

**Pamięci komputerowe**

**Pamięć komputerowa** to różnego rodzaju urządzenia i bloki funkcjonalne komputera, służące do przechowywania danych i programów (systemu operacyjnego oraz aplikacji). Potocznie przez "pamięć komputerową" rozumie się samą pamięć operacyjną.

**Rodzaje pamięci**

Pamięci elektroniczne dzielone są ze względu na:

1. ulotność: pamięci ulotne przechowują dane tak długo, jak długo włączone jest ich zasilanie, pamięci nieulotne zachowują dane także po odłączeniu zasilania.
2. możliwości zapisu i odczytu: tylko do odczytu (zapis odbywa się w fazie produkcji), jednokrotnego zapisu, wielokrotnego zapisu
3. nośnik: półprzewodnikowy (układ scalony), optyczny, magnetyczny (w tym pamięć ferrytowa), magnetoptyczny, polimerowy (np. Millipede), papierowy (np. karta dziurkowana), linia opóźniająca (np. pamięć rtęciowa).
3. łatwość (możliwość) przeniesienia wraz z zapisem do innego urządzenia,
4. miejsce w konstrukcji komputera: rejestry procesora, pamięć operacyjna, czyli RAM, pamięć podręczna, czyli cache, pamięć zewnętrzna, czyli masowa (stacje dysków, taśm itp.), pamięć robocza podzespołów (np. rejestry stanu urządzenia, bufony w kartach sieciowych, bufor wysyłanego lub odebranego znaku w łączy szeregowym, pamięć oba-  
zu w kartach grafiki),
5. sposób dostępu do informacji: pamięć o dostępie swobodnym, pamięć o dostępie szeregowym (cyklicznym) (rej-  
stry przesuwne, pamięć taśmowa), pamięć skojarzeniowa (asocjacyjna), pamięć wielopoziomowa (np. dla programisty widoczna jako pamięć o dostępie swobodnym, a dla programisty niskopoziomowego jako pamięć o dostępie szeregowym).

**Urządzenia zaliczane do kategorii pamięci**

- A. taśmy i karty dziurkowane (obecnie już praktycznie nieużywane),
- B. karty magnetyczne (także o znaczeniu historycznym),
- C. taśmy magnetyczne na szpulach i w kasetach,
- D. bębny,
- E. dyskietki (magnetyczne "dyski miękkie"),
- F. dyski twarde (magnetyczne),
- G. dyski optyczne: CD-ROM, CD-R, CD-RW; DVD-ROM, DVD-R, DVD-RW, DVD+R, DVD+RW; HD DVD; BD-ROM, BD-R, BD-RW; DMD; EVD; HVD.
- H. dyski magnetoptyczne,
- I. rejestry procesora,
- J. pamięć cache (pamięć podręczna),
- K. pamięć operacyjna – aktualnie RAM i jej różne odmiany PRAM, MRAM, FRAM,
- L. ROM – Read-Only Memory (pamięć tylko do odczytu),
- Ł. PROM – Programmable Read-Only Memory (programowalna pamięć tylko do odczytu),
- M. EPROM – Erasable-Programmable Read-Only Memory (kasowalno-programowalna pamięć tylko do odczytu (kasowana promieniowaniem ultrafioletowym),
- N. EEPROM – Electrically Erasable-Programmable Read-Only Memory (elektrycznie kasowalno-programowalna pamięć tylko do odczytu (kasowana elektrycznie),
- O. Flash EEPROM – (błyskawicznie działająca elektrycznie kasowalno-programowalna pamięć kasowana elektrycznie).

**Parametry pamięci i nośników pamięci komputerowych**

Zestawienie alfabetyczne podstawowych parametrów pamięci komputerowych, z pominięciem rozróżnienia na typ i rodzaj pamięci.

- czas cyklu (ang. Cycle Time) - najkrótszy czas jaki musi upłynąć pomiędzy dwoma żądaniem dostępu do pamięci;
- czas dostępu (ang. Access Time) - Latencja;
- czas oczekiwania CAS - CAS latency;
- gęstość zapisu (ang. Computer Storage Density)-ilości informacji, którą można zapisać na określonej długości ścieżki;
- ilość, pojemność, wielkość - liczba komórek przechowujących dane, w zależności od rodzaju i przeznaczenia wyrażana w liczbie kb, kB, MB, itd.;
- liczba cylindrów, ścieżek o tych samych numerach na powierzchniach roboczych dysków;
- liczba głowic odczytu/zapisu - od kilkunastu do kilkudziesięciu;
- pobór mocy - wyrażany w Watach;
- prędkość obrotowa dysku - parametr dysków HDD wyrażany w liczbie obrotów na minutę;
- średni czas dostępu (ang. Average Access Time) - suma średniego czasu poszukiwania (ang. Average Seek Time) potrzebnego do umieszczenia głowicy w wybranym cylindrze oraz opóźnienia rotacyjnego potrzebnego do umieszczenia głowicy nad odpowiednim sektorem (ang. Rotational Latency);
- transfer, szybkość transmisji (ang. Transfer Speed) - liczbą bitów (bajtów) jaką można przesłać w jednostce czasu pomiędzy pamięcią a innym urządzeniem;
- zasilanie - wyrażane w woltach [V].

**Szybkość pamięci**

Koszt pamięci jest zazwyczaj związany z szybkością dostępu do danych danego rodzaju pamięci- im szybsza pamięć tym jest droższa. Dlatego stosowane są różne techniki przenoszenia danych pomiędzy różnego typu pamięciami, aby zapewnić możliwie krótki czas dostępu do najbardziej potrzebnych danych przy ograniczonych zasobach najszybszych pamięci. Dane aktualnie używane są trzymane w szybszej pamięci, natomiast te aktualnie niepotrzebne w wolniejszej.

Ponieważ różnice w czasie dostępu między kolejnymi poziomami są często rzędu 10:1, dobre wykorzystanie właściwości pamięci podręcznej (cache) ma zazwyczaj większe znaczenie niż liczba cykli procesora koniecznych do wykonania algorytmu. Zasada przenoszenia mniej potrzebnych danych do wolniejszej pamięci jest podstawą funkcjonowania pamięci wirtualnej komputera oraz stronicowania pamięci.

Klasyczne rodzaje pamięci używane w komputerach PC (uszeregowane od najszybszej):

- rejstry procesora, rozmiar rzędu kilkudziesięciu do kilkuset bajtów,
- pamięć podręczna procesora (cache L1), wbudowany w procesor, rozmiar od 4 do 64 kB,
- pamięć podręczna procesora (cache L2), rozmiar od 128 kB do 12 MB,
- pamięć RAM, rozmiar obecnie od 256 MB (dawniej od kilku kB) do kilku GB,
- plik wymiany (swap) na dysku twardym, rozmiar rzędu kilkudziesięciu MB do kilku GB (definiowany przez użytkownika lub automatycznie przez system operacyjny).

**Pamięć ferrytowa** – to pamięć komputerowa (pamięć o dostępie swobodnym) przechowująca dane w postaci kierunku namagnesowania rdzeni ferrytowych o prostokątnej pętli histerezy. Prawie wyłącznie oparta jest na rdzeniach toroidalnych. Przy próbie zastąpienia pierścieni otworami w płytce ferrytowej nie udało się uzyskać wymaganej powtarzalności właściwości magnetycznych otworów. Zastąpienie pierścieni rdzeniami wlotowymi okazało się zbyt drogą i trudną technologicznie. Jedynie pamięci na dwutorowych biaksach zdobyły niewielką popularność.

Pamięć ta przechowywała dane przy wyłączonym zasilaniu. Dane były kasowane przy każdym odczycie i - w razie potrzeby - ewentualnie niezwłocznie ponownie zapisywane, jeśli zachodziła potrzeba przechowania ich w dalszych cyklach pracy. Nieniszczący odczyt zapewnia pamięć na biaksach o odmiennym zasadzie odczytu.

**Rejestry procesora** to komórki pamięci o niewielkich rozmiarach (najczęściej 4/8/16/32/64/128 bitów) umieszczone wewnątrz procesora i służące do przechowywania tymczasowych wyników obliczeń, adresów lokacji w pamięci operacyjnej itd. Większość procesorów przeprowadza działania wyłącznie korzystając z wewnętrznych rejestrów, kopiując do nich dane z pamięci i po zakończeniu obliczeń odsyłając wynik do pamięci.

Rejestry procesora stanowią najwyższy szczebel w hierarchii pamięci, będąc najszybszym z rodzajów pamięci komputera, zarazem najdroższą w produkcji, a co za tym idzie - o najmniejszej pojemności. Realizowane zazwyczaj za pomocą przerzutników dwustanowych, z reguły jako tablica rejestrów (blok rejestrów, z ang. *register file*).

Liczba rejestrów zależy od zastosowania procesora i jest jednym z kryteriów podziału procesorów na klasy CISC i RISC. Proste mikroprocesory mają tylko jeden rejestr danych zwany akumulatorem, procesory stosowane w komputerach osobistych - kilkanaście, natomiast procesory w komputerach serwerowych mogą mieć ich kilkaset.

**Pamięć operacyjna** (en. internal memory, Primary storage). Jest to pamięć adresowana i dostępna bezpośrednio przez procesor, a nie przez urządzenia wejścia-wyjścia procesora. W pamięci tej mogą być umieszczane rozkazy (kody operacji) procesora (program) dostępny bezpośrednio przez procesor i stąd nazwa *pamięć operacyjna*. W Polsce często pamięć ta jest utożsamiana z pamięcią RAM, choć jest to zawężenie pojęcia, pamięcią operacyjną jest też pamięć nielotna (ROM, EPROM i inne jej odmiany) dostępna bezpośrednio przez procesor. Obecnie pamięci operacyjne są wyłącznie pamięciami elektronicznymi, dawniej używano pamięci ferrytowych.

W obecnych komputerach głównym rodzajem pamięci operacyjnej jest pamięć RAM, wykonana jako układy elektroniczne, wykorzystywana przez komputer do przechowywania programu i danych podczas jego pracy.

**Cache (pamięć podręczna)** to mechanizm, w którym ostatnio pobierane dane dostępne ze źródła o wysokiej latencji i niższej przepustowości są przechowywane w pamięci o lepszych parametrach.

Cache jest elementem właściwie wszystkich systemów - współczesny procesor ma 2 albo 3 poziomy pamięci cache oddzielającej go od pamięci RAM. Dostęp do dysku jest buforowany w pamięci RAM, a dokumenty HTTP są buforowane przez pośredniki HTTP oraz przez przeglądarkę

Systemy te są tak wydajne dzięki lokalności odwołań - jeśli nastąpiło odwołanie do pewnych danych, jest duża szansa, że w najbliższej przyszłości będą one potrzebne ponownie. Niektóre systemy cache próbują przewidywać, które dane będą potrzebne i pobierają je wyprzedzając żądania. Np. cache procesora pobiera dane w pakietach po kilkadziesiąt czy też więcej bajtów, cache dysku zaś nawet do kolejnych kilkuset kilobajtów czytane właśnie pliku.

Niektóre systemy pamięci cache umożliwiają informowanie systemu na temat charakteru danych by umożliwić bardziej efektywne buforowanie. Służy temu np. wywołanie systemowe `madvise`.

**Pamięć asocjacyjna (pamięć skojarzeniowa)**

Przykładem jest pamięć umieszczona wewnątrz procesora - „tablica” zawierająca pewną ilość deskryptorów stron pamięci operacyjnej. Dzięki niej możliwe jest przyspieszenie procesu dostępu do określonej ramki pamięci operacyjnej. Odwołanie się do deskryptora strony, którego nie ma w pamięci asocjacyjnej, powoduje załadowanie go do pamięci po uprzednim usunięciu z niej innego. Zadaniem pamięci asocjacyjnej jest przyspieszenie działania systemu.

Pamięć asocjacyjna stosowana jest również w innych układach. Na przykład w pamięci *cache* występuje w postaci TAG-RAM-u i zawiera informacje o danych z pamięci operacyjnej znajdujących się w pamięci *cache*.

**ROM** (ang. *Read-Only Memory* - pamięć tylko do odczytu) - rodzaj pamięci operacyjnej urządzenia elektronicznego, w szczególności komputera. Zawiera ona stałe dane potrzebne w pracy urządzenia - np. procedury startowe komputera, czy próbki przebiegu w cyfrowym generatorze funkcyjnym.

**Rodzaje pamięci ROM**

W normalnym cyklu pracy urządzenia pamięć ta może być tylko odczytywana. Przygotowanie, poprzez zapis informacji do pamięci, wykonywane jest w zależności od rodzaju pamięci. Najpopularniejsze rodzaje to:

Komponenty zestawu komputerowego

Materiały przygotował: mgr inż. Marek Wawrzyniak

\*ROM - pamięci tylko do odczytu. Ten typ pamięci programowany jest przez producenta w trakcie procesu produkcyjnego. Czasami ROM określana jako MROM (Mask programmable ROM).

\*PROM (ang. *Programmable ROM*) - programowalna pamięć tylko do odczytu. Jest to pamięć jednokrotnego zapisu. Pierwsze pamięci tego typu były programowane przez przepalenie cienutkich drucików wbudowanych w strukturę (tzw "przepalanie połączeń").

\*EPROM (ang. *Erasable Programmable ROM*) - kasowalna pamięć tylko do odczytu. Pamięć do której zaprogramowania potrzebne jest specjalne urządzenie, zwane programatorem PROM (PROM Programmer albo PROM Burner). Pamięci tego typu montowane są zazwyczaj w obudowie ceramicznej ze szklanym "okienkiem" umożliwiającym kasowanie poprzez naświetlanie ultrafioletem.

\*EEPROM (ang. *Electrically Erasable Programmable ROM*) - pamięć kasowalna i programowalna elektrycznie. Wykonywana w różnych postaciach (np. jako FLASH), różniących się sposobem organizacji kasowania i zapisu.

\*Flash EEPROM - kasowanie, a co za tym idzie także zapisywanie odbywa się tylko dla określonej dla danego typu liczby komórek pamięci jednocześnie podczas jednej operacji programowania

## Pamięci półprzewodnikowe

**Pamięci półprzewodnikowe** są jednym z ważniejszych elementów systemów cyfrowych. Są to układy scalone służące do przechowywania większych ilości informacji w postaci cyfrowej (binarnej). Ilość informacji, które mogą przechowywać pojedyncze układy scalone pamięci, zawiera się w zakresie od kilobajtów do dziesiątków megabajtów. Podstawowymi parametrami charakteryzującymi dany rodzaj pamięci są pojemność oraz czas dostępu.

