

MATERIAŁY DYDAKTYCZNE Z ZAKRESU INFORMATYKI

LICENCJA: OPEN SOURCE

AUTOR: ARKADIUSZ GAWEŁEK

TEMAT, KTÓREGO DOTYCZY OPRACOWANIE:

**TECHNOLOGIE PAMIĘCI KOMPUTEROWEJ RAM**

# SPIS TREŚCI

Wstęp.....	4
Rozdział I Podstawowe informacje o pamięciach.....	6
1. Definicje pamięci.....	6
2. Funkcje pamięci.....	6
3. Klasyfikacja pamięci komputerowej.....	9
Rozdział II Pamięć statyczna.....	14
1. Budowa.....	14
2. Właściwości pamięci statycznej.....	15
3. Zasada działania pamięci podręcznej.....	16
4. Pamięć <i>cache</i> procesora.....	18
5. Topologie pamięci <i>cache</i> .....	21
Rozdział III Pamięć dynamiczna.....	24
1. Budowa.....	24
2. Moduły asynchroniczne.....	26
2.1. SIMMy 30-pinowe („krótkie”).....	27
2.2. FPM RAM i EDO RAM.....	28
2.3. BEDO RAM.....	29
3. Moduły synchroniczne.....	30
3.1. Standaryzacja modułów pamięci.....	32
3.2. DIMM SDR.....	33
3.3. DIMM DDR.....	39
3.4. DIMM DDR2.....	43
3.5. Systemy dwukanałowe ( <i>Dual Channel</i> ).....	46
3.6. RDRAM.....	47
Rozdział IV Aspekty technologiczne i ekonomiczne zakupu pamięci.....	54

Zakończenie (Conclusion).....	63
Bibliografia.....	66
Spis rysunków .....	68
Spis tabel .....	69
Załączniki .....	70
1. Rozmieszczenie końcówek 72-pinowego standardowego modułu SIMM .....	70
2. Rozmieszczenie końcówek 168-pinowego standardowego modułu DIMM SDR.....	71
3. Rozmieszczenie końcówek 184-pinowego standardowego modułu DIMM DDR .....	72
4. Rozmieszczenie końcówek 240-pinowego standardowego modułu DIMM DDR2.....	73

## WSTĘP

W ciągu ostatnich kilkunastu – kilkudziesięciu lat nastąpił ogromny rozwój technologii informacyjnych, elektroniki, komputerów i innych maszyn cyfrowych, które budowane są z dziesiątek podzespołów: procesorów, chipsetów, dysków czy pamięci. Każdy z tych podzespołów jest równie ważny, bowiem cały system działa z taką szybkością jak najwolniejszy z nich. Z każdym rokiem ich parametry i właściwości stawały się coraz lepsze, przekraczały kolejne bariery i ... stawały się coraz tańsze. Jednak technika jest niezaspokojona: stawia przed poszczególnymi segmentami coraz to nowe, wyższe wymagania: by maszyny cyfrowe działały jeszcze szybciej, jeszcze dokładniej, by można je było zastosować w kolejnych dziedzinach życia.

Na szczególną uwagę w tym wyścigu zasługują pamięci komputerowe. To m.in. dzięki nim obrazy i animacje w grach komputerowych są niemal jak rzeczywiste, dźwięk i obraz filmowy jest doskonały jak nigdy dotąd, kopiowanie i przesyłanie ogromnych porcji informacji jest szybkie i bezproblemowe. Stąd też próba opisu technologii pamięci RAM w niniejszej pracy. Zbadania budowy, określenia parametrów, cech i zasady działania. Porównania aspektów ekonomicznych, możliwości i dróg rozwoju.

W rozdziale pierwszym omówione zostały podstawowe informacje o pamięciach: definicje, klasyfikacje, zadania i funkcje w systemie komputerowym. Rozdział drugi to analiza pamięci statycznej, jej budowy, parametrów i wpływu na wydajność oraz cenę komputera; natomiast w rozdziale trzecim autor podejmie zbliżone treści, jednakże dotyczące pamięci dynamicznej. Będzie to więc kompendium wiedzy na temat modułów pamięci RAM, z omówieniem różnych typów, czasów dostępu, zegarów taktujących, pojemności oraz obudowy wraz z informacjami o sposobie ich instalacji w komputerze.

