

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

4412 Ośrodek Automatyki Elektrycznej BE 10
Zespół Budowy Cyfrowych Urządzeń Systemowych

Główny wykonawca mgr inż. Mirosław Słodczyk
Wykonawcy mgr inż. Krzysztof Czarnomski

Konsultant

Nr zlecenia

Opracowanie pakietów kontrolera komunikacyjnego MK 40 i sprzęgacza kaset MI 70 systemu INTEL DIGIT -
- PROWAY.
Etap 6a. Uruchomienie prototypów.
Opis oprogramowania kontrolera komunikacyjnego.

Zleceniodawca

ZAP Ostrów Wlkp. i praca własna

Pracę rozpoczęto dnia 86.01.01.

zakończono dnia 87.03.23

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

dr inż. A. Syrczyński

Z-ca Dyrektora ds. Automatyki

prof. dr inż. T. Missala

dr inż. T. Gałazka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 ZAP

fotografii

Egz. 3 ZAP

tabel

Egz. 4 ZAP

tablic

Egz. 5 OAE 8

załączników - listing programu/tylko w

Egz. 6 OAP 41

egz. nr 1/
Nr rejestr. 5806

Nie udostępniać listingu bez zgody Głównego Wykonawcy

**Analiza deskryptorowa INTEL DIGIT-PROWAY + MIKROPROCESOR +
+ OPROGRAMOWANIE**

Analiza dokumentacyjna Praca zawiera opis oprogramowania podstawowego kontrolera komunikacyjnego.

Przedstawione są:

- opis funkcjonalny oprogramowania,
- sposób współpracy kontrolera z procesorem użytkownika,
- ogólny schemat budowy oprogramowania.

Tytuły poprzednich sprawozdań

UKD

PIAP-252/83-6000

SPIS TRESCI

| | |
|---|----|
| 1. Wstep..... | 4 |
| 2. Zasady ogolne wspolpracy kontrolera komunikacyjnego z procesorem uzytkownika..... | 4 |
| 3. Limity czasowe protokolu PROWAY..... | 8 |
| 4. Realizacja obslugi Send Data with Acknowledge..... | 9 |
| 5. Realizacja obslugi Global Send Data without Acknowledge..... | 10 |
| 6. Realizacja obslugi Request Data with Reply..... | 11 |
| 7. Realizacja obslugi Remote Station Recovery..... | 11 |
| 8. Realizacja obslugi Management of local PROWAY-station..... | 12 |
| 9. Organizacja oprogramowania kontrolera komunikacyjnego..... | 14 |
| 10. Opis schematu blokowego programu..... | 16 |
| 11. Literatura..... | 21 |

1. Wstep.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest oprogramowanie podstawowe procesora pakietu kontrolera komunikacyjnego systemu INTEL DIGIT - PROWAY. Praca ta opiera sie na przeprowadzonych poprzednio badaniach i wykonanych opracowaniach dotyczących analizy mozliwosci wykonania protokolu komunikacyjnego systemu PROWAY na roznorodnej bazie elementowej, oraz analizy wymagan stawianych przed sprzetem i oprogramowaniem przez wymagana obsluge kanalu transmisji. Badania te sa przedstawione w opracowaniach [1, 2, 3, 4].

Do przygotowania oprogramowania zostal przyjeta kontroler komunikacyjny zbudowany w oparciu o jednoprocessorowy ukklad na mikroprocesorze 8086. Jako wzorzec protokolu komunikacyjnego przyjeta norme protokolu przedstawiona w dokumentach IEC p.t. Porocess data highway (PROWAY) for distributed process control systems, part 2: Specification for highway - user interface, logical [5], oraz part 3: Specification for highway unit protocol [6].

Do normy zostaly dodane pewne uscislenia konkretyzujace niedookreslone fragmenty normy konieczne do stworzenia programu realizujacego protokol komunikacyjny na konkretnym procesorze, w konkretnej konfiguracji. Zmiany te, poza jedna, nie naruszaja zasad przedstawionych w dokumentach IEC, pozwalajacych na pewna dowolnosc interpretacyjna. Wyjatkiem jest zmiana limitow czasu przedstawionych w normie. Zachowanie tych limitow nie jest mozliwe bez uzycia specjalizowanych ukkladow wielkiej skali integracji realizujacych protokol PROWAY nie w sposob programowy, ale sprzetowo.

2. Zasady ogolne wspolpracy kontrolera z procesorem uzytkownika.

Norma PROWAY obejmuje postac przesylek w linii, sposob zarzadzania linia, limity czasu na realizacje okreslonych dzialan i zasady wspolpracy kontrolera z procesorem nadrzednym (uzytkownika). Oprogramowanie zrealizowanego w PIAP kontrolera komunikacyjnego zostalo napisane tak by realizowal on, w miare mozliwosci, wymagania normy.

Wspolpraca kontrolera komunikacyjnego z procesorem uzytkownika obejmuje:

- przesyłanie zleceń obsługi PROWAY'a z procesora użytkownika do kontrolera i odbiór ich przez kontroler,
- przesyłanie odpowiedzi na zlecenia przez kontroler do użytkownika,
- spontaniczna sygnalizacja zdarzeń do użytkownika,
- organizację dostępu do wspólnej pamięci, do (z) której są ładowane (pobierane) dane odbierane (nadawane) z (do) linii transmisyjnej.

2.1. Zlecenia obsługi PROWAY.

Postać zleceń obsługi PROWAY jest unormowana i składa się z:

1. typu obsługi
 - = 1 dla Send Data with Acknowledge,
 - 2 dla Global Send Data,
 - 3 dla Management,
 - 4 dla Remote Station Recovery,
 - 5 dla Request Data with Reply.
2. adresu stacji przeznaczenia obsługi (nie wykorzystane dla obsługi Global Send Data i Management).
3. słowa stanu (wykorzystane tylko dla obsługi Management, dla której określa rodzaj obsługi).
4. wskaźnika danych związanych z obsługą - adresu początkowego i długości bufora zawierającego dane do nadania lub bufora na dane odbierane.

2.2. Odpowiedzi na zlecenia obsługi PROWAY.

Postać odpowiedzi na zlecenia obsługi PROWAY jest również unormowana i składa się z:

1. typu obsługi (tak jak dla zleceń),
2. adresu stacji przeznaczenia obsługi (tak jak dla zleceń)
3. słowa stanu - zawierającego 1 bajt, w którym następującym bitom odpowiadają następujące błędy:
 - 0 - niepowodzone transmisji,
 - 1 - lokalna stacja odłączona od linii,
 - 2 - upływanie limitu czasu w stacji lokalnej,
 - 3 - brak zasobów w stacji przeznaczenia (t.j. brak bufora na dane odbierane - dla obsługi Send Data with Acknowledge lub brak bufora z danymi przygotowanymi do nadania - dla obsługi Request Data with Reply),
 - 5 - niepoprawne parametry zlecenia lub zlecenie nieznanego typu obsługi,
 - 4 - wskaźnika danych związanych z obsługą - adresu początkowego i długości bufora zawierającego nadane dane lub bufora z odebranymi danymi.

Ponad to wykonanie przez kontroler zleczonej obsługi i wysłanie odpowiedzi do procesora użytkownika jest sygnalizowane przerwaniem wysyłanym przez kontroler.

2.3. Sygnalizacja zdarzen do procesora uzytkownika.

Poza wysylaniem odpowiedzi po wykonaniu zlecanych obslug, kontroler komunikacyjny sygnalizuje do procesora uzytkownika wystapienie nastepujacych zdarzen:

1. odebranie przesyłki danych obsługa Send Data with Acknowledge,
2. odebranie przesyłki danych obsługa Global Send Data without Acknowledge,
3. zmiana Live List,
4. odlaczenie od linii,
5. dolaczenie do linii.
6. wykonanie testow off line.

Sygnalizacja kazdego z w.w. zdarzen nastepuje spontanicznie, natychmiast po jego wystapieniu. Na sygnalizacje sklada sie informacja zapisywana przez kontroler w buforze odpowiedzi i przerwanie do procesora uzytkownika.

2.4. Organiacja dostepu do pamieci zewnetrznej kontrolera.

Przekazywanie informacji pomiedzy kontrolerem komunikacyjnym a procesorem uzytkownika odbywa sie poprzez wspolna pamiec dostepna z magistrali kasety. Do przekazu sluza nastepujace obszary pamieci:

- bufor zleceń obsługi,
- bufor odpowiedzi i sygnalizacji,
- bufor na dane odbierane,
- bufor z danymi wysyłanymi na zadanie,
- bufor z danymi do nadania przez zleconą obsługę,
- trzy obszary na listy stacji aktywnych.

Wykorzystywanie przez kontroler komunikacyjny w czasie nadawania i odbioru danych do/z linii transmisyjnej buforów znajdujących się w pamięci zewnętrznej pozwala uniknąć czasochłonnego przepisywania danych. Podobnie umieszczenie w pamięci zewnętrznej list stacji aktywnych umożliwia nie przepisywanie ich w procesie podawania list do procesora użytkownika.

Adresy absolutne buforów zleceń obsługi, odpowiedzi i sygnalizacji, oraz obszarów na listy stacji aktywnych są określane na etapie generacji oprogramowania podstawowego kontrolera komunikacyjnego i użytkownik nie ma możliwości ich zmiany. Pozostałe bufony są opcjonalne i są definiowane przez procesor użytkownika w trakcie współpracy z kontrolerem. Mogą się one znajdować w obszarze 4000H - 0FFFFH.

Bufor na zlecenia obsługi z procesora użytkownika do kontrolera komunikacyjnego, bufor na odpowiedzi i sygnalizacje zdarzeń, bufony na dane przekazywane pomiędzy procesorem użytkownika a kontrolerem znajdują się w pamięci ogólnej kasety PROWAY i są dwudostępne. Dostęp do tych obszarów jest tak zorganizowany, by uniknąć błędów

wynikających z jednoczesnego dostępu do nich dwóch procesorów. Mikroprocesor 8086 w kontrolerze komunikacyjnym pracuje w trybie 'minimal mode' i nie dysponuje możliwością wysłania sygnału 'lock' na magistrale kasety. W związku z tym nie ma możliwości zrealizowania semafora programowego dla w.w. buforów w pamięci dwudostępnej, który dawałby możliwość najsprawniejszej organizacji dostępu do tych obszarów.

Dostęp do buforów w pamięci zewnętrznej kontrolera komunikacyjnego jest naprzemienny, tzn. kontroler i procesor użytkownika mają do każdego z nich dostęp na przemian: raz kontroler, następnie użytkownik, następnie znowu kontroler itd.

Wskaznikiem dostępu do bufora na zlecenia obsługi z użytkownika do kontrolera jest bajt typu obsługi. Dla poszczególnych obsługi typ obsługi jest równy 1-5 (p. pkt. 2.1). Kiedy typ obsługi nie jest równy 0 do bufora zleceń ma dostęp kontroler komunikacyjny, a dla procesora użytkownika dostęp do bufora jest zabroniony. Po wykonaniu zleczonej obsługi kontroler zeruje bajt typu obsługi w buforze zleceń. Od tej chwili dostęp do bufora ma procesor użytkownika. Procesor ten może teraz wpisać do bufora zlecenie obsługi. Ostatni jest wpisywany bajt typu. Opisana sekwencja powtarza się wielokrotnie w trakcie pracy stacji.

Dla bufora odpowiedzi na zlecane obsługi wskaznikiem dostępu jest przerwanie. Przerwanie z kontrolera komunikacyjnego do procesora użytkownika jest przesyłane poprzez pakiet MW-30. Stan przerzutnika przerwania w tym pakiecie jest odczytywany przez kontroler i określa, które urządzenie ma dostęp do bufora odpowiedzi. W stanie przerzutnika 'przerwanie' dostęp do bufora ma procesor użytkownika, natomiast w stanie wyzerowanym - kontroler. Kiedy przerzutnik przerwania jest wyzerowany kontroler może wpisać do bufora odpowiedź na zleconą obsługę lub informacje o zaszłym zdarzeniu i wysłać przerwanie. Po wysłaniu przerwania kontroler traci dostęp do bufora, natomiast procesor użytkownika uzyskuje go. Odczytuje on informacje w buforze, a następnie zeruje przerwanie (przerzutnik przerwania). Cykl ten powtarza się w miarę wysyłania informacji przez kontroler komunikacyjny i odczytywania ich przez procesor użytkownika.

Bufory na dane odbierane (z danymi do nadania) są, po ich zadeklarowaniu, aż do wykorzystania lub unieważnienia, dostępne tylko dla kontrolera komunikacyjnego. Występowanie tych buforów jest opcjonalne. Maksymalnie może ich być trzy: bufor na dane odbierane, bufor z danymi nadawanymi na zadaną i bufor z danymi nadawanymi przez zleconą obsługę.

Bufor na dane odbierane jest deklarowany przez procesor użytkownika za pomocą obsługi Management. Od momentu zadeklarowania jest on dostępny tylko dla kontrolera, który wpisuje do niego dane odbierane w przesyłkach z linii PROWAY. Po odebraniu ważnej przesyłki z danymi dla danej stacji bufor jest uznawany za wykorzystany i kontroler nie ma już do niego dostępu. Kontroler sygnalizuje użytkownikowi odebranie danych, natomiast następne dane odbierane z linii nie są zapamiętywane aż do zadeklarowania przez procesor użytkownika następnego bufora na dane odbierane.

Bufor z danymi do nadania na zadanie jest deklarowany przez procesor uzytkownika za pomoca obslugi Management. Od momentu zadeklarowania jest on dostepny tylko dla kontrolera, ktory wysyla zapisane w nim dane po odebraniu przesylek Request Data with Reply z linii. Procesor uzytkownika moze uniewaznic zadeklarowany bufor lub/i zadeklarowac nowy za pomoca obslugi Management.

Bufor z danymi do nadania przez zlecona obsluge jest deklarowany w zleceniu obslugi. Po zapisaniu przez procesor uzytkownika zlecenia obslugi do bufora zleceń bufor z danymi jest dostepny tylko dla kontrolera. Po wykonaniu obslugi przez kontroler i wyzerowaniu typu obslugi w buforze zleceń bufor z danymi staje sie niedostepny dla kontrolera. Procesor uzytkownika moze nastepnie zadeklarowac nowy bufor wraz z nowym zleceniem obslugi.

2.5. Terminologia.

W dalszej czesci sprawozdania termin kontroler komunikacyjny bedzie skracany do 'kontroler', a termin 'procesor uzytkownika' - do 'uzytkownik'. Tam, gdzie jest mowa o wspolpracy stacji PROWAY z uzytkownikiem, przez termin 'stacja' nalezy rozumiec kontroler. Przez pojecie 'stacja lokalna' rozumie sie stacje realizujaca dane dzialanie, natomiast 'stacja oddalona' to stacja zaangażowana w wykonanie dzialania inicjowanego przez inna stacje. Dlugosci wszelkich buforow okresla sie w bajtach.

3. Limity czasowe protokolu PROWAY.

Norma protokolu PROWAY okresla limity czasu na wykonanie poszczegolnych operacji protokolu. Wymagania normy w tym zakresie sa bardzo wysokie. Na podstawie dlugotrwalych badan stwierdzono, ze przy zastosowaniu dostepnego sprzetu nie jest mozliwe ich spelnienie. Zostaly przyjete wlasne wartosci tych limitow. Na razie sa to wartosci prowizoryczne. Dokladne ich ustalenie bedzie mozliwe po przeprowadzeniu dalszych badan, a przede wszystkim po uruchomieniu pierwszych aplikacji w warunkach przemyslowych.

W protokole PROWAY wystepuja nastepujace limity czasu:

1. Czas przerwy pomiedzy ramkami w linii, T1 - okresla maksymalny czas przerwy pomiedzy transmisjami w linii. Stacja inicjujaca rozpoczyna jego pomiar po zakonczeniu nadawania. Timer czasu T1 jest zatrzymywany przez rozpoczecie odbioru ramki z linii. Jezeli odbior nie nastapi, po uplywie czasu T1 stacja inicjujaca podejmuje odpowiednia akcje. W normie PROWAY ten czas wynosi 50 mikrosek.
2. Czas utraty batonu, T2 - okresla czas trwania ciszy w linii, po ktorym stacja inicjuje nowy obieg batonu uznajac, ze obieg poprzedni zostal definitywnie przerwany i baton zostal utracony. W normie PROWAY ten czas wynosi $(200+50 \cdot \text{adres stacji})$ mikrosek.
3. Minimalny czas odpowiedzi, T05 - okresla minimalny czas zwloki, jaki powinien uplynac pomiedzy zakonzeniem odbioru przez stacje a rozpoczeciem przez nia nadawania. W normie PROWAY ten czas wynosi 5 mikrosek.

Dla zrealizowanego w PIAP kontrolera przyjęto następujące wartości limitów:

- czas przerwy pomiędzy ramkami w linii T1: 700 mikrosek,
- minimalny czas odpowiedzi T05: 450 mikrosek,
- czas utraty batonu T2 jest zależny od numeru stacji według wzoru:
 $T2 = (2+nr)*T1$,
gdzie nr = adres stacji.

Ponadto wprowadzono limit czasu T3, określający maksymalny czas oczekiwania na wykonanie przez zlecenie zapisane już do bufora zleceń obsługi. Jeżeli zlecenie nie może być wykonane (n.p. z powodu nieprawidłowego stanu linii) przez czas dłuższy niż wynosi T3 jest ono odrzucane przez kontroler, t.j. kontroler wysyła na nie odpowiedź do procesora użytkownika z ustawionym bitem 2 w słowie stanu. Przyjęty czas T3 wynosi ok. 425 milisek.

4. Realizacja obsługi Send Data with Acknowledge.

Obsługa polega na przesłaniu danych przygotowanych przez procesor użytkownika do jednej stacji oddalonej PROWAY. W czasie nie większym od T1 stacja oddalona nadsyła potwierdzenie informujące stację lokalną o powodzeniu lub niepowodzeniu obsługi. W wypadku nieodebrania potwierdzenia stacja lokalna powtarza 3-krotnie obsługę. Stacja lokalna informuje procesor użytkownika o pomyślnym lub niepomyślnym wykonaniu obsługi. Stacja oddalona po poprawnym odebraniu danych wysyła potwierdzenie do stacji lokalnej i sygnalizuje swojemu procesorowi użytkownika odebranie danych. Jeżeli w stacji oddalonej nie ma zadeklarowanego bufora na dane odbierane wysyła ona 'negatywne potwierdzenie' i nie sygnalizuje nic użytkownikowi. Pomiedzy przesłaniem danych przez stację lokalną, a przesłaniem potwierdzenia przez stację oddaloną, w linii PROWAY nie mogą wystąpić żadne inne przesyłki.