**Pojemnością pamięci** nazywamy maksymalną ilość informacji, jaką możemy przechowywać w danej pamięci. Pojemność pamięci podaje się w bitach (b) lub bajtach (B).

**Czasem dostępu** do pamięci w przypadku operacji odczytu nazywamy czas, jaki musi upłynąć od momentu podania poprawnego adresu odczytywanego słowa w pamięci do czasu ustalenia się poprawnej wartości tego słowa na wyjściu z pamięci, lub w przypadku operacji zapisu – czas jaki upłynie do momentu zapisania wartości do tego słowa z wejścia pamięci. W technice komputerowej praktycznie używa się pamięci półprzewodnikowych o dostępie swobodnym (w odróżnieniu np. od dostępu sekwencyjnego w pamięciach recyrkulacyjnych).

**Pamięcią o dostępie swobodnym** nazywamy pamięć, dla której czas dostępu praktycznie nie zależy od adresu słowa w pamięci, czyli od miejsca w którym przechowywana jest informacja.

Ze względu na własności użytkowe pamięci możemy podzielić na **RAM** i **ROM**.

**Pamięcią RAM** nazywamy pamięć półprzewodnikową o dostępie swobodnym przeznaczoną do zapisu i odczytu. Pamięć Ram jest pamięcią ulotną, co oznacza, że po wyłączeniu zasilania informacja przechowywana w pamięci jest tracona.

**Pamięcią ROM** nazywamy pamięć półprzewodnikową o dostępie swobodnym przeznaczoną tylko do odczytu. Pamięć ROM jest pamięcią nielotną. Z podanych własności pamięci wynikają ich zastosowania w technice komputerowej. Z pamięci RAM buduje się tzw. pamięć operacyjną komputera, przeznaczoną do przechowywania w trakcie pracy systemu danych oraz programów. W pamięci ROM przechowuje się programy inicjujące pracę komputera, gdyż muszą być one przechowywane w pamięci nielotnej.

Ze względu na technologie wykonania, pamięci RAM dzielimy na dwie podstawowe grupy:

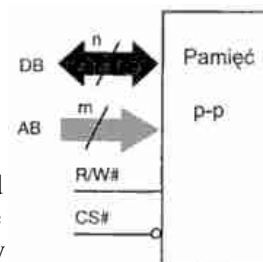
- **pamięci dynamiczne - DRAM,**
- **pamięci statyczne - SRAM.**

Pomiędzy tymi dwoma grupami pamięci występują istotne różnice w ich parametrach i własnościach użytkowych. Pamięci dynamiczne są pamięciami wolniejszymi od pamięci statycznych, są natomiast znacznie tańsze. Ponadto pamięci dynamiczne znacznie łatwiej podlegają scalaniu, co oznacza, że dla porównywalnej wielkości układu uzyskujemy w nich znacznie większe pojemności. Wadą pamięci dynamicznych jest fakt, że dla ich poprawnego funkcjonowania konieczny jest tak zwany proces **odświeżania**. Polega ona na cyklicznym, ponownym zapisie przechowywanej informacji do komórek tej pamięci. Z porównania własności tych pamięci wynika także miejsce ich zastosowania w technice komputerowej. Pamięci dynamiczne stosowane są do budowy głównej pamięci operacyjnej komputera, co wynika z ich niskiej ceny i dużych pojemności układów scalonych tej pamięci. Wadą tych pamięci w porównaniu z pamięciami statycznymi jest przede wszystkim ich szybkość działania. Jednakże ze względów ekonomicznych technologicznych (mniejszy stopień scalenia) nie buduje się pamięci operacyjnej z pamięci statycznych. Stosuje się natomiast w komputerach tzw. pamięć podręczną cache, o znacznie mniejszej pojemności w porównaniu do pamięci operacyjnej, zbudowaną z szybkich układów pamięci statycznych.

## Organizacja pamięci

Podstawowe wyprowadzenia układu pamięci półprzewodnikowej pokazane są na rysunku.

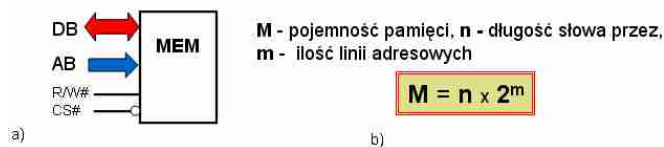
Szyna wejścia/wyjścia danych (DB) służy do wprowadzania i wyprowadzania informacji do i z pamięci. Wejście adresowe AB służy do dokonania wyboru, na którym z wielu słów w pamięci zostanie wykonana operacja (zapisu lub odczytu). Wejście sterujące R/W# informuje układ pamięci, jakiego rodzaju operacja będzie wykonywana: odczyt lub zapis. Wreszcie wejście CS# służy do uaktywnienia układu pamięci. Wejście to jest używane przy budowie zespołów pamięci metodą łączenia dwóch lub więcej układów scalonych pamięci.



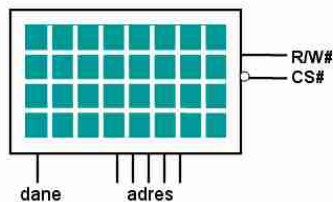
Rysunek 1. Podstawowe wyprowadzenia układu scalonego pa-

**Adresem** nazywamy niepowtarzalną liczbę (numer) przypisaną danemu miejscu (słowu) w pamięci w celu jego identyfikacji.

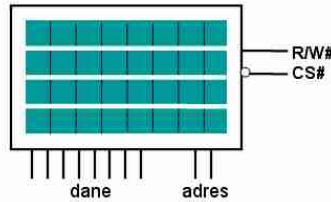
**Słowem w pamięci** nazywamy zestaw pojedynczych adresów komórek pamięci, do którego odwołujemy się pojedynczym adresem. Ilość bitów w pojedynczym słowie pamięci będziemy nazywać **długością słowa pamięci**. Warto zauważyć, że długość słowa pamięci musi być równa ilości w przewodzie szyny wejścia/wyjścia, gdyż słowa są wprowadzane i wyprowadzane z pamięci równolegle.



a) Organizacja – bitowa, 32x1b



b) Organizacja – bajtowa, 4x1B



Rys 2 Organizacja pamięci

długości słowa. Stąd problem rozbudowy pamięci możemy podzielić na dwa podstawowe przypadki:

- zwiększanie (rozszerzanie) długości słowa przy niezmienionej ilości słów,
- zwiększanie ilości słów przy niezmienionej długości słowa.

Współczesna pamięć RAM jest realizowana sprzętowo w postaci układów scalonych występujących w różnych technologiach lub jako fragmenty bardziej złożonych scalonych układów cyfrowych (np. pamięć cache L1 procesora, a ostatnio także L2) oraz w postaci różnych **modułów**, znajdujących głównie zastosowanie w komputerach

### Rozwój modułów pamięci używanych w komputerach PC

Wszystkie pamięci RAM podlegają standaryzacji. Ich budowa i parametry muszą odpowiadać specyfikacji jaka jest ustalona przez międzynarodową organizację JEDEC. Wszyscy producenci modułów pamięci muszą uzyskać certyfikat tej organizacji. Zapewnia to prawidłową współpracę ze wszystkimi podzespołami w komputerze.

**DIP** (ang. *Dual In-line Package*), czasami nazywany **DIL** - w elektronice rodzaj obudowy elementów elektronicznych, głównie układów scalonych o małej i średniej skali integracji. Wyprowadzenia elementu umieszczone są w równej linii na dwóch dłuższych bokach prostokątnej obudowy. Obudowy typu DIP produkowane są z wersjach DIP4 (cztery wyprowadzenia), DIP8 (osiem wyprowadzeń), DIP14 (czternaście wyprowadzeń), DIP16, DIP20 i większych. Produkowane są także obudowy typu SDIP, SK-DIP i innych, które różnią się od obudów DIP wymiarami, odległością między wyprowadzeniami itp. Odległość między wyprowadzeniami to 2.54mm. Reszta wymiary są ustandaryzowane i różne w zależności od liczby wyprowadzeń.



Pamięć typu DIP - stosowana w komputerach PC XT, AT -286

**SIMM** (Single Inline Memory Module) jest to następna po SIPP generacja pamięci DRAM. Istotną innowacją w układzie SIMM było to, że nie posiadał od wystających elementów tzw. pinów tak jak w poprzedniej wersji DRAM, którą był SIPP, ponieważ były one umieszczone na powierzchni płytki montażowej. Inną ważną zmianą było też takie fizyczne ukształtowanie płytki pamięci SIMM, aby nie było można zainstalować jej niewłaściwie. Technicznie pomogło to wyeliminować możliwość potencjalnych uszkodzeń w trakcie montażu układu pamięci na płycie głównej. Pamięć typu SIMM 30 pin - stosowana w komputerach PC AT-386 i 486

Pamięć typu **SIMM 30 pin** - stosowana w komputerach PC AT-386 i 486

Moduł **SIMM EDORAM 72 piny** - szerokość szyny danych 32 bity - w systemach Pentium (64 bity) należy je zawsze montować parami,

Pamięć typu **SIMM 72 pin** - stosowana w komputerach PC AT-486 i Pentium 60-233MHz

**Synchronous Dynamic Random Access Memory**. Pamięć dynamiczna (zwana czasem również DIMM), która poja-

Komponenty zestawu komputerowego

wiła się w roku 1996, wyposażona w interfejs synchroniczny, dzięki któremu wewnętrzne sygnały taktujące generowane są na podstawie zegara szyny pamięci, co pozwala na przyspieszenia transmisji danych. Kilka wariantów wydajnościowych pamięci SDRAM zależnych od częstotliwości magistrali już zniknęło z rynku (dla szyny 66 MHz - PC 66, dla szyny 100 MHz - PC 100). Przy magistrali o szerokości 64 bitów taktowanej z częstotliwością 66 MHz moduły SDRAM osiągały przepustowość rzędu 500 M B/s, przy 100 MHz - około 800 M B/s, a przy 133 MHz - około 1,06 GB/s. Jednak szybszy transfer w pamięci nie zawsze przekłada się na zwiększenie łącznej wydajności systemu, czego przyczyną są szybkie pamięci podręczne pierwszego i drugiego poziomu, przechwytyjące blisko 90 procent odwołań do pamięci głównej. Komunikacja między chipsetem i pamięcią odbywa się za pośrednictwem magistrali, która działa zgodnie z częstotliwością systemową. Dzięki temu niepotrzebne stają się czasochłonne procesy uzgadniania (tzw. handshaking), konieczne w starszych typach pamięci DRAM: FPM, EDO i BEDO. Z tego względu w pamięci SDRAM prawie wcale nie występują cykle oczekiwania. SDRAM to 168-stykowe moduły typu DIMM.

Materiały przygotował: mgr inż. Marek Wawrzyniak



Pamięć typu **SIMM 72 pin** - stosowana w komputerach PC Pentium II, Celeron i Pentium III na socket 370

**RIMM** (ang. **R**ambus **I**ncline **M**emory **M**odule) – jeden z rodzajów kości pamięci komputerowej, na którym umieszczone są układy scalone z pamięcią Rambus DRAM (RDRAM). Najpopularniejsze typy RIMM to:

- 160-pinowe, stosowane SO-RIMM
- 184-pinowe, stosowane RIMM 16-bitowe
- 232-pinowa, stosowane RIMM 32-bitowe
- 326-pinowa, stosowane RIMM 64-bitowe

RIMM 16-bitowe muszą być montowane na płytach głównych w parach, a RIMM 32-bitowe mogą być instalowane pojedynczo, w każdy niewykorzystany banku pamięci musi być zainstalowana specjalna zaślepka. RIMM wyposażone są w radiator który odprowadza nadmiar ciepła.



Pamięć typu **RIMM** - stosowana w pierwszych komputerach PC Pentium IV na socket 423, po niecałym roku produkcji wycofane z powodu opłat licencyjnych oraz mniejszej niż zamierzano wydajności.

**DDR1 SDRAM** ujrzała światło dzienne w 1999 roku. Jest ona modyfikacją dotychczasowej Synchronous DRAM (SDRAM). W pamięci typu DDR SDRAM dane przesyłane są w czasie trwania zarówno rosnącego jak i opadającego zbocza zegara, przez co uzyskana została dwa razy większa przepustowość niż w przypadku konwencjonalnej SDRAM typu PC-100 i PC-133. Kości zasilane są napięciem 2,5 V a nie 3,3 V co, wraz ze zmniejszeniem pojemności wewnątrz układów pamięci, powoduje znaczące ograniczenie poboru mocy.

Budowane są w obudowach TSOP jak i BGA i mogą wytrzymać temperaturę do 70°C. Kości przeznaczone dla płyt głównych zawierające moduły DDR SDRAM posiadają 184 nóżki i jeden przedział (w odróżnieniu do SDRAM który ma ich 168 oraz dwa przedziały).

Stosowane są dwa rodzaje oznaczeń pamięci DDR SDRAM. Mniejszy (np. PC-200) mówi o częstotliwości, z jaką działają kości. Natomiast większy (np. PC1600) mówi o teoretycznej przepustowości jaką mogą osiągnąć. Szerokość magistrali pamięci wynosi 64 bity. Przepustowość obliczana jest metodą np.:

- PC-200 (PC-1600) - 64 bity \* 2 \* 100 MHz = 1600 MB/s
- PC-266 (PC-2100) - 64 bity \* 2 \* 133 MHz = 2133 MB/s
- PC-333 (PC-2700) - 64 bity \* 2 \* 166 MHz = 2700 MB/s
- PC-400 (PC-3200) - 64 bity \* 2 \* 200 MHz = 3200 MB/s

Pamięć typu **DDR1** - stosowana w komputerach PC Pentium IV na socket 478 i 775.



