

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

ÓŚRODEK AUTOMATYKI ELEKTRYCZNEJ

074 ZESPÓŁ BUDOWY CYFROWYCH URZĄDZEŃ SYSTEMOWYCH A

Główny wykonawca dr inż. A. Syrczyński ASh

Wykonawcy dr inż. A. Syrczyński, mgr inż. M. Słodczyk

Konsultant

Cel nr 58

Nr zlecenia
RP-58.1

Urządzenia do testowania i diagnostyki
układów sterowania oraz podzespołów
układu sterowania robotów przemysłowych
IRp.

Temat - Tester uruchomieniowy pakietów
jednostek centralnych 16-bitowych.

Nr zadania 1.1. ZAŁOŻENIA.

Zleceniodawca CPBR Nr 7.1

Pracę rozpoczęto dnia 86.09.01
Kierownik Zespołu ASh

zakończono dnia 86.09.30
Kierownik Ośrodka ASh

dr inż. A. Syrczyński

prof. dr inż. T. Missala

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz: 4

stron 10

Egz. 1 BOINTE

rysunków 2

Egz. 2 OAE-3

fotografii

Egz. 3 DW

tabel 1

Egz. 4 OAE-8

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5651

**Analiza deskrytorowa URZĄDZENIA AUTOMATYCZNEJ REGULACJI
I STEROWANIA: ROBOTY PRZEMYSŁOWE, TESTOWANIE**

Analiza dokumentacyjna

Założenia testera uruchomieniowego pakietów jednostek centralnych 16-bitowych zawierają omówienie metod testowania, koncepcję testera, wymagania techniczne oraz założenia na testy.

Tytuły poprzednich sprawozdań

UKD

PIAP-252/03-6000

Spis treści

1. Wstęp
2. Przegląd metod uruchamiania i testowania
3. Wstępne czynności przy uruchamianiu
4. Koncepcja ogólna testera
 - 4.1. Testowanie emulacyjne
 - 4.2. Testowanie autonomiczne
5. Wymagania na pakiet emulatora
6. Założenia na procedury emulacji przekazów
7. Założenia na testy emulacyjne
8. Założenia na testy autonomiczne
9. Zestawienie urządzeń do uruchamiania i testowania pakietu j.c. MM-86.

1. Wstęp

Celem tematu jest opracowanie środków, sprzętowych i programowych, do produkcyjnego uruchamiania i testowania pakietów:

MM 86 jednostki centralnej 16-bitowej,

ML 50 pamięci PROM 16-bitowej,

MI 50 sprzężenia z pamięcią kasetową PK 1

opracowanych w ramach problemu węzłowego 06.1 i wykorzystanych w układzie sterowania robotów.

Pakiety typów ML 50 i MI 50 są pakietami pasywnymi /slave/ i mogą być w całości uruchamianie i testowane za pomocą "Urządzenia do uruchamiania i testowania układów sterowania robotów przemysłowych IRp" opracowanego w ramach zlecenia RP-58.2.

W niniejszym temacie są opracowywane testy uruchomieniowe tych dwóch pakietów - jako zadanie nr 1.2.

Natomiast pakiet jednostki centralnej MM 86 jest pakietem aktywnym /master/ i nie może być uruchamiany za pomocą w.w. urządzenia. Konieczne jest opracowanie specjalizowanego urządzenia - testera uruchomieniowego, co jest przedmiotem niniejszych założeń.

2. Przegląd metod uruchamiania i testowania

Przez uruchamianie będziemy rozumieli doprowadzenie zmontowanego pakietu do działania, głównie za pomocą testów uruchomieniowych, a przez testowanie jego pełne sprawdzenie funkcjonalne za pomocą testów kontrolnych. Szczególna trudność uruchamiania pakietów mikroprocesorowych wiąże się z faktem, że w przypadku usterki w obszarze wewnętrznej magistrali pakietu nie mogą działać żadne testy uruchomieniowe na mikroprocesorze pakietu.