4.1. Postać zlecenia obsługi.

Typ obsługi: 1
Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej
Wskaźnik danych: adres początkowy i długość bufora z danymi do nadania

Długość bufora z danymi do nadania nie może być większa od 1024.
Adres stacji oddalonej jest liczbą z zakresu 1 - 127.

4.2. Postać odpowiedzi.

Typ obsługi: 1
Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej
Słowo stanu: informuje jak została wykonana obsługa (p.pkt. 2.2)
Wskaźnik danych: adres początkowy i długość bufora z nadanymi danymi

4.3. Postac sygnalizacji w stacji oddalonej.

Typ obsługi: 129
Adres przeznaczenia: adres stacji zdrojowej
Wskaźnik danych: adres początkowy zadeklarowanego uprzednio bufora na dane odbierane i długość danych odebranych

5. Realizacja obsługi Global Send Data without Acknowledge.

Obsługa polega na przesłaniu danych przygotowanych przez procesor użytkownika do wszystkich stacji oddalonych. Stacja lokalna po nadaniu danych informuje procesor użytkownika o wykonaniu obsługi. Stacja lokalna nie otrzymuje potwierdzenia ze stacji oddalonych o odebraniu lub nieodebraniu wysłanych danych. Dane te są odbierane jednocześnie przez wszystkie stacje oddalone mające zadeklarowane bufora na dane odbierane. Inne stacje danych nie odbierają. Stacje oddalone sygnalizują swoim użytkownikom poprawne odebranie danych.

5.1. Postac zlecenia obsługi.

Typ obsługi: 2
Adres: 255
Wskaźnik danych: adres początkowy i długość bufora z danymi do nadania

Długość bufora z danymi do nadania nie może być większa od 1024.

5.2. Postac odpowiedzi.

Typ obsługi: 2
Słowo stanu: informuje jak została wykonana obsługa (p. pkt. 2.2 - tylko bity 1,2,5)
Wskaźnik danych: adres początkowy i długość bufora z nadanymi danymi

4.3. Postac sygnalizacji w stacji oddalonej.

Typ obsługi: 130
Adres przeznaczenia: adres stacji zdrojowej
Wskaźnik danych: adres początkowy zadeklarowanego uprzednio bufora na dane odbierane i długość danych odebranych

6. Realizacja obsługi Request Data with Reply.

Obsługa polega na przesłaniu danych zadanych ze stacji oddalonej. Procesor użytkownika stacji lokalnej przygotowuje bufor na dane zadane ze stacji oddalonej. Stacja lokalna wysyła do określonej stacji oddalonej zadanie przesłania danych. W czasie nie przekraczającym T1 stacja oddalona przesyła do stacji lokalnej odpowiedź. Jeżeli w stacji oddalonej był zadeklarowany bufor z danymi do nadania na zadanie, wysyła ona w odpowiedzi zadane dane. Jeżeli bufor nie był zadeklarowany stacja oddalona wysyła 'negatywne potwierdzenie'. Stacja lokalna 3-krotnie ponawia zadanie przesłania danych jeżeli w czasie T1 nie odbierze zadanej przesyłki lub 'negatywnego potwierdzenia'. Stacja lokalna informuje użytkownika o pomyślnym lub nie pomyślnym wykonaniu obsługi. Stacja oddalona nie informuje użytkownika o nadaniu danych na zadanie lub wysłaniu 'negatywnego potwierdzenia'.

6.1. Postać zlecenia obsługi.

Typ obsługi: 5
Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej
Wskaźnik danych: adres początkowy i długość bufora na zadane dane

Długość bufora na zadane dane nie może być mniejsza od 1027.
Adres stacji oddalonej jest liczbą z zakresu 1 - 127.

6.2. Postać odpowiedzi.

Typ obsługi: 5
Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej
Słowo stanu: informuje jak została wykonana obsługa (p.pkt. 2.2)
Wskaźnik danych: adres początkowy bufora z odebranymi danymi i ich długość

7. Realizacja obsługi Remote Station Recovery.

Obsługa polega na przesłaniu komendy działania hardware'owego do stacji oddalonej. Stacja lokalna wysyła do stacji oddalonej komendę i czeka na potwierdzenie. W czasie nie przekraczającym T1 stacja oddalona wysyła potwierdzenie do stacji lokalnej. Jeżeli w czasie T1 stacja lokalna nie odbierze potwierdzenia, wysłanie komendy zostaje 3-krotnie ponowione, aż do uzyskania potwierdzenia. Stacja oddalona po odebraniu komendy ze stacji lokalnej wysyła do niej potwierdzenie oraz generuje określone w obsłudze impulsy. Kontroler ma możliwość generacji trzech różnych impulsów. Jeden z nich generuje reset kasety, drugi - reset pakietu kontrolera komunikacyjnego, trzeci pozostaje do dowolnego wykorzystania. W trakcie obsługi może być generowana dowolna kombinacja tych impulsów. Jeżeli jest zlecony reset kontrolera, jest on wykonywany jako ostatni.

7.1. Postac zlecenia obslugi.

Typ obslugi: 4
Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej
Wskaznik danych: adres poczatkowy i dlugosc bufora zawierajacego informacje o zadanych w kasecie oddalonej impulsach

Adres stacji oddalonej jest liczba z zakresu 1 - 127.
Dlugosc bufora musi byc rowna 1. Bity 0, 1, 2 odpowiadaja trzem mozliwym impulsom - wartosc bitu = 1 jest zleceniem generacji danego impulsu. Pozostale bity jedynego bajtu informacji musza byc rowne 0.

7.2. Postac odpowiedzi.

Typ obslugi: 4
Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej
Slowo stanu: informuje jak zostala wykonana obsluga (p.pkt. 2.2)
Wskaznik danych: adres poczatkowy i dlugosc bufora z nadanymi danymi

8. Realizacja obslugi Management of local PROWAY-station.

Obsluga polega na wykonaniu przez lokalna stacje dzialan zadanych przez uzytkownika i wyslaniu odpowiedzi do uzytkownika informujacej o wykonaniu zleconych dzialan lub zawierajacej zadane informacje. Stacja nie wymaga dostepu do linii dla wykonania obslugi Management.

8.1. Postac zlecenia obslugi.

Typ obslugi: 3
Slowo stanu: rodzaj obslugi Management
Wskaznik danych: adres poczatkowy i dlugosc deklarowanego bufora lub inne dane

Rodzaje obsługi Management i odpowiadające im wartości słowa stanu w zleceniu obsługi przedstawia poniższa tabela.

| słowo stanu | typ obsługi | argumenty |
|-------------|--|---------------------------------|
| 1 | podaj do użytkownika aktualna listę stacji aktywnych | brak |
| 2 | ustalenie max długości danych przesyłanych obsługami SDA i GSD | długość danych (max 1023) |
| 30 | odłącz od linii | brak |
| 31 | dolącz do linii | brak |
| 32 | podaj stan licznika powtórzeń | brak |
| 34 | testuj off line | brak |
| 40 | inicjalizuj bufor na dane odbierane | adres startowy i długość bufora |
| 42 | inicjalizuj bufor z danymi do nadania na zadanie | adres startowy i długość bufora |

Podanie długości bufora = 0 w obsłudze 'inicjalizuj bufor nadane odbierane' oznacza skasowanie poprzednio zadeklarowanego bufora i niedeklarowanie nowego. Nowo deklarowany bufor musi mieć długość nie mniejszą niż 1026.

8.2. Postać odpowiedzi.

Typ obsługi: 3
 Słowo stanu: rodzaj obsługi (p. pkt. 8.1.), błędne parametry zlecenia sygnalizowane przez zapalony bit 7
 Wskaznik danych: gdy zlecenie poprawne - p. tabela poniżej, gdy błędne parametry zlecenia - odpowiedź zawiera parametry podane w zleceniu

| słowo stanu | typ obsługi | argumenty |
|-------------|--|--|
| 1 | podaj do użytkownika aktualną listę stacji aktywnych | adres początkowy i długość ostatnio utworzonej listy |
| 2 | ustalenie max długości danych przesyłanych obsługami SDA | długość danych (max 1023) |
| 30 | odłącz od linii | brak |
| 31 | dolącz do linii | brak |
| 32 | podaj stan licznika powtórzeń | aktualna wartość licznika |
| 34 | testuj off line | brak |
| 40 | inicjalizuj bufor na dane odbierane | adres startowy i długość bufora |
| 42 | inicjalizuj bufor z danymi do nadania na zadanie | adres startowy i długość bufora |

8.3. Postac sygnalizacji zdarzen.

Typ obsługi: 131
Słowo stanu: rodzaj zdarzenia

Rodzaje zdarzen i odpowiadajace im wartosci slowa stanu w przedstawia ponizsza tabela.

| słowo stanu | zdarzenie |
|-------------|-------------------------------|
| 1 | zmiana listy stacji aktywnych |
| 30 | odłączenie od linii |
| 31 | dolaczenie do linii |
| 34 | wykonanie testow off line |
| 35 | BTMO i odłączenie od linii |
| 36 | PWS i odłączenie od linii |

9. Organizacja oprogramowania kontrolera komunikacyjnego.

W trakcie badan nad mozliwoscia implementacji protokolu PROWAY stwierdzono, ze procesor kontrolera komunikacyjnego powinien pracowac w trybie bezprzerwaniowym. To wskazanie wynika z faktu bardzo czasochlonnej obsługi przerwian przez mikroprocesor 8086. W związku z powyższym oraz w związku z przyjeciem bardzo wysokiej szybkości transmisji przyjeta, ze procesor kontrolera komunikacyjnego bedzie wykonywal dzialania związane z realizacja protokolu PROWAY w czasie ciszy w linii, natomiast w trakcie odbioru lub nadawania bedzie zajmowal sie wylacznie obsluga kanalu transmisji. Rozpoczecie nadawania lub odbioru nie bedzie sygnalizowane przez układ sprzegajacy przerwaniem, zamiast tego procesor jeszcze w czasie ciszy w linii, ktorej okres jest okreslony przez minimalny czas ciszy w linii T05 (p. pkt. 3), bedzie wchodzil w stan oczekiwania na odbior.

9.1. Obsługa kanalu transmisji.

Przyjeta duza szybkość transmisji postawila bardzo wysokie wymagania przed procesorem kontrolera na szybkość obsługi kanalu transmisji (pobieranie kolejnych bajtow danych z pamieci zewnetrznej kontrolera i przekazywanie ich do układu sprzegajacego - dla nadawania i odwrotne dzialanie dla odbioru). Przy szybkości transmisji 1 mega bit/sek kolejne bajty musza byc przesyłane co 8 mikrosek. Zrealizowano to przez zastosowanie instrukcji stringowych. Naglowek ramki jest nadawany lub odbierany do rejestrow procesora, nastepujace za nim bajty danych sa przekazywane jedna instrukcja MOVSB z prefixem REP.

W związku z powyższym nie jest mozliwa jakakolwiek analiza ramki odbieranej w trakcie jej odbioru. Tak wiec, jezeli zawiera ona dane sa one odbierane (jezeli tylko jest zadeklarowany bufor na dane odbierane) niezaleznie od tego czy sa przeznaczone dla danej stacji. Dopiero po zakonczeniu odbioru kontroler weryfikuje odebrane dane.

Również słowo stanu układu sprzęgającego jest odczytywane przez kontroler dopiero po zakończeniu transmisji. Zakończenie transmisji jest sygnalizowane przerwaniem, przerywającym repetycyjne wykonywanie instrukcji MOVS. Po powrocie z przerwania (nie do miejsca jego wystąpienia) kontroler wykonuje wymagane w danym momencie operacje protokołu. Ramka przesyłana w linii w trakcie wykonywania tych operacji nie będzie przez kontroler odebrana, natomiast wystąpienie przerwania od końca nadawania spowoduje awaryjne odłączenie od linii.

9.2. Przerwania.

W związku z czasochłonną obsługą przerw przez mikroprocesor 8086 przyjęto, że w kontrolerze mogą być użyte tylko takie przerwania, które nie występują w trakcie obsługi kanału transmisji. Wykluczono przerwania z procesora użytkownika. Kontroler komunikacyjny może obsługiwać następujące przerwania:

- przerwanie od upływu limitu czasu T1 i T2, które nie może wystąpić w trakcie transmisji, natomiast występuje w czasie oczekiwania na odbiór,
- przerwanie od wystąpienia sygnału PWS ze sterownika linii (transmisja niedozwolonej długości lub kolizja na linii), które nie zakłóci poprawnego odbioru lub nadawania, bo występuje wtedy kiedy stan linii jest nieprawidłowy,
- przerwanie od zakończenia transmisji, które jest potrzebne, by wyrwać kontroler z petli REP MOVS.

9.3. Wykonywanie obsługi Management.

Moment wykonania zleczonej obsługi Management nie jest określony w normie PROWAY. Jest on niezależny od dostępu kontrolera do linii i może być dowolny. Ze względu na efektywną współpracę kontrolera z procesorem użytkownika istotne jest by obsługi Management mogły się wykonywać stosunkowo często. Przyjęto, że obsługi Management będą wykonywane przez specjalną procedurę wywoływana w okresach mniejszego obciążenia kontrolera bieżącą obsługą protokołu.

9.4. Kolejkowanie informacji dla użytkownika.

Kontroler komunikacyjny przesyła do procesora użytkownika odpowiedzi na zleczone obsługi, sygnalizuje odebranie danych ze stacji oddalonych, zmiany listy stacji aktywnych oraz odłączenia i dołączenia do linii. Te dwie ostatnie sygnalizacje w trakcie normalnej pracy kontrolera nie występują. Przyjęto, że kontroler nie wykonuje następnego zleczenia użytkownika, dopóki ten nie odczyta odpowiedzi na zleczenie poprzednie i nie zwolni bufora odpowiedzi. Tak więc maksymalna długość kolejki informacji dla użytkownika wynosi 3. Składają się na nią:

- jedna odpowiedź na zleczenie,
- jedna informacja o odebranych danych - nie może być ich więcej, bo po odebraniu danych kontroler nie ma już bufora na dane odbierane i

ewentualne dane z następných przesylek nie są zapisywane,
- jedna informacja o zmianie listy stacji aktywnych - ewentualne
następne zmiany są addytywne do pierwszej.

Powyższe informacje są kolejkowane. Odłączenie od linii jest
sygnalizowane po opróżnieniu kolejki utworzonej w czasie, kiedy stacja
była dołączona do linii.

9.5. Organizacja listy stacji aktywnych.

Tworzenie, aktualizowanie, utrzymanie listy stacji aktywnych i
wykorzystanie danych w niej zawartych to znacząca część operacji
protokołu PROWAY. Efektywna organizacja tej listy jest bardzo istotna
dla szybkiego działania kontrolera komunikacyjnego.

Przyjęte rozwiązanie listy wymaga stosunkowo znacznego obszaru pamięci
- lista jest utrzymywana w pamięci zewnętrznej kontrolera, natomiast
zapewnia bardzo proste aktualizacje i łatwe określenie adresu
następnej stacji aktywnej, który jest potrzebny do przesłania batonu,
w czasie kiedy stacja ma dostęp do linii, a więc w niewrażliwym
punkcie protokołu.

Lista ma postać ciągu adresów kolejnych stacji aktywnych. Pierwszy w
ciągu jest adres następnej stacji aktywnej, dalej następują kolejne
adresy, aż do stacji poprzedzającej stację lokalną. Aktualizacja listy
po pojawieniu się nowej stacji aktywnej to tylko dopisanie jej adresu
do listy. Określenie adresu następnej stacji aktywnej to pobranie
pierwszego adresu z listy. Lista jest tworzona od nowa w trakcie
każdego obiegu batonu. Poprzednia lista jest przechowywana i
przekazywana do użytkownika na zlecenie obsługi Management - 'podać
listę stacji aktywnych', oraz służy do porównywania z listą aktualnie
tworzona, aby móc stwierdzić wystąpienie zmian.

9.6. Bufor ostatniego nagłówka.

Norma PROWAY przewiduje utrzymywanie przez kontroler stacji tzw.
bufora ostatniego nagłówka. Jest w nim przechowywana ostatnio wysłana
odpowiedź (potwierdzenie lub negatywne potwierdzenie) na odebrana
przesyłkę typu Send Data with Acknowledge. Jeżeli kontroler ponownie
odbierze taką samą przesyłkę zostanie na nią wysłana odpowiedź z
bufora ostatniego nagłówka. Takie rozwiązanie służy poprawnemu
wykonaniu w.w. obsługi w sytuacji, gdy inicjująca ją stacja nie
odbierze poprawnie odpowiedzi i ponowi przesłanie danych. Bufor
ostatniego nagłówka jest kasowany gdy zostanie odebrana poprawnie
przesyłka inna od Send data with Acknowledge do mnie.

10. Opis schematu blokowego programu.

Załączony schemat blokowy przedstawia budowę ogólną oprogramowania
kontrolera komunikacyjnego. Poszczególne bloki odpowiadają fazom
protokołu PROWAY realizowanym przez kontroler.

10.1. Inicjalizacja.

W trakcie inicjalizacji po uruchomieniu kontrolera następuje ustawienie wartości początkowych zmiennych wykorzystywanych przez oprogramowanie, w szczególności utworzenie początkowej listy stacji aktywnych - w której występują wszystkie możliwe adresy t.j. wszystkie potencjalnie mogące występować stacje są przyjmowane jako aktywne. Inicjalizacja listy stacji aktywnych jest również wykonywana po odłączeniu od linii. Jeżeli użytkownik wydał polecenie 'odłącz od linii' stacja pozostaje w stanie odłączenia od linii do otrzymania polecenia 'dołącz do linii' lub 'testuj', które powodują dołączenie do linii. Wszystkie inne polecenia nie są wykonywane, a kontroler wysyła na nie odpowiedź informująca procesor użytkownika o stanie odłączenia od linii. Jeżeli nie było polecenia 'odłącz od linii' następuje automatyczne dołączenie do linii. Dołączenie do linii jest poprzedzone wykonaniem testu kontrolera.

