

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... 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 **...oprogramowania...**
- 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 ...oprogramowania...



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 ...masowym... (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 **przetworzenia** **... .. danych** **... ..**.
- W trakcie realizacji programu instrukcje składające się na program oraz przetwarzane dane muszą znajdować się w systemie komputerowym.

1.6. Klasyfikacja systemów komputerowych

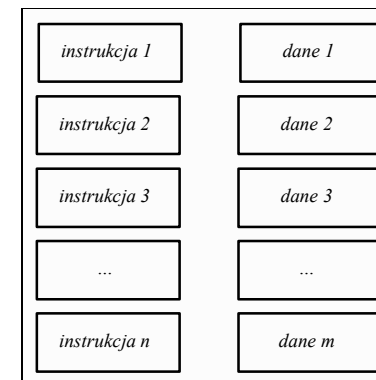
Michael J. Flynn w 1972 roku zaproponował klasyfikację systemów komputerowych uwzględniającą:

- 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.

1.6.1. Systemy **... skalarne ...**

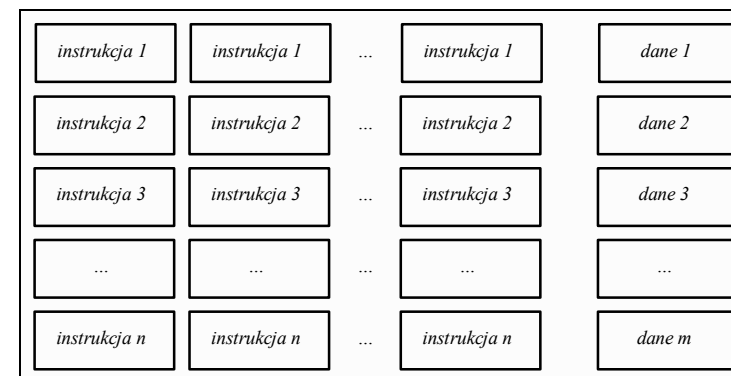
- „Jeden zestaw instrukcji - jeden zestaw danych” (SISD - *Single Instruction Single Data*).



- 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*).

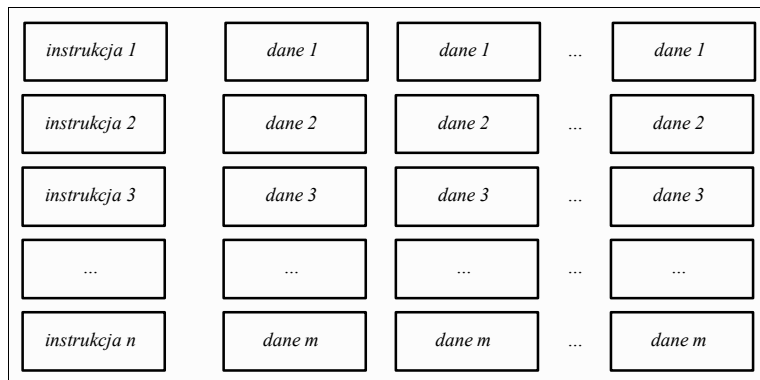


- Wiele programów przetwarza te same dane.

- 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)

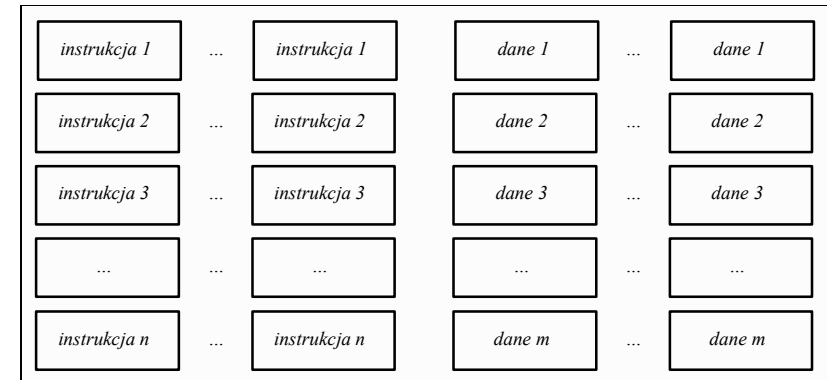
- „Jeden zestaw instrukcji - wiele zestawów danych” (SIMD - *Single Instruction Multiple Data*).