Podejmując temat pamięci komputerowej, zazwyczaj mamy na myśli RAM lub fizyczną pamięć znajdującą się w systemie, którą głównie stanowią układy pamięci lub moduły wykorzystywane przez procesor do przechowywania aktywnych programów i

# ROZDZIAŁ I

## PODSTAWOWE INFORMACJE O PAMIĘCIACH

### 1. DEFINICJE PAMIĘCI

Czym jest pamięć? *Słownik języka polskiego* definiuje ją jako: „zdolność, predyspozycja umysłu do przyswajania, utrwalania i przypominania doznanych wrażeń, przeżyć, wiadomości”.<sup>1</sup> Jest to jednak tylko jedno ze znaczeń pamięci, bowiem źródło to podaje również, z kwantyfikatorem *pojęcie techniczne*, następujący opis: „urządzenie służące do przyjmowania informacji, przechowywania ich (zapamiętywania) i udostępniania w odpowiednim czasie w postaci nie zmienionej; stosowane np. w maszynach matematycznych”.<sup>2</sup> Wydaje się, że nazwanie cytowanego urządzenia właśnie *pamięcią*, a tym samym odniesienie się do znanego wcześniej „biologicznego” znaczenia tego słowa było wyjątkowo trafne. Na uwagę zasługuje również fakt, że omówione powyżej definicje funkcjonują nie tylko w języku polskim, ale również angielskim, a oryginalne określenie *memory*<sup>3</sup> jest jednym z nielicznych wyjątków słownictwa technicznego posiadające tłumaczenie na język polski.

### 2. FUNKCJE PAMIĘCI

Aby rozwinąć cytowane terminy i lepiej zrozumieć sens używania pamięci komputerowej oraz cele i zadania przed nią stawiane należy cofnąć się do pierwszej połowy XXw., kiedy to powstały teoretyczne podstawy budowy „mózgów elektronicznych” (maszyna Turinga, maszyna von Neumanna) oraz zbudowano pierwszą maszy-

---

<sup>1</sup> *Słownik języka polskiego*, PWN, Warszawa 2005, s.577

<sup>2</sup> tamże, s.578

<sup>3</sup> *ang.* pamięć, za: Collins English-Polish Dictionary, Harper-Collins Publisher Ltd., Polska Oficyna Wydawnicza BGW, Warszawa, © (software) Young Digital Poland, 1997

## ROZDZIAŁ II

### PAMIĘĆ STATYCZNA

#### 1. BUDOWA

SRAM (ang. *Static Random Access Memory* czyli statyczna RAM) to typ pamięci półprzewodnikowej. Słowo *statyczna* oznacza, że pamięć przechowuje swoją zawartość tak długo, jak ma zasilanie, w odróżnieniu od DRAM, którą trzeba okresowo odświeżać. Każdy bit w pamięci SRAM jest zbudowany z układu czterech tranzystorów, które tworzą przerzutnik oraz dwóch tranzystorów sterujących. Ta struktura umożliwia znacznie szybsze czytanie bitu niż w DRAM.<sup>8</sup>

Fakt, że moduły pamięci statycznej nie wymagają odświeżania - po wprowadzeniu danych przechowują je aż do momentu odłączenia zasilania lub zmiany informacji to wielka zaleta. Poza tym są niezwykle szybkie, zużywają niewiele energii. Niestety, ich budowa jest dość złożona, w efekcie czego są dość drogie, a na dodatek niezbyt pojemne. Dlatego wykorzystuje się je przede wszystkim do budowy pamięci buforowej (podręcznej, *cache*). Dzięki jej użyciu możliwe jest zwiększenie szybkości dostępu procesora do informacji przechowywanych w pamięci operacyjnej: dane i kod programu, na których procesor obecnie pracuje, wcześniej trafiają do tego szybkiego bufora, przez co czas dostępu do nich jest bardzo krótki.

Tak dobre wyniki osiągnięto dzięki budowie układów SRAM, w których każda komórka pamięci jest zbudowana z sześciu tranzystorów. Dzięki temu niepotrzebne stało się odświeżanie pamięci, ponieważ w komórkach nie ma rozładowujących się z upływem czasu kondensatorów. Dlaczego więc, skoro układy SDRAM są tak dobre, nie stosuje się ich jako pamięci systemowej? SRAM w porównaniu do układów DRAM jest dużo szybsza, ale równocześnie ma dużo mniejszą gęstość, jest również o wiele droższa. Mniejsza gęstość oznacza, że układy SRAM mają większe wymiary i w sumie przechowują mniej komórek pamięci. Duża ilość tranzystorów i grupowa bu-