10.2. Nasłuch.

Kontroler wchodzi w stan nasłuchu po dołączeniu do linii, po oddaniu batonu, po wysłaniu przesyłki w odpowiedzi na przesyłkę odebrana od stacji mającej dostęp do linii, po odebraniu przesyłki niezminiającej stanu stacji lub po przerwaniu realizowanej przez stację obsługi wymagającej dostępu do linii przez przesyłkę nieoczekiwana. Wchodząc w stan nasłuchu kontroler uruchamia timer czasu T2. Następnie kontroler komunikacyjny nasłuchuje transmisji w linii. Kiedy zostanie stwierdzona transmisja, kontroler przechodzi w stan 'odbior'. Jeżeli w czasie T2 nie zostanie stwierdzone rozpoczęcie transmisji w linii, kontroler wznowia obieg batonu przechodząc do stanu 'kontrola poleceń użytkownika', a następnie 'oddaj baton'.

10.3. Odbior.

W stanie 'odbior' kontroler obsługuje kanał transmisji odbierając transmitowaną ramkę, a następnie sprawdza jej poprawność i analizuje nagłówek. Odebranie poprawnej ramki różnej od Send Data with Acknowledge do mnie powoduje skasowanie bufora 'ostatniego nagłówka'. Ramki niepoprawne, ramki o niezidentyfikowanych funkcjach nagłówka i ramki nie będące batonem, o adresie przeznaczenia różnym od adresu stacji lokalnej nie powodują dalszej akcji kontrolera. Po zakończeniu ich odbioru powraca on w stan 'nasłuch'. Odebranie innej ramki powoduje przejście do jednego z kolejnych stanów, w zależności od typu ramki. Jeżeli została odebrana ramka z obsługą Send Data with Acknowledge do stacji lokalnej kontroler przechodzi w stan 'odbior SDA'. Odebranie ramki z obsługą Request Data with Reply powoduje przejście do stanu 'odbior RDR'. Ramka Remote Station Recovery powoduje wejście w stan 'odbior RSR', Global Send Data - 'odbior GSD', natomiast odebranie ramki z batonem powoduje przejście do aktualizacji listy stacji aktywnych.

10.4. Odbior SDA.

Zadaniem wykonywanym przez kontroler komunikacyjny s stanie 'odbior SDA' jest obsługa odebranych ważnych ramek z danymi typu Send Data with Acknowledge do mnie. Jeżeli ramka jest powtórzeniem, kontroler wysyła odpowiedź zapamiętana w buforze ostatniego nagłówka i nie sygnalizuje nic do użytkownika. Jeżeli ramka nie jest powtórzeniem i dane zostały odebrane do zadeklarowanego uprzednio bufora, kontroler sygnalizuje to do procesora użytkownika i wysyła potwierdzenie do stacji inicjującej. Jeżeli ramka nie jest powtórzeniem i dane nie zostały odebrane, kontroler wysyła do stacji inicjującej negatywne potwierdzenie. Wysłana odpowiedź zostaje zapamiętana w buforze ostatniego nagłówka. Następnie kontroler przechodzi do stanu 'nasłuch'.

10.5. Odbior RSR.

W stanie 'odbior RSR' kontroler wysyła potwierdzenie do stacji inicjującej i zadaje określony w implementacji sygnał hardware'owy. Następnie kontroler przechodzi do stanu 'nasłuch'.

10.6. Odbior RDR.

Kontroler komunikacyjny wchodzi w stan 'odbior RDR' po odebraniu poprawnej ramki Request Data with Reply do mnie. Kontroler sprawdza obecność zadeklarowanego bufora z danymi do nadania na zadanie, jeżeli bufor jest, dane z niego zostają wysłane w odpowiedzi do stacji inicjującej. Jeżeli brak bufora z danymi, kontroler wysyła do stacji inicjującej negatywne potwierdzenie. Po wysłaniu odpowiedzi kontroler wchodzi w stan 'nasłuch'.

10.7. Odbior GSD.

Jeżeli dane z ramki Global Send Data zostały odebrane do zadeklarowanego bufora, kontroler w stanie 'odbior GSD' sygnalizuje to do użytkownika. Kontroler przechodzi następnie do stanu 'aktualizacja listy stacji aktywnych'.

10.8. Aktualizacja listy stacji aktywnych.

Po odebraniu ramki zawierającej baton kontroler aktualizuje listę stacji aktywnych. Za stację aktywną rozumie się stację, która przynajmniej raz w trakcie obiegu batonu wysłała w linii ramkę zawierającą baton. Obieg batonu są to wszystkie przesłania batonu, jakie wystąpiły pomiędzy przekazaniem batonu do stacji następnej a otrzymaniem go ze stacji poprzedniej przez stację lokalną. Na aktualizację listy składa się dopisanie adresu stacji, z której odebrano ramkę z batonem do listy stacji aktywnych bieżącego obiegu,

porównanie z listą utworzoną w obiegu poprzednim w celu stwierdzenia ewentualnych zmian, oraz kontrola czy nastąpiło zamknięcie obiegu. Jeżeli nastąpiło zamknięcie obiegu batonu, lista aktualna zostaje zakończona i dalej jest uważana za listę poprzednią, nowa lista aktualna zostaje wyzerowana. Zmiany w liście stwierdzone w czasie obiegu batonu są sygnalizowane do użytkownika po zakończeniu jego obiegu. Stan, do którego przechodzi kontroler po aktualizacji listy jest zależny od adresu batonu. Jeżeli ostatnio odebrany baton był zaadresowany do mnie kontroler przechodzi do stanu 'kontrola zleceń użytkownika', w przeciwnym razie - do stanu 'nasłuch'.

10.9. Kontrola zleceń użytkownika.

W stanie 'kontrola zleceń użytkownika' kontroler komunikacyjny oblicza adresy na jakie ma wysłać przesyłkę z batonem. Baton jest przekazywany z jednej stacji aktywnej do następnej, w ten sposób krąży pomiędzy stacjami w linii. Stacja określa adres następnej stacji aktywnej pobierając jej adres z listy stacji aktywnych (p. pkt. 9.5). Ponadto stacje, w trakcie obiegu batonu, sprawdzają czy zostały dołączone do linii nowe stacje. W tym celu każda stacja sprawdza, czy nie pojawiła się nowa stacja w jej szczelinie (gap). Szczelina danej stacji to obszar w przestrzeni adresowej stacji pomiędzy daną stacją, a następną stacją aktywną. Cała przestrzeń adresowa stacji to przedział 1 - 127. N.p. jeżeli w linii są 2 stacje o adresach 12 i 100, to szczelina stacji o adresie 12 jest obszar 13 - 99, a stacji o adresie 100 obszar 101 - 11 (101 - 127, 1 - 11). Przeszukiwanie szczeliny polega na wysyłaniu batonu na adres z przedziału szczeliny i oczekiwaniu na transmisję w linii. Jeżeli w czasie mniejszym od T1 rozpocznie się transmisja w linii, stacja przeszukująca uznaje, że to nadaje nowa stacja po otrzymaniu batonu. Brak transmisji oznacza brak stacji o adresie, na jaki był wysłany baton. Każda stacja po otrzymaniu batonu sprawdza jeden adres ze swojej szczeliny, zmieniając cyklicznie jego wartość, tak by kolejnymi krokami wokół szczeliny przeszukiwać ją całą. Każdorazowo po otrzymaniu batonu, w stanie 'kontrola zleceń użytkownika', kontroler oblicza adres, na jaki ma przesłać próbny baton. Jest to tzw. następny adres szczeliny (Next Gap Address).

Po określeniu adresu następnej stacji aktywnej i następnego adresu szczeliny kontroler odczytuje bufor zleceń obsługi (jeżeli bufor jest dla niego dostępny). Jeżeli w buforze zapisane jest zlecenie obsługi Send Data with Acknowledge lub Remote Station Recovery kontroler przechodzi do stanu 'nadaj SDA'. Zlecenie Request Data with Reply powoduje przejście do stanu 'nadaj RDR'. Zlecenie 'Global Send Data', brak zleceń, niedostępność bufora zleceń powoduje przejście kontrolera w stan 'oddaj baton'.

10.10. Nadaj SDA

W stanie 'nadaj SDA' kontroler komunikacyjny wykonuje zlecenie przez użytkownika obsługi Send Data with Acknowledge lub Remote Station Recovery. Kontroler wysyła zlecenie przesyłki do stacji oddalonej i oczekuje na odbiór potwierdzenia. Brak potwierdzenia w czasie T1 powoduje powtórzenie przesyłki (do 3 razy). Kontroler odbiera i

analizuje odebrana w odpowiedzi ramke. Po odebraniu odpowiedzi lub po 3-krotnym powtórzeniu nadawania i braku odpowiedzi kontroler wysyła do użytkownika odpowiedź informująca o poprawnym lub niepoprawnym wykonaniu obsługi. Po odebraniu potwierdzenia, negatywnego potwierdzenia lub po 3-krotnym powtórzeniu nadawania i nie odebraniu odpowiedzi kontroler przechodzi w stan 'oddaj baton'. Jeżeli w odpowiedzi kontroler odbierze inną ramkę następuje przejście w stan 'nasluch'.

10.11. Nadaj RDR

W stanie 'nadaj RDR' kontroler komunikacyjny wykonuje zleconą przez użytkownika obsługę Request Data with Reply. Kontroler wysyła zadanie przesłania danych do stacji oddalonej i czeka na odbiór danych. Brak odpowiedzi w czasie T1 powoduje powtórzenie przesyłki (do 3 razy). Kontroler odbiera i analizuje odebrana w odpowiedzi ramkę. Po odebraniu odpowiedzi lub po 3-krotnym powtórzeniu nadawania i braku odpowiedzi kontroler wysyła do użytkownika odpowiedź informująca o poprawnym lub niepoprawnym wykonaniu obsługi. Po odebraniu zadanych danych, negatywnego potwierdzenia lub po 3-krotnym powtórzeniu nadawania i nie odebraniu odpowiedzi kontroler przechodzi w stan 'oddaj baton'. Jeżeli w odpowiedzi kontroler odbierze inną ramkę następuje przejście w stan 'nasluch'.

10.12. Oddaj baton

W stanie 'oddaj baton' kontroler komunikacyjny wykonuje pojedynczą próbę przeszukiwania szczeliny i oddaje baton do następnej stacji aktywnej. Baton jest wysyłany najpierw 1 raz do następnego adresu szczeliny. Jeżeli w czasie T1 po nadaniu batonu w linii pojawi się transmisja kontroler przechodzi w stan 'odbior'. Jeżeli transmisja się nie pojawi, kontroler wysyła baton do następnej stacji aktywnej. Pojawienie się transmisji w czasie T1 po nadaniu batonu powoduje przejście kontrolera w stan 'odbior'. Jeżeli transmisja nie pojawia się kontroler 3-krotnie powtarza wysłanie batonu do następnej stacji aktywnej, następnie 3-krotnie wysyła baton do kolejnej stacji aktywnej, itd., aż do momentu, kiedy po nadaniu batonu wystąpi transmisja w linii. Jeżeli baton zostanie wysłany do wszystkich stacji aktywnych zapisanych na liście i transmisja w linii nie wystąpi, kontroler przechodzi w stan 'inicjalizacja' i następuje, sygnalizowane użytkownikowi, odłączenie od linii. Jeżeli użytkownik zlecił obsługę 'Global Send Data' zostaje ona wykonana wraz z pierwszym przesłaniem batonu. Jej wykonanie jest sygnalizowane użytkownikowi.

11. Literatura.

1. Analiza protokolow MIR - PROWAY pod katem mozliwosci ich realizacji na dostepnej w kraju bazie elementowej.
PIAP 1983 nr rej. 5057
2. Analiza mozliwosci realizacji protokolow MIR - PROWAY na dwuprocessorowym ukladzie 8080 - 8035 oraz na procesorze 8086.
Etap 1. Analiza mozliwosci realizacji protokolow MIR - PROWAY na dwuprocessorowym ukladzie 8080 - 8035.
PIAP 1983 nr rej. 5082
3. Analiza mozliwosci realizacji protokolow MIR - PROWAY na dwuprocessorowym ukladzie 8080 - 8035 oraz na procesorze 8086.
Etap 2. Analiza mozliwosci realizacji protokolow MIR - PROWAY na procesorze 8086.
PIAP 1983 nr rej. 5181
4. Opracowanie urzadzen systemu MIR - PROWAY. Zalozenia techniczne na pakiet MK 40 kontrolera komunikacyjnego.
PIAP 1984 nr rej. 5194
5. Process data highway (PROWAY) for distributed process control systems.
Part 2: Specification for highway - user interface, logical.
IEC 65C(Central Office)5 Geneva, 1984
6. Process data highway (PROWAY) for distributed process control systems.
Part 3: Specification for highway unit protocol.
IEC 65C(central Office)6 Geneva, 1984

;ADRESY I/O

;
;ADRESY UKLADU PRZERWAN KONTROLERA
ICW1_AD EQU 8 ;ADRES ROZKAZU ICW1
MASKA EQU 0AH ;ADRES WPISU MASKI PRZERWAN
ICW1_AL EQU 13H ;ZAWARTOSC AL DLA ROZKAZU ICW1 DO 8259
ICW2_AL EQU 20H ;AL DLA ICW2
ICW4_AL EQU 0DH ;AL DLA ICW4
EOIAL EQU 20H ;END OF INTERRUPT - AL
INTNO EQU 0ECH ;MASKA, ZEZW: PRR, PWS, BTMO
INTODB EQU 0A8H ;MASKA, ZEZW: PRR, PWS, BTMO, OE, T2
INTODO EQU 0C8H ;MASKA, ZEZW: PRR, PWS, BTMO, OE, T1
INTTXE EQU 0E4H ;MASKA, ZEZW: PRR, PWS, BTMO, TXE

;ILOSC PETLI OPOZNIENIA PROCEDURY DELAY

T05 EQU 40

;ADRESY UKLADU TIMERA

ST1WP EQU 0 ;ADRES WPISU (ODCZYTU) T1
ST2WP EQU 2 ;ADRES WPISU T2
ST3WP EQU 4 ;ADRES WPISU T3
STAD EQU 6 ;ADRES 'CONTROL' TIMERA
ST1AL EQU 10H ;START CZASU T1 - SLOWO KONTROLNE
ST2AL EQU 70H ;START CZASU T2 - SLOWO KONTROLNE
ST3AL EQU 0A0H ;START CZASU T3 - SLOWO KONTROLNE
ST3CON EQU 80H ;ODCZYT CZASU T3 - SLOWO KONTROLNE

;WARTOSCI TIME-OUT-OW

ST1LSB EQU 0A0H ;LSB CZASU T1
ST3MSB EQU 0FFH ;MSB CZASU T3

DATA SEGMENT COMMON

;TABLICA WEKTOROW DO PODPROGRAMOW OBSLUGI PRZERWAN :

;
NMI_OF ORG 8
LABEL WORD ;OFFSET -- NMI
NMI_SG ORG 0AH
LABEL WORD ;BASE -- NMI
PR_OF ORG 80H
LABEL WORD ;OFFSET -- PRR
PR_SG ORG 82H
LABEL WORD ;BASE -- PRR
PW_OF ORG 84H
LABEL WORD ;OFFSET -- PWS
PW_SG ORG 86H
LABEL WORD ;BASE -- PWS
OE_OF ORG 88H
LABEL WORD ;OFFSET -- OE
OE_SG ORG 8AH
LABEL WORD ;BASE -- OE
TE_OF ORG 8CH
LABEL WORD ;OFFSET -- TXE
TE_SG ORG 8EH
LABEL WORD ;BASE -- TXE
BTMO_0 ORG 90H
LABEL WORD ;OFFSET -- BTMO

```
          ORG      92H
BTMO_S   LABEL    WORD      ;BASE --- BTMO
          ORG      94H
T1_OF    LABEL    WORD      ;OFFSET STARTU PODPROGRAMU OBSLUGI INT T1
          ORG      96H
T1_SG    LABEL    WORD      ;BASE --- T1
          ORG      98H
T2_OF    LABEL    WORD      ;OFFSET --- T2
          ORG      9AH
T2_SG    LABEL    WORD      ;BASE --- T2
```

;ADRESY UKLADU SPRZEGAJACEGO

;

```
          ORG      1000H
US       LABEL    BYTE      ;ADRES UKLADU SPRZEGAJACEGO (DANE TRANSMITOWANE)
          ORG      800H
PLD      LABEL    BYTE      ;PLD (ODLACZENIE LUB ODLACZENIE OD LINII)
PLDOFF   EQU      40H      ;ARG ODLACZENIE OD LINI
          ORG      3800H
STATUS   LABEL    BYTE      ;ADRES ODCZYTU SLOWA STANU U.S.
          ORG      2000H
ZERODB   LABEL    BYTE      ;ZEROWANIE ODBIORNIKA
          ORG      2001H
NADON    LABEL    BYTE      ;START NADAWANIA
          ORG      2800H
WP1BAJ   LABEL    BYTE      ;ADRES WPISU 1 BAJTU NADAWANEGO
          ORG      3000H
KONAD    LABEL    BYTE      ;KONIEC NADAWANIA
```

;ADRESY KOMUNIKACJI DO/Z UZYTKOWNIKA

;

```
          ORG      801H
INTUST   LABEL    BYTE      ;ADRES USTAWIENIA PRZERWANIA DO UZYTKOWNIKA
INTMA    EQU      10H      ;MASKA KONTROLI BITU STANU PRZERWANIA DO UZYTKOWNIKA
          ;W SLOWIE STANU
          ORG      3801H
REC_1    LABEL    BYTE      ;ADRES GENERACJI SYGNALE RECOVERY 1
          ORG      3001H
REC_2    LABEL    BYTE      ;ADRES GENERACJI SYGNALE RECOVERY 2
          ORG      2801H
REC_3    LABEL    BYTE      ;ADRES GENERACJI SYGNALE RECOVERY 3
```

