

mgr inż. ARKADIUSZ KISIEL
Przemysłowy Instytut Automatyki
i Pomiarów MERA-PIAP
Warszawa

PAKIETY SPRZĘŻENIA Z PAMIĘCIAMI NA DYSKACH ELASTYCZNYCH W SYSTEMIE INTEL DIGIT-PROWAY

W artykule omówiono opracowywane przez autora pakiety sprzężenia z pamięciami na dyskach elastycznych oraz przeprowadzono porównanie z podobnymi pakietami innych producentów.

1. Wprowadzenie

Ostatnie lata charakteryzują się dynamicznym rozwojem mikroprocesorowych systemów sterowania, znajdujących zastosowanie w wielu różnych procesach wytwarzania. Cechą charakterystyczną tych systemów jest to, że funkcje zbierania danych, ich obróbki a następnie sterowania odbywają się tuż przy obiekcie. Są to systemy z „inteligencją” rozproszoną. Wzrost efektywności pracy tych systemów osiąga się między innymi przez dołączenie zminiaturyzowanych pamięci masowych, do których zaliczamy pamięci kasetowe i pamięci na dyskach elastycznych. Pamięci kasetowe mają dużą pojemność ale cechą ujemną ich jest duży czas dostępu do informacji. Pamięci na dyskach elastycznych, mimo mniejszej pojemności, mają jednak bardzo krótki czas dostępu do żądanej informacji i w związku z tym nadają się do zastosowania w układach sterowania czasu rzeczywistego. Inną cechą pamięci na dyskach elastycznych jest możliwość przeniesienia dyskietki z jednej pamięci do drugiej a w związku z tym istnieje łatwa możliwość wprowadzania nowych danych i programów do systemów zainstalowanych na obiekcie. Zalety te skłoniły projektantów systemu INTEL DIGIT-PROWAY do opracowania pakietów sprzężenia z pamięciami na dyskach elastycznych. Ograniczeniem, jakie pojawiło się przed projektantem pakietu sprzężenia z dyskiem elastycznym pracującym w kasie systemu INTEL DIGIT-PROWAY, był zakaz wykorzystania transmisji typu DMA między pamięcią RAM umieszczoną na magistrali kase-ty a pamięcią dyskową. Na magistrali tej pracuje kontroler komunikacyjny linii PROWAY, który co 8 mikrosekund komunikuje się z pamięcią RAM na magistrali kase-ty i ma najwyższy priorytet. W związku z tym zaistniała konieczność wprowadzenia na pakiecie bufora pośredniczącego przy przesyłkach danych i układu zapewniającego przesłanie informacji z niego do pamięci RAM na magistrali kase-ty, czyli układu

procesora. Przy okazji wprowadzania układu procesora do pakietu postanowiono uprościć procedury współpracy między procesorem użytkownika czyli procesorem sterującym procesem technologicznym a pamięcią na dysku elastycznym. Procesor użytkownika powinien jedynie zlecić przeprowadzenie określonej operacji procesorowi na pakiecie pamięci dyskowej, a ten zajmie się całym procesem inicjacji, kontroli i sygnalizacji wykonania zleconej operacji.

W MERA-PIAP podjęto opracowanie dwóch pakietów sprzężenia z pamięciami na dyskach elastycznych dla systemu INTEL DIGIT-PROWAY. Jako pierwszy powstał pakiet MI60 do współpracy z pamięcią 8-calową produkowaną przez KFAP w Krakowie. W związku z planami zaprzestania produkcji tej pamięci powstał pakiet MI61, który może współpracować z pamięciami 5 1/4 cala, 3 1/2 cala, 3 cale oraz z tymi pamięciami 8-calowymi, które mają podobny interfejs jak pamięci 5 1/4 cala.