Do uruchamiania za pomocą testów można wtedy stosować wyłącznie metodę emulacyjną, to jest symulowanie operacji usuniętego mikroprocesora wewnątrzpakietowego za pomocą zewnętrznego systemu mikroprocesorowego dołączonego do pakietu za pomocą sondy emulacyjnej, izolującej badany niesprawny pakiet od zewnętrznego systemu.

Urządzenia mikroprocesorowe, takie jak pakiet jednostki centralnej MM 86, mogą być uruchamiane i testowane następującymi sposobami:

a. Egzemplarze pojedyncze, jak modele i prototypy, mogą być uruchamiane bez specjalizowanych urządzeń, za pomocą oscyloskopu. Postępowanie jest bardzo trudne, czasochłonne, wymaga pracy personelu o najwyższych kwalifikacjach. Lokalizacja usterek jest procesem intuicyjnym. Stosowane testy to głównie proste testy repetycyjne umożliwiające w niektórych przypadkach oscyloskopową obserwację przebiegów. Nie można opracować szczegółowej instrukcji uruchamiania dla personelu produkcyjnego. Nawet wzbogacenie instrumentarium o oscyloskopy z pamięcią i analizatory stanów logicznych wielkiej szybkości nie zmienia charakteru pracy.

b. Małe serie produkcyjne mogą być uruchamiane metodą emulacyjną za pomocą tzw. zestawów uruchomieniowych, znanych z zastosowań do opracowywania i uruchamiania oprogramowania. Zestaw uruchomieniowy wyposażony w emulator danego typu mikroprocesora pozwala na bezwarunkowe wykonanie testów uruchamianego pakietu, bez względu na jego sprawność i umożliwia uzyskanie informacji o charakterze niesprawności oraz przybliżonej lokalizacji. Obecnie w kraju nie ma jeszcze żadnego gotowego opracowania sprzętu i oprogramowania dla uruchamiania systemów 16-bitowych, chociaż prace są prowadzone w kilku zakładach.

Proces uruchamiania z a pomocą zestawu emulacyjnego wymaga personelu o kwalifikacjach inżynierskich, zaś przy odpowiednio bogatym oprogramowaniu i szczegółowych instrukcjach może być wykorzystany personel techniczny. Koszt opracowania środków do uruchamiania zależy od stopnia uszczegółowienia testów, wprowadzania trybu konwersacyjnego i innych ułatwień obsługi.

Światowym standardem emulatora jest urządzenie ICE-86A firmy INTEL o pełnej nazwie IAPX 86 IN-CIRCUIT EMULATOR. Składa się ono z 3 pakietów standardu INTEL i bufora sondy w odrębnej obudowie. Jest przeznaczone do zainstalowania w zestawach INTEL LEC z dyskami elastycznymi.

c. Produkcja wielkoseryjna wymaga stosowania pełnoautomatycznego testowania. Koszty przygotowania sprzętu i oprogramowania do uruchamiania w tym przypadku są bardzo wysokie, stanowią główny składnik przygotowania produkcji wyrobu.

3. Wstępne czynności przy uruchamianiu

Przeważająca ilość niesprawności pakietów jest spowodowana wadami płyt drukowanych /zwarcia i przerwy/ i wadami elementów. Czas i koszt zlokalizowania tych uszkodzeń w fazie uruchamiania może być nawet setki razy większy niż w fazie wstępnej kontroli. W procesie produkcyjnym muszą być zatem wykonane następujące czynności wstępnej kontroli:

1. Sprawdzenie płyty drukowanej przez dokładne oględziny poprzez szkło powiększające min. 4 razy - w celu wykrycia i usunięcia zwarców i przerw ścieżek. Miejsca wątpliwe muszą być sprawdzane omomierzem.
2. Sprawdzenie funkcjonalne co najmniej wszystkich układów scalonych dużej skali integracji. Do pakietu j.c. MM 86 muszą być sprawdzone przed wlutowaniem układy typu 8086, 8251, 8259A, 8255, 8253, 2114, 8284.
3. Po zlutowaniu pakietu i umyciu sprawdzenie przez dokładne oględziny poprzez szkło powiększające min. 4 razy w celu wykrycia i usunięcia zwarców powstałych podczas lutowania. Miejsca wątpliwe muszą być sprawdzone omomierzem.