;ZMIENNE W PAMIECI WEWNETRZNEJ KONTROLERA KOMUNIKACYJNEGO

;

```
          ORG      500H
SDAG     LABEL    BYTE      ;WSK GOTOWOSCI BUFORA SDA/GSD
          ;=1 - GOTOW, =0 - NIE GOTOW
          ORG      501H
SDAOD    LABEL    BYTE      ;WSK ODEBRANIA DANYCH SDA
          ;=1 - DANE ODEBRANE, =0 - DANE NIE ODEBRANE
          ORG      502H
SDAA     LABEL    BYTE      ;ADRES ZRODLOWY ODEBRANEJ PRZESYLKI SDA/GSD
          ORG      504H
SDAB     LABEL    WORD      ;ADRES STARTOWY BUFORA NA DANE SDA/GSD
          ORG      506H
SDAD     LABEL    WORD      ;DLUGOSC BUFORA NA DANE SDA/GSD
          ORG      508H
```

| | | |
|--------|------------|--|
| RDRB | LABEL WORD | ;ADRES STARTOWY BUFORA Z DANYMI RDR |
| | ORG 50AH | |
| RDRD | LABEL WORD | ;DLUGOSC BUFORA Z DANYMI RDR |
| ; | | =DLUGOSC BUFORA GDY BUFOR GOTOWY |
| ; | | Ø GDY BUFOR NIE GOTOWY |
| | ORG 50CH | |
| LASTF | LABEL BYTE | ;FUNKCJA OSTATNIO WYSLANEJ ODP NA SDA DO MNIE |
| | ORG 50DH | |
| LASTS | LABEL BYTE | ;ADRES ZRODLOWY OSTATNIEGO SDA DO MNIE |
| ; | | =ADR ZRODL LUB Ø (GDY BUFOR WYZEROWANY) |
| | ORG 50EH | |
| SYG | LABEL BYTE | ;BAJT SYGNALIZACJI ZDARZEN, BITY: |
| ; | | Ø-ODEBR SDA, 1-ODEBR GSD; 2-ZMIANA LL, |
| ; | | 3-WYKON RFU, 4-6 WYSTAPIENIE BTMO (101), |
| ; | | PWS (110), 7-PRZYJECIE ZLECENIA RFU DO WYKONANIA |
| | ORG 50FH | |
| SYGS | LABEL BYTE | ;SLOWO STANU WYKONANEGO ZLECENIA |
| | ORG 510H | |
| ADROT | LABEL WORD | ;ADRES ROTACYJNY SYGNALIZACJI ZDARZEN |
| | ORG 512H | |
| LLA | LABEL WORD | ;ADRES LIVE LIST AKTUALNEJ |
| | ORG 514H | |
| LLP | LABEL WORD | ;ADRES LIVE LIST POPRZEDNIEJ |
| | ORG 516H | |
| LLD | LABEL WORD | ;ADRES LIVE LIST DODATKOWEJ |
| | ORG 518H | |
| LLAD | LABEL WORD | ;DLUGOSC LISTY AKTUALNEJ |
| ; | | (INDEX MIEJSCA OSTATNIEGO ADRESU) |
| | ORG 51AH | |
| LLPD | LABEL WORD | ;DLUGOSC LIVE LIST POPRZEDNIEJ |
| ; | | (INDEX MIEJSCA OSTATNIEGO ADRESU) |
| | ORG 51CH | |
| LLZ | LABEL WORD | ;WSK PRZEKAZANIA LL DO UZYTKOWNIKA |
| ; | | =Ø GDY LL NIE PRZEKAZANA, =ADR LL GDY LL PRZEKAZ |
| | ORG 51EH | |
| LLZM | LABEL BYTE | ;WSK ZMIAN AKTUALNEJ LL |
| | ORG 51FH | |
| LLNGA | LABEL BYTE | ;NEXT GAP ADDRESS |
| | ORG 520H | |
| BAL | LABEL WORD | ;ADRES MIEJSCA W LLP Z ADRESEM OSTATNIO WYSLANEGO |
| ; | | BATONU W 'ODDAJ BATON' |
| | ORG 522H | |
| LPG | LABEL WORD | ;GLOBALNY LICZNIK POWTORZEN |
| | ORG 524H | |
| LP | LABEL WORD | ;LICZIK POWTORZEN PROBY TRANSAKCJI (PRZESLANIA BATONU) |
| | ORG 526H | |
| BLODB | LABEL BYTE | ;BAJT WSK POPRAWNOSCI ODBIORU |
| ; | | BITY: Ø-OE, 1-PRZEKROCZENIE MAX DL RAMKI |
| ; | | (Ø-OK, 1-BLAD) |
| | ORG 528H | |
| MAX | LABEL WORD | ;MAX DLUGOSC DANYCH ODBIERANYCH SDA/GSD |
| | ORG 52AH | |
| RETINT | LABEL WORD | ;ADRES TABLICY Z ADRESAMI POWROTU Z OBSLUG PRZERWAN |
| ; | | TABLICA ZAWIERA 3 SLOWA - ADRESY POWROTU |
| ; | | DLA NASTEPUJACYCH PODPROGRAMOW: |
| ; | | 1. OBSLUGA PRZERWANIA OD PRR |
| ; | | 2. OBSLUGA PRZERWANIA OD TXE |
| ; | | 3. OBSLUGA PRZERWANIA OD PRZEKROCZENIA CZASU T1 |


```

      ORG      52CH
ME     LABEL   BYTE      ;MOJ ADRES
      ORG      52DH
NAST   LABEL   BYTE      ;WARTOSC ADRESU NASTEPNEGO ZA ME (ME+1)
      ORG      52EH
ST2    LABEL   WORD      ;CZAS T2
ST2LSB LABEL   BYTE
      ORG      52FH
ST2MSB LABEL   BYTE
      ORG      530H
FUSR   LABEL   BYTE      ;FUNKCJA REALIZOWANEJ RAMKI SDA/RSR

;ZMIENNE W PAMIECI ZEWNETRZNEJ KONTROLERA
;
      ORG      8000H
RFUT   LABEL   BYTE      ;TYP ZLECENIA UZYTKOWNIKA RFU
      ORG      8001H
RFUA   LABEL   BYTE      ;ADRES ZLECENIA UZYTKOWNIKA RFU
      ORG      8002H
RFUI   LABEL   WORD      ;RFUI - ADRES STARTOWY DEKLAROWANEGO BUFORA
      ORG      8004H
RFUD   LABEL   WORD      ;DLUGOSC DANYCH W RFU
      ORG      8006H
RFUS   LABEL   BYTE      ;SLOWO STANU W ZLECENIU RFU
;
;
;
;
;
;
      ORG      8007H
RFHT   LABEL   BYTE      ;TYP ODPOWIEDZI Z KONTROLERA RFH
      ORG      8008H
RFHA   LABEL   BYTE      ;ADRES W ODPOWIEDZI Z KONTROLERA RFH
      ORG      8009H
RFHS   LABEL   BYTE      ;SLOWO STANU W ODP Z KONTROLERA RFH
      ORG      800AH
RFHI   LABEL   WORD      ;ADRES STARTOWY DANYCH W RFH
      ORG      800CH
RFHD   LABEL   WORD      ;DLUGOSC DANYCH W RFH
;
;
;
;
;
;
      ORG      8010H
LL1    DB 127 DUP (?)    ;MIEJSCE NA LIVE LIST NR1
;
;
;
;
LL2    DB 127 DUP (?)    ;MIEJSCE NA LIVE LIST NR2
LL3    DB 127 DUP (?)    ;MIEJSCE NA LIVE LIST NR3

DATA   ENDS
```

NAME INICJALIZACJA

;!!!!!!!!!!!! W PROGRAMIE POZA SZCZEGOLNYMI WYPADKAMI AH=ME !!!!!!!!!!!!!!!

```
CODE    SEGMENT COMMON
        ASSUME  CS: CODE, DS: DATA, ES: DATA, SS: DATA

        EXTRN  COP_PTR: NEAR, COP_RFU: NEAR, SGN_REC: NEAR, DELAY: NEAR
        EXTRN  INTFC: NEAR, INTPRR: NEAR, INTXE: NEAR, INTOE: NEAR
        EXTRN  INTT1: NEAR, INTPWS: NEAR, INTT2: NEAR, NMI: NEAR
        EXTRN  IN1: NEAR, RETTA1: WORD, NAS: NEAR, INI_LL: NEAR
        EXTRN  BTMO: NEAR, TEST1: NEAR
```

;USTAW REJESTRY SEGMENTOWE

```
MOV     AX, DATA
MOV     DS, AX
MOV     ES, AX
MOV     SS, AX
```

;USTAW WSKAZNIK STOSU

```
MOV     SP, 500H
```

;*****INICJALIZACJA*****

;PO POWER ON

;

```
MOV     PLD, PLDOFF           ;ODLACZ OD LINII
```

;INICJALIZACJA UKLADU PRZERWAN

```
CLI                                           ;ZAKAZ PRZERWAN
```

;INICJACJA TABELI WEKTOROW OD PRZERWAN

```
MOV     T1_OF, OFFSET INTT1   ;INT T1
MOV     T1_SG, CODE
MOV     T2_OF, OFFSET INTT2   ;INT T2
MOV     T2_SG, CODE
MOV     PR_OF, OFFSET INTPRR  ;INT PRR
MOV     PR_SG, CODE
MOV     PW_OF, OFFSET INTPWS  ;INT PWS
MOV     PW_SG, CODE
MOV     OE_OF, OFFSET INTOE   ;INT OE
MOV     OE_SG, CODE
MOV     TE_OF, OFFSET INTXE   ;INT TXE
MOV     TE_SG, CODE
MOV     BTMO_O, OFFSET BTMO   ;INT BTMO
MOV     BTMO_S, CODE
MOV     NMI_OF, OFFSET NMI    ;NMI
MOV     NMI_SG, CODE
```

;INICJALIZACJA WSKAZNIKOW PROTOKOLU KOMUNIKACYJNEGO

```
MOV     AL, ZEROdB           ;ODCZYT NUMERU MOJEJ STACJI Z KROSU
MOV     ME, AL
MOV     DL, AL               ;OKRESL ADRESU STACJI NASTEPNEJ
ADD     DL, 1
JNC     II
```

```
MOV     DL, 1
II:     MOV     NAST, DL
```

```
MOV    BL, STILSB           ;OBLICZ ST2 (ZAL: ST1MSB=0)
MUL    BL
MOV    ST2, AX
MOV    AH, ME               ;AH:=ME
SUB    CX, CX               ;ZEROWANIE
MOV    SYG, CH              ;ZERUJ WSK ZDARZEN
MOV    LPG, CX              ;ZERUJ LICZ POWTORZEN
MOV    RDRD, CX             ;WSK 'BUFOR RDR NIE GOTOWY'
MOV    SDAG, CH             ;WSK 'BUFOR SDA NIE GOTOWY'
MOV    LASTS, CH           ;ZERUJ BUFOR LAST
MOV    ADROT, OFFSET IN1   ;USTAW ADRES ROTACYJNY
MOV    MAX, 1024           ;USTAW MAX DLUGOSC DANYCH SDA
; INICJALIZACJA LIVE LIST
LEA    DX, LL1              ;LLA:=LL1
MOV    LLA, DX
LEA    BX, LL2              ;LLP:=LL2
MOV    LLP, BX
LEA    DX, LL3              ;LLD:=LL3
MOV    LLD, DX
MOV    LLAD, CX             ;DLUGOSC LLA
MOV    LL1, CH              ;WYZERUJ LLA
MOV    LLZM, CH             ;WSK ZMIAN LLA
MOV    LLZ, CX              ;WSK PODANIA LLP DO UZYTK
CALL   INI_LL               ;INICJALIZACJA LL POPRZEDNIEJ
JMP    IA3
```

;PO ODLACZENIU OD LINII - SYGNALIZACJE ZDARZEN Z LINII

```
;
INIT:  CLI
MOV    PLD, PLDOFF         ;ODLACZ OD LINII
IA28:  TEST  STATUS, INTMA  ;BUFOR RFH WOLNY ?
      JNZ   IA28
      MOV   AL, SYG
      TEST  AL, 8           ;WYKONANE ZLECENIE RFU ?
      JZ    IA4
;SYGNALIZACJA WYKONANIA ZLECENIA RFU
CALL   COP_PTR             ;KOPIUJ ADRES I DLUGOSC BUFORA DANYCH
MOV    BL, SYGS            ;SLOWO STANU
MOV    RFHS, BL
CALL   COP_RFU             ;KOPIUJ DANE ZLECENIA I SYGN DO UZYTK.
IA29:  TEST  STATUS, INTMA  ;BUFOR RFH WOLNY ?
      JNZ   IA29
IA4:   TEST  AL, 3          ;ODEBRANE SDA/GSD ?
      JZ    IA5
;SYGNALIZACJA ODEBRANIA SDA/GSD
CALL   SGN_REC
```

;PO ODLACZENIU OD LINII LUB POWER ON - SYGNALIZACJA DO UZYTKOWNIKA

```
;
IA3:   TEST  STATUS, INTMA  ;CZEKAJ NA BUFOR RFH WOLNY
      JNZ   IA3
;CZY ODLACZENIE OD LINII NASTAPILO PO ROZKAZIE 'ODLACZ' LUB 'TESTUJ' ?
IA5:   CMP   RFUT, 3        ;ZLEC MOP ?
      JNE   IA6
      CMP   RFUS, 30       ;ODLACZ OD LINII ?
      JNE   IA5A
      JMP   IA11
IA5A:  CMP   RFUS, 34       ;TESTUJ ?
      JNE   IA6
      JMP   IA11
```

;GDY NIE BYLO ZLECENIA 'ODLACZ' ('TESTUJ') - SYGNALIZACJA ODLACZENIA OD LINII

```
IA6:  MOV    AL, SYG
      AND    AL, 70H                ;BADAJ TYLKO BITY 4 - 6
      MOV    CL, 4
      SHR    AL, CL
      ADD    AL, 30
      MOV    RFHS, AL                ;SLOWO STANU (SYGNALIZACJA
                                   ;ODL OD LINII, BTMO LUB PWS)
      MOV    RFHA, AH                ;ADRES STACJI
      MOV    RFHT, 131
      MOV    INTUST, AL              ;PRZERWANIE DO UZYTKOWNIKA
      JMP    IA17
```

;CYKLICZNY ODCZYT BUFORA RFU I ODPOWIEDZI DO UZYTKOWNIKA

;
;TESTUJ BUFOR ZLECEN RFU

```
IA23: TEST   STATUS, INTMA           ;CZEKAJ NA BUFOR RFH WOLNY
      JNZ    IA23
IA8:  MOV    BL, RFUT                ;TYP ZLECENIA RFU
      MOV    BH, 0                    ;ZERUJ
      JMP    IA9
IATAB DW    IA8
      DW    IA32
      DW    IA42
      DW    IA11
      DW    IA50
      DW    IA40
IA9:  SAL    BX, 1                    ;INDEX W IATAB = 2*RFUT
      CMP    BX, 10
      JG     IA12                      ;GDY ZLECENIE BLEDNE
      JMP    IATAB[BX]
```

;GDY ZLECENIE RFU = SDA, GSD, RDR, RSR

;ZLECENIE RDR

```
IA40: CMP    RFUD, 1027              ;DLUGOSC BUFORA NA DANE ODB RDR
      JB     IA12
      CMP    RFUI, 4000H              ;OBSZAR POZA ADRESAMI SPRZETOWYMI ?
      JB     IA12
      JMP    IA10
```

;ZLECENIE GSD

```
IA42: MOV    DX, RFUD                ;DLUGOSC DANYCH NADAWANYCH GSD
      CMP    DX, 1024
      JG     IA12
      CMP    DX, 0
      JLE    IA12
      CMP    RFUI, 4000H              ;OBSZAR POZA ADRESAMI SPRZETOWYMI ?
      JB     IA12
      CMP    RFUA, 255                ;ADRES ZLECENIA GSD
      JNE    IA12
      MOV    RFHS, 2
      JMP    IA13
```