---

<sup>8</sup> <http://pl.wikipedia.org/wiki/SRAM>

**Tabela 2. Porównanie ilości pamięci L1 w różnych procesorach**

Typ procesora	L1 – kod [kB]	L1 – dane [kB]
Intel Pentium	8	8
Intel Pentium MMX	16	16
Intel Pentium Pro	8	8
Intel Pentium II	16	16
Intel Celeron	16	16
Intel Pentium III	16	16
Intel Pentium 4	32÷64	8÷16
AMD K5	16	8
AMD K6	32	32
AMD K7 <sup>13</sup>	64	64
AMD K8 <sup>14</sup>	64	64

*Źródło: opracowanie własne na podstawie: Metzger P., Anatomia PC. Kompendium. Wydanie II, Helion, Gliwice 2005, s.19*

**Tabela 3. Porównanie ilości pamięci L2 w różnych procesorach**

Producent	Podstawka	Model	Częstotliwość	L2 Cache
AMD	Socket A	Duron 1.4 GHz	1400 MHz	64 KB
		Duron 1.6 GHz	1600 MHz	64 KB
		Duron 1.8 GHz	1800 MHz	64 KB
		Athlon XP 2500+	1833 MHz	512 KB
		Athlon XP 2600+	1917 MHz	512 KB
		Athlon XP 2800+	2083 MHz	512 KB
		Athlon XP 2900+	2000 MHz	512 KB
		Sempron 2200+	1,50GHz	256KB
		Sempron 2300+	1,58GHz	256KB
		Sempron 2400+	1,67GHz	256KB
		Sempron 2500+	1,75GHz	256KB

<sup>13</sup> np. Athlon, AthlonXP, Duron, Sempron

<sup>14</sup> np. Opteron, Athlon64, Sempron

		Sempron 2600+	1,83GHz	256KB
		Sempron 2800+	2,00GHz	256KB
		Sempron 3000+	2,00GHz	512KB

AMD	Socket 754	Sempron 2600+	1,60GHz	128KB
		Sempron 2800+	1,60GHz	256KB
		Sempron 3000+	1,80GHz	128KB
		Sempron 3100+	1,80GHz	256KB
		Sempron 3100+	1,80GHz	256KB
		Athlon 64 3000+	2000 MHz	512 KB
		Athlon 64 3200+	2000 MHz	1 MB
		Athlon 64 3400+	2200 MHz	1 MB
		Athlon 64 3700+	2400 MHz	1 MB
	Socket 939	Athlon 64 3500+	2200 MHz	512 KB
		Athlon 64 3800+	2400 MHz	512 KB
		Athlon 64 FX-53	2400 MHz	1 MB
		Athlon 64 FX-55	2600 MHz	1 MB
		Athlon 64 X2 4600+	2400 MHz	2 × 512kB
Athlon 64 X2 4800+		2400 MHz	2 × 1 MB	
Intel	Socket 478 / LGA 775	Celeron D 330	2,66 GHz	256kB
		Celeron D 315	2,26GHz	256kB
		Celeron D 345	3,06 GHz	256kB
	LGA 775	Pentium 4 550	3,40 GHz	1 MB
		Pentium 4 660	3,60 GHz	2 MB
		Pentium 4 EE	3,73 GHz	2 MB
		Pentium D 840	3,20 GHz	2 × 1MB

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [www.amd.pl](http://www.amd.pl), [www.intel.pl](http://www.intel.pl)

## 5. TOPOLOGIE PAMIĘCI CACHE

Buforowe działanie pamięci podręcznej osiąga się, umieszczając ją niejako na trasie do pamięci głównej. Niezależnie od różnic w strategii dostępu (różnorodne algo-