Pamięć typu **DDR2** - stosowana w komputerach PC Pentium IV na 775

- DDR2-400 PC2-3200 64 bity\*2\*200 MHz=3200 MB/s
- DDR2-533 PC2-4200 64 bity\*2\*266 MHz=4266 MB/s
- DDR2-667 PC2-5300 64 bity\*2\*333 MHz= 5333 MB/s
- DDR2-800 PC2-6400 64 bity\*2\*400 MHz=6400 MB/s
- DDR2-1066 PC2-8500 64 bity\*2\*533 MHz=8533 MB/s



**DDR3 SDRAM** (ang. *Double Data Rate Synchronous*

*Dynamic Random Access Memory (ver. 3)*) – nowy standard pamięci RAM typu SDRAM, będący rozwinięciem pamięci DDR i DDR2, stosowanych w komputerach jako pamięć operacyjna. Pamięć DDR3 wykonana jest w technologii 90 nm, która umożliwia zastosowanie niższego napięcia (1,5 V w porównaniu z 1,8 V dla DDR2 i 2,5 V dla DDR). Dzięki temu pamięć DDR3 charakteryzuje się zmniejszonym poborem mocy o około 40% w stosunku do pamięci DDR2 oraz więk-



Komponenty zestawu komputerowego

szą przepustowością w porównaniu do DDR2 i DDR. Pamięci DDR3 nie będą kompatybilne wstecz, tzn. nie będą współpracowały z chipsetami obsługującymi DDR i DDR2. Posiadają także przesunięte wcięcie w prawą stronę w stosunku do DDR2 (w DDR2 wcięcie znajduje się prawie na środku kości). Obsługa pamięci DDR3 przez procesory została wprowadzona w 2007 roku w chipsetach płyt głównych przeznaczonych dla procesorów Intel oraz została wprowadzona w 2008 roku w procesorach firmy AMD.



**PC3-6400** o przepustowości 6,4 GB/s, pracujące z częstotliwością 800 MHz  
**PC3-8500** o przepustowości 8,5 GB/s, pracujące z częstotliwością 1066 MHz  
**PC3-10600** o przepustowości 10,6 GB/s, pracujące z częstotliwością 1333 MHz  
**PC3-12700** o przepustowości 12,7 GB/s, pracujące z częstotliwością 1600 MHz  
**PC3-15000** o przepustowości 15 GB/s, pracujące z częstotliwością 1866 MHz

Pewnych wyjaśnień wymagają oznaczenia modułów pamięci SDRAM, w których wprowadzono zamęt. Początkowo moduły SDRAM oznaczano PC.xxx, na przykład PC 100, gdzie xxx było maksymalną częstotliwością zegara taktującego. Po pojawieniu się pamięci DDR SDRAM oznaczano ich typ jako DDR yyy, na przykład DDR 200, gdzie yyy było podwojona częstotliwością zegara, czyli częstotliwością transferu danych. Dla takich pamięci stosowano też oznaczenia PC zzzz, na przykład PC 1600. Tym razem zzzz jest transferem w MB/s. Tak więc DDR 200 i PC 1600 to dwa oznaczenia tego samego typu pamięci (wynika to z faktu, że pamięci te przesyłają w jednym transferze 8 bajtów, a więc  $8 \text{ B} \times 200 \text{ MHz} = 1600 \text{ MB/s}$ ). Kilka przykładów w oznaczeniach podano w tabeli 2.17.

Tabela 2.17. Przykłady oznaczeń pamięci

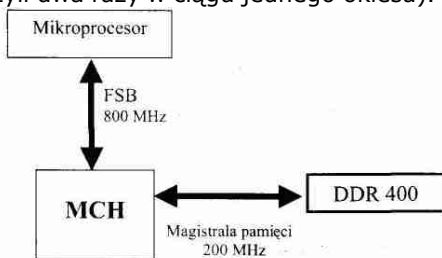
Nazwa	Typ	Częstotliwość zegara	Przepustowość
PC 66	SDRAM	66 MHz	0,5 GB/s
PC 133	SDRAM	133 MHz	1,06 GB/s
PC 2100	DDR 266	133 MHz	2,1 GB/s
PC 2700	DDR 333	166 MHz	2,7 GB/s
PC 4200	DDR 533	266 MHz	4,2 GB/s

### Dual Channel Memory

Poniżej krótko opisujemy rozwiązanie znane pod nazwą Dual Channel Memory. Nie jest to nowe rozwiązanie budowy modułów pamięci ani też stosowanych w nich układów pamięci, lecz nowy sposób komunikacji z procesorem, w której pośredniczy oczywiście kontroler pamięci będący częścią chipsetu oznaczanego Klasyczna komunikacja pomiędzy pamięcią a procesorem wy-

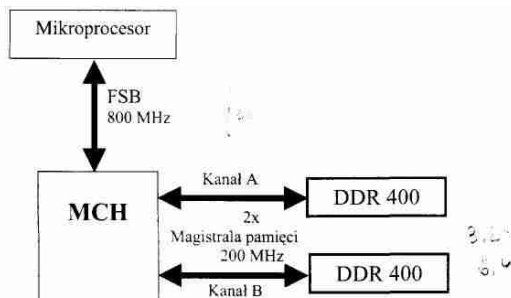
gląda jak na rysunku 2.52.

W rozwiązaniu tym magistrala FSB (ang. *Front Side Bus*) procesora będzie przy komunikacji z pamięcią wykorzystana jedynie w połowie, jako że jej transfer wynosi  $800 \text{ MHz} \times 8 \text{ B} = 6,4 \text{ GB/s}$ , podczas gdy transfer magistrali pamięci wynosi  $200 \text{ MHz} \times 8 \text{ B} \times 2 = 3,2 \text{ GB/s}$  (mnożymy przez 2, gdyż transmitujemy na obu zboczach zegara, czyli dwa razy w ciągu jednego okresu).



Rysunek 2.52. Klasyczny sposób komunikacji pamięci z procesorem

W płytach głównych pojawiło się więc rozwiązanie pokazane na rysunku 2.53



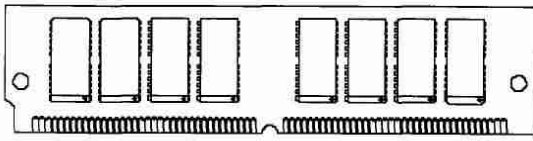
Rysunek 2.53. Komunikacja procesora z pamięcią w trybie Dual Channel

Tym razem, mimo że dysponujemy modułami pamięci tego samego typu co poprzednio, w pełni wykorzystamy przepustowość magistrali FSB. Rozwiązanie to wymaga oczywiście przystosowania do niego płyty głównej, więc między innymi chipsetu. Płyty z tym rozwiązaniem mają gniazda DIMM tego samego koloru dla kanału A i kanału B w dwóch grupach gniazd (rysunek 2.54), w celu ułatwienia ich obsadzenia. Chcąc wykorzystać pamięć pracującą w trybie Dual Channel, należy zainstalować przykładowo dwa moduły w gniazdach o tym samym kolorze w różnych grupach gniazd.

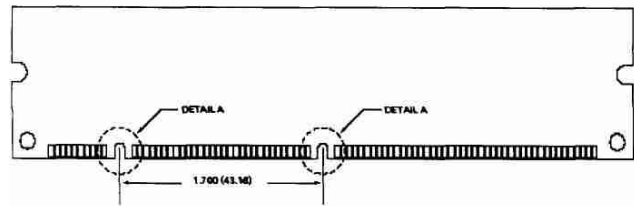
### Moduły pamięci

Koncepcja budowy komputera IBM-PC zakłada elastyczność jego konfiguracji. Osiągnięto to przez jego modułową budowę. Pierwszym rozwiązaniem zapewniającym taką budowę była realizacja części podzespołów tworzących jednostkę centralną komputera w postaci oddzielnych płytek drukowanych zwanych kartami, montowanymi w specjalnie przeznaczonych do tego celu gniazdach, zwanych gniazdami rozszerzeń (ang. *expansion slots*) albo gniazdami magistrali rozszerzającej, i komunikujących się z systemem (procesorem i pamięcią) przez magistralę rozszerzającą (ang. *expansion bus*). Jednym z kolejnych kroków było zapewnienie możliwości rozbudowy pamięci. Pierwotne rozwiązanie polegające na montażu układów scalonych pamięci bezpośrednio na płycie głównej zastąpiono montażem pamięci na różnego rodzaju modułach pamięci umieszczonych w specjalnych, przeznaczonych do tego celu złączach. Moduły pamięci są płytkami drukowanymi, na których umieszczone są zespoły układów scalonych pamięci.

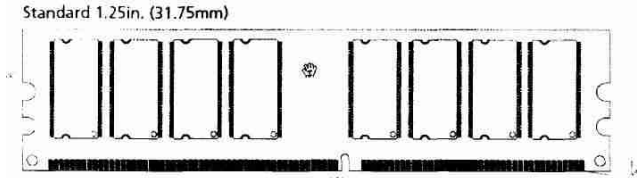
Nie będziemy prezentować całej historii rozwoju modułów pamięci dla PC. Zaczniemy od modułów SIMM 72 które obecnie także już niełatwo spotkać, a zakończymy na modułach DIMM.



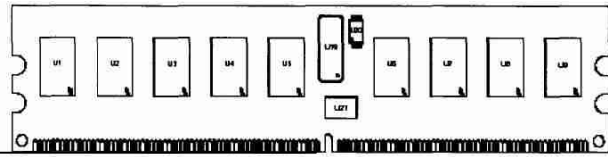
Rysunek 2.58a. Moduł SIMM 72 (dzięki uprzejmości firmy Crucial Technology, a division of Micron Technology)



Rysunek 2.58b. Moduł 168 PIN DIMM (SDR SDRAM) (dzięki uprzejmości firmy Crucial Technology, a division of Micron Technology)



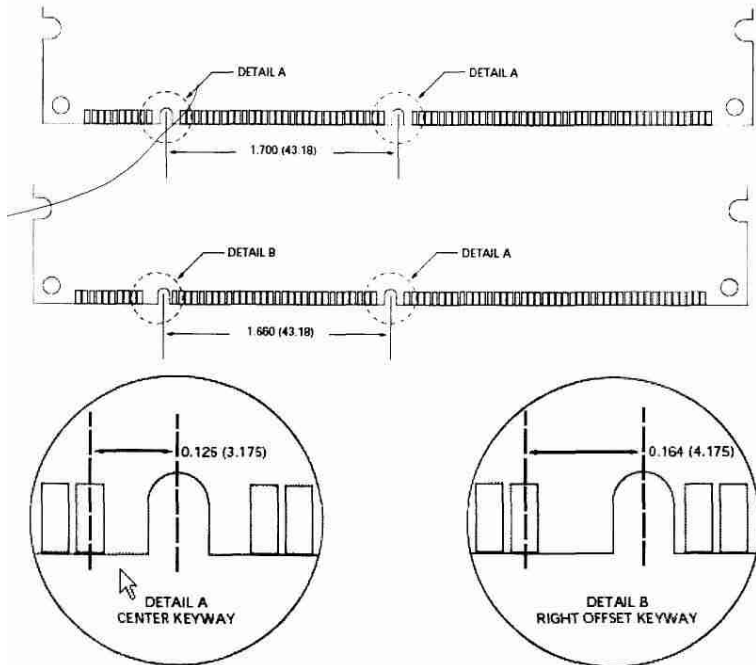
Rysunek 2.58c. Moduł 184 PIN DIMM (DDR SDRAM) (dzięki uprzejmości firmy Crucial Technology, a division of Micron Technology)



Rysunek 2.58d. Moduł 240 PIN DIMM (DDR2 SDRAM) (dzięki uprzejmości firmy Crucial Technology, a division of Micron Technology)

Na rysunku 2.58a pokazano moduł SIMM 72-pinowy (tak zwany „peesowy” od nazwy komputerów PS/2, w których zastosowano je po raz pierwszy). Na tego typu modułach mogły być umieszczone przykładowo pamięci FPM lub EDO.

Kolejne rysunki przedstawiają: 2.58b - moduły DIMM dla pamięci SD RAM. 2.58c - moduły DIMM dla pamięci DDR SDRAM i 2.56d - moduły DIMM dla pamięci DDR2 SDRAM. Zwracamy uwagę na niewielkie różnice w wyglądzie. Stosunkowo najpewniejszym kryterium określenia rodzaju pamięci na modułach DIMM jest liczba kontaktów. Dla SDR jest to 168, z boku modułu jest jedno wycięcie (choć bywają odstępstwa), ponadto w złączu są dwa klucze. Dla DDR są 184 kontakty, dwa wycięcia z boku i jeden klucz w złączu. DDR2 różnią się liczbą kontaktów - 240. Oczywiście klucze umieszczane są w różnych miejscach, jednak trudno to ocenić wzrokowo. Na rysunku 2.59 zamieszczamy przykład różnicy położenia klucza dla pamięci buforowanej i niebuforowanej.



Rysunek 2.59. Przykład różnicy w budowie modułu dla pamięci buforowanej i niebuforowanej (dzięki uprzejmości firmy Crucial Technology, a division of Micron Technology)

### Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Porównaj organizację pamięci bitową i bajtową

#### Ćwiczenie 2

Na podstawie organizacji pamięci określ liczbę linii adresowych, linii danych, pojemność pamięci podpunkty a,b,c z ćwiczenia 3

#### Ćwiczenie 3

Narysuj symbole graficzne pamięci o organizacji: a.  $8192 \times 1b$  b.  $2048 \times 4b$  c.  $1024 \times 1B$

#### Ćwiczenie 4

Narysuj symbole graficzne pamięci o pojemności 4kb o następujących długościach słów danych: a. 1b b. 4b c. 8b

#### Ćwiczenie 5

Na podstawie nazwy pamięci oblicz częstotliwość zegar i przepustowość pamięci:

- a. PC66      b. PC100      c. PC133  
d. PC2100    e. PC2700    f. PC4200

uzasadnij wyniki

#### Ćwiczenie 6

Dokonaj zestawienia w postaci tabelarycznej spotykanych modułów pamięci i ich cech charakterystycznych

#### Ćwiczenie 7

Dokonaj zestawienia w postaci tabelarycznej spotykanych gniazd modułów pamięci i ich cech charakterystycznych

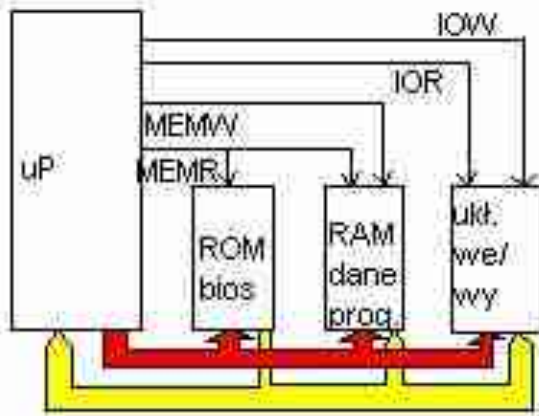
### Ćwiczenie 8

Oblicz transfer magistrali FSB o częstotliwości zegar 800MHz oraz magistrali pamięci taktowanej częstotliwością 200MHz dla pracy w trybie klasycznym i w trybie Dual Chanel.

**System mikroprocesorowy**

**System mikroprocesorowy lub mikrosystem** - system do realizacji dowolnego zadania dającego się sprawdzić do przetwarzania wektorów informacji cyfrowej. W skład takiego systemu wchodzi sprzęt elektroniczny i oprogramowanie.