- W tym samym czasie te same instrukcje programu są wykonywane w celu przetworzenia różnych zestawów danych.
- Przykładem może być **.** 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*).

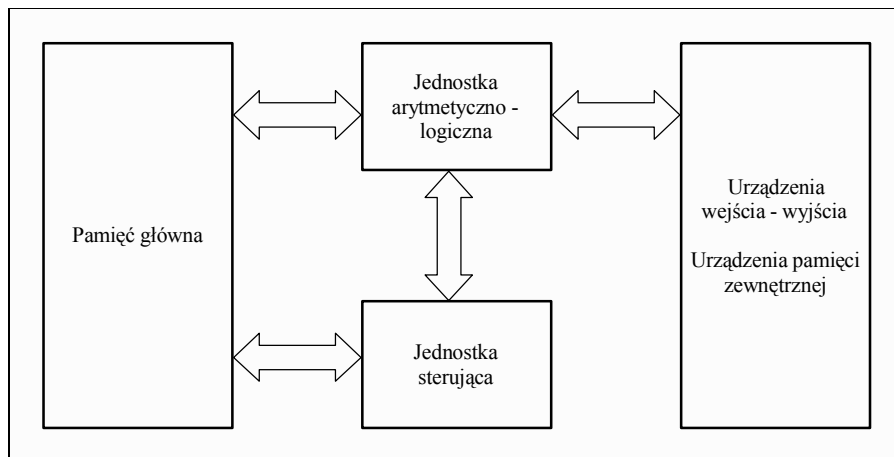


- W tym samym czasie różne programy przetwarzają różne zestawy danych.
- Do tego typu rozwiązań zaliczane są systemy **. . wieloprocesorowe.** oraz klastery komputerów połączone za pomocą **. sieci .** komputerowych.

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:

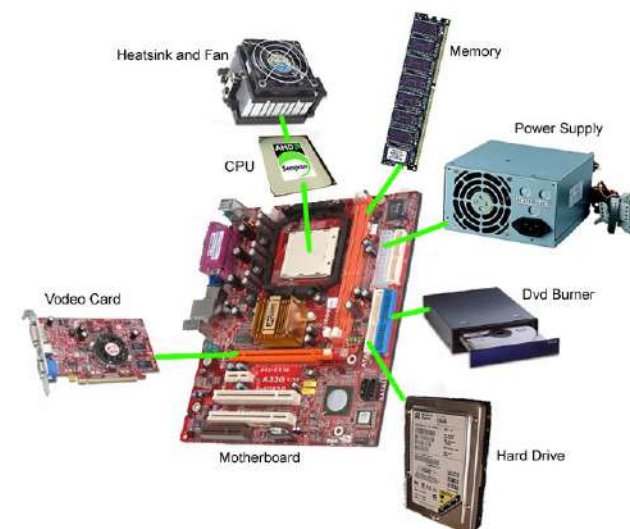
- *pamięć główna* – przechowuje w postaci **... binarnej ...** **... program ...** oraz **... dane**,
- *jednostka arytmetyczno – logiczna* – wykonuje **... działania ...** na danych binarnych oraz pośredniczy w **... przesyłaniu ...** danych pomiędzy pamięcią główną a urządzeniami wejścia – wyjścia,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