# ROZDZIAŁ III

## PAMIĘĆ DYNAMICZNA

### 1. BUDOWA

Wszystkie pamięci typu DRAM (niezależnie czy to asynchroniczne FPM, EDO czy synchroniczne SDRAM) mają podobną budowę i zasadę działania. Są one tzw. układami z odświeżaniem dynamicznym (ang. *Dynamic Random Access Memory*, DRAM). Oznacza to, że zawartość komórek pamięci musi być co jakiś czas odnawiana (ang. *refresh*). Na czym polega ten proces? W praktyce zawartość komórek pamięci jest okresowo odczytywana i ponownie zapisywane są w nich te same informacje. Właściwość ta wynika bezpośrednio z konstrukcji układów DRAM: komórki pamięci zbudowane są z pojedynczego kondensatora, który, niestety, po pewnym czasie ulega samoistniemu rozładowaniu, i tranzystora sterującego pracą tego kondensatora. W pamięciach dynamicznych bit informacji magazynowany jest zawsze w postaci ładunku elektrycznego zgromadzonego na kondensatorze. Niestety, owego ładunku nie da się przechowywać przez dowolnie długi czas - stąd konieczność odświeżania. Celowym procesem ładowania i rozładowywania kondensatora steruje zaś podłączony do niego tranzystor - normalnie znajduje się on w tzw. stanie zaporowym („zatrzymując” zgromadzony na kondensatorze ładunek elektryczny). W trakcie odczytu ów tranzystor przełączany jest w stan przewodzenia (potrzebne jest do tego jednoczesne doprowadzenie dwóch napięć) i jeżeli na kondensatorze znajdował się ładunek elektryczny, „spływa on” do detektora. Wykryty impuls prądowy jest interpretowany jako jedynka, natomiast jego brak to logiczne zero. Po dokonaniu odczytu musi nastąpić ponowne zapisanie informacji (została ona skasowana przez rozładowanie kondensatora). Aby zapamiętać powtórnie dane w komórce, wystarczy przyłożyć do bramki tranzystora

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.

### Rysunek 7. Pamięć w module SIP (prekursor SIMM)



Źródło: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/RAM\\_n.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/RAM_n.jpg)

### 2.1. SIMMY 30-PINOWE („KRÓTKIE”)

Pierwszymi powszechnie stosowanymi modułami pamięci (wcześniej były jedynie luźno wkładane kości) były 30-pinowe SIMMy o szerokości 8 bitów. Szerokość magistrali (w tym przypadku owe 8 bitów) to ilość danych, jaką można przesłać w jednym takcie. Ówczesnie stosowane procesory (386, 486) posiadały 32-bitową magistralę danych, co zmuszało do obsadzenia aż czterech identycznych SIMMów, aby uzyskać poprawną pracę.

**Tabela 4. Podstawowe parametry pamięci SIMM (30-pin)**

Typ pamięci	PM (Page Mode)
Typ złącza	Standardowy 30-pinowy SIMM
Do jakiego systemu	80386, 80486
Magistrala danych (maksymalny transfer)	55 MB/s
Częstotliwość taktowania	33 MHz

Źródło: własne

Następnym typem pamięci, jaki pojawił się na rynku, były moduły o 72 wyprowadzeniach. Posiadały 32-bitową szynę, do działania trzeba było obsadzić gniazda dwoma identycznymi modułami. Spowodowane było to zwiększoną (wobec i486), 64-bitową szerokością magistrali królującego wtedy procesora Pentium. Dostępnych

## Rysunek 10. Moduł pamięci SIMM (72-pin, EDO)



Źródło: [http://shop.acuista.com/\\_m1/7206.jpg](http://shop.acuista.com/_m1/7206.jpg)

Różnica między tymi chipami polega na sposobie adresowania. W przypadku układów DRAM pamięć jest dzielona na strony (ang. *Pages*), wiersze (ang. *Rows*) i kolumny (ang. *Cols*). Odwołując się do wybranej komórki, procesor musi przekazać jednostce zarządzania pamięcią adres wiersza i kolumny. W przypadku modułów FPM przy odczycie bądź zapisie kolejnych komórek (w ramach jednego rzędu) niezbędne jest każdorazowe podawanie adresów kolumn. Moduły EDO funkcjonują na podobnej zasadzie, jednak adresowanie następnej w kolejności komórki jest tu możliwe już w trakcie odczytywania danych z poprzedniej. Konsekwencją jest zwiększenie szybkości odczytu danych, a tym samym poprawa wydajności systemu o kilka procent.

**Tabela 5. Porównanie podstawowych parametrów pamięci FPM i EDO**

Typ pamięci	FPM	EDO
Typ złącza	72-pinowy SIMM PS/2	72-pinowy SIMM PS/2
Do jakiego systemu	Pentium bez obsługi EDO	Pentium z obsługą EDO
Magistrala danych (maksymalny transfer)	60 MB/s	66 MB/s
Częstotliwość taktowania	66 MHz	66 MHz
Czas dostępu	70 ns	60 ns

Źródło: opracowanie własne

### 2.3. BEDO RAM

Rozwinięciem pamięci EDO jest BEDO RAM (ang. *Burst Extended Data Output*). Zasadniczą zmianą w przypadku BEDO jest sposób, w jaki dane przesyłane są po wyznaczeniu adresu. Otóż dzięki temu, że BEDO posiada wewnętrzny licznik adresów, kontroler pamięci odwołuje się tylko do pierwszej komórki pamięci, a pozostałe bity przesyła samoczynnie układ logiki. Jest to tak zwane przesyłanie w trybie *burst*. Moduły BEDO posiadają także inne modyfikacje wpływające na ich wydajność, np.