## zasada działania komputera:



Typowy system mikroprocesorowy składa się z następujących części:

- ⇒ mikroprocesora
- ⇒ Pamięci operacyjnej **RAM**
- ⇒ Pamięci stałej **ROM**
- ⇒ Układów wejścia/wyjścia
- ⇒ Układów sterujących przepływem informacji między tymi elementami:
  - magistrale danych i adresowe
  - linie odczytu MEMR (z RAM i ROM) i zapisu MEMW (w pamięci RAM)
  - linie odczytu IOR i zapisu IOW w urz. we/wy

**Mikroprocesor** - układ cyfrowy wykonany jako pojedynczy układ scalony o wielkim stopniu integracji zdolny do wykonywania operacji cyfrowych według dostarczonego ciągu instrukcji. Mikroprocesor (w skrócie  $\mu P$ ) łączy funkcję centralnej jednostki obliczeniowej (CPU) w pojedynczym półprzewodnikowym układzie scalonym.

**RAM** (ang. *Random Access Memory*) – podstawowy rodzaj

pamięci cyfrowej zwany pamięcią o dostępie swobodnym. W pamięci RAM przechowywane są aktualnie wykonywane programy i dane dla tych programów oraz wyniki ich pracy. Zawartość większości pamięci RAM jest tracona paręnaście sekund po zaniku napięcia zasilania, a niektóre typy wymagają także odświeżania, dlatego wyniki pracy programów muszą być zapisane na innym nośniku danych.

**ROM** (ang. *Read-Only Memory* - pamięć tylko do odczytu) - rodzaj pamięci operacyjnej urządzenia elektronicznego, w szczególności komputera. Zawiera ona stałe dane potrzebne w pracy urządzenia - np. procedury startowe komputera, czy próbki przebiegu w cyfrowym generatorze funkcyjnym.

**Układ wejścia-wyjścia**- są to takie urządzenia, które pośredniczą w wymianie informacji pomiędzy systemem mikroprocesorowym, a urządzeniami zewnętrznymi (urządzenia peryferyjne).

Powody istnienia układów wejścia-wyjścia:

- ⇒ Istnieją różnice w szybkości działania współpracujących urządzeń
- ⇒ Istnieją różnice w parametrach elektrycznych współpracujących układów
- ⇒ Urządzenie wymaga podania informacji w określonym formacie wraz z pewnymi sygnałami sterującymi

Dla układów wejścia, wyjścia współadresowalnych z pamięcią operacyjną wybieramy obiekt, na którym dokonujemy operacji (komórka lub rejestr układów wejścia, wyjścia) za pomocą sygnałów.

Współpraca mikroprocesora z otoczeniem odbywa się za pomocą szyny adresowej, szyny danych i sygnałów sterujących umożliwiających zapis lub odczyt danych do/z pamięci lub układów we/wy. Pamięć adresowana jest z użyciem sygnałów MEMW i MEMR. Układy we/wy dostępne są dla procesora przy aktywnych sygnałach IOW (input output write) i IOR (input output read).

**SZYNA DANYCH I ADRESOWA**

Mikroprocesor komunikuje się z otoczeniem za pomocą szyny danych i szyny adresowej. Szyna danych (ang. Data bus) – część magistrali odpowiedzialna za transmisję właściwych danych, w odróżnieniu od danych adresowych (za co odpowiedzialna jest szyna adresowa), czy sygnałów sterujących. Podział taki ma sens jedynie dla magistrali, w których taka część jest wydzielona, czyli na ogół dla magistrali równoległych.

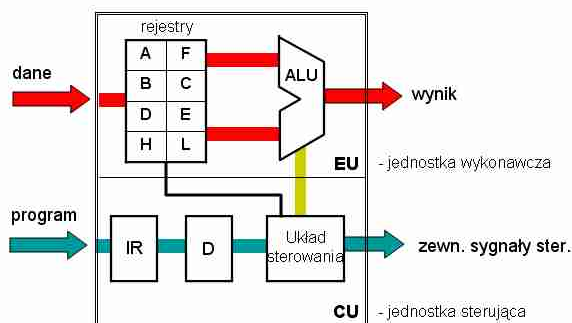
Szerokość szyny danych (liczba linii danych a więc równolegle przesyłanych bitów) oraz częstotliwość z jaką dane są na nią podawane (najczęściej jest to częstotliwość cyklu zegarowego magistrali) określa szybkość transmisji danych danej magistrali. W bardziej złożonych systemach komputerowych, gdzie jest wiele różnych magistrali może być również wiele szyn danych. Szyna adresowa (ang. Address bus) – połączenie między jednostką centralną i pamięcią, które przenosi adres z/do miejsc, gdzie jednostka centralna chce czytać lub pisać. Liczba bitów szyny adresowej określa maksymalną wielkość pamięci, do jakiej procesor ma dostęp.

**Procesor** (ang. *processor*) nazywany często **CPU** (ang. *Central Processing Unit*) - urządzenie cyfrowe sekwencyjne potrafiące pobierać dane z pamięci, interpretować je i wykonywać jako rozkazy. Wykonuje on bardzo szybko ciąg prostych operacji (rozkazów) wybranych ze zbioru operacji podstawowych określonych zazwyczaj przez producenta procesora jako lista rozkazów procesora.

Procesory (zwane mikroprocesorami) wykonywane są zwykle jako układy scalone zamknięte w hermetycznej obudowie, często posiadającej złożone wyprowadzenia (stosowane ze względu na własności stykowe tego metalu). Ich sercem jest monokryształ krzemu, na który naniesiono techniką fotolitografii szereg warstw półprzewodnikowych, tworzących, w zależności od zastosowania, sieć od kilku tysięcy do kilkuset milionów tranzystorów. Połączenia wykonane są z metalu (aluminium, miedź). Ważnym parametrem procesora jest rozmiar elementów budujących jego strukturę. Im są one mniejsze tym niższe jest zużycie energii, napięcie pracy oraz wyższa częstotliwość pracy. Współczesne procesory używane w komputerach osobistych wykonywane są w technologii pozwalającej na uzyskanie elementów o rozmiarach mniejszych niż 45 nm, pracujących z częstotliwością kilku GHz. Według planów największych producentów



## Komponenty zestawu komputerowego



Rys 4.2. Schemat blokowy mikroprocesora

jest 32-bitowy. Innym ważnym parametrem określającym procesor jest **szybkość** z jaką wykonuje on program. Przy danej architekturze procesora, szybkość ta w znacznym stopniu zależy od czasu trwania pojedynczego taktu.

Do typowych rozkazów wykonywanych przez procesor należą:

- kopiowanie danych: z pamięci do rejestru, z rejestru do pamięci, z pamięci do pamięci (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, suma modulo 2 (różnica symetryczna) - XOR, negacja - NOT, przesunięcie bitów w lewo lub prawo
- skoki: bezwarunkowe, warunkowe

Współcześnie większość procesorów posiada wielordzeniową budowę. Takie rozwiązanie pozwoliło na wyeliminowanie problemu ze wzrostem poboru energii i ciepła wraz ze zwiększaniem taktowania procesorów. Modelem który zapoczątkował ten trend był Intel Pentium D (niezbyt udana konstrukcja). Prawdziwym przebojem stał się dopiero Intel Core 2 Duo zbudowany na bazie architektury Conroe (65nm). Najszybsze dziś modele posiadają rdzeń taktowany zegarem 3,33 GHz (C2D E8600). Wymieniony procesor oparto o najnowocześniejszą architekturę Penryn wykonanym w procesie technologicznym 45nm ( tj. odległość między tranzystorami wynosi 45 nanometrów).

Najgroźniejszy rywal Intela, czyli AMD, wypuścił własny model procesora dwurdzeniowego o nazwie Athlon 64 X2. Jednak potrafi on konkurować z przeciwnikiem jedynie w niższym segmencie cenowym.

Obie firmy mają w ofercie także modele czterordzeniowe (Quad Intela i Phenom AMD). Obecnie Intel prowadzi testy 8-rdzeniowego procesora.

Komputer oprócz procesora głównego (CPU) posiada procesory pomocnicze: obrazu (GPU), dźwięku, koprocesory arytmetyczne.

Procesor bywa też nazywany *jednostką centralną* (poprzez tłumaczenie ang. **CPU, Central Processing Unit** w sposób dosłowny) - to określenie przyjęło się jedynie w wąskim gronie informatyków. Część użytkowników *jednostką centralną* kojarzy z handlowym terminem określającym jednostką systemową komputera złożoną z elementów takich jak procesor, płyta główna, karta rozszerzenia, pamięć operacyjna, dysk twardy zamkniętych we wspólnej obudowie, nie obejmującą takich urządzeń peryferyjnych jak monitor, klawiatura czy drukarka.

## Budowa typowego mikroprocesora

W prawie każdym mikroprocesorze możemy wyróżnić następujące bloki

- ⇒ ALU - jednostka arytmetyczno-logiczna (Arithmetic Logic Unit), wykonuje ona operacje logiczne na dostarczonych jej danych, podstawowy zestaw to: dodawanie, podstawowe operacje logiczne (AND, XOR, OR, NOT), oraz przesunięcia bitowe w lewo i w prawo. W bardziej złożonych mikroprocesorach zestaw ten jest znacznie bogatszy.
- ⇒ CU - układ sterowania (Control Unit), zwany też dekoderym rozkazów. Odpowiedzialny jest on za dekodowanie dostarczonych mikroprocesorowi instrukcji i odpowiednie sterowanie pozostałymi jego blokami (na przykład jeśli zdekodowaną instrukcją będzie dodawanie, CU odpowiednio ustawi sygnały sterujące, by ALU wykonała tę właśnie operację)
- ⇒ Rejestry - umieszczone wewnątrz mikroprocesora komórki pamięci o niewielkich rozmiarach (najczęściej 4/8/16/32/64/128 bitów) służące do przechowywania tymczasowych wyników obliczeń (rejestry danych) oraz adresów lokacji w pamięci operacyjnej (rejestry adresowe). Proste mikroprocesory mają tylko jeden rejestr danych zwany akumulatorem. Oprócz rejestrów danych i rejestrów adresowych występuje też pewna liczba rejestrów o specjalnym przeznaczeniu:
  - o PC - licznik rozkazów (Program Counter)
  - o IR - rejestr instrukcji (Instruction Register) - zawiera on adres aktualnie wykonywanej przez procesor instrukcji.
  - o SP - wskaźnik stosu (Stack Pointer) - zawiera adres wierzchołka stosu

Zarówno jednostka arytmetyczno-logiczna jak i układ sterowania musi współpracować z określonym zestawem rejestru. Zawartość pewnej części rejestru może być zmieniona w wyniku wykonania przez procesor określonej instrukcji. Rejestry takie nazywamy rejestrami dostępnymi programowo. W grupie tych rejestrów występują takie typy rejestrów, których odpowiedniki znajdują się praktycznie w każdym mikroprocesorze. Ich pojemność lub ilość może się zmieniać jednak zastosowanie i wykonywane zadania pozostają takie same.

**Akumulator** - jest to rejestr, który zawiera jeden z argumentów wykonywanej operacji i do którego ładowany jest wynik wykonywanej operacji.

Materiały przygotował: mgr inż. Marek Wawrzyniak  
procesorów, pod koniec roku 2010 powinny pojawić się procesory wykonane w technologii 32 nm. Fabryki procesorów muszą posiadać pomieszczenia o niezwyklej czystości, co jest bardzo kosztowne.

W funkcjonalnej strukturze procesora można wyróżnić takie elementy, jak:

- zespół rejestrów do przechowywania danych i wyników, rejestry mogą być ogólnego przeznaczenia, lub mają specjalne przeznaczenie,
- jednostkę arytmetyczną (arytmometr, ALU) do wykonywania operacji obliczeniowych na danych,
- układ sterujący przebiegiem wykonywania programu.

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

Egzamin Zawodowy T4a

**Rejestr flagowy** - zawiera dodatkowe cechy wyniku wykonywanej operacji, które potrzebne są do podjęcia decyzji o dalszym sposobie przetwarzania informacji. Cechami tymi mogą być: znak wyniku, przekroczenie zakresu, parzystość lub nieparzystość liczby jedynek. Wystąpienie określonej cechy sygnalizowane jest ustawieniem lub wyzerowaniem określonego bitu w rejestrze flagowym. Ustawione bity nazywane są znacznikami lub flagami.

**Licznik rozkazów** - jest jednym z istotniejszych rozkazów dzięki któremu procesor potrafi pobierać kolejne rozkazy do wykonania. Licznik rozkazów zawiera adresy komórki pamięci w której przechowywany jest kod rozkazu przeznaczony do wykonania jako następny.

Oprócz tego procesor ma kilka (kilkanaście) rejestrów używanych w czasie wykonywania niektórych rozkazów np. wskaźnik stosu służący do adresowania pamięci. Stosem nazywamy wyróżniony obszar pamięci, używany według następujących reguł:

- > Informacje zapisywane są na stos do kolejnych komórek przy czym żadnego adresu nie wolno pominąć
- > Informacje odczytuje się w kolejności odwrotnej do zapisu
- > Informacje odczytujemy z ostatnio uzupełnianej komórki natomiast zapisujemy do pierwszej wolnej

Stos jest wydzielonym miejscem w pamięci w którym obowiązuje zasada: ostatni wchodzi pierwszy wychodzi.

Mikroprocesor komunikuje się z otoczeniem za pomocą szyny danych i szyny adresowej.

Generalnie każdy bardziej skomplikowany mikroprocesor można zaklasyfikować do jednej z trzech architektur:

- o CISC (Complex Instruction Set Computers)
- o RISC (Reduced Instruction Set Computers)
- o VLIW (Very Long Instruction Word)

Każda z nich ma swoją specyfikę, swoje wady i zalety.