1.8. System komputerowy na przykładzie komputera osobistego

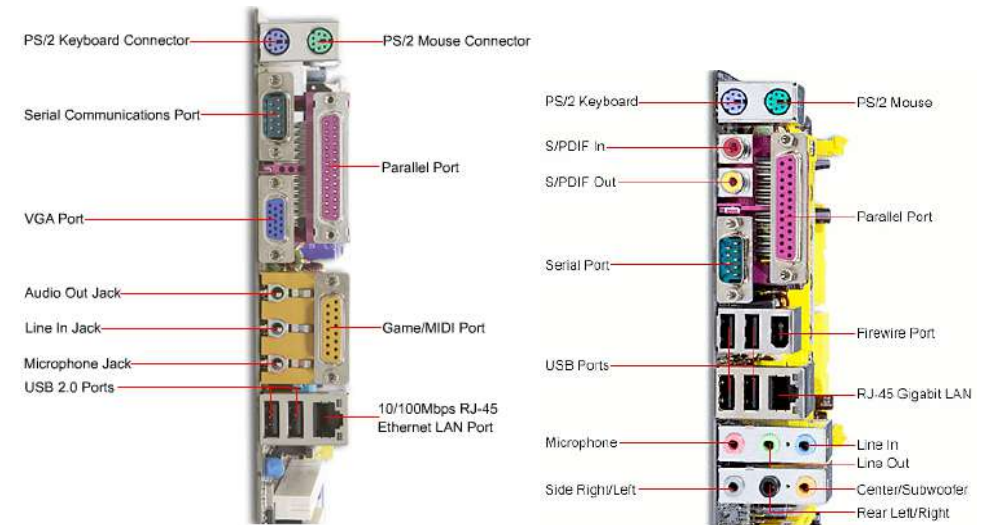
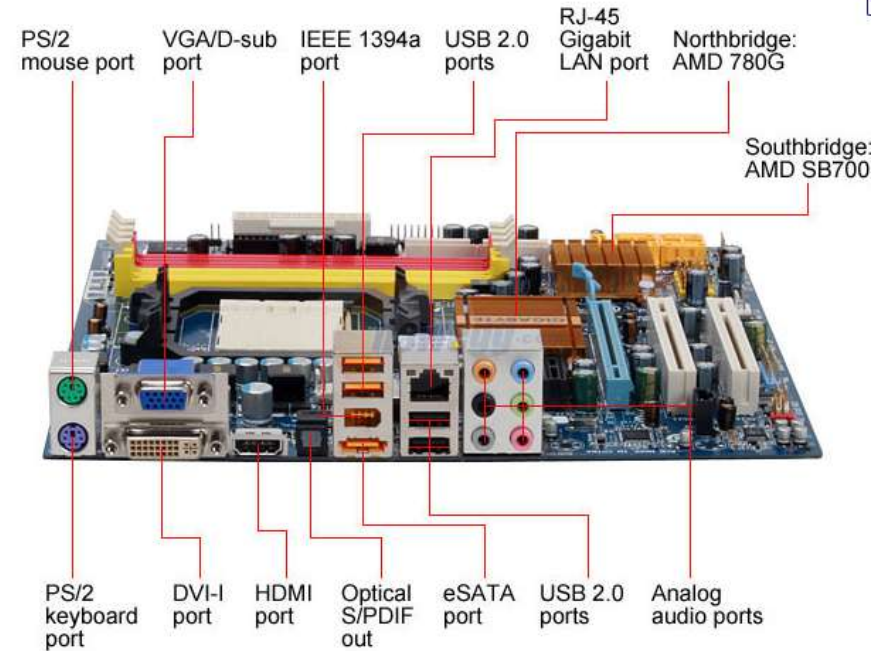
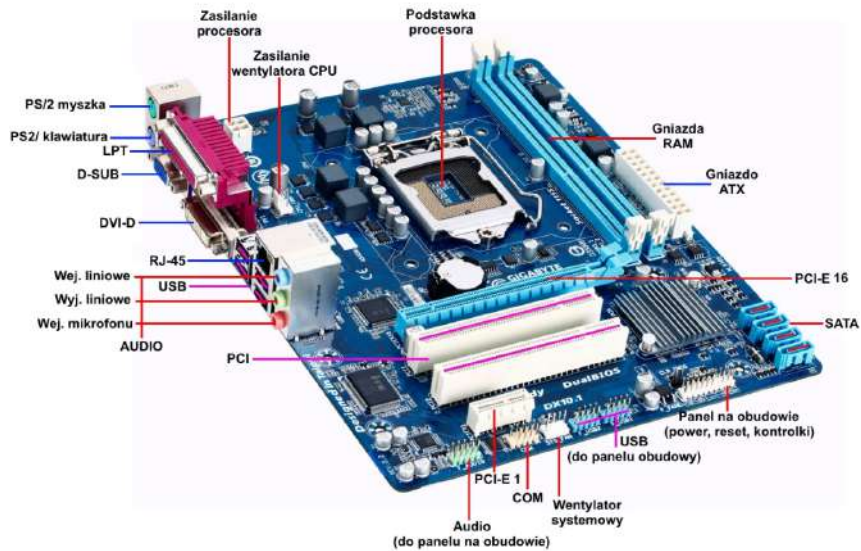
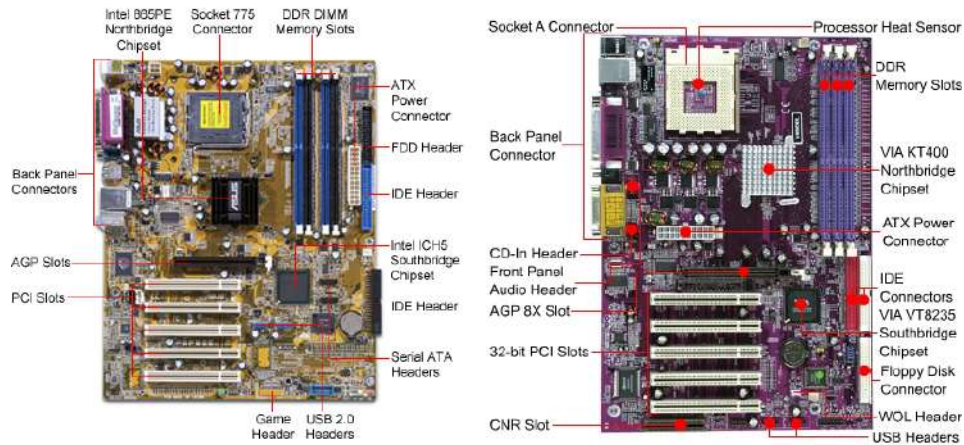


