt identyfikuje komputer w tej podsieci.

|                        |      |   |      |   |   |   |     |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |
|------------------------|------|---|------|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|
| Adres sieciowy klasy B | 1    | 0 | Sieć |   |   |   |     |   |   |   |   |   | Komputer |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |
| Maska adresu klasy B   | 1    | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 | 1   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1        | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0        | 0 | 0 | 0 | 0 |   |
|                        | 255  |   |      |   |   |   | 255 |   |   |   |   |   | 0        |   |   |   |   |   | 0        |   |   |   |   |   |
|                        | Sieć |   |      |   |   |   |     |   |   |   |   |   | Podsieć  |   |   |   |   |   | Komputer |   |   |   |   |   |
| Maska podsieci         | 1    | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 | 1   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1        | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0        | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|                        | 255  |   |      |   |   |   | 255 |   |   |   |   |   | 255      |   |   |   |   |   | 0        |   |   |   |   |   |

Tworzenie podsieci

Tworzenie podsieci to **podział części** adresu IP przeznaczonej na numer komputera na część określającą:

- numer podsieci,
- numer komputera w ramach podsieci.

Przykład

11111111.11111111.00000000.00000000 - pierwotna maska sieci  
 11111111.11111111.11100000.00000000 - maska uwzględniająca podsieć

Liczba tworzonych podsieci zależy od liczby ustawionych bitów w masce podsieci (N).

$$\text{Liczba podsieci} = 2^{N-2}$$

**Uwaga:** Numer podsieci nie może składać się z samych **zer i samych jedynek**.

Maska podsieci tworzonych w klasie C

|                              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Maska podsieci               | 10000000<br>(128) | 11000000<br>(192) | 11100000<br>(224) | 11110000<br>(240) | 11111000<br>(248) | 11111100<br>(252) |
| Liczba podsieci              | 0                 | 2                 | 6                 | 16                | 30                | 62                |
| Liczba komputerów w podsieci | 126               | 62                | 30                | 14                | 6                 | 2                 |

Przykład:

Pewna instytucja użytkuje sieć klasy C:  
 Maska sieci ma postać: 11111111 11111111 11111111 00000000

Możliwy jest - przykładowy - podział sieci na podsieci:

a) Maska: **11111111 11111111 11111111 11000000** (255.255.255.192)

Liczba podsieci:  $2^2 - 2 = 2$

Maksymalna liczba komputerów w podsieciach:  $2^6 - 2 = 62$

b) Maska: **11111111 11111111 11111111 11100000** (255.255.255.224)

Liczba podsieci:  $2^3 - 2 = 6$

Maksymalna liczba komputerów w podsieciach:  $2^5 - 2 = 30$

c) Maska: **11111111 11111111 11111111 11110000** (255.255.255.240)

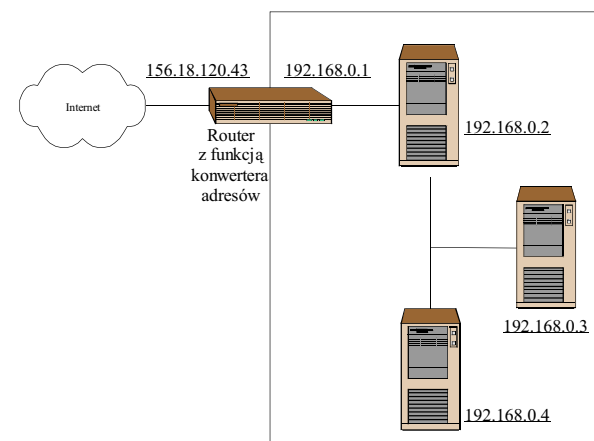
Liczba podsieci:  $2^4 - 2 = 16 - 2 = 14$

Maksymalna liczba komputerów w podsieciach:  $2^4 - 2 = 14$

#### 1.7.1.5.2. Prywatne adresy IP

- Adresy prywatne wykorzystywane są do komunikacji w **sieciach wewnętrznych** pomiędzy urządzeniami, która nie mają bezpośredniego połączenia z Internetem.
- Adresy prywatne są to **adresy nieroutowalne**, tzn. nie są przepuszczane przez  **routery**  sieciowe.
- Istnieją trzy pule adresów prywatnych, po jednej dla poszczególnych klas:
  - w klasie A: **10.0.0.0** - 10.255.255.255 (16 777 216 komputerów),
  - w klasie B: **172.16.0.0** - 172.31.255.255 (1 048 576 komputerów),
  - w klasie C: **192.168.0.0** - 192.168.255.255 (65 536 komputerów).

- Adresy prywatne **mogą się powtarzać w różnych sieciach** wewnętrznych.
- Adresy prywatne **być stosowane w komputerach** bezpośrednio przyłączonych do Internetu.