## Rysunek 16. Porównanie taktowania układów pamięci SDR i DDR

SDR - 1 transfer w cyklu zegarowym, np. dla częstotliwości zegara 100 MHz, częstotliwość przesyłania danych wynosi 100 MHz



DDR - 2 transfery w cyklu zegarowym, np. dla częstotliwości zegara 100 MHz, częstotliwość przesyłania danych wynosi 200 MHz

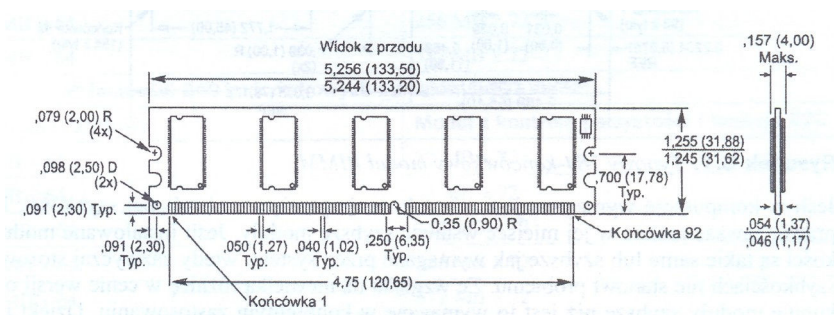


Źródło: opracowanie własne

Początkowo pamięć DDR znalazła zastosowanie głównie w kartach graficznych i od tego momentu stała się najpopularniejszym standardem pamięci instalowanej w komputerach PC. Układy DDR SDRAM są obsługiwane przez wszystkich ważniejszych producentów procesorów, chipsetów i pamięci.

Pamięć DDR pojawiła się w sprzedaży w roku 2000, ale tak naprawdę popularność zdobyła dopiero pod koniec 2001 r., gdy na rynku pojawiły się płyty główne i chipsety z nią kompatybilne. Układ DDR SDRAM jest wykonany w postaci nowego modułu DIMM wyposażonego w 184 końcówki.

## Rysunek 17. Typowy moduł DIMM DDR (184 końcówki)



Źródło:

Mueller S., *Rozbudowa i naprawa komputerów PC*. Wydanie XVI, Helion, Gliwice 2005, s.545

### 3.5. SYSTEMY DWUKANAŁOWE (*DUAL CHANNEL*)

Niektóre zestawy układów sterujących (NVIDIA nForce2, Intel E7205, Intel 915/925) implementują system dwukanałowy (ang. *Dual DDR Architecture*) wymagający obecności dwóch modułów DIMM DDR lub DDR2. Dzięki temu tworzy się magistrala pamięciowa o szerokości 128 bitów i dwukrotnie wyższej teoretycznej przepływności.<sup>32</sup>

**Rysunek 21. Przykładowy zestaw kości dwukanałowych (ang. *Dual Channel Kit*) w rzeczywistości**



Źródło:

[http://images.tomshardware.com/2004/01/05/ocz\\_attempts\\_to\\_step\\_up\\_the\\_clock\\_pace\\_with\\_ddr400\\_module/ocz-1.jpg](http://images.tomshardware.com/2004/01/05/ocz_attempts_to_step_up_the_clock_pace_with_ddr400_module/ocz-1.jpg)

Należy pamiętać, że praktyczna wydajność systemu dwukanałowego zależy od zastosowania komputera oraz architektury mikroprocesora. W przypadku architektury Intel Pentium 4, bazującej na niezwykle głębokim potoku wykonawczym, dla którego wstrzymanie wykonania z powodu braku danych oznacza stratę wielu cykli zegarowych, niezwykle istotna jest duża pojemność pamięci podręcznej i szybkość jej zapeł-

<sup>32</sup> Metzger P., *Anatomia PC. Kompendium. Wydanie II*, Helion, Gliwice 2005, s.112

