

Wykład 9

Pentium Pentium MMX

dr hab. inż. Bartłomiej Zieliński, prof. PŚ.

Pentium (MMX)

Program:

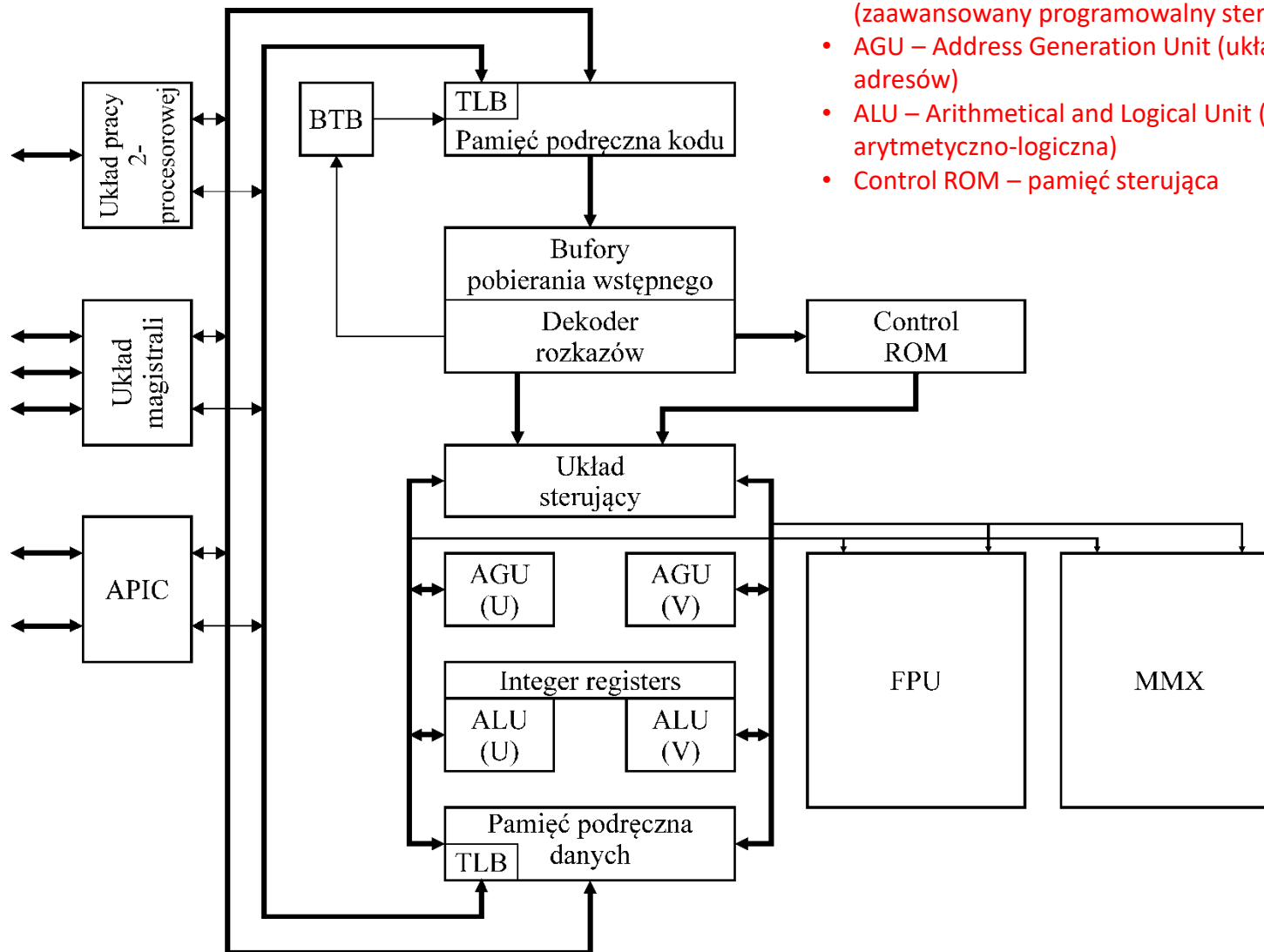
- Procesor Pentium
 - Struktura
 - Zasady działania
 - Przetwarzanie zmiennoprzecinkowe
 - Praca dwuprocesorowa
 - Układ APIC
- Rozszerzenie MMX