2. Pakiet sprzężenia z pamięcią PLx45.D

Założeniem, jakie miał spełnić pakiet MI60, było zapewnienie sprzężenia między polską pamięcią na dyskach elastycznych 8-calowych typu PLx45.D a magistralą systemu INTEL DIGIT-PROWAY. Dodatkowymi wymaganiami, jakie założono przy konstrukcji tego pakietu, było zastosowanie w nim tylko elementów krajowych lub produkowanych w KS oraz maksymalne ograniczenie liczby zastosowanych elementów. Procesorem sterującym pracą pakietu jest krajowy układ MCY 7880. Sterowanie pamięcią dyskową powierzono układowi scalonemu wysokiej skali integracji typu 8271, którego odpowiednik znalazł się w planach produkcyjnych Bułgarii.

Zbudowany pakiet charakteryzuje się następującymi parametrami:

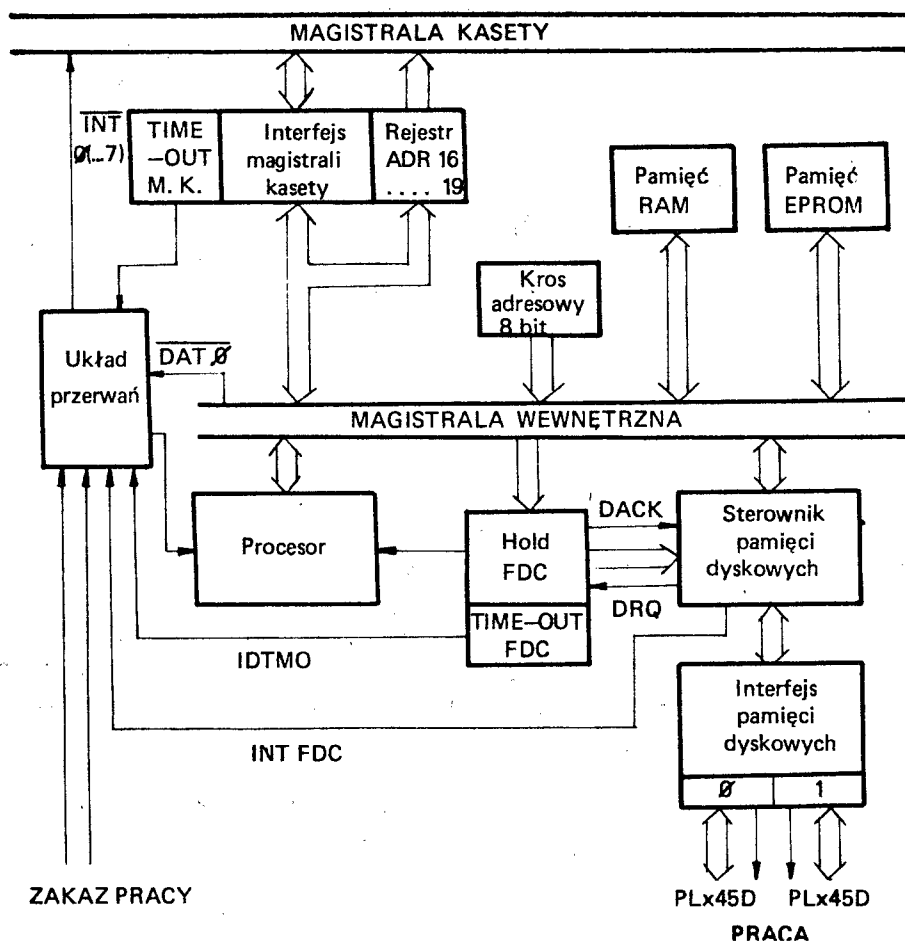
- pakiet obsługuje 2 jednostki pamięci PLx45.D,
- wewnętrzna pamięć programu wynosi 2 kbajty,
- wewnętrzna pamięć danych wynosi 1 kbajt,
- zapis z pojedynczą gęstością,
- pakiet adresuje pamięć zewnętrzną w pełnym obszarze 1MB,
- wykonuje operacje zapisu, odczytu i formatowania.

Konstrukcję pakietu można podzielić na kilka bloków funkcjonalnych: blok procesora, pamięć, interfejs magistrali kasety, blok sterownika dysku i układ przerwań.