# ROZDZIAŁ IV

## ASPEKTY TECHNOLOGICZNE I EKONOMICZNE ZAKUPU PAMIĘCI

Analizę aspektów technologicznych i ekonomicznych zakupu kości pamięci niewątpliwie musimy rozpocząć od porównania kilku konkurencyjnych ofert rynkowych. Najszybszym i najlepszym sposobem uzyskania cenników komputerowych jest wizyta w sklepach internetowych. Doboru sklepów autor dokonał wpisując w wyszukiwarce [www.google.pl](http://www.google.pl) słowa kluczowe: *sklep internetowy pamiec*<sup>35</sup> *ram cennik lodz* (czyli: <http://www.google.pl/search?hl=pl&q=sklep+internetowy+pamiec+ram+cennik+loz&lr=>) oraz słowa: *sklep online pamiec dimm ddr ddr2 cennik* (czyli: <http://www.google.pl/search?hl=pl&q=sklep+online+pamiec+dimm+ddr+ddr2+cennik&lr=>). Sprawdzane było jedynie pierwsze 10 linków niesponsorowanych. Efekty tych działań przedstawiono poniżej.

**Tabela 15. Cennik pamięci RAM (I)**

Rodzaj modułu pamięci	Cena
128 MB DIMM SDRAM PC133 MHz FSB	75,00
256 MB DIMM SDRAM PC133 MHz FSB	125,00
512 MB DIMM SDRAM PC133 MHz FSB	199,00
256 MB DDRAM PC400 FSB	79,00
512 MB DDRAM PC400 FSB	145,00
DDR 256MB (PC400) PC3200 KINGSTON CL.3.0	95,00
DDR 512MB (PC400) PC3200 KINGSTON CL.3.0	175,00
256 MB DDR2 533 MHz FSB	75,00
512 MB DDR2 533 MHz FSB	139,00

cennik aktualny w dniu 25 grudnia 2005 r.  
ceny brutto w złotych

*Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://www.zamex.sklep.pl>*

<sup>35</sup> wpisanie słowa z pominięciem polskich znaków diakrytycznych spowoduje wyszukanie wszystkich możliwych kombinacji, a więc jest niewrażliwe na sposób zapisu/pominięcie "ogonków" czy ewentualne przypadkowe błędy ich dotyczące, np. dla *pamiec* otrzymamy sumę logiczną (*pamiec OR pamięć OR pamięć OR pamięć...*) łącznie z nieistniejącymi słowami np. *pamięć* – co akurat w tym przypadku nie ma znaczenia

Jak widać wybór kości, na pierwszy rzut oka, jest bardzo szeroki. Jednak po dokładniejszej analizie tabel można wyciągnąć dwa wnioski:

- 1) wiele produktów istnieje "jedynie na papierze", nie są dostępne od ręki, tym samym możliwości manewru przy zakupie modułów ulegają znacznemu ograniczeniu; można domyślać się przyczyn takiego stanu rzeczy, a mianowicie:
  - a) czas "życia" kości pamięci jest dosyć krótki, bardzo szybko pojawiają się następcy – w momencie kiedy cały zapas "przestarzałych" modułów zostanie wyprzedany, właściciele sklepów nie zamawiają już tego produktu (nawet gdy jest on jeszcze produkowany) bojąc się, iż nie uda im się go sprzedać. Nie wykreślają jednak danej pozycji z cennika – zawsze można bowiem, na specjalne zamówienie klienta, sprowadzić interesujący go produkt. Oczywiście wiąże się z pewnym czasem oczekiwania na dostawę.
  - b) nowinki technologiczne z reguły mają stosunkowo wysokie ceny i przeznaczone są raczej dla rynku *high-end* – klientów na te towary jest równie niewiele. Również w tym przypadku bardziej opłaca się sprowadzić wybrany moduł na zamówienie niż trzymać go w magazynie.
- 2) istnieje bardzo wielu producentów kości pamięci, którzy w gruncie rzeczy wytwarzają tą samą gamę produktów zgodnych z JEDEC, a wybór klienta ogranicza się do raczej emocjonalnej werdyktu czy zdecydować się na tzw. *no name*<sup>36</sup> czy na firmę renomowaną (a jeśli już to którą). Z reguły moduły *no name* są odczuwalnie tańsze od konkurencji, a ich jakość niekoniecznie jest niższa.