4. Koncepcja ogólna testera

Obecnie można wskazać następujące czynniki charakteryzujące uruchamianie produkcyjne pakietu MM 86:

1. nie ma całkowitej pewności do do wyboru zakładu produkcyjnego układu sterowania robotów,
2. produkcja w Dziale Wytwórczym PIAP będzie małoseryjna, rzędu kilkudziesięciu sztuk rocznie,
3. istnieje konkurencyjne opracowanie pakietu jednostki centralnej, typu MM 16, Politechniki Wrocławskiej, preferowane przez ZAP. Nie są jeszcze sfinalizowane

uzgodnienia dotyczące wyboru typu jednostki centralnej, lub podziału puli produkcyjnej układów sterowania na różne jednostki centralne .

Biorąc pod uwagę wynikający z powyższych czynników pewien stopień niepewności, a także mając na uwadze zaplanowany bardzo krótki czas opracowania testera i jego oprogramowania, równy zaledwie 12 miesiącom, oraz możliwość ukazania się na rynku krajowym systemów uruchomieniowych 16-bitowych, należy wybrać rozwiązanie najprostsze w realizacji i o możliwie małej pracochłonności opracowania i wykonania. Powinno ono zapewnić uruchamianie pakietów MM 16 w skali małoseryjnej przez personel produkcyjny o wyższych kwalifikacjach. W celu wykonania testera przy wskazanych uwarunkowaniach proponuje się wykorzystać w procesie uruchamiania pakietu MM 86 dwie metody:

- testowanie emulacyjne, w ograniczonym zakresie, do sprawdzenia najważniejszych części pakietu, tak by po usunięciu ew. usterek, w tej strefie była pewność pracy mikroprocesora, pamięci i interfejsu szeregowego,
- testowanie autonomiczne, testami na mikroprocesor wewnętrzny pakietu dla uruchomienia pozostałych części pakietu.

Uprości to zarówno konstrukcję zestawu emulującego, jak i zmniejszy trudność jego oprogramowania. Testy działające na mikroprocesorze wewnętrznym są znacznie prostsze od testów emulacyjnych.

Ponadto zakłada się stosowanie oscyloskopu do obserwacji przebiegów wewnątrz pakietu, w punktach specyfikowanych instrukcją uruchamiania.

Przy przyjęciu takiej koncepcji można przedstawić konfigurację stanowiska do uruchamiania i testowania.

4.1. Testowanie emulacyjne

Konfigurację stanowiska testera pokazano na rys.1. Zestaw emulujący jest zbudowany na magistrali kasety INTELDIGIT-PROWAY. Testy uruchomieniowe umieszczone w pamięci stałej pakietu ML 50 wykonuje pakiet jednostki centralnej MM 86 z dołączonym monitorem ekranowym i klawiaturą dla operatora. Do magistrali kasety jest dołączony również pakiet emulatora z sondą wstawioną do podstawki mikroprocesora 8086 /wyjętego/ uruchamianego

pakietu MM 86. Pakiet emulatora zawiera rejestry w których w fazie przygotowania instrukcji są gromadzone sygnały symulujące, a w trakcie symulowanej instrukcji wpisywane są sygnały z pakietu uruchamianego. Dla sprawdzenia kanału transmisji szeregowej będzie zakładane złącze C zapętlające nadajnik z odbiornikiem interfejsu szeregowego uruchamianego pakietu. Pakiet uruchamiany nie jest dołączony do magistrali kasety, ażeby nie zakłócać pracy testera. Poprzez złącza A i B są doprowadzane tylko napięcia zasilania.