Składowe komputera osobistego:

- **... 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 oznacza 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

W tradycyjnym ujęciu pamięć podzielona jest na:

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

- możliwe operacje ... odczytu i zapisu ...
- pamięć ... ulotna ...

• Pamięć stałą (ROM - Read Only Memory)

- możliwe tylko operacje odczytu (zapis np. 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.



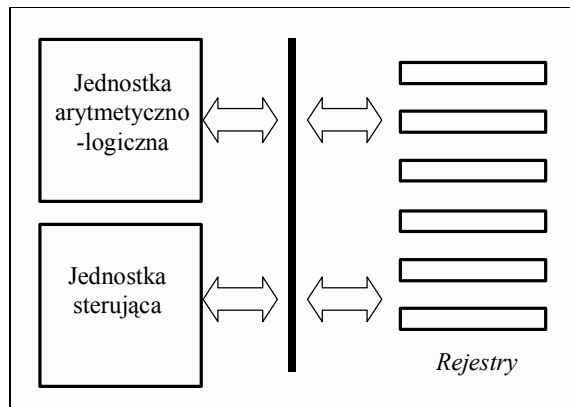
- Komputer oprócz procesora głównego (CPU) posiada procesory pomocnicze: ... obrazu ... (GPU), dźwięku, koprocesory arytmetyczne.
- Jedną z podstawowych cech procesora jest długość (liczba bitów) ... słowa ... , na którym wykonywane są podstawowe operacje obliczeniowe. Jeśli słowo ma np. 32 bity, mówimy 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 ... miliarda ... cykli).

Uwaga: Wbrew obiegowym opiniom, liczba cykli ... nie jest równoważna ... 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:

- rejestry do przechowywania danych i wyników, rejestry mogą być ogólnego przeznaczenia, lub mają specjalne przeznaczenie,
- jednostkę arytmetyczno - logiczną (arytmometr) do wykonywania operacji obliczeniowych na danych,
- jednostkę sterującą przebiegiem wykonywania programu.



1.10.2.1. Rejestry

Rejestry to komórki pamięci wewnątrz procesora o bardzo krótkim czasie dostępu. Najważniejsze rejestry to:

- wskaźnik rozkazów (licznik rozkazów) - przechowuje adres komórki pamięci operacyjnej zawierającej kod bieżącego rozkazu,
- rejestr rozkazów - zawiera kod aktualnie wykonywanego rozkazu,

- akumulator - rejestr wykorzystywany w trakcie obliczeń przez jednostkę arytmetyczno - logiczną,
- rejestr flag (rejestr znaczników) - przechowuje informacje o stanie wykonywanego programu.