### Procesory firmy Intel-przegląd wybranych procesorów

#### 1. Pentium ukazał się 22 marca 1993

-zegar:

- 60 MHz - moc obliczeniowa 100 MIPS (70,4 SPECint92, 55,1 SPECfp92, komputer Xpress 256K L2)
- 66 MHz - moc obliczeniowa 112 MIPS (77,9 SPECint92, 63,6 SPECfp92, komputer Xpress 256K L2)

-szyna danych 64-bitowa

-szyna adresowa 32-bitowa

-Liczba tranzystorów 3,1 miliona, proces technologiczny 0,8 mikrona

-pamięć adresowana 4 GB

-pamięć wirtualna 64 TB

-obudowa 273 PGA

-rozmiar obudowy 2,16 cala x 2,16 cala

-zasilanie 5V

2. Kolejne wersje Pentium to: 90 i 100MHz, 120MHz, 133MHz, 150MHz, 166MHz, 200MHz

3. Pentium Pro, Pentium MMX, Pentium II, Pentium II Xeon z 512 KB pamięci podręcznej drugiego poziomu

6. Celeron (266 MHz) ukazał się 15 kwietnia 1998 i jego kolejne wydania

7. Pentium III (450 i 500 MHz) ukazał się 26 lutego 1999 z rozszerzenia SIMD

8. Pentium(r) III Xeon(tm) Processor (500 MHz) ukazał się 17 marca 1999

-Liczba tranzystorów 9,5 miliona przy procesie produkcyjnym 0,25 mikrona

-512 KB, 1MB lub 2MB pamięci podręcznej drugiego poziomu

-obudowa Single Edge Contact Cartridge (S.E.C.C.2)

-szyna systemowa 100 MHz

-systemowa szyna danych 64-bitowa

-pamięć adresowana 64 GB

9. Pentium III Xeon(tm) Procesor (600, 667 i 733 MHz) ukazał się 25 października 1999

-Liczba tranzystorów 28 milionów, proces technologiczny 0,18 mikrona

-128 KB pamięci podręcznej pierwszego poziomu

-zintegrowane 256 KB pamięci podręcznej drugiego poziomu o zaawansowanym transferze

-obudowa Single Edge Contact Cartridge (S.E.C.C.2)

-zegar szyny systemowej 133 MHz

-systemowa szyna danych 64-bitowa

-pamięć adresowana 64 GB

10. Pentium 4 Processor (1,40 i 1,50 GHz) ukazał się 20 listopada 2000

-proces technologiczny 0,18 mikrona

-zintegrowane 256 KB pamięci podręcznej drugiego poziomu o zaawansowanym transferze

-obudowa PGA423, PGA478

-szyna systemowa 400MHz

-rozszerzenia SSE2 SIMD

-Liczba tranzystorów 42 miliony

11. Mobile Intel(r) Pentium(r) III Processor-M (866 i 933 MHz, 1,00, 1,06, i 1,13 GHz) ukazał się 30 czerwca 2001

-szyna systemowa 133 MHz

-proces technologiczny 0,13 mikrona

-512KB zintegrowanej pamięci podręcznej drugiego poziomu

-obudowa Micro FCBGA/PGA

-rozszerzenia SIMD

-zasilanie 1,4 V w trybie maksymalnej wydajności (Maximum Performance Mode); 1,15 V w trybie oszczędnym (Battery Optimized Mode)

-pobór mocy mniejszy niż 2 waty w trybie bateryjnym

12. Pentium D Processor "Smithfield", dwurdzeniowy [2,8, 3,0, 3,2 GHz (2x 2,8, 3,0, 3,2, GHz na rdzeń)]

-proces technologiczny 0,065 mikrona = 65 nm

-Szyna systemowa 800MHz

13. Core Duo [1,6; 1,66; 1,83; 2,0; 2,13; 2,33 GHz(mobilny)]

-proces technologiczny 0,065 mikrona (2 rdzenie)

-od Core 2 Duo różni się tym że jest 32 bitowy

14. Core 2 Extreme Quad (czterordzeniowy, "Yorkfield")

-proces technologiczny 0,045 mikrona

-taktowanie 3,0, 3,2 GHz na jeden rdzeń

-ten procesor to 2\*Core 2 Duo

### Procesory firmy AMD-przegląd wybranych procesorów

**Advanced Micro Devices, Inc., AMD** (NYSE; AMD) – amerykańskie przedsiębiorstwo produkujące procesory do komputerów PC, znane głównie z serii procesorów K6, K6-2, K6-III, Duron, Athlon XP, Athlon 64, Athlon 64 X2, Athlon 64 FX, Phenom, Turion 64, Sempron, Opteron, a także technologii 3DNow!. Ważną branżą dla firmy AMD jest również produkcja w kooperacji z firmą Fujitsu pamięci nieulotnych typu Flash. AMD to główny konkurent przedsiębiorstwa Intel na rynku procesorów.

1. **AMD K6** to procesor klasy Pentium produkowany przez firmę AMD. K6 był produkowany w dwóch odmianach i dostępny w wersjach z zegarem 166, 200, 233, 266 i 300 MHz. Jako pierwszy procesor ze stajni AMD posiadał obsługę instrukcji MMX a później 3DNow!. Późniejsze wersje AMD K6-2 i AMD K6-III były taktowane aż do 550 MHz.

-cache L1 64KB, L2 na płycie głównej 256 KB

-proces technologiczny 0.25 µm

-częstotliwość taktowania 66MHz

2. **Athlon** to marka handlowa serii różnych mikroprocesorów bazowanych na architekturze x86 zaprojektowanych i produkowanych przez firmę AMD. Nazwa Athlon pierwotnie używana była na oznaczenie siódmej generacji procesorów z rodziny x86 produkowanych przez AMD. Firma pozostawiła jednak tę samą nazwę dla własnych procesorów ósmej generacji – Athlon 64, korzystających z architektury AMD64. Następcą procesorów Athlon jest AMD Phenom.

3. Kolejne wersje- Athlon Argon, Athlon Thunderbird, Athlon XP, Athlona XP - "Palomino", Thoroughbred, Barton i Horton, Mobile Athlon XP, Athlon 64, Athlon 64 X2.

**Athlon 64 X2** jest pierwszym dwurdzeniowym procesorem produkowanych przez firmę AMD. Zasadniczo procesor ten składa się z dwóch rdzeni procesora Athlon 64 połączonych razem na jednej kości z dodatkowymi układami logicznymi. Rdzenie współdzielące jeden dwukanałowy kontroler pamięci zależnie od modelu mają przydzielone po 256, 512 lub 1024 kB pamięci cache L2 na każdy rdzeń. Są produkowane w technologiach 90 i 65 nm. Athlon 64 X2 jest produkowany z trzema jądrami: Toledo, Brisbane i Windsor.

4. **AMD Duron** to mikroprocesor rodziny x86 produkowany przez AMD. Na rynku pojawił się w połowie 2000 roku jako niskobudżetowa wersja procesora Athlon i rywal dla układów Pentium III i Celeron firmy Intel.

Duron może używać tych samych płyt głównych co Athlon i z wyglądu zewnętrznego jest prawie identyczny. Duron ma tyle samo pamięci podręcznej pierwszego poziomu (*L1 cache*) co Athlon (128 kB) ale mniej, bo tylko 64 KB pamięci podręcznej drugiego poziomu (*L2 cache*), w porównaniu do 256 KB które ma jego starszy brat. Z tego powodu Duron jest zazwyczaj wolniejszy od Athlona przy obsłudze typowych programów biurowych i innych zastosowaniach wymagających korzystania z dużych ilości pamięci, ale nie różni się czystą mocą obliczeniową. Oryginalny Duron mógł pracować tylko z szyną procesora o taktowaniu 100 MHz (DDR200), późniejsze wersje Durona mogą już pracować z FSB o taktowaniu 133 MHz (DDR266).

5. Kolejne wersje AMD Duron- Spitfire, Morgan, Applebred.

W 2003 roku AMD wypuścił nową serię Duronów z rdzeniem "Applebred", opartym o pochodzący z nowszych wersji Athlona XP rdzeń "Thoroughbred", były one dostępne w wersjach 1400, 1600 i 1800MHz, wszystkie z FSB 133 MHz (efektywne FSB 266). Hobbyści szybko zorientowali się, że w tym przypadku były to po prostu zwykłe Athlony XP z jądrem "Thoroughbred" ze zmienioną jedynie nazwą oraz ograniczoną pamięcią cache L2 do 64kB. Prosta modyfikacja odblokowywała pełne 256 kB pamięci oraz powodowała wykrycie procesora jako pełnowartościowego Athlona XP.

AMD zaprzestało produkcji procesora Duron w 2004 roku, został on zastąpiony linią procesorów Sempron

6. **Sempron** to seria niskobudżetowych procesorów produkowanych przez firmę AMD. Zastąpiła ona linię Durona jako konkurencja dla procesorów Intela Celeron.

7. Kolejne wersje- Sempron Thoroughbred A/B, Sempron Horton, Sempron Barton, Sempron Paris, Sempron Palermo, Sempron Manila. Sempion Sparta

### 8. Sempron Sparta

-Technologia wykonania: 65nm SOI

-Wielkość pamięci podręcznej pierwszego poziomu: 64 + 64 KB (Dane + Instrukcje)

-Wielkość pamięci podręcznej drugiego poziomu: : 256 KB (taktowana z pełną prędkością rdzenia)

-Obsługiwane instrukcje: MMX, 3DNow!(+), SSE, SSE2, SSE3, AMD64, Cool'n'Quiet, NX bit

-Zintegrowany 128-bitowy (dwukanałowy, obsługujący ECC) kontroler pamięci DDR2

-Podstawa: Socket AM2

-Częstotliwość HyperTransport: 800 MHz

-Napięcie rdzenia: 1.2/1.4 V

-Data wprowadzenia pierwszego modelu: 20 sierpnia 2007

-Dostępne modele: Obecnie dostępny jest tylko model LE-1150

(faktyczna częstotliwość taktowania rdzenia: 2000MHz)

9. **Opteron** to pierwszy procesor x86 ósmej generacji bazujący na jądrze AMD K8 i zarazem pierwszy procesor implementujący architekturę AMD64 (poprzednio znaną jako x86-64). Procesor został zaprezentowany 22 kwietnia 2003 roku i przeznaczony na rynek serwerów oraz do klastrów obliczeniowych. Architektura procesora Opteron wprowadziła kilka nowości: m.in. każdy procesor ma własny kontroler pamięci, dzięki czemu chipsety płyt głównych dla tych komputerów są mniej złożone i bardziej niezawodne. W komputerach wieloprocesorowych daje to również możliwość zwiększania zarówno dostępnej ilości pamięci, jak zwiększania dostępnej przepustowości wraz ze wzrostem liczby obecnych procesorów w systemie.

Dzięki nowym technologiom, takim jak szybka pamięć DDR/DDR2 o niskim poborze mocy i sprzętowo wspomagana wirtualizacja (AMD Virtualization), najnowsze procesory AMD Opteron z architekturą Direct Connect pozwalają zwiększyć wydajność w stosunku do pobieranej mocy, zapewnić wirtualizację dla platformy x86 i umożliwić łatwe przejście do systemów wielordzeniowych (planowane w 3 kwartale 2007 roku).

#### Najważniejsze cechy

Najbardziej charakterystyczne cechy Opterona są następujące:

1. bezpośrednie wykonywanie kodu 32-bitowych i 16-bitowych aplikacji x86 bez ograniczeń w szybkości pracy
2. bezpośrednie wykonywanie kodu 64-bitowych aplikacji AMD64 (dających m.in. dostęp do liniowo adresowanej pamięci RAM o rozmiarze większym od 4 GiB)
3. zintegrowanie kontrolera pamięci DRAM, zintegrowanego szybkiego interfejsu HyperTransport do łączenia procesorów i chipsetu oraz przełącznika krzyżowego na płycie procesora
4. wieloprocesorowa architektura NUMA

#### Opteron (65 nm SOI- proces technologiczny)

- Od dwóch do czterech rdzeni
- CPU-Steppings: ?
- Cache L1: 64 + 64 KB (dane + instrukcje) dla każdego jądra
- Cache L2: 512 KB dla każdego jądra
- Cache L3: 2048 KB, dzielona
- MMX, Extended 3DNow!, SSE, SSE2, SSE3, AMD64, SSSE3
- Socket AM2/Socket F, 3200/3600 MHz HyperTransport 3.0
- Wymagana pamięć: buforowana DDR2 SDRAM (Socket F), niebuforowana DDR2 SDRAM (Socket AM2)
- Funkcje RAS: ECC (RAM, Cache L1/L2), parzystość (Cache L2 instrukcji), Chipkill (RAM)
- Napięcie jądra VCore: ? - ? V
- Zabezpieczenie NX-bit
- Zarządzanie poborem mocy: Optimized Power Management (OPM) ?
- Częstotliwość pracy jądra: 1.7 - 3.0 GHz
- Dostępne od: 10 września 2007

**Gniazdo procesora** (*socket* lub *slot*) jest to rodzaj złącza znajdującego się na płycie głównej; pełni ono rolę interfejsu pomiędzy procesorem a pozostałymi elementami systemu komputerowego umożliwiając jego współpracę z systemem za pośrednictwem odpowiednich magistrali i układów znajdujących się na płycie głównej.

Na każdej płycie głównej musi być przynajmniej jedno takie gniazdo; determinuje ono rodzaj procesora, jaki jest przez nią obsługiwany.

Producenci wyposażają swoje płyty w różne wersje gniazd umożliwiających zastosowanie jednego z dostępnych procesorów, przy czym rodzaj procesora często zależy również od zainstalowanego na płycie chipsetu. Dla procesorów Pentium i jego poprzedników stosowano jednakowe podstawki, jednak począwszy od procesora Pentium II, zaczęto projektować inne, zależnie od producenta.

Typ gniazda dla procesora musi być zgodny z określonym procesorem. Dla danego typu gniazda charakterystyczny jest kształt, napięcie rdzenia, prędkość magistrali systemowej oraz inne cechy. Na przykład Slot 1 – Celeron, Pentium II, Pentium III.

W pierwszych płytach głównych procesory były wlotowane, ale z powodu coraz większej oferty procesorów i ich nieustannie zmieniającej się budowy pojawiły się gniazda, które umożliwiły dopasowanie budowy płyty oraz jej możliwości do potrzeb danego użytkownika. W efekcie użytkownik chcąc wymienić procesor na procesor innej firmy, musi wymieniać całą płytę główną.

Najczęściej obecnie spotykanym gniazdem montowanym na płytach głównych jest gniazdo typu ZIF. Gniazda te umożliwiają łatwą instalację procesora bez użycia siły, wyposażone są bowiem w małą dźwigienkę, służącą do zaśskania lub poluzowania znajdującego się w gnieździe procesora. Mikroprocesory posiadają piny, dzięki którym mogą zostać zamontowywane w gnieździe. Należy bardzo uważać przy umieszczaniu mikroprocesora w podstawce, gdyż zgięcie wyprowadzeń może trwale uszkodzić mikroprocesor.

#### Podział gniazd

- slot – wyglądem przypomina sloty ISA, PCI i AGP
- socket – poziomo położona prostokątna płytka, zawierająca dziurki na piny procesora lub piny, na które wkłada się procesor
- Istnieje jeszcze wiele innych gniazd, które jednak są już nie stosowane.