Pentium (MMX)

- Procesor Pentium
 - CISC, superskalarny
 - Potoki:
 - Stałoprzecinkowy: U, V – 5 etapów, prawie synchroniczne
 - Zmiennoprzecinkowy – 8 etapów
 - (MMX – 8 etapów)
 - Pamięć podręczna
 - Odrębna dla kodu i danych
 - Protokół MESI
 - BTB: 256 wpisów
 - Brak przemianowywania rejestrów
 - Brak przetwarzania poza kolejnością

Pentium (MMX)

- Pentium – struktura



- APIC – Advanced Programmable Interrupt Controller (zaawansowany programowalny sterownik przerwań)
- AGU – Address Generation Unit (układ wytwarzania adresów)
- ALU – Arithmetical and Logical Unit (jednostka arytmetyczno-logiczna)
- Control ROM – pamięć sterująca

Pentium (MMX)

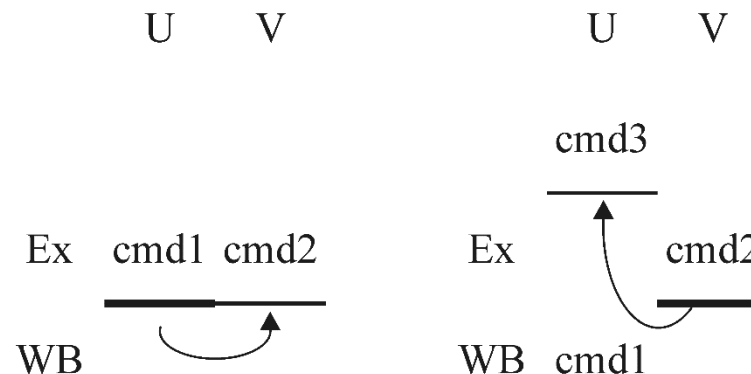
- Pentium – potoki wykonawcze
 - Zasady „parowania” rozkazów
 - Oba rozkazy muszą być proste
 - Brak mikrokodu, 1 Tclk/rozkaz
 - Np. MOV reg, reg; INC; DEC; cond.jump., ALU (2-3 clk/instr.)
 - Brak zależności: odczyt po zapisie, zapis po zapisie
 - (brak mechanizmu przemianowywania rejestrów)
 - Brak zależności niejawnych
 - Porównanie-skok warunkowy (zależność przez znaczniki)
 - Push/pop (zależność przez SP)
 - *Ale obie te zależności rozwiązane sprzętowo*
 - Rozkaz nie może zawierać danych natychmiastowych i przemieszczenia
 - Rozkazy z przedrostkami → tylko potok U

Pentium (MMX)

- Pentium – stopnie potoku
 - PF (*Prefetch*) – pobranie kodu z pamięci
 - F (*Fetch*, tylko MMX) – dł. rozk., przedrostki
 - *Kolejka dla zmniejszenia opóźnień w D1 jeśli wystąpi zatrzymanie potoku*
 - D1 (*Decode*) – czy można „sparować” instrukcje?
 - Przedrostek => potok U $\rightarrow$ 1 Tclk straty, brak „parowania”
 - D2 (*AddrGen*) – obliczenie adresu
 - 1 Tclk nawet dla złożonych trybów adresowania
 - EX (*Execute*) – odczyt pam., ALU, spr. przew. skoków
 - ALU+cache: +1 Tclk
 - WB (*WriteBack*) – zapis wyniku, spr. przew. skoków

Pentium (MMX)

- Pentium – synchronizm potoków
 - D1, D2 – w pełni synchroniczne
 - U stop $\rightarrow$ V stop, V stop $\rightarrow$ U stop
 - EX – nie w pełni synchroniczne
 - Potok zatrzymuje się np. gdy chybiecie
 - U stop $\rightarrow$ V stop
 - V stop $\rightarrow$ U kontynuuje,
 - Ale oba muszą dojść do WB, by nast. rozk. zaczął EX