Przebieg uruchamiania jest następujący. Zestaw emulacyjny wykonuje kolejne instrukcje testu, sprawdzające poprawne wykonywanie rozkazów czytania i pisania do wszystkich układów dołączonych do magistrali wewnętrznej. W trakcie instrukcji zestaw odczytuje stany wszystkich linii sondy, w celu wykrycia ewent. zwarc, przerw lub uszkodzonych układów scalonych. Aby sprawdzić stan linii ich nadajniki i odbiorniki w pakiecie emulatora muszą realizować stany marginalne parametrów elektrycznych sygnałów, a dodatkowo muszą być odporne na dowolne stany w pakiecie, np. zwarcie do zera, zwarcie do +5V. Wszystkie odczytane stany linii są analizowane następnie w pakiecie j.c. i ewentualne niezgodności są wydawane na monitorze ze wskazaniem jaki układ na pakiecie był adresowany i na jakiej linii /liniach/ wykryto niezgodność. Następnie uruchamiający korzysta z wersji repetycyjnej testów i za pomocą oscyloskopu kontroluje przebieg sygnałów generowanych testem w kolejnych punktach układu. Dzięki emulacji test repetycyjny biegnie bez względu na usterki pakietu. Daje to gwarancję zlokalizowania usterki. Uzyskane informacje z monitora ekranowego i oscyloskopu są wystarczające do podjęcia działań naprawczych przez uruchamiającego. Będzie to najczęściej usunięcie błędu na płycie drukowanej lub usunięcie wadliwego układu scalonego. Jeżeli zachodzi potrzeba bliższej lokalizacji przez rozcinanie połączenia drukowanego, to zestaw emulacyjny może być pomocny na każdym kroku do szybkiego sprawdzania nowego stanu.

Po sprawdzeniu prawidłowości bezpośredniego otoczenia mikroprocesora zestaw emulacyjny testuje działanie pamięci danych pamięci programu i kanału interfejsu szeregowego. Należy opracować do tego celu możliwie proste testy, ze względu na

wolny przebieg testów emulacyjnych. Pełne sprawdzenie pamięci danych powinno być prowadzone w następnej fazie autonomicznego testowania.

4.2. Testowanie autonomiczne

Dla drugiej fazy uruchamiania, za pomocą testowania autonomicznego, konfigurację stanowiska przedstawiono na rys.2. Uruchamiany pakiet MM 86 jest zainstalowany na magistrali kasety. Do interfejsu szeregowego jest dołączony monitor ekranowy z klawiaturą, złącza C,D interfejsu równoległego są połączone ze sobą. Pozostałe pakiety stanowiska służą do sprawdzania pracy pakietu uruchamianego na magistrali. Pakiet pamięci ML 50 pozwala na sprawdzenie przekazów danych, zaś pakiet MM 86 pozwala na sprawdzenie arbitracji magistrali przy pracy wieloprocesorowej, oraz przy wykorzystaniu pakietu kontroli MW 32 do sprawdzenia systemu przerwań.

Przy tej konfiguracji przewiduje się uruchomienie pozostałych bloków pakietu MM 86, a więc:

- układu obejmowania magistrali kasety,
- bram danych, adresów i rozkazów do magistrali kasety,
- pełne sprawdzenie pamięci danych testami długotrwałymi,
- przerwań wewnętrznych, w powiązaniu z timerem i interfejsem
- interfejsu równoległego,
- rejestru słowa stanu,
- funkcji i układów pomocniczych, jak INIT, RESET, MPRO, TEST, PFIN, BTMO.

Konfiguracje podane na rys. 1 i 2 nie zawierają koniecznych drobnych elementów, jak przełączniki i przyciski zadawania stanów i sygnałów zerowań, przerwań oraz konfigurowania tzw. niestandardowych połączeń na magistrali kasety.

5. Wymagania na pakiet emulatora /łącznie z sondą/

1. Pakiet powinien zapewniać obsługę wszystkich sygnałów emulowanego mikroprocesora I 8086 w modzie minimalnym.
2. Dla sygnałów wyjściowych "0" powinno być zrealizowane wydanie sygnału poprzez układ o obciążalności zredukowanej do minimalnych wartości katalogowych oraz odczytanie sygnału efektywnie występującego w pakiecie uruchamianym.