;ZLECENIE SDA

```
IA32: MOV    DX, RFUD                ;DLUGOSC DANYCH NADAWANYCH SDA
      CMP    DX, 1024
      JG     IA12
```

```

        CMP     DX, 0
        JLE     IA12
        CMP     RFUI, 4000H           ;OBSZAR POZA ADRESAMI SPRZETOWYMI ?
        JB      IA12
        JMP     IA10
;ZLECENIE RSR
IA50:   CMP     RFUD, 1               ;BADAJ DLUGOSC BUFORA Z KOMENDA
        JNE     IA12
        MOV     BX, RFUI              ;BADAJ ZAWARTOSC BUFORA
        CMP     RFUI, 4000H           ;OBSZAR POZA ADRESAMI SPRZETOWYMI ?
        JB      IA12
        TEST    BYTE PTR [BX], 0F8H
        JNZ     IA12
;GDY BUFOR ZLECENIA PRAWIDLOWY - BADAJ ADRES PRZEZNACZENIA
IA10:   MOV     RFHS, 2               ;SL ST=ODL OD LINII
        CMP     RFUA, 0
        JG      IA13                  ;GDY ZLECENIE POPRAWNE
IA12:   MOV     RFHS, 22H            ;SL ST=ODL OD LINII, BLAD ZLEC
;SYGNALIZUJ WYKONANIE ZLECENIA
IA13:   CALL    COP_PTR              ;KOPIUJ BUFOR RFU, SYGN. DO UZ.
        CALL    COP_RFU
        JMP     IA23

;GDY ZLECENIE RFU = MOP

IA11:   MOV     LLZ, 0                ;ZERUJ WSK PODANIA LL DO UZYT
        MOV     RFUA, AH              ;WPIS ADRESU ME DO ZLEC.
;ANALIZA KODU ZLECENIA
        MOV     AL, RFUS              ;KOD ZLECENIA
        CMP     AL, 1                 ;PODAJ LL ?
        JE      IA14
        CMP     AL, 2                 ;OZNACZ MAX DLUGOSC SDA/GSD ?
        JE      IA15
        CMP     AL, 30                ;ODLACZ OD LINII ?
        JNE     IA33
        JMP     IA21
IA33:   CMP     AL, 31                ;DOLACZ DO LINII ?
        JNE     IA30
        JMP     IA17
IA30:   CMP     AL, 32                ;PODAJ LICZ POWT ?
        JE      IA18
        CMP     AL, 34                ;TESTUJ ?
        JNE     IA31
        JMP     IA17
IA31:   CMP     AL, 40                ;INIT BUFORA SDA ?
        JE      IA19
        CMP     AL, 42                ;INIT BUFORA RDR ?
        JE      IA20
;GDY ZLECENIE BLEDNE
IA22:   CALL    COP_PTR              ;KOPIUJ ADRES I DLUGOSC BUFORA
IA41:   OR      AL, 80H
        JMP     IA21
;ZLECENIE MOP - PODAJ LIVE LIST
IA14:   MOV     BX, LLP               ;ADRES LL
        MOV     RFHI, BX
        MOV     LLZ, BX               ;WSK PODANIA LL DO UZYTEK.
        MOV     BX, LLPD              ;DLUGOSC LL
        MOV     RFHD, BX
        JMP     IA21
```

```

      CMP     RFUT, 3           ;JEST ZLECENIE MOP ?
      JNE     IA26
      CMP     RFUS, 34        ;TESTUJ ?
      JNE     IA26

;:GDY ZLECENIE MOP -- TESTUJ -- ODPOWIEDZ
      MOV     RFHS, AL        ;KOD ZLECENIA
      CALL    COP_PTR
      CALL    COP_RFU        ;UZUPELNIJ RFH I PRZERWANIE DO UZYT.
      JMP     IA35

;SYGNALIZUJ POPRAWNE WYKONANIE TESTU
IA26:  MOV     RFHS, 34        ;KOD SYGNALIZACJI
      MOV     RFHA, AH        ;ADRES STACJI
      MOV     RFHT, 131       ;TYP SYGNALIZACJI
      MOV     INTUST, AL      ;PRZERWANIE DO UZYTKOWNIKA

IA35:  TEST    STATUS, INTMA   ;CZEKAJ NA WOLNY BUFOR RFH
      JNZ     IA35
      CMP     RFUT, 3
      JNE     IA34
      CMP     RFUT, 31
      JNE     IA34

;GDY ZLECENIE MOP -- DOLACZ DO LINII -- ODPOWIEDZ
      CALL    COP_PTR
      MOV     RFHS, AL        ;KOD ZLECENIA
      CALL    COP_RFU        ;UZUPELNIJ RFH I PRZERWANIE DO UZYT.
      JMP     IA27

;SYGNALIZUJ DOLACZENIE DO LINII
IA34:  TEST    STATUS, INTMA   ;CZEKAJ NA WOLNY BUFOR RFH
      JNZ     IA34
      MOV     RFHS, 31        ;KOD SYGNALIZACJI
      MOV     RFHA, AH        ;ADRES STACJI
      MOV     RFHT, 131       ;TYP SYGNALIZACJI
      MOV     INTUST, AL      ;PRZERWANIE DO UZYTKOWNIKA

;DOLACZ DO LINII
;-----
IA27:  MOV     FLD, CH         ;DOLACZ DO LINII
      MOV     AL, ST2AL       ;START CZASU T2
      OUT     STAD, AL
      MOV     AL, ST2LSB
      OUT     ST2WP, AL
      MOV     AL, ST2MSB
      OUT     ST2WP, AL
      MOV     RETINT, OFFSET RETTA1 ;USTAW ADR POWROTU Z INT
      JMP     NAS

CODE   ENDS

PUBLIC INIT

      END
```

```
;ZLECENIE MOP - OZNACZ MAX DLUGOSC ODBIERANYCH DANYCH SDA/GSD
;BRAK DZIALAN POZA KONTROLA POPRAWNOSCI ZLECENIA I ODPOWIEDZIA
IA15:  CALL    COP_PTR
      CMP     BX, 1024                ;KONTROLA WARTOSCI
      JG     IA41
      CMP     BX, 1
      JL     IA41
      MOV    MAX, BX
      JMP    IA21
;ZLECENIE MOP - PODAJ LICZNIK POWTORZEN
IA18:  MOV     BX, LPG
      MOV     RFHI, BX
      JMP    IA21
;ZLECENIE MOP - INICJUJ BUFOR NA DANE ODBIERANE SDA/GSD
IA19:  CALL    COP_PTR
      CMP     DX, 1026                ;KONTROLA WARTOSCI
      JB     IA41
      CMP     BX, 4000H                ;OBSZAR POZA ADRESAMI SPRZETOWYMI ?
      JB     IA41
      MOV    SDAD, DX
      MOV    SDAB, BX
      MOV    SDAG, 1
      JMP    IA21
;ZLECENIE MOP - INICJUJ BUFOR Z DANYMI WYSYLANYMI RDR
IA20:  CALL    COP_PTR
      CMP     DX, 1024
      JA     IA41
      CMP     BX, 4000H                ;OBSZAR POZA ADRESAMI SPRZETOWYMI ?
      JB     IA41
      MOV    RDRD, DX
      MOV    RDRB, BX
;UZUPELNIJ ODPOWIEDZ RFH DLA ZLECEN MOP
IA21:  MOV     RFHS, AL                ;KOD ZLECENIA
      CALL    COP_RFU                ;UZUPELNIJ RFH I PRZERWANIE DO UZ.
      JMP    IA23

;ZLECENIE MOP - TESTUJ LUB DOLACZ DO LINII
;
IA17:  CALL    TEST1                    ;WYKONAJ TESTY

;GDY WYNIK TESTOW POPRAWNY - INICJALIZACJA DANYCH

;INICJALIZACJA LIVE LIST POPRZEDNIEJ
      MOV    BX, LLP
      CALL   INI_LL
;INICJALIZACJA DANYCH
      SUB    CX, CX
      MOV    LASTS, CH                ;WYZERUJ BUFOR LAST
      MOV    SYG, CH                 ;ZERUJ WSK ZDARZEN
      MOV    LLAD, CX                ;WYZERUJ LLA
      MOV    BX, LLA
      MOV    [BX], CH
      MOV    LLZM, CH                ;WSK ZMIAN LLA

;ODPOWIEDZ DO UZYTKOWNIKA W ZALEZNOSCI OD ZLECENIA MOP W RFU
IA342: TEST    STATUS, INTMA          ;CZEKAJ NA WOLNY BUFOR RFH
      JNZ    IA342
```

NAME ODBIOR

;!!!!!!!!!! W PROGRAMIE POZA SZCZEGOLNYMI WYPADKAMI AH=ME !!!!!!!!!!!!!!!!

CODE SEGMENT COMMON

ASSUME CS: CODE, DS: DATA, ES: DATA, SS: DATA

EXTRN INIT: NEAR, INTFC: NEAR, DELAY: NEAR, LLAKT: NEAR

EXTRN BA22: NEAR, BA27: NEAR, SD17: NEAR, INI_INT: NEAR

EXTRN SD19: NEAR, SD20: NEAR, RD11: NEAR, RD12: NEAR

ORG 380H

;TABLICE Z ADRESAMI POWROTOW Z INT DLA POSZCZEGOLNYCH FAZ PROTOKOLU

| | | | |
|--------|----|------------------|--------------------------------|
| RETTA1 | DW | NA3, INIT, INIT | ;DLA NASLUCHU |
| RETTA2 | DW | INIT, BA22, INIT | ;DLA NADAJ BAT/GSD DO NLA/NGA |
| RETTA3 | DW | NA3, INIT, BA27 | ;DLA ODBIORU PO NADANIU BATONU |
| RETTA4 | DW | INIT, SD17, INIT | ;NADAWANIE SDA/RSR |
| RETTA5 | DW | SD19, INIT, SD20 | ;ODBIOR ACK/NACK PO SDA/RSR |
| RETTA6 | DW | RD11, INIT, RD12 | ;ODBIOR RESPONSE |
| RETTA7 | DW | INIT, INIT, INIT | ;OKRESY OBROBKI PROTOKOLU |
| RETTA9 | DW | INIT, RD03, INIT | ;NADAJ RESPONSE |

;*****OCZEKIWANIE NA RAMKE W LINII I ODBIOR RAMKI*****

;PRZYGOTOWANIE DO ODBIORU RAMKI

| | | | |
|-------|------|-----------------------|----------------------------|
| NAS: | MOV | RETINT, OFFSET RETTA1 | ;USTAW TABL ADR POWR Z INT |
| | CLI | | |
| | CALL | INI_INT | |
| | MOV | AL, INTODB | ;USTAW MASKE PRZERWAN |
| NASA: | OUT | MASKA, AL | |
| | STI | | |
| | LEA | SI, US | ;ADRESUJ UKL.SPRZ. |
| | MOV | BLODB, 0 | |
| | MOV | AL, ZERODB | ;ZERUJ ODBIORNIK |
| | MOV | CX, 1026 | |
| | CMP | SDAG, 0 | ;BUFOR SDA/GSD GOTOWY ? |
| | JE | NA1 | |

;OCZEKIWANIE I ODBIOR RAMKI

;

;ODBIOR RAMKI DO PRZYGOTOWANEGO BUFORA

| | | | |
|-------------------------------------|------|-----------|--------------------------|
| | MOV | SDA0D, 1 | ;WSK 'ODEBRANO DANE SDA' |
| | MOV | DI, SDAB | |
| | INC | DI | |
| | MOV | AL, INTNO | |
| | WAIT | | ;OCZEKIWANIE NA ODBIOR |
| | MOV | DH, [SI] | ;ODBIOR 1 BAJTU |
| | MOV | BL, [SI] | ;ODBIOR 2 BAJTU |
| | MOV | BH, [SI] | ;ODBIOR 3 BAJTU |
| | INC | SI | |
| | MOV | AH, [SI] | ;ODBIOR 4 BAJTU |
| | REP | MOVSB | ;ODBIOR BAJTOW DANYCH |
| ;GDY ODBIOR BLEDNY - RAMKA ZA DLUGA | OUT | MASKA, AL | ;ZAKAZ INT T2, OE |
| | JMP | NAB | |


```
;ODBIOR RAMKI BEZ PRZYGOTOWANEGO BUFORA, BAJTY DANYCH TRACONE
NA1:  MOV     SDAOD, 0           ;WSK 'NIE ODEBRANO DANYCH SDA'
      WAIT                    ;OCZEKIWANIE NA ODBIOR
      MOV     DH, [SI]          ;ODBIOR 1 BAJTU
      MOV     BL, [SI]          ;ODBIOR 2 BAJTU
      MOV     BH, [SI]          ;ODBIOR 3 BAJTU
      MOV     AH, [SI]          ;ODBIOR 4 BAJTU
      REP     LODSB             ;ODBIOR BAJTOW DANYCH W POWIETRZE
;GDY ODBIOR BLEDNY -- RAMKA ZA DLUGA
      MOV     AL, INTND         ;ZAKAZ INT T2, OE
      OUT     MASKA, AL
NA8:  NOP                      ;RAMKA ZA DLUGA, OCZEKIWANIE NA PRR
      JMP     NA8
```

;ANALIZA ODEBRANEJ RAMKI

```
;
;GDY ODBIOR RAMKI ZAKONCZONY (POWROT Z INT OD PRR)
```

```
NA3:  CLI                      ;START CZASU T2
      MOV     AL, ST2AL
      OUT     STAD, AL
      MOV     AL, ST2LSB       ;LSB
      OUT     ST2WP, AL
      MOV     AL, ST2MSB       ;MSB
      OUT     ST2WP, AL
      STI
      CMP     BLODB, 0         ;KONTROLA DLUG RAMKI I OE
      JNE     NA7
      TEST    DL, 0C0H        ;KONTROLA CRC, 0
      JNZ     NA7
```

;GDY RAMKA ODEBRANA POPRAWNIE

```
      CMP     DH, ME           ;RAMKA SDA DO MNIE ?
      JNE     NA5
      CMP     BL, 0E2H
      JNE     NA5
      JMP     SDA0
NA5:  MOV     LASTS, 0         ;WYZERUJ BUFOR LAST
      CMP     BL, 22H         ;GSD ?
      JE      GSD0
      CMP     BL, 20H         ;BATON ?
      JNE     NA6
      JMP     LLAKT
NA6:  CMP     DH, ME           ;RAMKA DO MNIE ?
      JNE     NA7
      CMP     BL, 0A2H        ;RSR ?
      JE      RSRO
      CMP     BL, 0E1H        ;RDR ?
      JNE     NA7
      JMP     RDR0
```

;GDY NIE BATON(GSD) NIE DO MNIE LUB RAMKA NIEPOPRAWNA

```
NA7:  CLI                      ;ZAKAZ INT
      CALL    INTFC
      JMP     NAS
```

;*****ODBIOR PRZESYLKI Z RAMKI TYPU GSD (GLOBAL SEND DATA)*****

```
GSD0:  CMP      SDAOD, 1          ;ODEBRANO DANE ?
        JNE      GSD01
        CLI
        MOV      DI, SDAB        ;ZAKAZ INT
        MOV      [DI], AH       ;DOPI SZ 1-SZY BAJT INFORMACJI
        OR       SYG, 2         ;WSK 'ODEBRANO GSD'
        MOV      SDAG, 0        ;WSK 'BUFOR SDA/GSD NIE GOTOWY'
        MOV      SDAA, BH       ;ADR ZRODLOWY PRZESYLKI
        NEG      CX              ;DLUGOSC DANYCH ODEBRANYCH
        ADD      CX, 1025
        MOV      SDAD, CX
        STI
        JMP      LLAKT          ;ZEZW INT
GSD01:  JMP      LLAKT
```

;*****ODBIOR PRZESYLKI TYPU RSR (REMOTE STATION RECOVERY)*****

;KONTROLA POPRAWNOSCI ODEBRANEJ PRZESYLKI

```
RSR0:  CMP      CX, 1024        ;ODEBRANY 1 BAJT INFORMACJI ?
        JNE      NA7
        TEST     AH, 0F8H       ;INFORMACJA POPRAWNA ?
        JNZ      NA7
        MOV      BL, 1          ;FUNKCJA RAMKI
```

```
RSR03:  CALL     DELAY
```

;ODPOWIEDZ ACK

;INICJACJA NADAWANIA, WYSLANIE 1-GO BAJTU

```
MOV     WP1BAJ, BH          ;WPIS 1 BAJTU (ADR PRZEZN)
MOV     NADON, AL           ;START NADAWANIA
LEA     DI, US              ;UKLAD SPRZEGAJACY
MOV     AL, ME
```

;NADANIE RAMKI ZAWIERAJACEJ TYLKO NAGLOWEK

```
WAIT                    ;SYNCHRONIZACJA
MOV     [DI], BL           ;WPIS 2 BAJTU
MOV     [DI], AL           ;WPIS 3 BAJTU
MOV     KONAD, AL         ;STOP NADAWANIA
```

;GENERUJ SYGNAL RECOVERY

```
CLI
CALL    DELAY              ;OPOZNIENIE ABY ZAKONCZYC NADAWANIE
                                ;ACK / NACK
TEST    AH, 1              ;SYGNAL RECOVERY 1 ?
JZ      RSR01
MOV     REC_1, AL          ;RECOVERY 1: RESET KASETY
RSR01:  TEST    AH, 4        ;SYGNAL RECOVERY 3 ?
JZ      RSR02
MOV     REC_3, AL          ;RECOVERY 3: SYGNAL NA MAGISTRALI
RSR02:  TEST    AH, 2        ;SYGNAL RECOVERY 2 ?
JZ      RSR05
MOV     REC_2, AL          ;RECOVERY 2: RESET MK40
```

;ZAKONCZENIE

```
RSR05:  MOV    AL, ST2AL           ;START CZASU T2
         OUT    STAD, AL
         MOV    AL, ST2LSB        ;LSB
         OUT    ST2WP, AL
         MOV    AL, ST2MSB        ;MSB
         OUT    ST2WP, AL
         JMP    NAS               ;POWROT DO NASLUCHU
```

;*****ODBIOR PRZESYLKI TYPU RDR (REQUEST DATA WITH REPLY)*****

```
RDR0:   CALL    DELAY
```

;NADAJ ODPOWIEDZ

;INICJACJA NADAWANIA, WYSLANIE 1-GO BAJTU

```
        MOV    AH, ME
        MOV    WP1BAJ, BH         ;WPIS 1 BAJTU (ADR PRZEZN)
        MOV    NADON, AL         ;START NADAWANIA
        LEA    DI, US             ;UKLAD SPRZEGAJACY
        CMP    RDRD, 0           ;BUFOR RDR GOTOWY ?
        JNE    RDR01
```

;NADANIE RAMKI ZAWIERAJACEJ TYLKO NAGLOWEK

```
        MOV    BL, 41H           ;FUNKCJA RAMKI
        WAIT                   ;SYNCHRONIZACJA
        MOV    [DI], BL          ;WPIS 2 BAJTU
        MOV    [DI], AH         ;WPIS 3 BAJTU (ME)
        MOV    KONAD, AL        ;STOP NADAWANIA
        JMP    RDR03
```

;NADANIE RAMKI Z DANYMI GDY BUFOR GOTOWY

```
RDR01:  MOV    BL, 42H           ;FUNKCJA RAMKI
        MOV    SI, RDRB         ;ADRES DANYCH NADAWANYCH
        MOV    CX, RDRD         ;DLUGOSC DANYCH NADAWANYCH
        MOV    RETINT, OFFSET RETTA9 ;USTAW TABL ADR POR Z INT
        MOV    AL, INTTXE       ;ZEZWOLENIE INT TXE
        OUT    MASKA, AL
        MOV    AL, INTNO
        WAIT                   ;SYNCHRONIZACJA
        MOV    [DI], BL         ;WPIS 2 BAJTU
        INC    DI
        MOV    [DI], AH         ;WPIS 3 BAJTU
        REP    MOVSB            ;WPIS BAJTOW DANYCH
        MOV    KONAD, AL        ;STOP NADAWANIA
        OUT    MASKA, AL        ;ZAKAZ INT TXE
```

;PO NADANIU ODPOWIEDZI POPRAWNYM LUB NIE (POWROT Z INT OD TXE)

```
RDR03:  CLI
        MOV    AL, ST2AL           ;START CZASU T2
        OUT    STAD, AL
        MOV    AL, ST2LSB        ;LSB
        OUT    ST2WP, AL
        MOV    AL, ST2MSB        ;MSB
        OUT    ST2WP, AL
        CALL   INTFC
        JMP    NAS
```

*****ODBIOR PRZESYLKI TYPU SDA (SEND DATA WITH ACKNOWLEDGE)*****

SDAO: CALL DELAY

;POROWNAJ NAGLOWEK RAMKI ODEBRANEJ Z BUFOREM LAST

CMP LASTS, AL
JNE SDA01

;NAGLOWKI TAKIE SAME

MOV BL, LASTF ;POWTORZ ODPOWIEDZ (POPRZ. FUNKCJE)
JMP SDA04

;NAGLOWKI ROZNE

SDAO1: CMP SDA0D, 0 ;DANE ODBRANE ?
JE SDA02

;DANE ODEBRANE - PRZYGOTUJ SYGNALIZACJE DO UZYTKOWNIKA

CLI ;ZAKAZ INT
MOV DI, SDAB ;DOPI SZ 1-SZY BAJT INFORMACJI
MOV [DI], AH
OR SYG, 1 ;WSK 'ODEBRANE SDA'
MOV SDAG, 0 ;WSK 'BUFOR SDA/GSD NIE GOTOWY'
MOV SDAA, BH ;ADR ZRODLOWY PRZESYLKI
NEG CX ;DLUGOSC DANYCH ODEBRANYCH
ADD CX, 1025
MOV SDAD, CX
MOV BL, 1 ;FUNKCJA ODP = ACK
STI ;ZEZW INT
JMP SDA03