Blok procesora składa się z następujących zasadniczych elementów: procesora, sterownika szyny danych oraz zegara procesora. Blok ten wydaje wszystkie sygnały sterujące pracą pakietu oraz przyjmuje potwierdzenia wydawanych instrukcji. Praca bloku jest tak zorganizowana, że przechodzi on do wykonywania kolejnej instrukcji po potwierdzeniu wykonania poprzedniej lub po wygenerowaniu sygnału sztucznego potwierdzenia.

Pamięć pakietu MI60 zawiera układ pamięci programu typu I 2716 o pojemności

2 kbajtów oraz 2 układy typu I 2114 pamięci RAM o pojemności 1 kbajta. W pamięci EPROM umieszczony jest program sterujący funkcjami sprzężenia z pamięcią dyskową i z magistralą kasety. W pamięci RAM znajdują się komórki robocze procesora oraz bufor pośredni dla danych.



Rys. 1. Schemat blokowy pakietu MI60.

Interfejs magistrali kasety służy do połączenia układów pakietu MI60 z magistralą kasety. Składają się na niego nadajniki adresów, bufor szyny danych i nadajniki rozkazów. W skład układu interfejsu magistrali kasety wchodzi również układ arbitracji magistrali kasety, który nadzoruje kolejność przydzielania magistrali pakietom aktywnym. Adresowanie w obrębie 1 mbajta na magistrali kasety uzyskano wprowadzając

4-bitowy rejestr rozszerzenia adresu oraz sterowany programowo bufor sygnału ADR12. W skład interfejsu wchodzi ponadto 8-bitowy dekodер adresów I/O wykorzystywany do inicjacji pracy pakietu MI60 przez procesor użytkownika oraz do odczytu sygnału przerwania generowanego przez pakiet w sposób programowy i wydawanego na magistralę kasety na odpowiednim poziomie wybranym krosem.

Zasadniczym elementem bloku sterownika pamięci dyskowej jest układ 8271, który spełnia następujące funkcje: sprawdza gotowość pamięci dyskowej do pracy, wyszukuje zadane ścieżki i sektory, zamienia informację z postaci równoległej na szeregową i odwrotnie, automatycznie generuje wielomian CRC, sprawdza poprawność informacji odczytanej z dysku, sygnalizuje moment przerwania i zakończenia operacji na dysku. Ponieważ pakiet obsługuje dwie jednostki pamięci dyskowej o dwóch kieszeniach, a układ 8271 może wybierać jedynie jedną z dwóch kieszeni, na pakiecie umieszczono rejestr wyboru pamięci dyskowej, który steruje jednocześnie dwoma niezależnymi układami interfejsów pamięci dyskowych.

Na uwagę zasługuje sposób współpracy układu 8271 z pamięcią buforową, gdzie funkcję sterownika DMA spełnia procesor. Szybkość, z jaką układ 8271 dostarcza informację odczytaną z pamięci dyskowej lub jaką należy mu dostarczyć by ją zapytać, wynosi 1 bajt co 32 mikrosekundy. Obsługa programowa układu 8271 polegająca na badaniu słowa stanu w trakcie czytania lub zapisu informacji na dysk nie jest możliwa przez tak wolny procesor, jakim jest układ MCY 7880. W związku z tym układ 8271 inicjowany jest do pracy w trybie DMA a odpowiednio skonstruowany mechanizm sprzętowo-programowy powoduje zatrzymanie procesora na instrukcji odczytu lub wpisu informacji z/do układu 8271 do czasu pojawienia się sygnału DRO oznaczającego gotowość rejestru informacyjnego do wydania lub przyjęcia danej. Procesor w krótkiej pętli wykonuje jeszcze jedno odwołanie do pamięci buforowej i zmianę zawartości dwóch rejestrów wewnętrznych. Koniec procedury zapisu lub odczytu sygnalizowany jest przerwaniem generowanym przez układ 8271. Po zakończeniu transmisji między buforem pośredniczącym a pamięcią dyskową, informacja z bufora przesyłana jest do określonego w zleceniu miejsca na magistrali kasety.