3. Dla sygnałów wejściowych "1" powinno być zrealizowane odczytanie sygnału występującego w pakiecie.
4. Układy odczytujące wg. punktów 2 i 3 powinny wykrywać przekroczenie wartości granicznych sygnałów.
5. Pakiet powinien, wraz z oprogramowaniem emulacyjnym, realizować 12 typów przekazów, to jest czytanie i pisanie w obszarze pamięci i w obszarze I/O, słowami, bajtami młodszymi i bajtami starszymi.
6. Na pakiecie powinny być umieszczone układy taktujące wykonanie przekazów wg. punktu 5.
7. Konstrukcja pakietu wg. standardu mechanicznego systemu. W przypadku gdyby układy nie mieściły się na jednej płycie, pakiet będzie wielopłytkowy, z połączeniami przewodowymi między płytami, ale z pojedynczym kompletem złączy magistrali kasety.
8. Zestawienie sygnałów sondy i kierunku sygnałów podaje tabl. 1.

Tabl. 1. Zestawienie sygnałów sondy

Symbol	Liczba	Kierunek	Uwagi
AD15 - ADO	16	takt T1 ; 0	adres
- " -	16	takty T2-T4;I lub 0	dane
A19 - A16,BHE	5	0	
RD,WR,M/IO,ALE, INTA,DT/R,DEN	7	0	
READY,INTR,TEST, NMI,RESET,CLK, HOLD,MN/MX	8	I	

Łącznie emulator powinien posiadać 44 wyjścia oraz 52 wejścia, w liczbie wyjść uwzględnia się odrębne źródła sygnałów adresu i danych dla linii AD. W liczbie wejść uwzględnia się także wszystkie linie wyjściowe, ze względu na konieczność sprawdzenia stanu wysterowanych linii wewnątrz uruchamianego pakietu.

6. Założenia na procedury emulacji przekazów

1. Procedury powinny obejmować pojedyncze przekazy słów i bajtów w obu kierunkach, między pamięcią i bramami I/O pakietu uruchamianego, a pamięcią j.c. MM 86.
2. Wykonanie powinno składać się z szeregu faz:
 - a/ ładowanie do rejestrów pakietu emulatora adresu, danych /jeżeli dla kierunku "pisz"/ oraz słowa rozkazowego określającego dla danego typu emulowanego przekazu wynikowe sygnały rozkazów, strobów i taktowania,
 - b/ wykonanie przekazu w sposób autonomiczny, przez sprzęt pakietu emulatora,
 - c/ odczytanie wyników wykonania przekazu wszystkich sygnałów czytanych z sondy i zapamiętanych w rejestrach pakietu emulatora,
 - d/ analiza wyników,
 - e/ wyprowadzenie na monitor ekranowy w przypadku wykrycia nieprawidłowości.
3. Procedury będą podprogramami z parametrami.