Pentium (MMX)

- Pentium – potok zmiennoprzecinkowy

- Częściowo wspólne $PF \rightarrow D1 \rightarrow D2 \rightarrow Ex \rightarrow WB$

- PF, (F,) D1, D2, Ex

- Jak w potoku U

- X1 – FPU #1

- Konwersja danych do formatu FPU

- Zapis danych do rejestrów FPU

- Obejście 1

- X2 – FPU #2

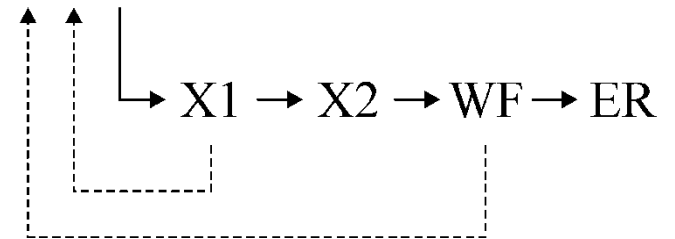
- WF – Write FPU

- Zaokrąglenie wyników, zapis do rejestrów FPU

- Obejście 2

- ER – zgłaszanie błędów

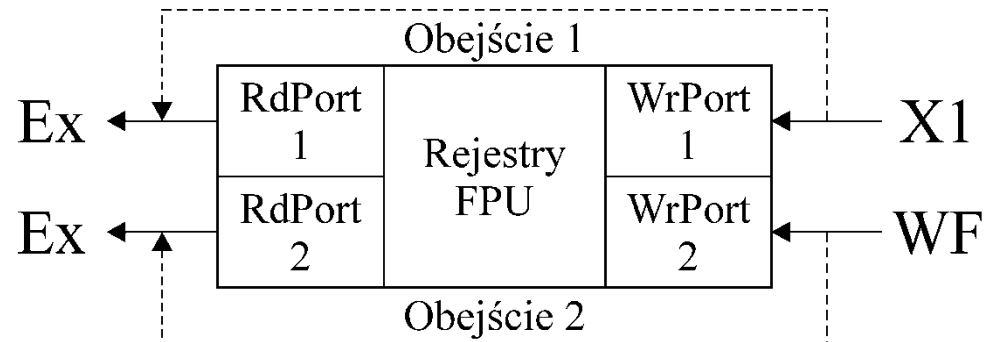
- Aktualizacja rejestru stanu



Pentium (MMX)

- Pentium – potok zmiennoprzecinkowy

– Obejście 1, 2

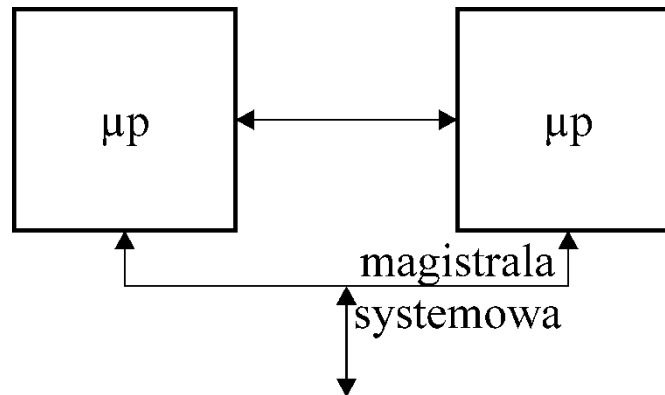


– Rozpoznanie instrukcji bezpiecznej

- Wczesne (X1) rozpoznanie, czy może wystąpić nadmiar, niedomiar, wyjątek itp.
 - Jeśli bezpieczna, nast. rozkaz może zakończyć EX
 - Jeśli nie, nast. rozkaz czeka, aż zakończy się faza ER
 - » Nawet jeśli nic złego się nie stało
 - » 4 Tclk opóźnienia