Na pakiecie znajdują się układy zabezpieczające przed przekroczeniem czasu objęcia magistrali kasety oraz przekroczenia czasu oczekiwania na wykonanie instrukcji wpisu lub odczytu informacji z układu 8271. W przypadku, gdy któryś z tych czasów zostanie przekroczony, generowany jest sygnał sztucznego potwierdzenia i sygnał przerwania wewnątrz pakietu. Oprogramowanie wewnętrzne pakietu umożliwia przeprowadzenie operacji zapisu informacji na dyskietkę, odczytu informacji z dyskietki oraz formatowanie dyskietki.

Obsługa programowa pakietu MI60 przez procesor użytkownika polega na wpisaniu parametrów operacji tzn. adresu pamięci zewnętrznej, numeru pamięci, wyboru kieszeni, numeru ścieżki i sektora oraz liczby sektorów do transmisji w polu parametrów operacji sprzężenia z pamięcią dyskową a następnie ustawieniu przerzutnika START na

pakiecie MI60 za pomocą rozkazu OUT z adresem pakietu. Po zakończeniu operacji w polu parametrów umieszczana jest informacja zwrotna a następnie jest generowane przerwanie do użytkownika.

Pakiet MI60 sygnalizuje moment rozpoczęcia współpracy z pamięcią dyskową przez zapalenie lampki PRACA przy wybranej pamięci. Istnieje możliwość przerwania pracy pamięci przez wciśnięcie przycisku ZAKAZ PRACY lub uniemożliwienia jej rozpoczęcia np. przy wymianie dyskietki. Do zalet pakietu MI60 należy zaliczyć: prostą obsługę programową przez użytkownika, pełną sygnalizację stanów poprawnej pracy i awarii, prostą budowę, możliwość adresowania pamięci zewnętrznej w obrębie 1 MB, możliwość współpracy ze wszystkimi jednostkami centralnymi systemu INTEL DIGIT-PROWAY. Do wad zaobserwowanych w trakcie eksploatacji: zbyt mały bufor pośredniczący na pakiecie, który nie mieści zawartości całej ścieżki a w związku z tym w pewnych zastosowaniach dłuższe czasy zapisu i odczytu większych bloków danych, przystosowanie do współpracy tylko z polskimi pamięciami 8-calowymi, co związane jest z ich specyficznym interfejsem.

3. Pakiet sprzężenia z pamięciami 5.25"

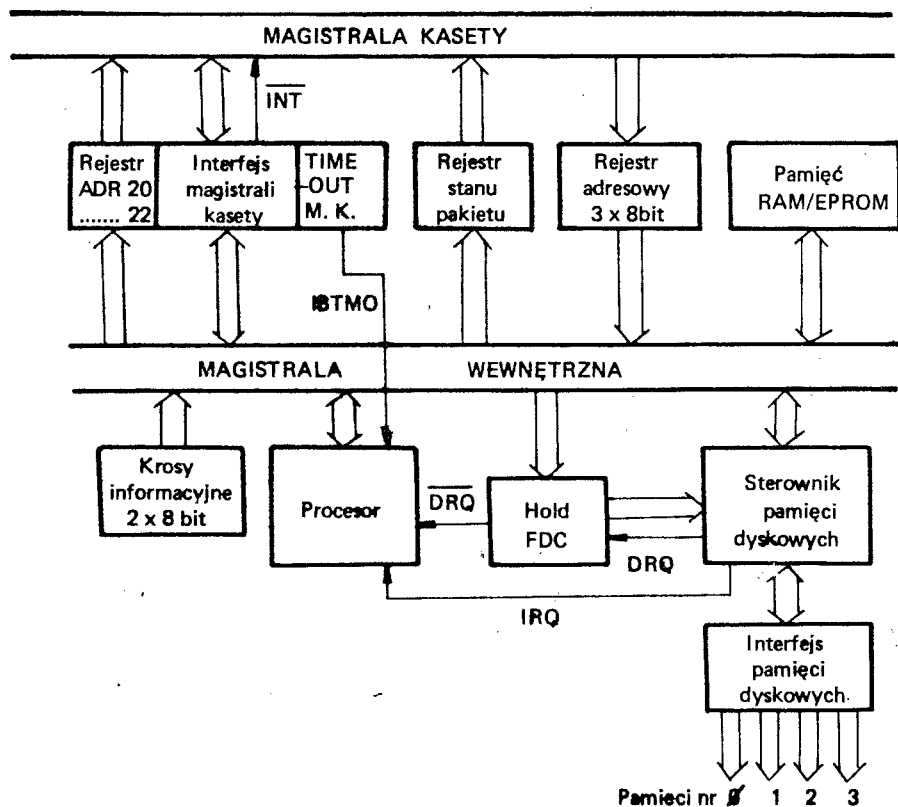
Zapowiedzi zakończenia produkcji polskich pamięci na dyskach elastycznych 8-calowych oraz ogólna tendencja do stosowania w układach sterowania nowych pamięci 5 1/4 cala przyczyniły się do podjęcia opracowania nowego pakietu MI61 sprzężenia z pamięciami na dyskach elastycznych. Przy pracy nad tym pakietem wykorzystano niektóre rozwiązania z pakietu MI60, jednak postanowiono znacznie rozszerzyć jego możliwości funkcjonalne. Pakiet MI61 charakteryzuje się następującymi parametrami:

- może pracować na magistrali systemu INTEL DIGIT-PROWAY lub ELWRO 800,
- jest w stanie sterować od 1 do 4 pamięci dyskowych dwustronnych,
- może obsługiwać pamięci 5 1/4 cala, 3 1/2 cala, 3 cale lub 8 cali,
- zapis z pojedynczą lub podwójną gęstością zapisu,
- może współpracować z procesorami 8 lub 16-bitowymi,
- może współpracować z kilkoma procesorami umieszczonymi na jednej magistrali kasety,
- dzięki procesorowi oraz dużej pamięci umieszczonej na pakiecie jest w stanie spełniać złożone funkcje przetwarzania informacji zapisywanej lub odczytywanej,
- ma możliwość adresowania pamięci na magistrali kasety w obrębie 8 mbajtów.

Chcąc zapewnić realizację wyżej wymienionych funkcji rozszerzono bazę elementową zastosowaną przy konstrukcji pakietu. Zasadniczymi elementami, jakie zastosowano są: scalony układ sterownika pamięci dyskowej o dużej skali integracji WD2797 oraz szybki, 8-bitowy procesor 8088.

Powodem, dla którego sięgnięto po te układy, jest w przypadku sterownika pamięci dyskowej jego bogata architektura wewnętrzna, pozwalająca bez dodatkowego nakładu

Współpraca procesora z układem sterownika pamięci dyskowej przy transmisji danych wykorzystuje, podobnie jak i w pakiecie MI60, mechanizm zatrzymania pracy procesora



Rys. 2. Schemat blokowy pakietu MI61

Pakiet ma 6 podstawek 28—nóżkowych dla układów pamięci. W podstawkach w sposób dowolny można obsadzić układy RAM i EPROM o dowolnych pojemnościach. Należy jedynie wykonać odpowiednie połączenia w krosach przy tych podstawkach oraz zaprogramować dekodery adresów pamięci. Taka konstrukcja bloku pamięci umo-

zliwia realizację prostych operacji zapisu i odczytu a w przypadku zastosowania dużych pamięci programu i danych realizację złożonych procedur zapisu, odczytu, poszukiwan, statystyki. Na pakiecie MI61 znajduje się kros, dzięki któremu można przystosować pakiet do współpracy z 8 bitową szyną danych magistrali ELWRO 800. Rozszerzenie przestrzeni adresowej do 8 mbajtów osiągnięto poprzez umieszczenie dodatkowego rejestru adresowego obsługiwane programowo oraz sterowanych buforów linii adresowych ADR19 i ADR16. Dzięki umieszczeniu na pakiecie rejestrów adresowych zapisywanych od strony magistrali kasety oraz rejestru stanu pakietu istnieje możliwość współpracy z kilkoma procesorami, z których każdy ma swoje pole parametrów operacji dyskowych i wpisuje jego adres w momencie inicjacji pracy pakietu MI61. Po zakończeniu wykonywania zlecenia w rejestrze stanu umieszczana jest informacja zwrotna i generowane jest przerwanie.