7. Założenia na testy emulacyjne

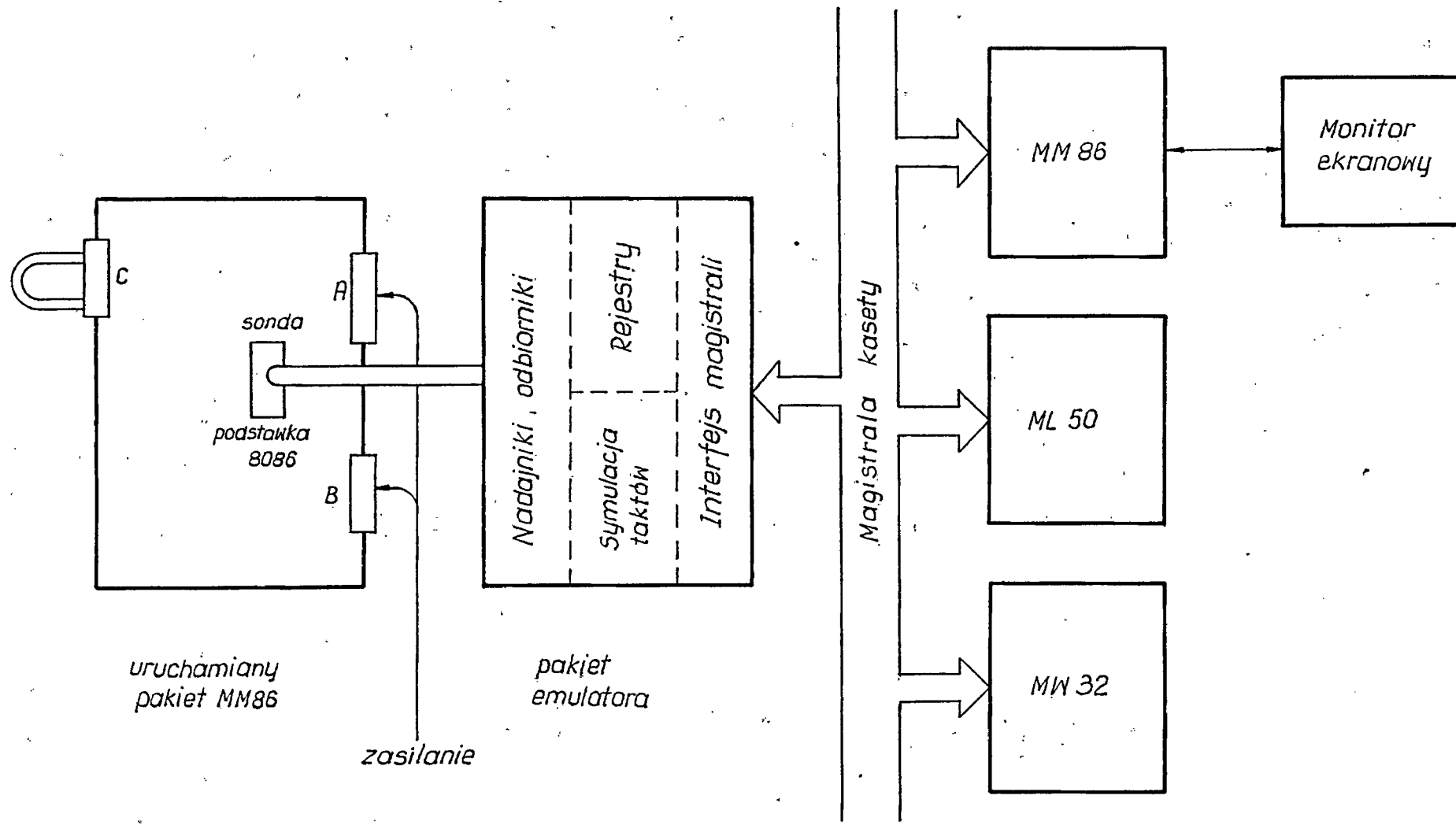
1. Celem testów emulacyjnych jest sprawdzenie i pomoc przy uruchomieniu części pakietu warunkującej działanie testów autonomicznych.
2. Testy emulacyjne będą pisane w asemblerze mikroprocesora 8086, przy czym realizacja wszystkich przekazów do i z pakietu uruchamianego będzie za pomocą procedur emulacji przekazów.
3. Testy emulacyjne powinny mieć dwie wersje:
 - jednokrotną, z wyprowadzeniem wyników na monitor,
 - repetycyjną bez wyprowadzenia wyników, służącą do lokalizacji uszkodzeń oscyloskopem.
4. Testy emulacyjne powinny być maksymalnie uproszczone i krótkie ze względu na znacznie wolniejsze ich wykonywanie, co jest spowodowane zastąpieniem przekazów przez procedury emulacji.

8. Założenia na testy autonomiczne

1. Testy autonomiczne będą służyły do:
 - uruchamiania pozostałych części pakietu,
 - pełnego sprawdzania pamięci RAM,
 - całkowitego sprawdzenia funkcjonalnego pakietu.
2. W pamięci wewnętrznej EPROM pakietu uruchamianego powinna być umieszczona część testów autonomicznych sprawdzająca współpracę z magistralą kasety oraz program monitora operatorskiego.
3. Pozostałe testy autonomiczne powinny być umieszczone w pakiecie ML 50.