---

<sup>36</sup> dosł. producent nieznany, nie oznacza to, iż nie można ustalić kto wytworzył produkt, ale raczej symbolizuje niewielką azjatycką fabrykę, bez renomy międzynarodowej. Zdarza się również, iż producentem jest potentat rynku, ale zastosowana technologia nie daje stuprocentowej gwarancji jakości, dlatego też nie decyduje się on na firmowanie modułu własną markę, zakładając, że w przypadku problemów z jakością strata renomy byłaby o wiele bardziej kosztowna

## ZAKOŃCZENIE (CONCLUSION)

Rozwój technologii informacyjnych w ciągu ostatnich lat nastąpił dzięki pracy tysięcy inżynierów i ogromnym nakładom finansowym na badania przeprowadzane w laboratoriach potentatów takich jak MITS, Intel, AMD, Philips, Kingston, SiS, VIA, ale również dzięki pomysłom, „utopijnym wizjom”, braku strachu przed ryzykiem setek czy tysięcy właścicieli małych firm z amerykańskiej Krzemowej Doliny czy „tygrysów” Azji południowo-wschodniej. Wśród technologicznych cudów, które współtworzą dzisiejszą branżę IT należą bez wątpienia pamięci RAM – podzespół bez którego komputer osobisty istnieć nie może. Parametry i cechy dotyczące pojemności, szybkości działania, czasu dostępu montowanych w PC-tach kości były ciężkie do wyobrażenia jeszcze kilka lat temu. Przegląd tychże właściwości, również w aspekcie historycznym, był przewodnią myślą niniejszej pracy.

Oczywiście nie sposób mówić i pisać o nich nie wyjaśniając podstawowych pojęć dotyczących pamięci komputerowej jako takiej. By opisywane

{IT development... Tu wpisz angielskie tłumaczenie akapitu pierwszego}

{Tu wpisz angielskie tłumaczenie akapitu drugiego}



## BIBLIOGRAFIA

1. Bieńkowski M., *Pamięć absolutna* [w:] CHIP, 2000 r., nr 12, Wydawnictwo Vogel Burda Communications Sp. z o.o.
2. *Collins English-Polish Dictionary*, Harper-Collins Publisher Ltd., Polska Oficyna Wydawnicza BGW, Warszawa, © (software) Young Digital Poland, 1997
3. Danowski B., *Komputer PC. Poradnik kupującego*, Helion, Gliwice 2005
4. Michalczyk J., *Przełom wśród pamięci* [w:] CHIP, 1998 r., nr 12, Wydawnictwo Vogel Burda Communications Sp. z o.o.
5. Metzger P., *Anatomia PC. Kompendium. Wydanie II*, Helion, Gliwice 2005
6. Mueller S., *Rozbudowa i naprawa komputerów PC*, Helion, Gliwice 2000
7. Mueller S., *Rozbudowa i naprawa komputerów PC. Wydanie XVI*, Helion, Gliwice 2005
8. Płoski Z., *Słownik Encyklopedyczny – Informatyka*, Wydawnictwa Europa, 1999
9. *Słownik języka polskiego*, PWN, Warszawa 2005

**Źródła internetowe** (wszystkie adresy aktywne w dniu 31 grudnia 2005 r.)

- <http://pl.wikipedia.org>
- <http://www.amd.pl>
- <http://www.intel.pl>
- <http://www.jedec.org>
- <http://www.benchmark.pl>
- <http://www.tomshardware.pl>
- <http://www.chip.pl>
- <http://www.enter.pl>