1.10.2.2. Jednostka sterująca

- synchronizuje pracę wszystkich elementów komputera (zegar),
- jest odpowiedzialna za wykonywanie kolejnych rozkazów składających się na program (określenie adresu, pobranie rozkazu, dekodowanie, pobranie danych, realizacja, przesłanie wyniku, obsłużenie ewentualnego przerwania).

1.10.2.3. Jednostka arytmetyczno-logiczna (arytmometr)

Jednostka arytmetyczno - logiczna (arytmometr) odpowiedzialna jest za wykonywanie operacji arytmetycznych oraz logicznych.

1.10.3. Rozkazy (instrukcje) procesora

Do typowych rozkazów wykonywanych przez procesor należą:

- kopiowanie danych (z pamięci do rejestru, z rejestru do pamięci, z pamięci do pamięci - tylko niektóre procesory),
- działania arytmetyczne (dodawanie, odejmowanie, porównywanie dwóch liczb, dodawanie i odejmowanie jednośc, zmiana znaku liczby),

- ... działania na bitach ... (iloczyn logiczny - AND, suma logiczna - OR, różnica symetryczna - XOR, negacja - NOT, przesunięcie bitów w lewo lub prawo),
- ... skoki ... (bezw warunkowe, warunkowe).

1.10.4. Cykl rozkazowy procesora

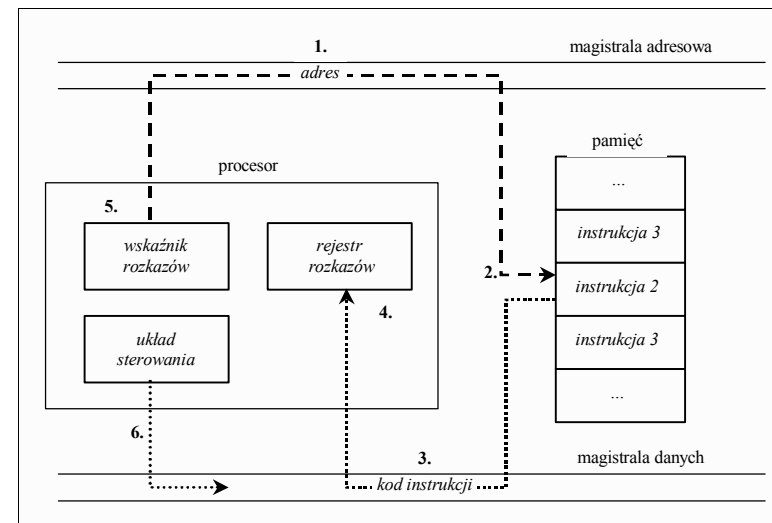
Cykl rozkazowy procesora składa się z fazy ... pobrania ... i fazy ... wykonania ...

Faza pobrania to:

1. adresowanie czyli przekazanie zawartości wskaźnika rozkazów na ... magistralę ... adresową ... (wskaźnik rozkazów przechowuje adres instrukcji, która ma być wykonana),
2. ... znalezienie ... w pamięci operacyjnej instrukcji o adresie zapisanym we wskaźniku rozkazów,
3. przesłanie instrukcji (ciągu bitów) magistralą .. danych do rejestru rozkazów,
4. wczytanie instrukcji do rejestru rozkazów,
5. zwiększenie wskaźnika rozkazów, tak żeby wskazywał na następną instrukcję,

Faza wykonania to:

6. zdekodowanie instrukcji i wygenerowanie sygnałów sterujących, które mają ją wykonać.



- Magistrala - droga zapewniająca komunikację pomiędzy elementami systemu komputerowego. Magistrala składa się ze zbioru linii służących do ... wymiany ... informacji (zakodowanej w postaci binarnej).
- Rodzaje magistral:
 - wewnętrzne (w obrębie jednostki centralnej),
 - zewnętrzne (pozwalają na przyłączenie urządzeń zewnętrznych).

1.10.5. Producenci procesorów

Producenci procesorów: ... Intel ..., ... AMD ..., IBM, Fujitsu, Freescale (dawniej jako Motorola), Texas Instruments.