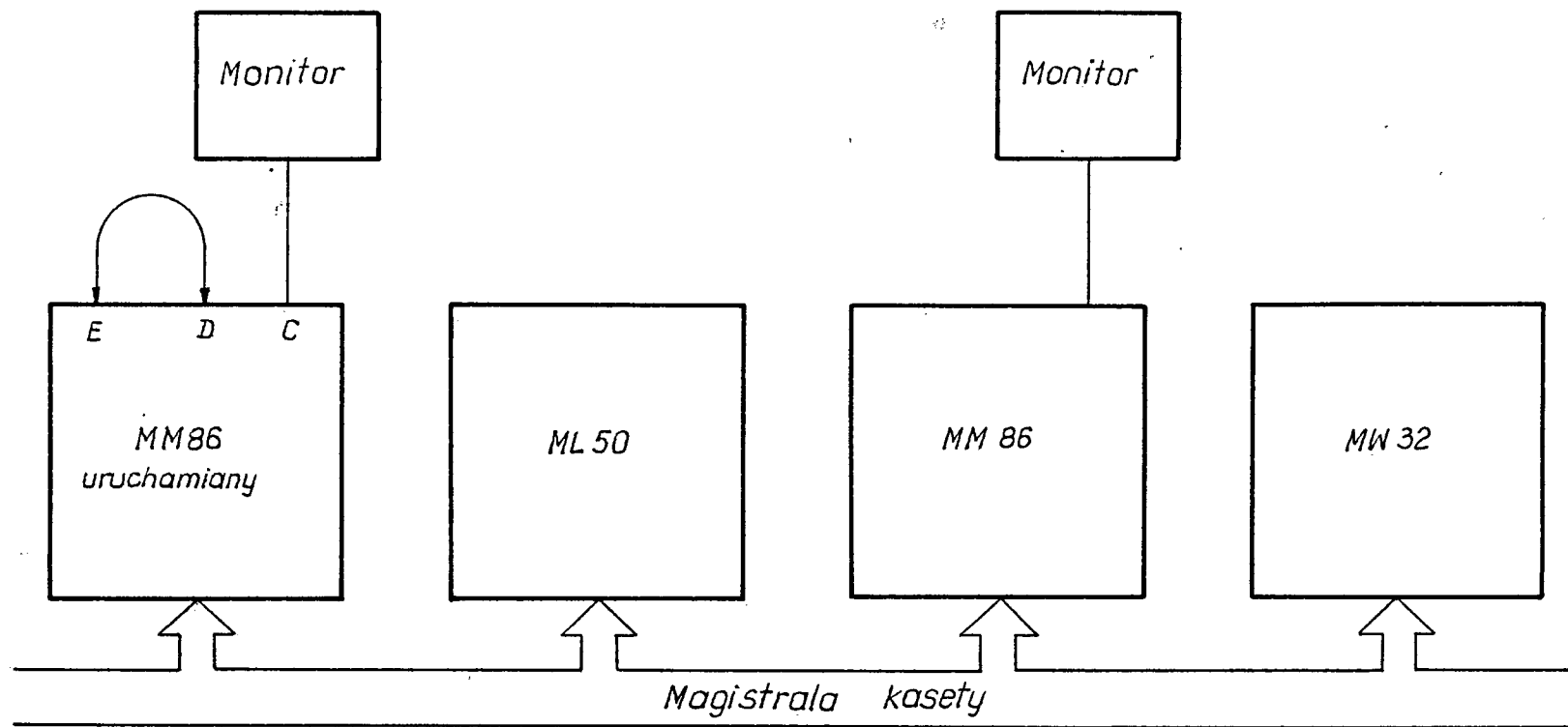
9. Zestawienie urządzeń do uruchamiania i testowania pakietu j.c. MM 86.

Lp.	Nazwa	Ilość sztuk	Producent
1	Kaseta kompletna z magistralą	1	DW PIAP
2	Zasilacz MZ 21 lub 2 zasilacze +5V/10A, -5V/1A	1	ZAP
3	Pakiet j.c. MM 86 /z podstawkami dla wszystkich układów dużej skali integracji/	1	DW PIAP
4	Pakiet ML 50	1	DW PIAP
5	Pakiet MW 32	1	DW PIAP
6	Pakiet emulatora	1	OAE
7	Przedłużacz magistrali MG 71	2	DW PIAP
8	Monitor ekranowy MERA 7953N	2	MERA-ELZA



Rys. 1. Konfiguracja testera emulacyjnego

121



Rys. 2 Konfiguracja testowania autonomicznego