;DANE NIE ODEBRANE

SDAO2: MOV BL, 41H ;FUNKCJA ODP = NACK

;ZAPISZ NOWY BUFOR LAST

SDAO3: MOV LASTF, BL
MOV LASTS, BH

;ODPOWIEDZ Z FUNKCJA = LASTF, NADANIE RAMKI ZAWIERAJACEJ TYLKO NAGLOWEK

SDAO4: MOV WP1BAJ, BH ;WPIS 1 BAJTU (ADR PRZEZN)
MOV NADON, AL ;START NADAWANIA
LEA DI, US ;UKLAD SPRZEGAJACY
MOV AH, ME
WAIT ;SYNCHRONIZACJA
MOV [DI], BL ;WPIS 2 BAJTU
MOV [DI], AH ;WPIS 3 BAJTU
MOV KONAD, AL ;STOP NADAWANIA
CLI
MOV AL, ST2AL ;START CZASU T2
OUT STAD, AL
MOV AL, ST2LSB ;LSB
OUT ST2WP, AL
MOV AL, ST2MSB ;MSB
OUT ST2WP, AL
CALL INTFC
JMP NAS

CODE ENDS

PUBLIC NAS, NASA, RETTA1, RETTA2, RETTA3, RETTA4, RETTA5

PUBLIC RETTA6, RETTA7, RETTA9

END

NAME BATON

;!!!!!!!!!! W PROGRAMIE POZA SZCZEGOLNYMI WYPADKAMI AH=ME !!!!!!!!!!!!!!!

```
CODE    SEGMENT COMMON
        ASSUME  CS: CODE, DS: DATA, ES: DATA, SS: DATA

        EXTRN  INIT: NEAR, INTFC: NEAR, DELAY: NEAR, NAS: NEAR, NASA: NEAR
        EXTRN  RETTA2: WORD, RETTA3: WORD, RETTA7: WORD, ZWLOKA: NEAR
        EXTRN  SDA: NEAR, RSR: NEAR, RDR: NEAR, INI_INT: NEAR

        ORG    600H
```

;*****AKTUALIZACJA LIVE LIST*****

```
LLAKT:  CLI                    ;ZAKAZ INT
        MOV     AH, ME
        MOV     SI, LLA          ;PARAMETRY OSTATNIEGO ADRESU
        MOV     BP, LLAD
        MOV     DI, LLP
;BATON DO MNIE ?
        CMP     DH, AH
        JE      LLF8
        JMP     LLE
```

;GDY BATON DO MNIE

;

;KONTROLA NOWEGO ADRESU ZRODLOWEGO

```
LLF8:   MOV     AL, [BP][SI]    ;AL - POPRZ AR ZRODL
        CMP     AL, 0           ;NOWA - PUSTA LL ?
        JE      LLF9
        CMP     AL, BH         ;POWTORZONY ADRES ZRODL ?
        JE      LLE1
;CZY BATON MNIE PRZESKOCZYL ?
        JG      Y0
        CMP     BH, AH
        JL      LLF4           ;NIE PRZESKOCZYL
        CMP     AL, AH
        JL      Y1             ;PRZESKOCZYL
        JMP     LLF4           ;NIE PRZESKOCZYL
Y0:     CMP     AL, AH
        JL      Y1             ;PRZESKOCZYL
        CMP     BH, AH
        JL      LLF4           ;NIE PRZESKOCZYL
```

;GDY BATON MNIE PRZESKOCZYL

```
Y1:     OR      SYG, 4         ;USTAW WSK ZMIAN LLP
        MOV     LLPD, 1        ;USTAW DLUGOSC LLP
;ZAMIANA LLP, LLA POZOSTAJE TO SAMO
        CMP     DI, LLZ       ;LLP PRZEKAZ DO UZYT ?
        JNE     LLF6
        MOV     CX, LLD
        MOV     LLP, CX       ;LLP:=LLD
        MOV     LLD, DI       ;LLD:=LLP
;UTWORZ LLP POWSTALA PO PRZESKOCZENIU BATONU
LLF6:   MOV     BP, LLP
```

```
MOV    [BP], BH           ;ZAPISZ ADR ZRODL
MOV    [BP+1], AH        ;ZAPISZ MOJ ADRES
JMP    LLF7

;BATON MNIE NIE PRZESKOCZYL

LLF4:  INC    BP
;DOPI SZ NOWY ADRES DO LL, POROWNAJ Z POPRZEDNIA LL I USTAW WSK ZMIAN
LLF9:  MOV    [BP][SI], BH           ;DOPI SZ ADRES DO LLA
      CMP    [BP][DI], BH           ;POROWNAJ Z LLP
      JE     LLE1
      MOV    LLZM, 1
;DOPI SZ MOJ ADRES DO LLA
LLE1:  INC    BP
      MOV    [BP][SI], AH           ;DOPI SZ MOJ ADRES DO LLA
      CMP    [BP][DI], AH           ;POROWNAJ Z LLP
      JNE    LLE2
      CMP    BP, LLPD                ;POROWNAJ DLUGOSC LLA, LLP
      JE     LLE3
LLE2:  MOV    LLZM, 1
;ZAMIANA LL MIEJSCAMI. AKTUALNA LL STAJE SIE POPRZEDNIA, A NOWA AKTUALNA
;ZOSTAJE ULOKOWANA NA MIEJSCU BYLEJ POPRZEDNIEJ LUB MIEJSCU REZERWOWYM.
LLE3:  MOV    LLP, SI                ;LLP:=LLA
      MOV    LLPD, BP                ;LLPD:=LLAD
      CMP    DI, LLZ                ;LLP PRZEKAZANA UZYT ?
      JNE    Y5
      MOV    CX, LLD
      MOV    LLA, CX                ;LLA:=LLD
      MOV    LLD, DI                ;LLD:=LLP
      JMP    Y6
Y5:    MOV    LLA, DI                ;LLA:=LLP
;USTAW WSK ZMIAN LLP
Y6:    MOV    AL, LLZM
      ROL    AL, 1
      ROL    AL, 1
      OR     SYG, AL
;WYZERUJ LLA (DLUGOSC, WSK. ZMIAN)
LLF7:  MOV    LLAD, 0
      MOV    LLZM, 0
      MOV    BP, LLA
      MOV    BYTE PTR[BP], 0
      STI                                ;ZEZW INT
      JMP    KONTRZ                    ;DO KONTROLI ZLECEN

;GDY BATON NIE DO MNIE
;
;KONTROLA NOWEGO ADRESU ZRODLOWEGO
LLE:   MOV    AL, [BP][SI]           ;AL -- POPRZ AR ZRODL
      CMP    AL, 0                   ;NOWA - PUSTA LL ?
      JE     LLF0
      CMP    AL, BH                   ;POWTORZONY ADRES ZRODL ?
      JE     LLE6
;CZY BATON MNIE PRZESKOCZYL ?
      JG     Y2
      CMP    BH, AH
      JL     LLE8                       ;NIE PRZESKOCZYL
      CMP    AL, AH
```

```

        JL      Y3                ;PRZESKOCZYL
        JMP     LLE8              ;NIE PRZESKOCZYL
Y2:     CMP     AL, AH
        JL      Y3                ;PRZESKOCZYL
        CMP     BH, AH
        JL      LLE8              ;NIE PRZESKOCZYL

;BATON MNIE PRZESKOCZYL

Y3:     CMP     BP, LLPD          ;POROWNAJ DLUGOSC LLA, LLP
        JE      LLE0
        MOV     LLZM, 1

;ZAMIANA LL MIEJSCAMI. AKTUALNA LL STAJE SIE POPRZEDNIA, A NOWA AKTUALNA
;ZOSTAJE ULOKOWANA NA MIEJSCU BYLEJ POPRZEDNIEJ LUB MIEJSCU REZERWOWYM.
LLE0:   MOV     LLP, SI          ;LLP:=LLA
        MOV     LLPD, BP        ;LLPD:=LLAD
        CMP     DI, LLZ
        JNE     Y7
        MOV     CX, LLD
        MOV     LLA, CX         ;LLA:=LLD
        MOV     LLD, DI        ;LLD:=LLP
        JMP     Y8
Y7:     MOV     LLA, DI         ;LLA:=LLP
;USTAW WSK ZMIAN LLP
Y8:     MOV     AL, LLZM
        ROL     AL, 1
        ROL     AL, 1
        OR      SYG, AL

;ZAPISANIE ADRESU ZRODLOWEGO DO LLA
        MOV     DI, LLA
        MOV     [DI], BH
        MOV     LLAD, 0
;USTAW WSKAZNIK ZMIAN LLA
        MOV     LLZM, 0
        CMP     [BP][SI], BH   ;POROWNAJ Z NOWA LLP
        JE      LLE6
        MOV     LLZM, 1
        JMP     LLE6

;BATON MNIE NIE PRZESKOCZYL

LLE8:   INC     BP
LLE0:   MOV     LLAD, BP
;DOPISZ NOWY ADRES DO LL, POROWNAJ Z POPRZEDNIA LL I USTAW WSK ZMIAN
        MOV     [BP][SI], BH   ;DOPISZ ADRES DO LLA
        CMP     [BP][DI], BH   ;POROWNAJ Z LLP
        JE      LLE6
        MOV     LLZM, 1

LLE6:   JMP     NAS                ;DO NASLUCHU

;*****KONTROLA ZLECEN UZYTKOWNIKA *****
;****PO OTRZYMANIU BATONU I AKT LL LUB GDY BRAK ODBIORU (POWROT Z INT OD T2)**

KONTRZ: CALL    ZWLOKA
        TEST    SYG, 8          ;ZLECENIE WYKONANE ?
        JNZ     K01
```

;ANALIZA TYPU ZLECENIA UZYTKOWNIKA RFUT

```
      MOV     BH, 0
      MOV     BL, RFUT
      CMP     BX, 5           ;ZLECENIE > 5 ?
      JG      K03
      SAL     BX, 1         ;INDEX W KOT = NR ZLECENIA * 2
      JMP     K05
KOT:   DW     K01           ;TABLICA ETYKIET SKOKOW
      DW     SDA
      DW     K02
      DW     K01
      DW     RSR
      DW     RDR
K05:   JMP     KOT[BX]
;GDY ZLECENIE BLEDNE - PRZYKOTUJ SYGNALIZACJE DO UZYTKOWNIKA
K03:   CLI                     ;ZAKAZ INT
      OR      SYG, 8         ;SYGNAL WYKONANIA ZLECENIA
      MOV     SYGS, 20H     ;WSKAZ 'INVALID PARAMETERS'
      STI                     ;ZEZW INT
```

;*****ODDAJ BATON - WYSLIJ GSD(GLOBAL SEND DATA)*****

;OKRESL TYP WYSLANEJ FUNKCJI

;GDY BRAK ZLECENIA LUB ZLECENIE BLEDNE

```
K01:   MOV     BL, 20H     ;FUNKCJA = BATON
      JMP     BA
;GDY ZLECENIE = GSD
K02:   MOV     CX, RFUD    ;DLUGOSC DANYCH DO NADANIA
      CMP     CX, 1024    ;KONTROLA WARTOSCI
      JG      K03
      CMP     CX, 1
      JL      K03
      CMP     RFUI, 4000H ;OBSZAR POZA ADRESAMI I/O ?
      JB      K03
      CMP     RFUA, 255
      JNE     K03
      MOV     BL, 22H     ;FUNKCJA = GSD
```

;OKRESLENIE NLA I NGA NA PODSTAWIE LLP

```
BA:    MOV     AH, ME
      MOV     DI, LLP
      MOV     DL, [DI]    ;DL:=NLA
      CMP     DL, NAST    ;NLA = ME+1 ?
      JNE     BA1
      MOV     LLNGA, 0    ;NGA:=0
      MOV     DH, DL
      MOV     DL, 0       ;WSK 'NIE MA GAP'
      JMP     BA5        ;NIE MA GAP
BA1:   MOV     DH, LLNGA  ;AL:=NGA
      CMP     DH, 0
      JE      BA3
      INC     DH
      TEST    DH, 80H    ;NGA > 127 ?
      JZ      BA30
```



```
BA30:  MOV    DH, 1
        CMP    DH, AH
        JNG    BA4
        CMP    DL, DH
        JG     BA2
        CMP    DL, AH
        JGE    BA3
        JMP    BA2
BA4:   CMP    DL, AH
        JG     BA3
        CMP    DH, DL
        JL     BA2
BA3:   MOV    DH, NAST
BA2:   MOV    LLNGA, DH
```

;NADAJ RAMKE BAT/GSD DO NLA/NGA

;INICJACJA NADAWANIA, WYSLANIE 1-GO BAJTU

```
BA5:   MOV    WP1BAJ, DH      ;WPIS 1 BAJTU (ADR PRZEZN)
        MOV    NADON, DH     ;START NADAWANIA
        LEA   DI, US         ;UKLAD SPRZEGAJACY
        CMP    BL, 20H       ;FUNKCJA = BATON ?
        JE    BA20
```

;NADAJ RAMKE GSD

```
        MOV    SI, RFUI      ;ADRES DANYCH NADAWANYCH
        MOV    CX, RFUD      ;DLUGOSC DANYCH NADAWANYCH
        MOV    RETINT, OFFSET RETTA2 ;USTAW TABL ADR POR Z INT
        MOV    AL, INTTXE    ;ZEZWOLENIE INT TXE
        OUT   MASKA, AL
        MOV    AL, INTNO
        WAIT                   ;SYNCHRONIZACJA
        MOV    [DI], BL      ;WPIS 2 BAJTU
        INC   DI
        MOV    [DI], AH      ;WPIS 3 BAJTU
        REP  MOVSB           ;WPIS BAJTOW DANYCH
        MOV    KONAD, AL     ;STOP NADAWANIA
        OUT   MASKA, AL     ;ZAKAZ INT TXE
        CLI                   ;ZAKAZ INT
        OR    SYG, 8         ;PRZYGOTUJ SYGN DO UZYTKOWNIKA
        MOV    SYGS, 0
        JMP    BA21
```

;NADAJ RAMKE BATON

;NADANIE RAMKI ZAWIERAJACEJ TYLKO NAGLOWEK

```
BA20:  WAIT                   ;SYNCHRONIZACJA
        MOV    [DI], BL      ;WPIS 2 BAJTU
        MOV    [DI], AH      ;WPIS 3 BAJTU
        MOV    KONAD, AL     ;STOP NADAWANIA
        CLI
```

;START CZASU OCZEKIWANIA

```
BA21:  MOV    AL, ST1AL      ;START CZASU T1
        OUT   STAD, AL
        MOV    AL, ST1LSB    ;LSB
        OUT   ST1WP, AL
        MOV    RETINT, OFFSET RETTA7 ;USTAW TABL ADR POWROTU Z INT
        JMP    BA6
```

;GDY W CZASIE NADAWANIA WYSTAPILO TXE -- POWTORZ NADAWANIE PO 1/2 T1

```
BA22:  CALL   DELAY
        JMP    BA5
```

```
;OCZEKIWANIE NA POPRAWNA RAMKE I WIELOKROTNE NADAWANIE BATONU
;DO KOLEJNYCH STACJI GDY CISZA W LINII

;USTAW LICZNIKI PONAWIANIA WYSYLANIA BATONU
BA6:  MOV     BAL, 0
      MOV     LP, 4
      CMP     DL, 0                ;NIE MA GAP ?
      JNE     BA7
      MOV     LP, 3                ;LICZNIK POWT PROBY
      MOV     DL, DH               ;DL:=NLA
;OCZEKIWANIE NA TRANSMISJE W LINII -- GDY ICH BRAK PROBY WYSYLANIA BATONU
BA7:  CALL    INTFC                ;INTERFACE DO UZYTKOWNIKA
;PRZYGOTOWANIE DO ODBIORU RAMKI
      MOV     RETINT, OFFSET RETTA3 ;USTAW TABLICE ADRESOW POWR Z INT
      CLI
      CALL    INI_INT              ;KASOWANIE STARYCH TIMEOUT-OW
      MOV     AL, INTODO           ;USTAW MASKE PRZERWAN
      JMP     NASA                 ;SKOK DO OCZEKIWANIA I ODBIORU RAMKI
;GDY NIC NIE ODEBRANO (POWROT Z PRZERWANIA OD T1) -- OKRESL ADRES NAST. PROBY
BA27: CMP     LP, 4
      JE      BA31
      INC     LPG                  ;GLOBAL LICZ POWT
BA31:  DEC     LP
      JNZ     BA10                ;PONOW BATON DO TEJ SAMEJ STACJI
;OKRESL ADRES NASTEPNEJ STACJI AKTYWNEJ
      MOV     SI, BAL
      INC     SI
      CMP     SI, LLPD            ;NO MORE LIVE STATIONS ?
      JG      BA11
      MOV     BX, LLP
      MOV     DL, [BX][SI]       ;KOLEJNY LIVE ADDRESS
      CMP     DL, AH              ;OSTATNI ADRES = ME ?
      JE      BA11
      MOV     LP, 3                ;3 PROBY DO NOWEGO ADRESU
      MOV     BAL, SI

;WYSLIJ NASTEPNY BATON

;INICJACJA NADAWANIA, WYSLANIE 1-GO BAJTU
BA10: MOV     WP1BAJ, DL          ;WPIS 1 BAJTU (ADR PRZEZN)
      MOV     NADON, DL          ;START NADAWANIA
      LEA     DI, US              ;UKLAD SPRZEGAJACY
;NADANIE RAMKI ZAWIERAJACEJ TYLKO NAGLOWEK
      MOV     BL, 20H             ;FUNKCJA RAMKI
      WAIT
      MOV     [DI], BL           ;SYNCHRONIZACJA
      MOV     [DI], AH           ;WPIS 2 BAJTU
      MOV     KONAD, AL          ;WPIS 3 BAJTU
      CLI
      MOV     AL, ST1AL          ;STOP NADAWANIA
      OUT     STAD, AL
      MOV     AL, ST1LSB         ;START CZASU T1
      OUT     ST1WP, AL          ;LSB
      JMP     BA7
BA11: JMP     INIT                ;DO INICJALIZACJI

CODE  ENDS

PUBLIC KONTRZ, LLAKT, BA22, BA27, KO1, KO3

END
```

NAME FUNCTIONS

;!!!!!!!!!! W PROGRAMIE POZA SZCZEGOLNYMI WYPADKAMI AH=ME !!!!!!!!!!!!!!!

```
CODE SEGMENT COMMON
ASSUME CS: CODE, DS: DATA, ES: DATA, SS: DATA

EXTRN INIT: NEAR, INTFC: NEAR, DELAY: NEAR, NAS: NEAR
EXTRN RETTA4: WORD, RETTA5: WORD, RETTA6: WORD, RETTA7: WORD
EXTRN RETTA9: WORD, KO1: NEAR, KO3: NEAR, INI_INT: NEAR

ORG 950H
```