**Lista gniazdek procesora****AMD Socket**

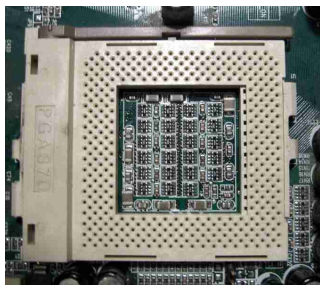
- Socket 5 - AMD K5.
- Socket 7 - AMD K6.
- Super Socket 7 - AMD K6-2, AMD K6-III.
- Socket 462 (zwany także Socket A) - AMD Athlon, Duron, Athlon XP, Athlon XP-M, Athlon MP, i Sempron.
- Socket 463 (zwany także Socket NexGen) - NexGen Nx586.
- Socket 563 - AMD Athlon XP-M ( $\mu$ -PGA Socket).
- Socket 754 - AMD Athlon 64, Sempron, Turion 64. Obsługa pojedynczego kanału pamięci DDR-SDRAM, tzw. single-channel.
- Socket 939 - AMD Athlon 64, Athlon 64 FX, Athlon 64 X2, Sempron, Turion 64, Opteron (seria 100). Obsługa podwójnego kanału pamięci DDR-SDRAM, tzw. dual-channel.
- Socket 940 - AMD Opteron (seria 100, 200, 800), Athlon 64 FX. Obsługa podwójnego kanału pamięci DDR-SDRAM, tzw. dual-channel.
- Socket 1207 (zwane także Socket F) - Supports AMD Opteron (seria 200, 800). Zastąpił Socket 940. Obsługa dual-channel DDR2-SDRAM.
- Socket AM2 - AMD Athlon 64 FX, Athlon 64 X2, Sempron, Turion 64, Opteron (seria 100). Obsługa dual-channel DDR2-SDRAM. Posiada 940 pinów.
- Socket AM2+ - AMD Athlon X2, Athlon X4, Phenom X2, Phenom X3, Phenom X4, Sempron. Obsługa dual-channel DDR2-SDRAM, oraz Obsługa dual-channel DDR3-SDRAM i HyperTransport 3 z mniejszym zapotrzebowaniem na energię. Posiada 940 pinów.
- Socket AM3 - Przyszłe gniazdo pod procesor AMD, charakteryzujący się obsługą dual-channel DDR3-SDRAM, oraz HyperTransport 3. Planowany na II półrocze 2008.
- Socket S1 - gniazdo na platformy mobilne, z obsługą dual-channel DDR2-SDRAM.

**Intel Socket**

- 40 pin - Intel 8086, Intel 8088.
- 68 pin - Intel 80186, Intel 80286, Intel 80386.
- Socket 1 - 80486.
- Socket 2 - 80486.
- Socket 3 - 80486 (3.3 V i 5 V).
- Socket 4 - Intel Pentium 60/66 MHz.
- Socket 5 - Intel Pentium 75-133 MHz.
- Socket 7 - Intel Pentium, Pentium MMX.
- Socket 8 - Intel Pentium Pro.
- Socket 370 - Intel Pentium III, Celeron; Cyrix III; VIA C3.
- Socket 423 - Intel Pentium 4 z jądrem Willamette.
- Socket 478 - Intel Pentium 4, Celeron, Pentium 4 Extreme Edition, Pentium M.
- Socket 479 - Intel Pentium M i Celeron M.
- Micro-FCBGA - Intel Mobile Celeron, Core 2 Duo (mobile), Core Duo, Core Solo, Celeron M, Pentium III (mobile), Mobile Celeron.
- Socket 486 - 80486.
- Socket 603 - Intel Xeon.
- Socket 604 - Intel Xeon.
- LGA 771 (zwane także Socket 771 lub Socket J) - Intel Xeon.
- LGA 775 (zwane także Socket 775 lub Socket T) - Intel Pentium 4, Pentium D, Celeron D, Pentium Extreme Edition, Core 2 Duo, Core 2 Extreme, Celeron, Xeon seria 3000, Core 2 Quad.
- PAC418 - Intel Itanium.
- PAC611 - Intel Itanium 2.

**Slot**

- Slot 1 - Intel Celeron, Pentium II, Pentium III.
- Slot 2 - Intel Pentium II Xeon, Pentium III Xeon.
- Slot A - AMD Athlon.



Socket **370**; typ ZIF;  
rzędy pinów 6;  
FSB 66,100, 133MHz;  
napięcie zasilania 1,5-1,8V;  
procesory- Celeron,  
Pentium II,  
Pentium III

Socket **478**; typ ZIF  
rzędy pinów 26\*26  
FSB 400, 533, 800 MHz  
procesory- Pentium 4,  
Celeron, Celeron D,  
Pentium 4 Extreme Edition

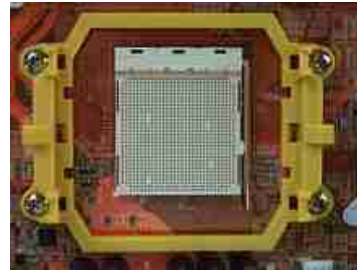




**Socket T** (znany też jako Socket 775 albo LGA-775) jest podstawką dla procesorów Intel Pentium najnowszej generacji,



typ: LPA  
liczba pinów 775  
FSB- FSB 533 (133 )  
FSB 800 (200 Quadpumped)  
FSB 1066 (266 Quadpumped)  
FSB 1333 (333 Quadpumped)  
FSB 1600 (400 Quadpumped)  
napięcie zasilania 1,2- 1,6 V  
Procesory- Celeron D, Pentium 4, Pentium D, Core 2 Duo, Pentium Dual Core, Core 2 Quad



Socket AM2

typ: PGA ZIF  
liczba pinów: 940

FSB: 800, 1000 MHz  
napięcie zasilania 0,8- 1,65V  
procesory- AMD Athlon 64 FX-62, AMD Athlon 64 X2, AMD Athlon 64, AMD Sempron



Slot 1  
liczba pinów 242  
FSB 66-133+MHz

napięcie zasilania 1,3-3,3V;  
procesory- Celeron, Pentium II, Pentium III  
-za pomocą adapteru można podłączyć procesory na socket 370

**Slot 1** - to wyposażone w 242 styki krawędziowe łączy przystosowane do takich procesorów jak Intel Pentium II, Pentium III (Katmai do 100 MHz i Copermine do 133 MHz) oraz Celeron od 266 do 433 MHz, (po zainstalowaniu odpowiedniej przejściówki także Celeronów znajdujących się w obudowie FC-PGA lub PPGA). Podstawki Slot 1 instalowane są w 100, 133 i 200 MHz płytach głównych wyposażonych w chipsety Intel LX / EX / ZX / BX / 810 / 810E / 820, ALI Aladdin Pro II, SIS 600 / 620 / 620 i VIA Apollo Pro / Pro Plus / Pro 133 i Pro

133A.

**Slot 2** - to wyposażone w 330 styków krawędziowe złącze przystosowane wyłącznie dla procesorów Intel Pentium Xeon taktowanych zegarem do 1 GHz (aczkolwiek odpowiednie przejściówki umożliwiają zainstalowanie na Slotie 2 również procesora przystosowanego na Slot 1). Wyposażone w nią płyty główne o prędkości magistrali 100 i 133 MHz przeznaczane są głównie do dużych stacji roboczych i serwerów. Współpracują z chipsetami Intela 440GX / NX i 840.

**Slot A** - to wyposażone w 242 styki krawędziowe złącze przystosowane wyłącznie dla procesorów AMD- Athlon (K7) i Thunderbird o szybkości od 500 MHz do 1000 MHz (1 GHz). Procesor za pośrednictwem tego gniazda komunikuje się z płytą główną za pomocą protokołu GTL+. Płyty główne przystosowane do tych procesorów, taktowane zegarem 100, 133 i 200 MHz są wyposażane w chipsety AMD Irongate oraz VIA Apollo KX133. Następcą podstawki Slot A jest gniazdo Socket A. (Slot A mimo zgodności mechanicznej jest zupełnie niekompatybilne elektrycznie i logicznie z intelowskim odpowiednikiem Slot 1).

**Slot B** - gniazdo zaprojektowane z myślą o procesorach AMD wykonanych w technologii SMP (Symmetric Multiprocessing) takich jak np. AMD Mustang, przeznaczonych do pracy w systemach wieloprocessorowych (maksymalnie do 8 procesorów na jednej płycie). Z uwagi jednak na dużą konkurencję na rynku serwerów nie wiadomo czy złącze to przetrwa.

## Ćwiczenia

### Ćwiczenie 1

Wymień najważniejsze moduły komputera, określ realizowane przez nie zadania

### Ćwiczenie 2

Opisać budowę mikroprocesora i scharakteryzować jego działanie

### Ćwiczenie 3

Wymienić rejestry niezbędne do pracy procesora, opisać przeznaczenie każdego z nich

### Ćwiczenie 4

Dokonaj charakterystyki i porównania cyklu rozkazowego klasycznego, prefetchingu i pracy potokowej

### Ćwiczenie 5

Wymienić podstawowe parametry procesorów oraz je scharakteryzować

### Ćwiczenie 6

Określić kierunki zmian w konstrukcji procesorów

### Ćwiczenie 7

Scharakteryzuj procesory: a. RITS b. CISC

### Ćwiczenie 8

Od czego zależy szybkość procesora

### Ćwiczenie 9

Określ jakie należy stosować podstawki dla poszczególnych typów procesorów (dla współcześnie produkowanych przez firmy Intel, AMD)

**Ćwiczenie 10**

Wyszukaj trzy najnowsze procesory (INTEL, AMD), w formie tabelki wpisz ich parametry

Nazwa produktu	INTEL	AMD
Typ (model)		

**Magistrale komputera**

Wszystkie bloki komputera muszą ze sobą współpracować, a zatem muszą być ze sobą połączone. Połączenia te to albo tzw. ścieżki czyli przewody „przyklejone” do tzw. „płyty głównej”, albo wiele przewodów, które „trzymają” ze sobą plastikowa taśma. Wszystkie połączenia, które są w środku komputera nazywa się **magistralą komputera**.

Magistrala komputera to oczywiście bardzo dużo różnych połączeń ale większość z nich można „przydzielić” do jednej z trzech grup. Każda z tych trzech grup linii ma swoje oddzielne zadania i swoją nazwę. Taki podział wszystkich linii ułatwia „grzebanie” w komputerze, tzn. wyjaśnienie, jak on działa a także jego montaż (taka ilość „kostek”, ścieżek oraz przewodników !!! - to przecież straszne) i naprawę, gdy „**To**” przestaje działać (ja osobiście dostaję wtedy „białej gorączki”).

Poszczególne grupy przewodów o takich samych zadaniach to:

- **magistrala danych** – służy do przekazywania danych binarnych czyli takich, w których liczba składa się tylko z zer i jedynek (a te z kolei tak naprawdę są po prostu jednym z dwóch napięć – **0V**olt lub **+5V**). Pocieszające jest to, że każdą z liczb, jakimi my się posługujemy, można przedstawić w tej tajemniczej postaci zerowej i „robi to za nas sam komputer (czyli procesor).
- **magistrala adresowa** – procesor wykorzystuje ją do adresowania czyli określenia z kim (lub z czym) chce współpracować przy wykonywaniu konkretnego, kolejnego rozkazu..
- **magistrala sterująca** – jak sama nazwa wskazuje, jej poszczególne linie służą procesorowi do sterowania całym komputerem. Niektóre z linii „informują” komputer „czego my od niego chcemy.

**Do komputera z zewnątrz podłączamy różne urządzenia takie jak: klawiaturę, monitor, drukarkę, modem, głośniki, i wiele innych, często bardzo skomplikowanych układów.**

**Magistrala** jest elementem, który sprawia, że system komputerowy staje się określoną całością. Szerokość magistrali (liczba równoległych ścieżek szyny danych) określa, ile bitów może ona przesłać za jednym razem. Rozróżniane są 2 typy magistrali: jednokierunkowa (dane przepływają tylko w jednym kierunku) oraz dwukierunkowa (dane przepływają w obu kierunkach).

**Popularne magistrale:** ISA, PCI, AGP, PCI Express, USB, COM, FSB

**ISA** (ang. *Industry Standard Architecture* - standardowa architektura przemysłowa) to standard magistrali oraz łączy kart rozszerzeń dla komputerów osobistych, wprowadzony w roku 1984, jako ulepszenie architektury IBM PC/XT do postaci szesnastobitowej. Służy do przyłączania kart rozszerzeń do płyty głównej.



**Typowe parametry złącza ISA:** szyna danych 16-bitowa lub 8-bitowa, szyna adresowa 24-bitowa, brak sygnałów związanych z DMA, sygnały sterujące: MEMR, MEMW, IRQ1, IRQ7, IRQ7, IRQ9, IRQ12, IRQ14, IRQ15, CLK, OSC, teoretyczna szybkość 8 Mb/s (efektywna w granicach od 1,6 Mb/s do 1,8 Mb/s)

Pod koniec lat dziewięćdziesiątych XX wieku znaczenie tej architektury zaczęło maleć, a jej funkcje przejmował standard PCI.

Jedną z odmian ISA jest złącze PCMCIA, stosowane w komputerach przenośnych.

**PCI** (ang. *Peripheral Component Interconnect*) - magistrala komunikacyjna służąca do przyłączania urządzeń do płyty głównej w komputerach klasy PC. Po raz pierwszy została publicznie zaprezentowana w czerwcu 1992 r. jako rozwiązanie umożliwiające szybszą komunikację pomiędzy procesorem i kartami niż stosowane dawniej ISA. Dodatkową zaletą PCI jest to, że nie ma znaczenia czy w gnieździe jest karta sterownika dysków (np. SCSI), sieciowa czy graficzna. Każda karta, pasująca do gniazda PCI, funkcjonuje bez jakichkolwiek problemów, gdyż nie tylko sygnały ale i przeznaczenie poszczególnych styków gniazda są znormalizowane.