Pentium (MMX)

- Pentium – praca wieloprocessorowa



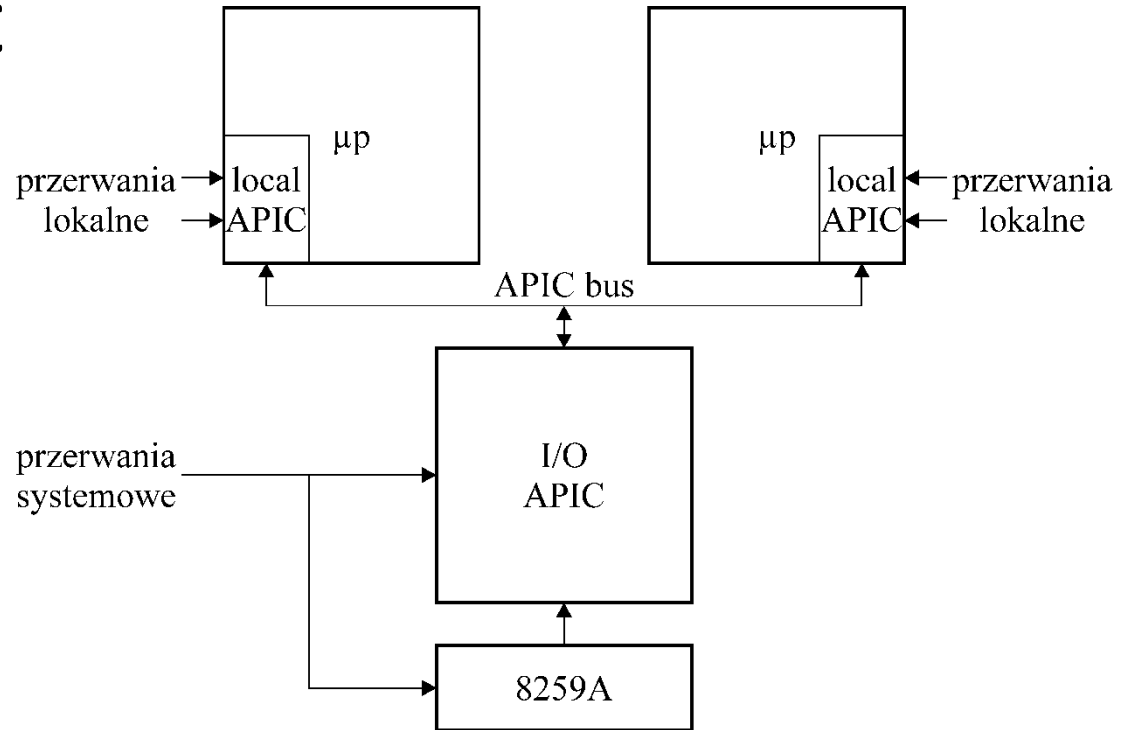
- Jak 1 procesor z punktu widzenia systemu
- Sprawiedliwe przełączanie magistrali
 - (Jak DMA w trybie pojedynczego przesłania)
- Pamięć podręczna – protokół MESI
- Trzeba włączyć APIC

Pentium (MMX)

- Pentium – APIC
 - *Advanced Programmable Interrupt Controller* –
rozbudowany programowany sterownik przerwań
 - Sterownik przerwań z wieloprocessorowością
 - W systemie wieloprocessorowym może być użyty z układem IO APIC
 - Może działać jako jedyny sterownik przerwań
 - Można zablokować
 - Może pracować zgodnie z 8259A
 - Zawiera licznik 32-b dla lokalnych przerwań czasowych

Pentium (MMX)

- Pentium – APIC



- Procesor przyjmuje przerwania:

- Lokalne przez LINT1, LINT0
- Systemowe przez APIC bus
- Z innych procesorów przez APIC bus

Pentium (MMX)