Procesory produkowane przez firmę Intel

- **8086 i 8088** (wersje do 20MHz, pierwotnie 4,77MHz w PC XT, obecnie do 300MHz)

- **80186 i 80188** (wersje do 25MHz, wykorzystywany głównie w urządzeniach automatyki ze względu na zintegrowane: kontroler przerwań, kontroler DMA, liczniki (redukcja liczby układów na płycie głównej), rzadko stosowane w komputerach osobistych, kilka nowych instrukcji, generalnie brak większych różnic programowych w stosunku do 8086)
- **80286** (wersje do 25MHz, pierwotnie 8MHz w PC AT)
- **80386** (później nazwany 80386DX) i **80386SX** (Intel 33MHz, konkurenci do 40MHz), obecnie także wersje przemysłowe 80386ZX (do 300MHz jako kontrolery jednoukładowe)
- **i486** (później nazywany i486DX) i **i486SX** oraz układy **i486DX2** i **iDX4** (Intel i486DX - 50MHz, i486DX2 - 33/66MHz, iDX4 - 33/100, konkurenci do 160MHz)
- **i586**: Pentium OverDrive (do płyt 486), Pentium (układy S5 60, 66 i 60/90 MHz, układy S7 do 200MHz), Pentium MMX (do 233MHz i 266MHz w wersji Mobile)
- **i686**: Pentium Pro (200MHz, wersje z 256, 512 i 1024 L2 cache), Pentium II, Celeron, Xeon, Pentium III
- **Pentium 4**: Pentium 4 EE - Extreme Edition (wersje z L3 cache, zwiększonym L2 cache lub innymi usprawnieniami, dla najbardziej wymagających użytkowników), Układy Pentium 4 D, Pentium 4 EE i Xeon wyposażone w x86-64, Xeon
- **Pentium D 4 Dual Core** wyposażone w x86-64, Itanium i Itanium 2 (procesory IA-64, posiadają tryb zgodności z x86)
- **Intel Core 2: Intel Core 2 Duo** (procesory dwurdzeniowe), **Intel Core 2 Quad** (procesory czterordzeniowe), **Intel Core 2 Extreme** (czterordzeniowe, za wyjątkiem jednego modelu)
- **Intel Core i7**: generacja procesorów firmy Intel oparta na architekturze x86-64. Wykorzystuje ona mikroarchitekturę procesora o nazwie Nehalem (technologia 45nm). Jest to następca układów Intel Core 2 Duo i Intel Core 2 Quad z rdzeniem Penryn
- **Intel Core i3**: oparty na architekturze x86-64, z wbudowanym układem graficznym (choć został on umieszczony jedynie na tej samej podstawie - fizycznie jest on oddzielnym układem)

- **Intel Core i5**: wariant serii Intel Core i7, posiadają zintegrowany kontroler pamięci DDR3 dual-channel, zintegrowany kontroler karty graficznej PCI Express oraz kontroler Direct Media Interface do komunikacji z chipsetem Intel P55
- **Intel Core i7, i3, i5** w technologii Sandy Bridge (32nm) i Ivy Bridge (22nm); Haswell (22nm) i Broadwell (14nm); Skylake (14nm).

Procesory produkowane przez firmę AMD

- Idealnie wierne kopie układów x86, aż do i486 włącznie: AMD 80386 SX/DX (w tym wersje 40MHz), AMD 80486 SX/DX/DX2/DX4 (w tym wersje pracujące do 50/150MHz i 40/160MHz)
- **AMD Am5x86**
- **AMD K5**
- **K6**: AMD K6, AMD K6-2, AMD K6-2+, AMD K6-III
- **K7**: Athlon, Duron, Athlon XP, Sempron
- **K8**: Athlon 64, Athlon 64 FX, Athlon 64 X2, Athlon X2, Opteron, Sempron
- **K8L**: Athlon 64 X2, Opteron
- **Seria K10**: Phenom FX, Phenom X4, Phenom X3, Athlon X2, Sempron (Spica), Opteron
- **Seria K10.5**: Sempron, Athlon II X2, Athlon II X3, Athlon II X4, Phenom II X2, Phenom II X3, Phenom II X4, Opteron
- **FX** - architektura Bulldozer (technologia 32nm),
- **Akcelerowane Procesory APU (Accelerated Processing Unit)**: Seria A - zintegrowane z kartą graficzną - procesory A4, A6, A8, A10.