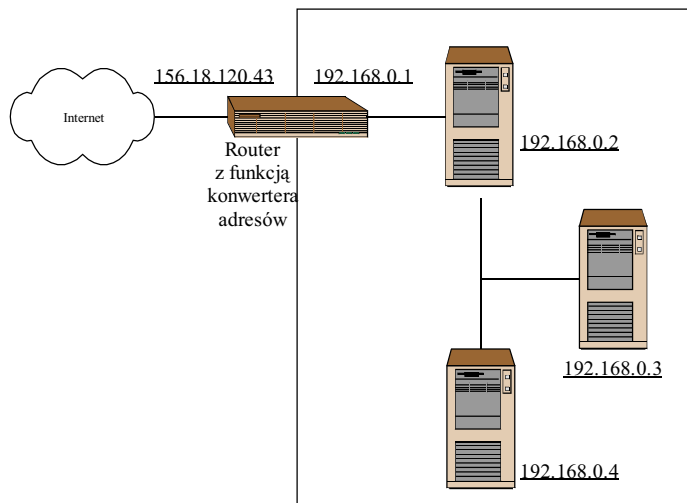


#### 1.7.1.5.3. Mechanizm translacji adresów sieciowych NAT

NAT (**Network Address Translation**):

- tłumaczenie adresów sieciowych, znane również jako **maskarada** sieci lub IP (*network/IP masquerading*),
- jest to technika przesyłania ruchu sieciowego poprzez router, która wiąże się ze zmianą źródłowych i/lub docelowych adresów IP, zwykle również numerów portów TCP/UDP pakietów IP podczas ich przepływu. Zmieniane są także **sumy kontrolne pakietów**, aby potwierdzić wprowadzone zmiany.

- pozwala użytkownikom komputerów sieci wewnętrznych (mających prywatne numery IP) na korzystanie z **internetu**.



Router znajdujący się na styku sieci wewnętrznej i Internetu:

- w pakietach wysyłanych z komputerów znajdujących się w sieci wewnętrznej dokonuje zamiany adresów nadawcy z prywatnego numeru IP na **swój adres publiczny** (pakiety z adresami prywatnymi nie mogą pojawić się w Internecie),
- w pakietach otrzymywanych z Internetu adres odbiorcy (będący jego adresem publicznym) zamienia na adres prywatny komputera z sieci wewnętrznej.

#### 1.7.1.5.4. IPv6

IPv6 (**Internet Protocol v. 6**) zwany także IPNG (**Internet Protocol Next Generation**) jest to najnowsza

wersja protokołu IP, będąca następcą IPv4, do którego stworzenia przyczynił się:

- problem **małej kończącej się** liczby adresów IPv4,
- chęć **udoskonalenia** protokołu IP, m.in.:
  - eliminacja wad starszej wersji,
  - wprowadzenie nowych rozszerzeń (uwierzytelnienie, kompresja i inne),
  - zminimalizowanie czynności wymaganych do podłączenia nowego węzła do Internetu (autokonfiguracja).

#### Historia

- Pierwsze dokumenty RFC opisujące protokół IPv6 powstały w 1995 roku.
- W latach 1996-2006 w infrastrukturę Internetu wdrażany był projekt 6BONE w formie eksperymentalnej sieci działającej w oparciu o IPv6.
- Po zamknięciu ww. projektu niektórzy dostawcy usług internetowych rozpoczęli dostarczanie usług IPv6.
- Obecnie spora część szkieletu sieci IPv6 opiera się jednak jeszcze na tunelach wykorzystujących poprzednią wersję protokołu (tzw. **tunelowanie IP v 6 in IP v 4**). Najprostszą metodą zestawienia takiego tunelu jest obecnie mechanizm 6to4.

#### Postać adresu IPv6

- Adres IPv6 jest **128-bitowej** i prezentowany jest w postaci **szesnastkowej**, z **dwukropkiem** co 16 bitów (cztery cyfry szesnastkowe), w rezultacie ma postać ośmiu czterocyfrowych liczb

szesnastkowych oddzielonych dwukropkiem, np.  
2001:0db8:0000:0000:0000:0000:1428:57ab

- Dozwolone jest:
  - zastąpienie bloku zer **podwójnym dwukropkiem** ,
  - opuszczenie **początkowych zer w grupie** .

#### Przykład

Poniższe sposoby zapisu są prawidłowe i równoznaczne sobie:

2001:0db8:0000:0000:0000:0000:1428:57ab

2001:0db8:0000:0000:0000::1428:57ab

2001:0db8:0:0:0:0:1428:57ab

2001:0db8:0:0::1428:57ab

2001:0db8::1428:57ab

2001:db8::1428:57ab

- Sekwencja ostatnich 4 bajtów adresu może być również zapisania w postaci adresu IPv4, z wykorzystaniem kropek jako separatorów, np. adres ::ffff:1.2.3.4 jest równoznaczny adresowi ::ffff:102:304.
- Do adresu może być dołączona **maska sieci** w notacji CIDR, np. 2002:0db8:1234::/48.
- Jeżeli zachodzi potrzeba podania portu docelowego (np. w adresie URL), adres IPv6 otaczany jest **nawiasami kwadratowymi** , np.:  
http://[2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344]:443/

#### Liczba adresów IPv4 a IPv6

W protokole IPv4, przestrzeń adresowa opisywana jest za pomocą 32 bitów, pozwalając zaadresować  $2^{32} \approx 4,3 \times 10^9$ , co odpowiada liczbie **8,42** adresów/km<sup>2</sup> powierzchni Ziemi. W protokole IPv6 rozmiar tej przestrzeni został zwiększony do 128 bitów co daje  $2^{128} \approx 3,4 \times 10^{38}$  adresów. Odpowiada to liczbie  **$6,7 \times 10^{17}$**  adresów/**mm<sup>2</sup>** powierzchni Ziemi.