## SPIS RYSUNKÓW

RYSUNEK 1. SCHEMAT MASZYNY VON NEUMANNA .....	8
RYSUNEK 2. PIERWSZY KOMPUTER IBM PC 5150 (Z LEWEJ) ORAZ WSPÓŁCZESNY WYGLĄD JEDNOSTKI SYSTEMOWEJ PECETA (Z PRAWEJ) .....	10
RYSUNEK 3. PRZYKŁADOWA PAMIĘĆ TYLKO-DO-ODCZYTU .....	11
RYSUNEK 4. SCHEMAT BUDOWY KOMÓRKI PAMIĘCI DYNAMICZNEJ I STATYCZNEJ .....	13
RYSUNEK 5. ARCHITEKTURA KOMPUTERA Z CHIPSETEM 430TX, Z WYRÓŻNIONĄ PAMIĘCIĄ PODRĘCZNĄ .....	17
RYSUNEK 6. PORÓWNANIE TOPOLOGII PAMIĘCI CACHE .....	22
RYSUNEK 7. PAMIĘĆ W MODULE SIP (PREKURSOR SIMM) .....	27
RYSUNEK 8. MODUŁ PAMIĘCI SIMM (30-PINOWY) .....	28
RYSUNEK 9. MODUŁ PAMIĘCI SIMM (72-PIN FPM) .....	28
RYSUNEK 10. MODUŁ PAMIĘCI SIMM (72-PIN, EDO) .....	29
RYSUNEK 11. TYPOWY MODUŁ DIMM SDR (168 KOŃCÓWEK) .....	33
RYSUNEK 12. KOŚĆ DIMM SDR W RZECZYWISTOŚCI .....	34
RYSUNEK 13. PŁYTKA NIEBUFOROWANEGO MODUŁU DIMM .....	37
RYSUNEK 14. INSTALOWANIE MODUŁU DIMM .....	38
RYSUNEK 15. KOŚĆ DDR DIMM W RZECZYWISTOŚCI .....	39
RYSUNEK 16. PORÓWNANIE TAKTOWANIA UKŁADÓW PAMIĘCI SDR I DDR .....	40
RYSUNEK 17. TYPOWY MODUŁ DIMM DDR (184 KOŃCÓWKI) .....	40
RYSUNEK 18. TRZY KLASY NAPIĘCIOWE MODUŁÓW DDR .....	41
RYSUNEK 19. SCHEMAT MODUŁU DIMM DDR2 .....	43
RYSUNEK 20. MODUŁ DDR2 FIRMY KINGSTON .....	43
RYSUNEK 21. PRZYKŁADOWY ZESTAW KOŚCI DWUKANAŁOWYCH ( <i>ANG. DUAL CHANNEL KIT</i> ) W RZECZYWISTOŚCI .....	46
RYSUNEK 22. MODUŁY RAMBUS RIMM W RZECZYWISTOŚCI .....	48
RYSUNEK 23. TYPY I PRZEPUSTOWOŚĆ MODUŁÓW PAMIĘCI RDRAM .....	51

## ZAŁĄCZNIKI

### 1. ROZMIESZCZENIE KOŃCÓWEK 72-PINOWEGO STANDARDOWEGO MODUŁU SIMM

K	Nazwa sygnału	K	Nazwa sygnału	K	Nazwa sygnału
1	Ground (masa)	25	Data Bit 22	49	Data Bit 8
2	Data Bit 0	26	Data Bit 7	50	Data Bit 24
3	Data Bit 16	27	Data Bit 23	51	DataBit9
4	Data Bit I	28	Address Bit 7	52	Data Bit25
5	Data Bit 17	29	Address Bit 11	53	Data Bit \0
6	Data Bit 2	30	+5 Vdc	54	Data Bit 26
7	Data Bit 18	31	Address Bit 8	55	Data Bit II
8	Data Bit 3	32	Address Bit 9	56	Data Bit 27
9	Data Bit 19	33	Address Bit 12	57	Data Bit 12
10	+5 Vdc	34	Address Bit 13	58	Data Bit 28
11	Presence Detect 5	35	Parity Data Bit 2	59	+5 Vdc
12	Address Bit 0	36	Parity Data Bit 0	60	Data Bit 29
13	Address Bit I	37	Parity Data Bit 1	61	Data Bit 13
14	Address Bit 2	38	Parity Data Bit 3	62	Data Bit 30
15	Address Bit 3	39	Ground	63	Data Bit 14
16	Address Bit 4	40	Column Address	64	Data Bit 31
17	Address Bit 5	41	Column Address	65	Data Bit 15
18	Address Bit 6	42	Column Address	66	EDO
19	Address Bit 10	43	Column Address	67	Presence Detect 1
20	DataBit 4	44	Row Address	68	Presence Detect 2
21	Data Bit 20	45	Row Address	69	Presence Detect 3
22	Data Bit 5	46	Reserved	70	Presence Detect 4
23	Data Bit 21	47	Write Enable	71	Reserved
24	Data Bit 6	48	ECC Optimized	72	Ground

gdzie:

K – numer końcówki

Data Bit = bit danych

Address Bit = bit adresu

Parity Bit = bit parzystości

Bank Address = adres banku

Presence Detect = wykrywanie obecności

Reserved = zastrzeżony

Write Enabled = zapis aktywny

*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [www.jedec.org](http://www.jedec.org) oraz Mueller S., Rozbudowa i naprawa komputerów PC. Wydanie XVI, Helion, Gliwice 2005, s.549*