Gniazda **32-bitowej** szyny **PCI**

W przeciwieństwie do innych magistrali, przykładowo VESA Local Bus, która początkowo była stosowana tylko do przyspieszenia operacji graficznych, szyna PCI stanowi kompleksowe rozwiązanie, przyspieszające współpracę z dowolnym urządzeniem wewnętrznym. Przy częstotliwości taktowania 33 MHz i szerokości 32 bitów magistrala PCI osiąga szybkość transmisji **132 MB/s**. Szerokość szyny adresowej i danych nowych procesorów 64 bitowych zmiany nie wpływają na architekturę PCI a jedynie podwajają się przepustowość do **264 MB/s**. Karty dołączone do szyny PCI mogą się komunikować nawet bez udziału mikroprocesora, dzięki czemu wzrasta efektywność jego użytkowania. Dla każdej karty zdefiniowane są tzw. rejestry konfiguracyjne. Przy budowaniu systemu procesor odczytuje zapisane w nich dane i rozpoznaje, jaka karta jest umieszczona w gnieździe. Instalacja i inicjacja karty następuje potem w pełni automatycznie.

Komponenty zestawu komputerowego

Materiały przygotował: mgr inż. Marek Wawrzyniak

Aby zapewnić zarówno producentom, jak i użytkownikom możliwie dużą elastyczność, w standardzie PCI zdefiniowano tzw. gniazdo wspólne (z ang. shared slot). Jest to gniazdo, które może być wykorzystane z kartami przystosowanymi do magistrali ISA, EISA czy MCA. Umożliwia to też produkcję kart jednocześnie przystosowanych do PCI i pozostałych, wyżej wymienionych magistral.

Bardzo istotną cechą architektury PCI jest jej skalowalność: w jednym i tym samym komputerze może być równolegle lub szeregowo połączonych kilka magistral PCI. Nad koncepcją PCI Local Bus pracowało wielu znaczących producentów komputerów, z których każdy starał się aby sprzęt obecnie produkowany przez niego był z tym standardem zgodny. Przykładowo, rozwiązanie jest na tyle elastyczne, że uwzględnia możliwość współpracy magistrali nie tylko z komputerami wyposażonymi w procesory firmy Intel, ale również z AMD i Cyrix, a także w opartych o procesor PowerPC komputerach Pegasos. 32-bitowy standard adresowania PCI używany jest również w innych magistralach (np. AGP).

Kolejną istotną cechą PCI jest wysoka zgodność pomiędzy poszczególnymi wersjami PCI, jak i rozwiązań pochodnych (np. PCI X) przejawiająca się tym, że urządzenia mogą pracować zarówno w starszych jak i nowszych gniazdach, pod warunkiem że są dopasowane napięciowo (warianty 3.3V i popularniejszy 5V). Zgodność ta nie jest jednak zachowana w stosunku co do PCI Express, która aktualnie wypiera PCI oraz AGP.

	Wersje PCI			
	PCI 2.0	PCI 2.1	PCI 2.2	PCI 3.0
Rok wprowadzenia	1993	1994	1999	2002
Maksymalna szerokość szyny danych	32 bity	64 bity	64 bity	64 bity
Maksymalna częstotliwość taktowania	33 MHz	66 MHz	66 MHz	66 MHz
Maksymalna przepustowość	133 MB/s	533 MB/s	533 MB/s	533 MB/s
Napięcie	5 V	5 V	5 V / 3,3 V	3,3 V

**AGP**, czasem nazywany Advanced Graphics Port to rodzaj zmodyfikowanej magistrali PCI opracowanej przez firmę Intel. Jest to 32-bitowa magistrala PCI zoptymalizowana do szybkiego przesyłania dużych ilości danych pomiędzy pamięcią operacyjną a kartą graficzną.

**Podstawowe informacje:** Data wprowadzenia- 1997; Stworzony przez Intel, Następca- PCI Express (2007); Szerokość magistrali- 32 bity, Maksymalna ilość urządzeń- 1 urządzenie/slot, Maksymalna przepustowość: 2133 MB/s



#### Podstawowe rodzaje portów AGP

- AGP 1.0 - napięcie sygnalizujące 3.3V oraz mnożniki 1x oraz 2x
- AGP 2.0 - napięcie sygnalizujące 1.5V oraz mnożniki 1x, 2x oraz 4x
- AGP 3.0 - napięcie sygnalizujące 0.8V oraz mnożniki 4x oraz 8x

#### Podstawowe rodzaje kart AGP

- Karty AGP 3.3V - pasują tylko do magistrali AGP 1.0, charakteryzują się jednym wcięciem w złączu AGP (patrzac na kartę od frontu wcięcie dzieli złącze na pierwszą część - mniejszą, i drugą - większą)
- Karty AGP 1.5V - pasują do magistrali AGP 2.0 i 3.0, charakteryzują się jednym wcięciem w złączu AGP (patrzac na kartę od frontu wcięcie dzieli złącze na pierwszą część - większą, i drugą - mniejszą)
- Karty Universal AGP - pasują do wszystkich w/w rodzajów magistrali AGP (1.0, 2.0, 3.0). Charakteryzują się dwoma wcięciami w złączu AGP.

#### Specyfikacja poszczególnych mnożników

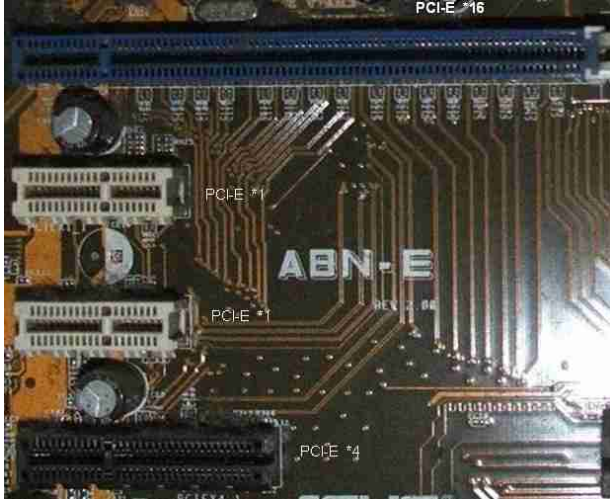
- ⇒ AGP 1x, używa kanału 32-bitowego działającego z taktowaniem 66 MHz, co daje maksymalny transfer 264 MB/s równy dwukrotnemu transferowi 132 MB/s dostępnemu w magistrali PCI działającej przy taktowaniu 33 MHz/32-bit; napięcie sygnału 3.3 V.
- ⇒ AGP 2x, używa kanału 32-bitowego przy taktowaniu 66 MHz z podwójną przepływnością, prowadzącą do efektywnego transferu 528 MB/s; napięcie sygnału 3.3 V.
- ⇒ AGP 4x, używa kanału 32-bitowego przy taktowaniu 66 MHz z poczwórną przepływnością, co prowadzi do efektywnego transferu maksymalnego 1066 MB/s (1 GB/s); napięcie sygnału 1.5 V.
- ⇒ AGP 8x, używa kanału 32-bitowego przy taktowaniu 66 MHz z ośmiokrotną przepływnością, co prowadzi do efektywnego transferu maksymalnego 2112 MB/s (2 GB/s); napięcie sygnału 0.8 V.

**PCI-s (PCIe, PCI-E)**, znana również jako **3GIO**, jest pionową magistralą służącą do podłączania urządzeń do płyty głównej. Zastąpiła ona magistralę PCI oraz AGP.

PCI-Express stanowi magistralę lokalną typu szeregowego, łączącą dwa punkty (Point-to-Point). Nie jest to więc magistrala w tradycyjnym rozumieniu, i nie jest rozwinięciem koncepcji "zwykłego" PCI w związku z czym nie jest z nim kompatybilne. Taka konstrukcja eliminuje konieczność dzielenia pasma pomiędzy kilka urządzeń - każde urządzenie PCI-Express jest połączone bezpośrednio z kontrolerem. Sygnał przekazywany jest za pomocą dwóch linii, po jednej w każdym kierunku. Częstotliwość taktowania wynosi 2,5 GHz. Protokół transmisji wprowadza dwa dodatkowe bity, do każdego ośmiu bitów danych (kodowanie 8/10). Zatem przepustowość jednej linii wynosi 250 MB/s. W związku z tym, że urządzenia mogą jednocześnie przekazywać sygnał w obydwu kierunkach (full-duplex) to można ewentualnie przyjąć, że w przypadku takiego wykorzystania złącza, transfer może sięgać 500 MB/s. Możliwe jest kilka wariantów tej magistrali - z 1, 2, 4, 8, 12, 16 lub 32 liniami (każda składająca się z dwóch 2-pinowych części - nadawczej i odbiorczej). Wraz ze wzrostem liczby linii wydłużeniu ulega gniazdo, jego konstrukcja (poprzez wspólną część początkową i jedynie dodawanie na końcu nowych linii) umożliwia włożenie mniejszej karty do szybszego gniazda (w drugą stronę jest niemożliwe). Gniazdo 1x ma 18 pinów z każdej strony, gniazdo x4 - 32, gniazdo x8 - 49, zaś gniazdo x16 - 82 piny z każdej strony.



## Komponenty zestawu komputerowego



terów, zastępującego stare porty szeregowy i porty równoległe. Został opracowany przez firmy Microsoft, Intel, Compaq, IBM i DEC.

Port USB jest uniwersalny w tym sensie, że można go wykorzystać do podłączenia do komputera wielu różnych urządzeń (np.: kamery video, aparatu fotograficznego, telefonu komórkowego, modemu, skanera, klawiatury, przenośnej pamięci itp). Urządzenia podłączane w ten sposób mogą być automatycznie wykrywane i rozpoznawane przez system, przez co instalacja sterowników i konfiguracja odbywa się w dużym stopniu automatycznie (przy starszych typach szyn użytkownik musiał bezpośrednio wprowadzić do systemu informacje o rodzaju i modelu urządzenia). Możliwe jest także podłączanie i odłączanie urządzeń bez konieczności wyłączenia czy ponownego uruchamiania komputera.

**COM** oznaczenie portu RS-232 na komputerach PC. Standard **RS-232** opisuje sposób połączenia urządzeń DTE (ang. *Data Terminal Equipment*) tj. urządzeń końcowych danych (np. komputer) oraz urządzeń DCE (ang. *Data Communication Equipment*), czyli urządzeń komunikacji danych (np. modem). Standard określa nazwy styków złącza oraz przypisanie im sygnały a także specyfikację elektryczną obwodów wewnętrznych. Standard ten definiuje normy wtyczek i kabli portów szeregowych typu COM. RS-232 jest magistralą komunikacyjną przeznaczoną do szeregowej transmisji danych. Najbardziej popularna wersja tego standardu, RS-232C pozwala na transfer na odległość nie przekraczającą 15 m z szybkością maksymalną 20 kbit/s.

**Front Side Bus (FSB)** jest występującą w wielu architekturach komputerów PC magistralą łączącą CPU z kontrolerem pamięci (najczęściej zlokalizowanym w mostku północnym). Składa się ona z linii adresowych, linii danych oraz linii sterowania. Parametry FSB (liczba linii poszczególnych typów, częstotliwość) zależne są od zastosowanego procesora. Jego następcą dla platform Itanium i Xeon jest Intel QuickPath Interconnect.

**Chipset** to element elektroniczny występujący w wielu częściach składowych komputera. Wydajność i niezawodność komputera w znaczącej mierze zależy od tego układu. Układ ten organizuje przepływ informacji pomiędzy poszczególnymi podzespołami jednostki centralnej.

W skład chipsetu wchodzi zazwyczaj dwa układy zwane mostkami.

- Mostek północny odpowiada za wymianę danych między pamięcią a procesorem oraz steruje magistralą AGP lub PCI-E.
- Mostek południowy natomiast odpowiada za współpracę z urządzeniami wejścia/wyjścia, takimi jak np. dysk twardy czy karty rozszerzeń.

**Chipsety** są układami scalonymi stanowiącymi integralną część płyty głównej. Ich liczba może być różna i w zależności od typu waha się od jednego do kilku sztuk ( np.; SIS 5571 - pojedynczy układ, Intel 430 FX Triton - cztery układy scalone).

Od strony funkcjonalnej chipset składa się z wielu modułów, których zadaniem jest integracja oraz zapewnienie współpracy poszczególnych komponentów komputera (procesora, dysków twardych, monitora, klawiatury, magistrali ISA, PCI, pamięci DRAM, SRAM i innych).

Trzon każdego chipsetu stanowi: kontroler CPU, kontroler pamięci operacyjnej RAM, kontroler pamięci cache, kontroler magistrali ISA, PCI i innych. Dodatkowo chipset może integrować następujące elementy:

kontroler IDE, SCSI, FDD i innych, kontroler klawiatury (KBC), przerwań IRQ, kanałów DMA, układ zegara rzeczywistego (RTC), układy zarządzania energią (power management)- pojęcie to ogólnie określa grupę funkcji umożliwiających zarządzanie, a przede wszystkim oszczędzanie energii podczas pracy komputera. Głównym założeniem systemu jest redukcja poboru prądu przez urządzenia, które w danej chwili są wykorzystywane, kontroler układów wejścia / wyjścia: Centronix, RS232, USB i innych, kontroler takich interfejsów jak: AGP, UMA, adapterów graficznych i muzycznych.

Chipsetu nie da się wymienić na nowszy, tak jak ma to miejsce w przypadku np. procesora. Decydując się na dany model, jesteśmy całkowicie uzależnieni od jego parametrów, a jedynym sposobem wymiany jest zakup nowej płyty głównej. Konfiguracja parametrów pracy poszczególnych podzespołów wchodzących w skład chipsetu zmienia się

Materiały przygotował: mgr inż. Marek Wawrzyniak  
Na płytach głównych gniazda 16x montuje się zwykle w miejscu gniazda AGP na starszych płytach (ponieważ większość chipsetów z kontrolerem PCI Express nie zawiera kontrolera AGP, najczęściej obecność **PCI-E** eliminuje możliwość użycia kart graficznych ze złączem AGP). Przykłady chipsetów obsługujących zarówno AGP jak i PCI-E to: Via PT880 Pro dla procesorów Intel'a i ULI M1695 + ULI M1567 dla procesorów AMD), pod nim gniazda x8, x4 i x1, najdalej zaś od procesora - gniazda PCI.

Specyfikacja określa też mniejsze rozmiarowo warianty kart:

- ❖ ExpressCard (następca PCMCIA)
- ❖ PCI Express Mini Card (następca Mini PCI)
- ❖ AdvancedTCA (następca CompactPCI)

**Warianty PCI-Express:** ×1 (przepustowość w każdą stronę- 250 MB/s); ×2 (500MB/s); ×4 (1000MB/s); ×8 (2000MB/s); ×16 (4000MB/s); ×32 (8000MB/s)

**USB** (ang. *Universal Serial Bus* - uniwersalna magistrala szeregowy) - rodzaj sprzętowego portu komunikacyjnego komputera

Komponenty zestawu komputerowego poprzez BIOS i zapamiętywana w pamięci CMOS komputera. Ustawienia te możemy zweryfikować, korzystając z programu usługowego BIOS-u.