;*** SDA (SEND DATA WITH ACKNOWLEDGE) I RSR (REMOTE STATION RECOVERY)*****

SD13: JMP KO3 ;WYJSCIE GDY BLEDNE PARAMETRY

;NADAJ RAMKE SDA (RSR)

;

;USTAW FUNKCJE I KONTROLA POPRAWNOSCI DANYCH

;OBSLUGA RSR

```
RSR: MOV BL, 0A2H
MOV CX, RFUD ;DANE DO NADANIA
CMP CX, 1
JNE SD13
MOV SI, RFUI
CMP SI, 4000H ;OBSZAR POZA ADRESAMI SPRZETOWYMI ?
JB SD13
TEST BYTE PTR [SI], 0F8H ;INFORMACJA POPRAWNA ?
JZ SD1
JMP SD13
```

;OBSLUGA SDA

```
SDA: MOV CX, RFUD ;DANE DO NADANIA
CMP CX, 1024
JG SD13
CMP CX, 1
JL SD13
CMP RFUI, 4000H ;OBSZAR POZA ADRESAMI SPRZETOWYMI ?
JB SD13
MOV BL, 0E2H
```

;KONTROLA POPRAWNOSCI ADRESU

```
SD1: CMP RFUA, 0
JLE SD13
MOV LP, 3 ;LICZ POWT PROBY
MOV FUSR, BL ;ZAPAMIETAJ FUNKCJE RAMKI
```

;TRANSMISJA RAMKI

;INICJACJA NADAWANIA, WYSLANIE 1-GO BAJTU

```
SD6: MOV BH, RFUA ;ADRES PRZEZNACZENIA RAMKI
MOV WP1BAJ, BH ;WPIS 1 BAJTU
MOV NADON, BH ;START NADAWANIA
LEA DI, US ;UKLAD SPRZEGAJACY
MOV BL, FUSR ;FUNKCJA RAMKI
```

```
;NADANIE RAMKI Z DANYMI
MOV SI, RFUI ;ADRES DANYCH NADAWANYCH
MOV CX, RFUD ;DLUGOSC DANYCH NADAWANYCH
MOV RETINT, OFFSET RETTA4 ;USTAW TABL ADR POR Z INT
MOV AL, INTTXE ;ZEZWOLENIE INT TXE
OUT MASKA, AL
MOV AL, INTNO
WAIT ;SYNCHRONIZACJA
MOV [DI], BL ;WPIS 2 BAJTU
INC DI
MOV [DI], AH ;WPIS 3 BAJTU
REP MOVSB ;WPIS BAJTOW DANYCH
MOV KONAD, AL ;STOP NADAWANIA
OUT MASKA, AL ;ZAKAZ INT TXE
CLI
MOV AL, ST1AL ;START CZASU T1
OUT STAD, AL
MOV AL, ST1LSB ;LSB
OUT ST1WP, AL
JMP SD16
;GDY W CZASIE NADAWANIA WYSTAPILO TXE (POWROT Z INT OD TXE)
SD17: CALL DELAY
JMP SD6

;OCZEKIWANIE NA ODBIOR I ODBIOR ODPOWIEDZI
;
SD16: CALL INTFC ;INTERFACE DO UZYTKOWNIKA
;PRZYGOTOWANIE DO ODBIORU RAMKI
LEA SI, US ;ADRESUJ UKL.SPRZ.
MOV CX, 1027
MOV BLODB, 0
MOV AL, ZERODB ;ZERUJ ODBIORNIK
CLI
CALL INI_INT ;KASOWANIE STARYCH TIMEOUT-OW
MOV AL, INTODO ;USTAW MASKE PRZERWAN
OUT MASKA, AL
;ODBIOR RAMKI BEZ PRZYGOTOWANEGO BUFORA, BAJTY DANYCH TRACONE
MOV RETINT, OFFSET RETTA5 ;USTAW TABL ADR POWR Z INT
STI
WAIT ;OCZEKIWANIE NA ODBIOR
MOV DH, [SI] ;ODBIOR 1 BAJTU
MOV BL, [SI] ;ODBIOR 2 BAJTU
MOV BH, [SI] ;ODBIOR 3 BAJTU
REP LODSB ;ODBIOR BAJTOW DANYCH W POWIETRZE
;GDY ODBIOR BLEDNY -- RAMKA ZA DLUGA
MOV AL, INTNO ;ZAKAZ INT T2, OE
OUT MASKA, AL
SD21: NOP ;RAMKA ZA DLUGA, OCZEKIWANIE NA PRR
JMP SD21

;GDY ODBIOR RAMKI ZAKONCZONY (POWROT Z INT OD PRR)
SD19: CMP BLODB, 0 ;KONTR DLUG RAMKI I OE
JNE SD2
TEST DL, 0C0H ;KONTROLA CRC, 0
JZ SD22 ;GDY POPRAWNIE
```

;GDY ODBIOR BLEDNY LUB BRAK ODBIORU - POWTORZENIE NADAWANIA

;

;GDY ODBIOR BLEDNY

SD2: INC LPG ;GLOBAL LICZ POWT
DEC LP ;LP=0 ?
JZ SD5
JMP SD17

;GDY BRAK ODBIORU (POWROT Z INT OD T1)

SD20: INC LPG
DEC LP
JZ SD5
JMP SD6 ;PONOWNE NADAWANIE

;GDY WYKONANO 3 PROBY

SD5: CLI ;ZAKAZ INT
MOV SYGS, 1 ;WSK 'TRANSMISION FAILED'
JMP SD10

;GDY ODBIOR POPRAWNY

;

SD22: CLI
MOV AL, ST1AL ;START CZASU T1
OUT STAD, AL
MOV AL, ST1LSB ;LSB
OUT ST1WP, AL
MOV AL, ST2AL ;START CZASU T2
OUT STAD, AL
MOV AL, ST2LSB ;LSB
OUT ST2WP, AL
MOV AL, ST2MSB ;MSB
OUT ST2WP, AL

;ANALIZA ODEBRANEJ RAMKI I PRZYGOTOWANIE SYGNALIZACJI DO UZYTKOWNIKA

CMP DH, AH ;RAMKA DO MNIE ?
JNE SD9
CMP BH, RFUA ;RAMKA Z ZAADRESOWANEJ STACJI
JNE SD9
CMP BL, 1 ;ACK ?
JE SD7
CMP BL, 41H ;NACK ?
JE SD8
SD9: MOV SYGS, 1 ;WSK 'TRANSMISION FAILED'
OR SYG, 8 ;SYGNAL WYK RFU DO UZYTKOWNIKA
CALL INTFC ;INTERFACE DO UZYTKOWNIKA
JMP NAS ;DO NASLUCHU
SD7: MOV SYGS, 0 ;WSK 'TRANSMISION OK'
JMP SD10
SD8: MOV SYGS, 8 ;WSK 'UNAVAILABLE RESOURCES AT DEST'
SD10: OR SYG, 8 ;SYGNAL WYK RFU DO UZYTKOWNIKA
CALL DELAY
STI ;ZEZW INT
JMP KO1 ;DO ODDAJ BATON

*****RDR(REQUEST DATA WITH REPLY)*****

```
RD10:  JMP      K03                      ;WYJSCIE GDY BLEDNE PARAMETRY

;KONTROLA PARAMETROW ZLECENIA

RDR:   CMP      RFUA, 0                   ;KONTROLA POPRAWNOSCI PARAMETROW ZLEC.
       JLE     RD10
       CMP     RFUD, 1027
       JB      RD10
       CMP     RFUI, 4000H                ;OBSZAR POZA ADRESAMI SPRZETOWYMI ?
       JB      RD10
       MOV     LP, 3                       ;LICZ POWT PROBY

;NADANIE RAMKI ZADAJACEJ DANYCH

RD4:   MOV      AL, RFUA                   ;NADAJ RAMKE
;INICJACJA NADAWANIA, WYSLANIE 1-GO BAJTU
       MOV     WP1BAJ, AL                  ;WPIS 1 BAJTU (ADR PRZEZN)
       MOV     NADON, AL                  ;START NADAWANIA
       LEA    DI, US                       ;UKLAD SPRZEGAJACY
;NADANIE RAMKI ZAWIERAJACEJ TYLKO NAGLOWEK
       MOV     BL, 0E1H                    ;FUNKCJA RAMKI
       WAIT                               ;SYNCHRONIZACJA
       MOV     EDI, BL                      ;WPIS 2 BAJTU
       MOV     EDI, AH                      ;WPIS 3 BAJTU
       MOV     KONAD, AL                   ;STOP NADAWANIA
       CLI
       MOV     AL, STIAL                    ;START CZASU T1
       OUT    STAD, AL
       MOV     AL, STILSB                   ;LSB
       OUT    STIWP, AL

;OCZEKIWANIE NA ODBIOR I ODBIOR ODPOWIEDZI

       CALL   INTFC                         ;INTERFACE DO UZYTKOWNIKA
;PRZYGOTOWANIE DO ODBIORU RAMKI
       LEA    SI, US                         ;ADRESUJ UKL. SPRZ.
       MOV     CX, 1027
       MOV     BLODB, 0
       MOV     AL, ZERO DB                  ;ZERUJ ODBIORNIK
       CLI
       CALL   INI_INT                       ;KASOWANIE STARYCH TIMEOUT-OW
       MOV     AL, INTODO                    ;USTAW MASKE PRZERWAN
       OUT    MASKA, AL
;ODBIOR RAMKI DO PRZYGOTOWANEGO BUFORA
       MOV     DI, RFUI
       MOV     AL, INTNO
       MOV     RETINT, OFFSET RETTA6        ;USTAW TABL ADR POWR Z INT
       STI
       WAIT                               ;OCZEKIWANIE NA ODBIOR
       MOV     DH, [SI]                     ;ODBIOR 1 BAJTU
       MOV     BL, [SI]                     ;ODBIOR 2 BAJTU
       INC    SI
       MOV     BH, [SI]                     ;ODBIOR 3 BAJTU
       REP    MOVSB                          ;ODBIOR BAJTOW DANYCH
```

```

;GDY ODBIOR BLEDNY - RAMKA ZA DLUGA
      OUT      MASKA, AL          ;ZAKAZ INT T2, OE
RD13:  NOP
      JMP ,    RD13             ;RAMKA ZA DLUGA, OCZEKIWANIE NA PRR

;GDY ODBIOR RAMKI ZAKONCZONY (POWROT Z INT OD PRR LUB T1)

;PO PRZERWANIU PRR - KONTROLA POPRAWNOSCI RAMKI
RD11:  CMP     BLODB, 0          ;KONTROLA DLUG RAMKI I OE
      JNE     RD1
      TEST    DL, 0C0H          ;KONTROLA CRC, Q
      JZ      RD20             ;GDY POPRAWNE

;GDY ODBIOR BLEDNY LUB BRAK ODBIORU - PONOWIENIE
RD1:   INC     LPG              ;GDY ODBIOR BLEDNY, GLOBAL LICZ POWT
      DEC     LP                ;LP=0 ?
      JZ      RD9
      CALL    DELAY
      JMP     RD4
RD12:  INC     LPG              ;GDY BRAK ODBIORU (POWROT Z INT OD T1)
      DEC     LP
      JZ      RD9
      JMP     RD4

;GDY WYKONANO 3 PROBY
RD9:   CLI
      MOV     SYGS, 1          ;ZAKAZ INT
      JMP     RD5              ;WSK 'TRANSMISION FAILED'

;GDY ODBIOR POPRAWNY - ANALIZA ODEBRANEJ RAMKI

RD20:  CLI
      MOV     AL, ST1AL         ;START CZASU T1
      OUT     STAD, AL
      MOV     AL, ST1LSB       ;LSB
      OUT     ST1WP, AL
      MOV     AL, ST2AL         ;START CZASU T2
      OUT     STAD, AL
      MOV     AL, ST2LSB       ;LSB
      OUT     ST2WP, AL
      MOV     AL, ST2MSB       ;MSB
      OUT     ST2WP, AL
      CMP     DH, AH           ;RAMKA DO MNIE ?
      JNE     RD6
      CMP     BH, RFUA         ;RAMKA Z ZAADRESOWANEJ STACJI ?
      JNE     RD6
      CMP     BL, 42H          ;RESPONSE ?
      JNE     RD7
      MOV     SYGS, 0          ;WSK 'TRANSMISION OK'
      NEG     CX                ;DLUGOSC ODEBRANYCH DANYCH
      ADD     CX, 1024
      MOV     RFUD, CX
      JMP     RD5
RD7:   CMP     BL, 41H         ;NACK ?
      JNE     RD6
      MOV     SYGS, 8          ;WSK 'UNAVAILABLE RESOURCES AT DEST'
RD5:   OR      SYG, 8          ;SYGNAL WYK RFU DO UZYTKOWNIKA
      CALL    DELAY
      STI
      ;ZEZW INT

```

```
RD6:  JMP      KO1                ;DO ODDAJ BATON
      MOV     SYGS, 1            ;WSK 'TRANSMISION FAILED'
      OR      SYG, 8            ;SYGNAL WYK RFU DO UZYTKOWNIKA
      CALL   INTFC
      JMP     NAS                ;DO NASLUCHU
```

```
CODE  ENDS
```

```
PUBLIC SDA, RSR, RDR, SD17, SD19, SD20, RD11, RD12
```

```
END
```


NAME SUBROUTINES

;!!!!!!! W PROGRAMIE POZA SZCZEGOLNYMI WYPADKAMI AH=ME !!!!!!!!!!!!!!!!

CODE SEGMENT COMMON
ASSUME CS: CODE, DS: DATA, ES: DATA, SS: DATA

EXTRN INIT: NEAR, KONTRZ: NEAR, RETTA7: WORD, TEST2: NEAR

ORG 0C00H

;***** COP_PTR *****

COP_PTR PROC

;KOPIOWANIE ADRESU I DLUGOSCI BUFORA DANYCH Z RFU DO RFH

MOV BX, RFUI ;ADRES DANYCH

MOV RFHI, BX

MOV DX, RFUD ;DLUGOSC DANYCH

MOV RFHD, DX

RET

COP_PTR ENDP

;***** COP_RFU *****

COP_RFU PROC

;KOPIOWANIE ADRESU I TYPU ZLECENIA Z RFU DO RFH, ZEROWANIE TYPU

;ZLECENIA W RFU, PRZERWANIE DO UZYTKOWNIKA

MOV BL, RFUA ;ADRES STACJI PRZEZNACZENIA

MOV RFHA, BL

MOV BL, RFUT ;TYP ZLECENIA

MOV RFHT, BL

MOV RFUT, 0 ;ZERUJ TYP ZLECENIA RFU

MOV INTUST, AL ;PRZERWANIE DO UZYTKOWNIKA

RET

COP_RFU ENDP

;***** SGN_REC *****

SGN_REC PROC

;SYGNALIZACJA DO UZYTKOWNIKA ODEBRANIA DANYCH TYPU SDA/GSD

OR AL, 80H

AND AL, 83H

MOV RFHT, AL ;TYP SYGNALIZOWANEJ PRZESYLKI

MOV AL, SDAA ;ADRES TACJI ZRODLOWEJ

MOV RFHA, AL

MOV BX, SDAB ;ADRES BUFORA Z DANYMI

MOV RFHI, BX

MOV BX, SDAD ;DLUGOSC DANYCH

MOV RFHD, BX

MOV INTUST, AL ;PRZERWANIE DO UZYTKOWNIKA

RET

SGN_REC ENDP

***** DELAY *****

```
DELAY PROC
;OPOZNIENIE 1/2 CZASU T1
    PUSH    CX
    MOV     CX, T05
DY:   NOP
    LOOP   DY
    POP    CX
    RET
DELAY ENDP
```

***** ZWLOKA *****

```
ZWLOKA PROC
;OPOZNIENIE 1/2 CZASU T1
    PUSH    CX
    MOV     CX, 15
DYZ:  NOP
    LOOP   DYZ
    POP    CX
    RET
ZWLOKA ENDP
```

***** PROCEDURA INICJALIZACJI LIVE LIST POPRZEDNIEJ *****

```
INI_LL PROC
    MOV     DI, NAST                ;WYPELNIENIE LISTY KOLEJNYMI ADRESAMI
    MOV     CX, 127
IA2:    MOV     [BX], DI
    INC     BX
    INC     DI
    JNS    IA1
    MOV     DI, 1
IA1:    LOOP   IA2
    MOV     LLFD, 127                ;DLUGOSC LLP
    RET
INI_LL ENDP
```

***** PROCEDURA INICJACJI UKLADU 8259 - *****
; KASOWANIE ZGLOSZONYCH WCZESNIEJ I NIE OBSLUZONYCH PRZERWAN

```
INI_INT PROC
;TABL WEKTOROW OD 80H
    MOV     AL, ICW1_AL
    OUT    ICW1_AD, AL                ;ICW1
    MOV     AL, ICW2_AL
    OUT    MASKA, AL                  ;ICW2
    MOV     AL, ICW4_AL
    OUT    MASKA, AL                  ;ICW4
    RET
INI_INT ENDP
```

*****PROCEDURA OBSLUGI INTERFACE'U USER - HIGHWAY*****

INTFC PROC

;PRZECHOWANIE NA STOSIE

MOV BF, SP
PUSH BX
PUSH DX
MOV AH, ME ;MOJ ADRES

;PRZYJECIE ZLECENIA Z RFU DO WYKONANIA

CMP RFUT, 0 ;JEST ZLECENIE ?
JZ IN0
TEST SYG, 80H ;ZLECENIE PRZYJETE ?
JNZ IN0 ;TAK
OR SYG, 80H ;BIT 7=1 (ZLECENIE PRZYJETE)
MOV AL, ST3AL ;START CZASU T3
OUT STAD, AL
MOV AL, ST3MSB ;MSB
OUT ST3WF, AL

;ODPOWIEDZ NA WYKONANE ZLECENIE LUB SYGNALIZACJA WYDARZENIA

;
IN0: TEST STATUS, INTMA ;BUFOR RFH WOLNY ?
JZ IN4 ;GDY WOLNY
JMP INMOD
IN4: MOV AL, SYG ;BAJT SYGNALIZACJI
JMP ADROT ;SKOK WG ADRESU ROTACYJNEGO
;DO I, II LUB III KONTROLI