- Pentium – APIC
 - I/O APIC
 - Przechwytuje przerwania systemowe
 - Kieruje przerwania systemowe do odpowiednich mikroprocesorów
 - Programowalne schematy dystrybucji przerwań
 - Tryby pracy:
 - Normalny: lokalny APIC włączony sprzętowo i programowo
 - Obejście: jak gdyby nie było APIC; LINT → INT, NMI
 - Bez wieloprocessorowości
 - Przez lokalny: przerwania zewnętrzne przez local APIC
 - Możliwe przerwania z APIC bus
 - Maskowany: programowo wyłączony
 - Przerwania z APIC bus zamaskowane
 - Wejścia LINT pomijane

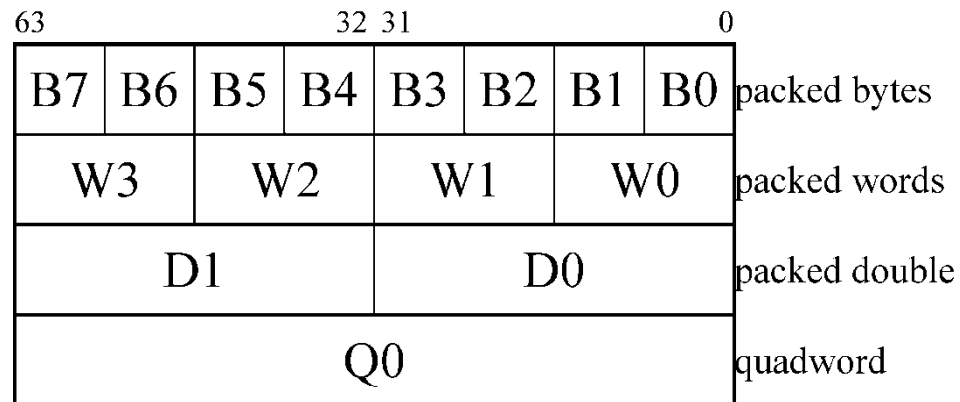
Pentium (MMX)

- Pentium – rozszerzenie MMX
 - *MultiMedia eXtension*
 - Dla przetwarzania multimedialnych (i nie tylko)
 - Technika SIMD (*Single Instruction Multiple Data*)
 - Wiele niezależnych strumieni danych przetwarza się dokładnie w ten sam sposób tymi samymi rozkazami, w tym samym czasie
 - Potrzebne nowe rejestry
 - MM_{0..7} – „schowane” pod rejestrami FPU
 - » Stare systemy nie wiedzą o ich istnieniu
 - Problem przy wieloprocusorowości
 - » Długie przełączanie między FPU i MMX
 - » Operacje MMX/FPU należy grupować

Pentium (MMX)

- Pentium – rozszerzenie MMX

– Rejestry, typy danych



– operacje

- Przesyły
- Pakowanie, rozpakowywanie
- Arytmetyczne (+, -, ×, ×+)
- Logiczne (and, nand, or, xor)
- Przesunięcia, porównania
- Exit MMX

Spakowane bajty

Spakowane słowa

Spakowane podwójne słowo

Poczwórne słowo

Pentium (MMX)

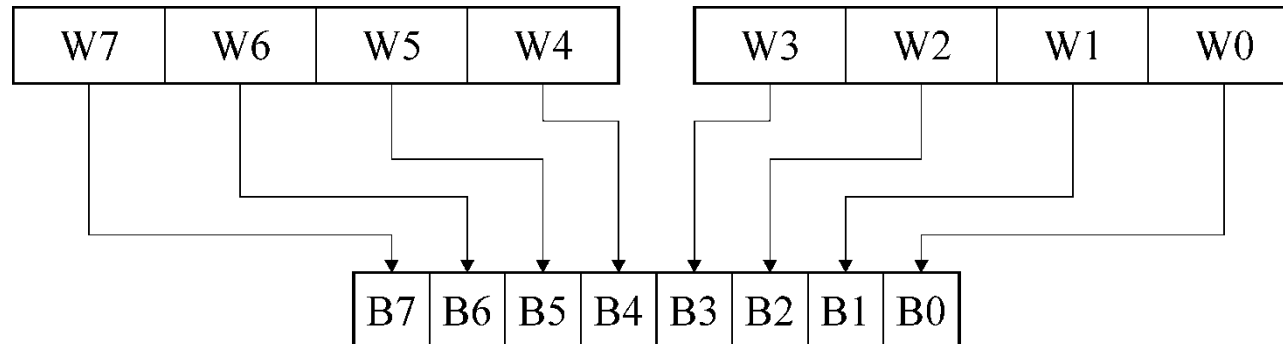
- Pentium – rozszerzenie MMX
 - 57 nowych rozkazów
 - Kod mnemoniczny:
 - **p** – jeśli typ spakowany
 - Kod operacji, np., add, sub, cmp, etc.
 - Przyrostek:
 - » **us** (*unsigned saturation*)
 - » **s** (*signed saturation*)
 - » **b** (*packed byte*)
 - » **w** (*packed word*)
 - » **d** (*packed double word*)
 - » **q** (*quadword*)