Na pakiecie znajdują się dwa 8 bitowe krosy za pomocą których można zakodować parametry podłączonych pamięci dyskowych. Parametry zleceń dla pakietu MI61 mogą mieć postać podobną jak dla pakietu MI60 tzn. należy podać numer napędu, stronę, numer ścieżki i sektora oraz wielkość obszaru do przesłania. Przy bardziej złożonych oprogramowaniach wewnętrznych pakietu MI61 zlecenia mogą dotyczyć operacji na zbiorach a parametry pamięci dyskowych mogą być rozpoznawane programowo. Pakiet MI61 może również w razie potrzeby wykonywać program umieszczony w zewnętrznym obszarze pamięci. Jak widać z podanej charakterystyki pakiet MI61 jest pakietem o dużych możliwościach działania, których wykorzystanie zależy od konkretnych potrzeb i zastosowanego oprogramowania.

4. Porównanie z podobnymi pakietami innych producentów

Do porównań wybrano moduł sterownika dysków elastycznych M-FLO pracujący na magistrali ELWRO 800 i pakiet MI80 opracowany w ZAP Ostrów Wlkp. Pakiety te przewidziane są do pracy w tych samych co i MI61 systemach.

Najważniejsze parametry modułu M-FLO przedstawiają się następująco.

- pakiet jest specjalizowanym mikrokomputerem przeznaczonym do sterowania od 1 do 4 dowolnych jednostek pamięci dyskowych,
- zapis z pojedynczą lub podwójną gęstością zapisu,
- adresowanie na magistrali kasety w obszarze 16 MB.

Ponadto moduł M-FLO zawiera:

- procesor 8080A,
- pamięć EPROM do 12 KB, pamięć RAM 2 KB,
- programowany sterownik przerwań 8259,

- programowany układ transmisji równoległej 8255,
- sterownik transmisji typu DMA 8257,
- sterownik pamięci dyskowych 8272A.

Jak widać z przytoczonych danych moduł M—FLO w porównaniu z pakietem MI61 ma bardziej skomplikowaną budowę wewnętrzną, zawiera 5 dużych układów scalonych (MI61 tylko 2). Wadą wydaje się być również mała pamięć wewnętrzna RAM modułu, która uniemożliwia buforowanie dłuższych bloków danych (ścieżki lub cylindra) a tym samym zwiększa czas dostępu do informacji oraz uniemożliwia przeprowadzenie operacji na większych blokach danych. Pozostałe parametry i możliwości funkcjonalne wydają się być podobne dla obu pakietów.

Pakiet MI80 z ZAP ma następujące parametry:

- obsługuje od 1 do 4 dowolnych jednostek pamięci dyskowych,
- zapis z pojedynczą lub podwójną gęstością zapisu,
- adresowanie na magistrali kasety w obszarze 1 MB lub 16 MB,
- typ przekazu DMA lub NON DMA,

zawiera:

- do 512 KB pamięci dynamicznej RAM,
- port równoległy o standardzie CENTRONICS lub LOGABAX,
- kanał szeregowy RS 232C,
- interfejs klawiatury zgodny z IBM PC,
- priorytetowy kontroler przerwań,
- 5 ośmiobitowych liczników do dowolnego wykorzystania.

Z podanych parametrów widać, że moduł MI80 jest pakietem o wielu różnorodnych funkcjach. Zadanie sterowania pamięciami dyskowymi jest więc tylko jedną z nich. Takie rozwiązanie zapewnia możliwość zbudowania wielofunkcyjnego systemu z minimalnej liczby pakietów. Na pakiecie nie ma procesora sterującego funkcjami pakietu, w związku z tym wszystkie czynności związane z jego działaniem muszą być inicjowane i sterowane przez procesor użytkownika. W przypadku zastosowania pakietu MI80 w kasie razem z kontrolerem komunikacyjnym i konieczności przesyłania informacji z/do pamięci dyskowej po magistrali kasety, brak procesora wewnętrznego powoduje poważne obciążenie procesora użytkownika związane z obsługą sterownika pamięci dyskowych przy transmisji NON DMA. Wydaje się więc, że nie we wszystkich implementacjach systemów sterowania czasu rzeczywistego pakiet MI80 będzie mógł być zastosowany.