;I KONTROLA BYTE SYGNALIZACJI

IN1: TEST AL, 8 ;WYK ZLEC Z RFU ?
JNZ INZL
TEST AL, 3 ;ODEBRANE SDA/GSD ?
JNZ INOD
TEST AL, 4 ;ZMIANA LL ?
JNZ INL
JMP INMF

;SYGNALIZACJA ZMIANY LL

INL: MOV RFHS, 1 ;WSK ZMIANY LL
MOV RFHA, AH ;ADRES STACJI
MOV RFHT, 131 ;TYP SYGNALIZACJI
MOV INTUST, AL ;PRZERWANIE DO UZYT
AND SYG, 0FBH ;ZGAS BIT ZMIANY LL
MOV ADROT, OFFSET IN1 ;USTAW ADRES ROTACYJNY
JMP INMOD

;II KONTROLA BYTE SYGNALIZACJI

IN2: TEST AL, 3 ;ODEBRANE SDA/GSD ?
JNZ INOD
TEST AL, 4 ;ZMIANA LL ?
JNZ INL
TEST AL, 8 ;WYK ZLEC Z RFU ?
JZ INMF

;SYGNALIZACJA WYKONANIA ZLECENIA

```
INZL:  CALL    COP_PTR
        MOV     AL, SYGS                ;SLOWO STANU
        MOV     RFHS, AL
        CALL    COP_RFU
        AND     SYG, 77H                ;ZERUJ BITY PRYJECIA I WYKONANIA ZLEC
        MOV     ADROT, OFFSET IN2       ;USTAW ADRES ROTACYJNY
        JMP     INMOD
```

;III KONTROLA BYTE SYGNALIZACJI

```
IN3:   TEST    AL, 4                    ;ZMIANA LL ?
        JNZ     INL
        TEST    AL, 8                    ;WYK ZLEC Z RFU ?
        JNZ     INZL
        AND     AL, 3                    ;ODEBRANE SDA/GSD ?
        JZ      INMF
```

;SYGNALIZACJA ODEBRANIA SDA/GSD

```
INOD:  CALL    SGN_REC
        AND     SYG, 0FCH                ;ZERUJ BITY ODEBR SDA/GSD
        MOV     ADROT, OFFSET IN3       ;USTAW ADRES ROTACYJNY
        JMP     INMOD
```

;KONTROLA I WYKONANIE ZLECENIA MANAGEMENT

```
?
INMP:  CMP     RFUT, 3                    ;ZLEC MOP ?
        JE      INM1
        JMP     INWD
;ANALIZA TYPU ZLECENIA MANAGEMENT
INM1:  MOV     LLZ, 0                      ;ZERUJ WSK PODANIA LLZ
        MOV     AL, RFUS                    ;KOD ZLECENIA
        CMP     AL, 1                      ;PODAJ LL ?
        JE      INML
        CMP     AL, 2                      ;OZNACZ MAX DLUGOSC SDA/GSD ?
        JE      INMM
        CMP     AL, 31                     ;DOL DO LINII ?
        JNE     INM2
        JMP     INMD
INM2:  CMP     AL, 32                     ;PODAJ L. POWT. ?
        JE      INMW
        CMP     AL, 40                     ;INIT BUFOR SDA ?
        JE      INMB
        CMP     AL, 42                     ;INIT BUFOR RDR ?
        JE      INMR
        CMP     AL, 30                     ;ODL OD LINII ?
        JNE     INTE
        JMP     INI
INTE:  CMP     AL, 34                     ;TESTUJ ?
        JNE     INME
        JMP     INI
;GDY ZLEC BLEDNE
INME:  CALL    COP_PTR
INER:  OR      AL, 80H
        JMP     INMD
```

```
;PODAJ LIVE LIST
INML:  MOV    BX, LLP           ;ADRES LL
        MOV    RFHI, BX
        MOV    LLZ, BX         ;WSK PODANIA LL
        MOV    BX, LLPD        ;DLUGOSC LL
        MOV    RFHD, BX
        JMP    INMD

;OKRESL MAX DLUGOSC DANYCH ODBIERANYCH
INMM:  CALL   COP_PTR
        CMP    BX, 1024        ;KONTROLA WARTOSCI
        JG     INER
        CMP    BX, 1
        JL     INER
        MOV    MAX, BX        ;USTAW DLUGOSC
        JMP    INMD

;PODAJ LICZNIK POWTORZEN
INMW:  MOV    BX, LPG          ;GLOBALNY L. POWT.
        MOV    RFHI, BX
        JMP    INMD

;INICJUJ BUFOR NA DANE ODBIERANE
INMB:  CALL   COP_PTR
        CMP    IX, 1026        ;KONTR DLUGOSCI BUFORA
        JB     INER
        CMP    BX, 4000H       ;OBSZAR POZA ADRESAMI I/O ?
        JB     INER
        MOV    SDAD, IX
        MOV    SDAB, BX        ;ADRES BUFORA SDA
        MOV    SDAG, 1         ;WSK 'BUFOR GOTOW'
        JMP    INMD

;INICJUJ BUFOR Z DANymi NA ZADANIE
INMR:  CALL   COP_PTR
        CMP    IX, 1024        ;KONTROLA POPRAWNOSCI
        JA     INER
        CMP    BX, 4000H       ;OBSZAR POZA ADRESAMI I/O ?
        JB     INER
        MOV    RDRD, IX        ;DLUGOSC BUFORA
        MOV    RDRB, BX        ;ADRES BUFORA

;UZUPELNIJ ODPWIEDZ RFH DLA WSZYSTKICH ZLECEN
INMD:  MOV    RFHS, AL         ;SLOWO STANU
        MOV    RFUA, AH        ;MOJ ADRES
        CALL   COP_RFU
        JMP    INEND

;KONTROLA ZA DLUGIEGO CZASU NIE WYKONANIA ZLECENIA Z RFU
;
INWD:  CMP    RFUT, 0          ;NIE MA ZLECENIA
        JE     INEND
        TEST   SYG, 80H
        JZ     INEND          ;ZLECENIE NIE PRZYJETE
        TEST   SYG, 8
        JNZ    INEND          ;ZLECENIE WYKONANE
        MOV    AL, ST3CON      ;ODCZYT CZASU - CZAS UPLYNOL ?
        OUT    STAD, AL
        IN     AL, ST3WF       ;LSB
        MOV    BL, AL
        IN     AL, ST3WF       ;MSB
        CMP    AL, 0
        JL     INEND
```

```
;ODPOWIEDZ NA ZLECENIE NIE WYKONANE W CZASIE T3
CALL    COP_PTR
MOV     RFHS, 4           ;SLOWO STANU
CALL    COP_RFU
AND     SYG, 77H         ;ZERUJ BITY PRYJECIA I WYKONANIA ZLEC
JMP     INEND
```

;WYJSCIE Z PROCEDURY

```
;
;CZY ZLECENIE 'ODLACZ OD LINII' LUB 'TESTUJ'
INMOD:  CMP     RFUT, 3           ;ODLACZ OD LINII ?
        JNE     INEND
        CMP     RFUS, 30
        JE      INI
        CMP     RFUS, 34
        JNE     INEND
```

;POWROT

```
INI:    MOV     WORD PTR [BP], OFFSET INIT           ;ADRES INICJALIZACJI NA STOS
INEND:  POP     DX                               ;POWROT WEDLUG STOSU
        POP     BX
        STI
        RET           ;ZEZW INT
```

INTFC ENDP

;*****PODPROGRAM OBSLUGI PRZERWANIA OD PRR*****

```
INTPRR: PUSH    AX                               ;PRZECHOWAJ AX
        MOV     AL, INTNO                       ;ZEZW INT PRR, PWS, BTMO
        OUT    MASKA, AL
        MOV     AL, EOIAL                       ;EOI
        OUT    ICW1_AD, AL
        MOV     DL, STATUS                      ;CZYTAJ SL ST
        CMP     CX, 1                           ;PRZEKROCZONA MAX DLUGOSC ?
        JGE     INTR1
        OR     BLOIB, 2                         ;WSK 'RAMKA ZA DLUGA'
INTR1:  MOV     AL, ZEROIB                      ;ZERUJ ODBIORNIK
        POP     AX                               ;ODTWORZ AX
        ADD    SP, 6                             ;POWROT
        MOV     BP, RETINT
        MOV     RETINT, OFFSET RETTA7          ;USTAW TABL ADR POWROTU Z INT
        STI
        JMP     CS: WORD PTR [BP]
```

;*****PODPROGRAM OBSLUGI PRZERWANIA OD OE*****

```
INTOE:  PUSH    AX                               ;PRZECHOWAJ AX
        MOV     AL, EOIAL                       ;EOI
        OUT    ICW1_AD, AL
        OR     BLOIB, 1                         ;WSK 'BLAD OE'
        POP     AX                               ;ODTWORZ AX
        STI
        IRET
```

*****PODPROGRAM OBSLUGI PRZERWANIA OD TXE*****

```
INTXE:  PUSH    AX                ;PRZECHOWAJ AX
        MOV     AL, INTNO         ;ZEZW INT PRR, PWS, BTMO
        OUT    MASKA, AL
        MOV     AL, EOIAL        ;EOI
        OUT    ICW1_AD, AL
        MOV     KONAD, AL        ;STOP NADAWANIA
        POP     AX                ;ODTWORZ AX
        ADD    SP, 6              ;POWROT
        MOV     BP, RETINT
        MOV     RETINT, OFFSET RETTA7 ;USTAW TABL ADR POWROTU Z INT
        STI
        JMP     CS: WORD PTR [BP+2]
```

*****PODPROGRAM OBSLUGI PRZERWANIA OD UPLYWU T1*****

```
INTT1:  PUSH    AX                ;PRZECHOWAJ AX
        MOV     AL, INTNO         ;ZEZW INT PRR, PWS, BTMO
        OUT    MASKA, AL
        MOV     AL, EOIAL        ;EOI
        OUT    ICW1_AD, AL
        POP     AX                ;ODTWORZ AX
        ADD    SP, 6              ;POWROT
        MOV     BP, RETINT
        MOV     RETINT, OFFSET RETTA7 ;USTAW TABL ADR POWROTU Z INT
        STI
        JMP     CS: WORD PTR [BP+4]
```

*****PODPROGRAM OBSLUGI PRZERWANIA OD PWS*****

```
INTFWS: PUSH    AX                ;PRZECHOWAJ AX
        MOV     AL, INTNO         ;ZEZW INT PRR, PWS, BTMO
        OUT    MASKA, AL
        MOV     AL, EOIAL        ;EOI
        OUT    ICW1_AD, AL
        OR     SYG, 60H          ;BITY 5,6=1 (WYSTAPILO PWS)
        MOV     AL, ZEROdB       ;ZERUJ ODBIORNIK
        POP     AX                ;ODTWORZ AX
        ADD    SP, 6              ;POWROT
        JMP     INIT
```

*****PODPROGRAM OBSLUGI PRZERWANIA OD UPLYWU T2*****

```
INTT2:  PUSH    AX                ;PRZECHOWAJ AX
        MOV     AL, INTNO         ;ZEZW INT PRR, PWS, BTMO
        OUT    MASKA, AL
        MOV     AL, EOIAL        ;EOI
        OUT    ICW1_AD, AL
        MOV     LASTS, 0         ;ZERUJ BUFOR LAST
        POP     AX                ;ODTWORZ AX
        ADD    SP, 6              ;POWROT
        MOV     RETINT, OFFSET RETTA7 ;USTAW TABL ADR POWROTU Z INT
        STI
        JMP     KONTRZ
```

***** PODPROGRAM OBSLUGI PRZERWANIA OD BTMO *****

```
BTMO:  PUSH    AX                ;PRZECHOWAJ AX
        MOV     AL, INTNO        ;ZEZW INT PRR, PWS, BTMO
        OUT    MASKA, AL
        MOV     AL, EOIAL        ;EOI
        OUT    ICW1_AD, AL
        OR     SYG, 50H          ;SYG, BITY 4,6=1 (WYSTAPILO BTMO)
        MOV     AL, ZERO0B       ;ZERUJ ODBIORNIK
        MOV     AL, STATUS       ;ODCZYT SLOWA STANU I ZERUJ BTMO
        POP    AX                ;ODTWORZ AX
        ADD    SP, 6             ;POWROT
        JMP    INIT
```

*****PODPROGRAM OBSLUGI PRZERWANIA NMI*****

```
NMI:   MOV     AL, EOIAL        ;EOI
        OUT    ICW1_AD, AL
        MOV     DL, STATUS       ;ODCZYT SLOWA STANU
        TEST   DL, 1            ;PF INT ?
        JZ     O_I
;GDY ZANIK ZASILANIA
        HLT
;GDY OPERATOR INTERRUPT
O_I:   JMP     TEST2            ; DO TESTU
```

CODE ENDS

```
PUBLIC COP_PTR, COP_RFU, SGN_REC, DELAY, INTFC, IN1, INTPRR, INTXE
PUBLIC INTOE, INTT1, INTPWS, INTT2, NMI, INI_LL, INI_INT, BTMO, ZWLOKA
```

END

NAME TEST

;!!!!!! W PROGRAMIE POZA SZCZEGOLNYMI WYPADKAMI AH=ME !!!!!!!!!!!!!!!

CODE SEGMENT COMMON
ASSUME CS: CODE, DS: DATA, ES: DATA, SS: DATA

EXTRN INIT: NEAR

ORG 0F80H

;***** TEST1 - URUCHAMIANY ZLECENIEM "TESTUJ" *****

TEST1 PROC
PUSH CX
MOV CX, 100
T1: NOP
LOOP T1
POP CX
RET
TEST1 ENDP

;***** TEST2 - URUCHAMIANY PRZYCISKIEM OP INT *****

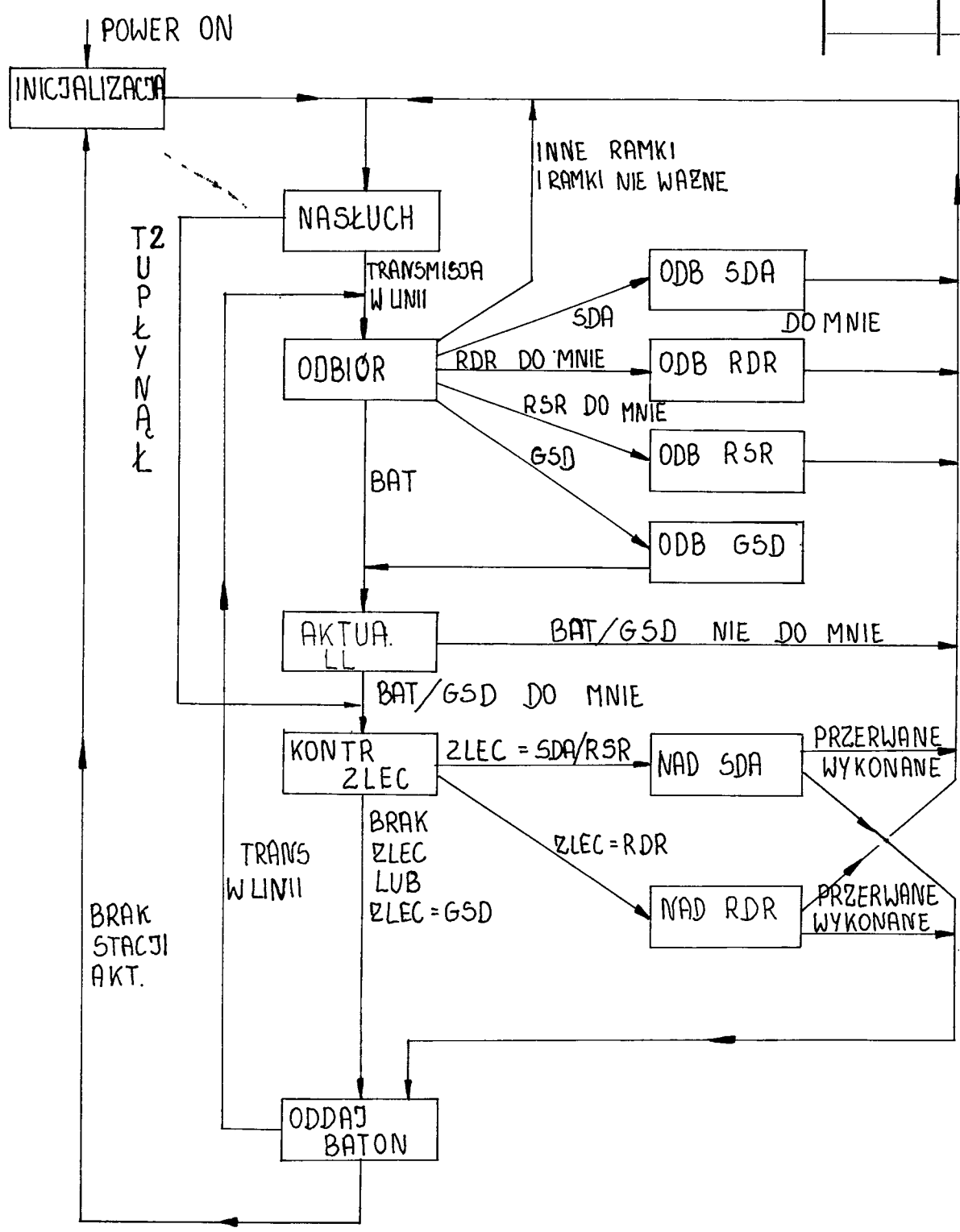
TEST2: MOV PLD, 0
CLI
HLT

CODE ENDS

PUBLIC TEST1, TEST2

END

| Wymiary | Odchyłki |
|---------|----------|
| | |
| | |



| Nr części lub zesp. | Ilość | Nazwa | Nr ark. | Uwagi |
|--|-------|--------------------------|---------------|-----------|
| Nazwa | | | | Podziałka |
| SCHEMAT OGÓLNY | | | | Ciężar |
| Materiał | | Zastępuje rys. Nr | Nr ark. | |
| | | Zastąpiono przez rys. Nr | Nr rys. zest. | |
| Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów Warszawa | | Nr rysunku | Nr części | |
| Zakład OAE | | | 58 | |

| Znak zmiany | Ilość zmian | Treść zmiany | Podpis | Data |
|----------------|-------------|--------------|--------|------|
| Projektował | | | | |
| Konstruował | | | | |
| Kreślił | efr | J. Grzegółka | | |
| Sprawdził | | | | |
| Kier. Pracowni | | | | |
| Kier. Zakładu | | | | |