Producenci chipsetów starają się, aby jak najwięcej modułów było zawartych w jednym fizycznym układzie (chipie). Jest to jeden ze sposobów obniżenia kosztów produkcji płyt głównych, co ma bezpośredni wpływ na cenę gotowego komputera. Liczba chipsetów wchodzących w skład pełnej jednostki obsługującej komputer waha się od jednego układu do około 5-6. Poziomą integracją jest ważny jedynie dla producentów płyt głównych.

Integracja podsystemów RTC (zegar) oraz KBC (kontroler klawiatury) jest zbiegiem czysto kosmetycznym i ma na celu tylko i wyłącznie zmniejszenia kosztów produkcji przy wytwarzaniu płyt głównych. Fakt, że chipset zawiera moduły RTC/KBC, może stanowić dla nas informację o tym, iż mamy do czynienia z relatywnie nowym produktem. Producenci chipsetów dążą do jak największej integracji swoich układów oraz zwiększenia przepustowości magistral systemowych i lokalnych. Już dziś płyty główne wyposażone są w porty AGP i USB oraz zintegrowane kontrolery SCSI, a nowy chipset Intel'a o nazwie 875PE pracuje z częstotliwością taktowania 800 MHz.

### Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Określić kierunki zmian jakim podlegają konstrukcje i możliwości chipsetów

#### Ćwiczenie 2

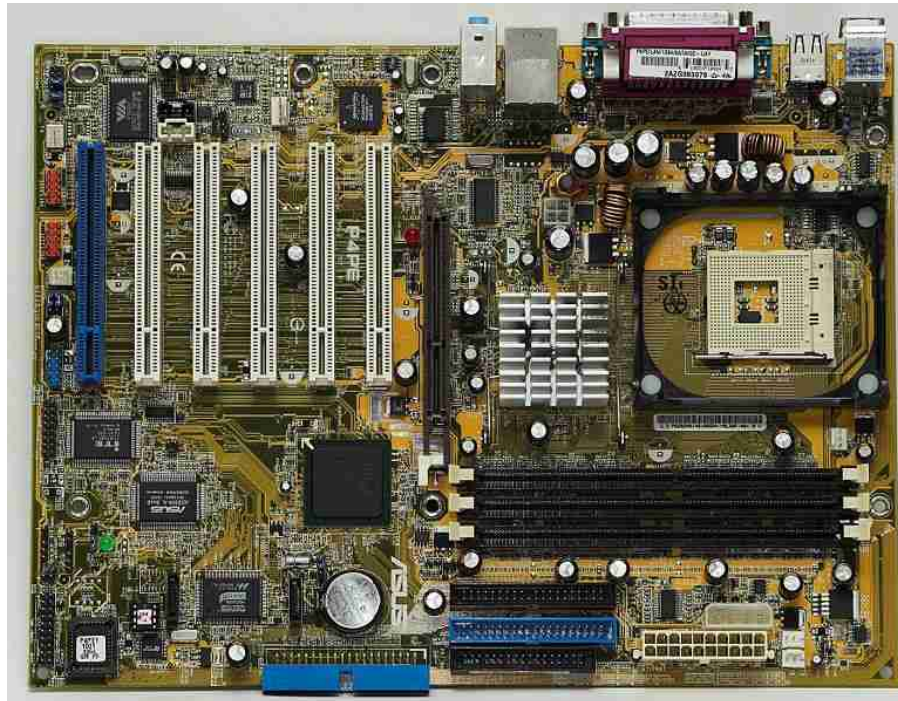
Wyszukaj dwa chipsety z aktualnej oferty i formie tabeli napisz ich parametry

Nazwa parametru	Obsługa procesora Intel	Obsługa procesora AMD
Producent		
Model (typ)		

#### Ćwiczenie 3

Dla poznanych standardów magistrali rozszerzających przedstaw w postaci tabeli ich szybkość transmisji

**Płyta główna** (ang. *motherboard, mainboard*) – najważniejsza płyta drukowana urządzenia elektronicznego, na której montuje się najważniejsze elementy urządzenia, umożliwiające komunikację wszystkim pozostałym komponentom i modułom.

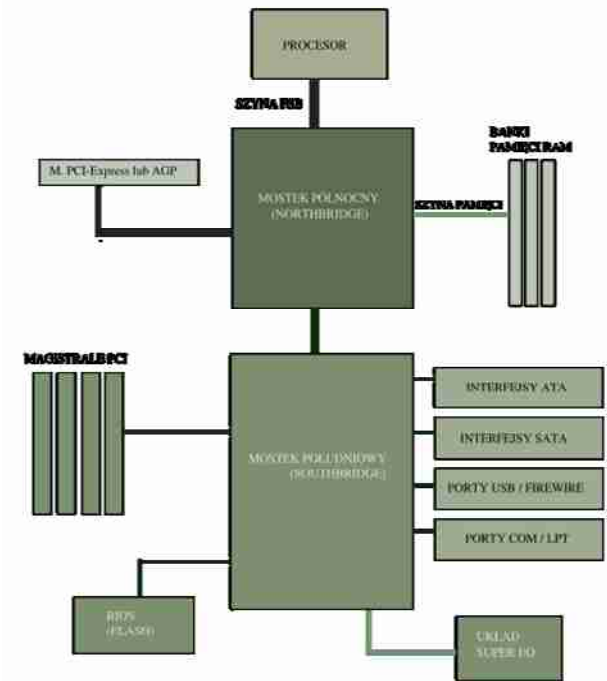


#### Budowa płyty głównej

Kontrolery poszczególnych urządzeń zgrupowane są głównie w dwóch mostkach – północnym i południowym.

Materiały przygotował: mgr inż. Marek Wawrzyniak

Ustawienia te możemy zweryfikować, korzystając z programu usługowego BIOS-u.



Miejsce chipsetu w komputerze

W komputerze na płycie głównej znajdują się procesor/y, pamięć operacyjna lub gniazda do zainstalowania tych urządzeń oraz gniazda do zainstalowania dodatkowych płyt zwanych kartami rozszerzającymi (np. PCI), urządzeń składających (dyski twarde, napędy optyczne itp.) i zasilacza. W niektórych konstrukcjach także innych urządzeń zewnętrznych (port szeregowy, port równoległy, USB, złącze klawiatury, złącze myszy).

Koncepcję zbudowania komputera osobistego wyposażonego tylko w minimum potrzebnych urządzeń zmontowanych na jednej płycie drukowanej oraz gniazd do których podłącza się dodatkowe urządzenia zapoczątkowała firma IBM wprowadzając komputer osobisty, zwany też PC.



Komponenty zestawu komputerowego

Materiały przygotował: mgr inż. Marek Wawrzyniak

Mostek północny, podłączony bezpośrednio do procesora przy pomocyFSB, zawiera kontroler pamięci oraz kontroler szyny graficznej. W przypadku zintegrowania kontrolera pamięci z procesorem mostek ten może nie występować, wówczas bezpośrednio do procesora podłączany jest przezHyperTransport mostek południowy.

Mostek południowy, podłączony do mostka północnego, może zawierać kontrolery PCI, USB, dźwięku, Ethernetu, dysków (ATA, SATA) itp. Do niego też zazwyczaj podłączone są dodatkowe zewnętrzne kontrolery (np.IEEE 1394). Na płycie głównej umieszczony jest także zegar czasu rzeczywistego.



Standard-ATX



Micro-ATX



Mini-ITX



Nano-ITX



Pico-ITX

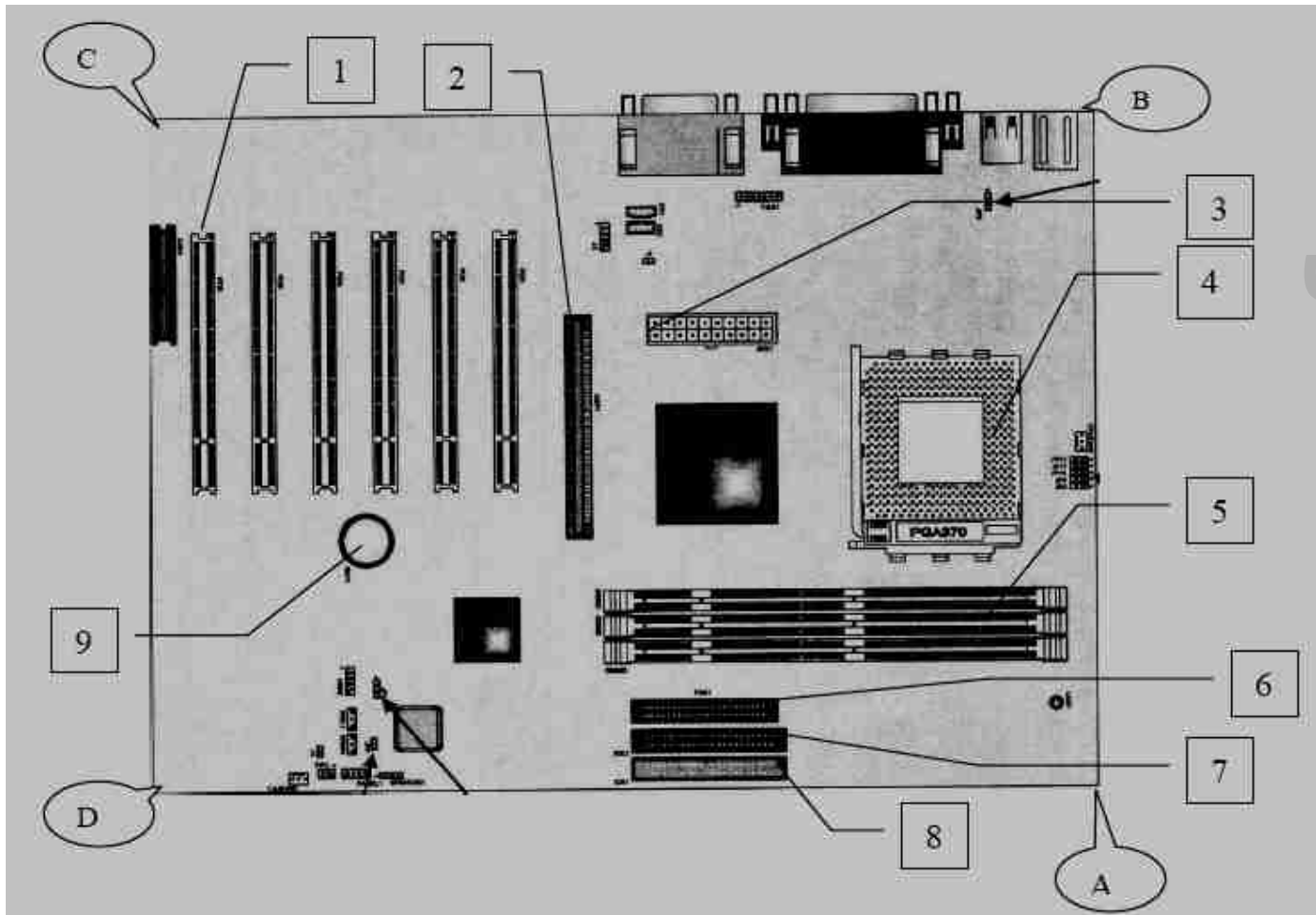


Rodzaje płyt głównych

Baby AT



Egzamin zawodowy T4a



<sup>1</sup> W przypadku tekstu napisanego *pogrubioną kursywą* - niepotrzebne skreślić. UWAGA! Prawidłowa może być więcej niż jedna odpowiedź!

1. Na poniższym rysunku przedstawiono płytę główną. Płyta ta będzie działała prawidłowo z obudową *AT, ATX, zarówno z AT jak i ATX<sup>1</sup>*.
2. Złącze nr 1 to 16 / 32 – bitowe złącze *ISA, PCI, Socket, AGP, DIMM*. Montujemy w nim: *karty graficzne, modemy, procesory, kości pamięci, karty sieciowe*. Istnieje możliwość podłączenia do niego: *dysku twardego, stacji dysków elastycznych, CD-ROMu, monitora, zasilacza*. Maksymalna liczba elementów podłączanych lub montowanych w każdym złączu tego typu wynosi: *1, 2, 3, 4, 8*.
3. Złącze 6 wykorzystujemy do podłączenia *dysku twardego (systemowego), drugiego dysku twardego, napędu dysków elastycznych, napędu dysków optycznych*.
4. Element nr 9 to bateria. Służy ona podtrzymaniu *pamięci CMOS (z zegarem czasu rzeczywistego), pamięci ROM (testy diagnostyczne), pamięci RAM, pamięci Cache*.
5. Zasilamy płytę przez podłączenie 2- 4-, 12-, 20-, 25-, 32-, 40-, 80- stykowego złącza nr 8, 7, 5, 4, 3.
6. *Kartę graficzną, modem, procesor, kość pamięci, kartę sieciową* można umieścić w złączu oznaczonym nr 2. W przypadku, gdy dysponujemy płytą ze zintegrowaną kartą graficzną, dźwiękową, sieciową lub modemem interfejs ten *należy zostawić pusty / można wykorzystywać do montażu karty rozszerzenia*.
7. Element z nr 5 służy do montażu *karty graficznej, procesora, modułu pamięci RAM, taśmy danych dysku twardego*. Jest to złącze *PCI, ISA, SIMM, DIMM, Slot1, IDE*.
8. Do gniazda 8 podłączamy *tylko dyski twarde, dyski twarde i/lub napędy dysków optycznych, dyski twarde i napędy dysków elastycznych*. Jeżeli podłączone do niego zostały dwa urządzenia to urządzenia te muszą zostać odpowiednio skonfigurowane, jedno z nich powinno pracować w trybie *slave, DMA, socket, PIO, adresacji*, a drugie w trybie *DMA, PIO, adresacji, master, cable*. Ustawienia trybu pracy dokonuje się w *BIOSie, zworką (jumperem), potencjometrem, z poziomu Windows*
9. Gniazdo nr 7 to *PCI, ISA, Socket, IDE, Slot1*.
10. Procesor montujemy na płycie w miejscu oznaczonym cyfrą 9, 5, 4, 1. Jest to gniazdo typu *Slot, Socket, PCI, IDE*. Istnieje drugi sposób montażu procesora, w gnieździe *Slot1, PCI, AGP, ATX*.
11. Po zamontowaniu płyty w obudowie wierzchołek oznaczony C znajdzie się *z tyłu na dole, z tyłu na górze, z przodu na dole, z przodu na górze*.