Pentium (MMX)

- Pentium – rozszerzenie MMX
 - 57 nowych rozkazów
 - Nasycenie
 - Pomijanie przeniesienia
 - » Obcięcie wyniku do dozwolonego zakresu
 - Jeśli wynik $< \min$
 - Wynik = min
 - Jeśli wynik $> \max$
 - wynik = max
 - W pozostałych przypadkach bez obcięcia
 - Przydatne w przetwarzaniu multimediiów:
 - » Przetwarzanie obrazów
 - » Przetwarzanie dźwięku

Pentium (MMX)

- Pentium – rozszerzenie MMX
 - Przykład rozkazu: packswb
 - Pakuj, z nasyceniem, słowa w bajty



```
for i=0 to 7
  if w[i] > 127
    B[i] = 127;
  else if w[i] < -128
    B[i] = -128;
  else
    B[i] = Lo (w[i]);
  end if
end for
```

Pentium (MMX)

- Pentium – rozszerzenie MMX

- Przetwarzanie potokowe

- MEx

- Wykonanie MMX

- WM/M2

- Zapis MMX/mnożenie cykl 2

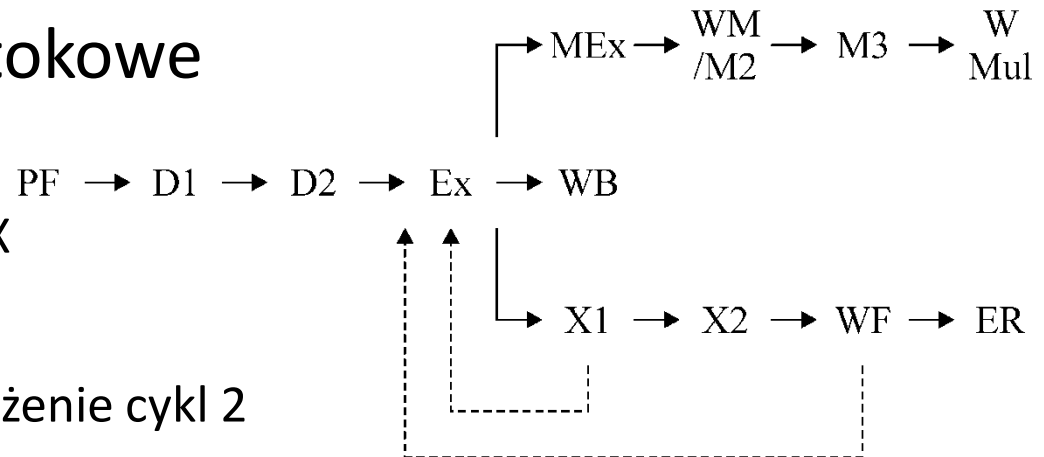
- M3

- Mnożenie cykl 3

- WMul

- Zapis wyniku mnożenia

- Każda faza – 1 clk



Pentium (MMX)

- Pentium – rozszerzenie MMX
 - „parowanie” rozkazów
 - MMX/MMX jeśli używa się różnych rejestrów MM
 - MMX/ALU
 - Ale nie MMX/FPU