

442 BE 10
PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

Zespół Budowy Cyfrowych Urządzeń Systemowych

Główny wykonawca dr inż. A. Syrczyński AS

Wykonawcy

mgr inż. Tadeusz Kacprowski
mgr inż. Marek Partyka

Konsultant

Nr zlecenia 1087 A
umowa nr 375/88

Urządzenie transmisyjne systemu
INTELDIGIT-PROWAY.
Etap 3. Dokumentacja oprogramowania.
Oprogramowanie wewnętrzne kontrolera
komunikacyjnego MK42.

Zleceniodawca MERA-ZAP

Pracę rozpoczęto dnia 01.01.1989

zakończono dnia 30.06.1989

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

dr inż. A. Syrczyński

dr inż. B. Kontrymowicz

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 32

Egz. 1 BOINTE

rysunków 2

Egz. 2 ZAP

fotografii

Egz. 3 ZAP

tabel 5

Egz. 4 ZAP

tablic

Egz. 5 OAE-4

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6304

Analiza deskryptorowa

URZADZENIE AUTOMATYCZNEJ REGULACJI I STEROWANIA: INTELDIGIT-PROWAY + KONTROLER KOMUNIKACYJNY + OPROGRAMOWANIE.

Analiza dokumentacyjna

Dokumentacja zawiera opis oprogramowania wewnętrznego pakietu kontrolera komunikacyjnego MK42 systemu INTELDIGIT-PROWAY oraz opis zasad współpracy procesora użytkownika z kontrolerem komunikacyjnym.

Tytuły poprzednich sprawozdań

UKD

681.324 Systemy komputerowe

SPIS TRESCI

	strona
1. Informacje wstępne	3
2. Organizacja oprogramowania wewnętrznego kontrolera	4
2.1. Inicjalizacja	5
2.2. Nasłuch	6
2.3. Odbiór	6
2.4. Obsługa SDA	7
2.5. Obsługa RSR	7
2.6. Obsługa RDR	8
2.7. Obsługa GSD	8
2.8. Aktualizacja listy stacji aktywnych	8
2.9. Kontrola zleceń użytkownika	9
2.10. Zlecenie SDA i RSR	9
2.11. Zlecenie RDR	10
2.12. Oddaj baton	10
3. Ogólne zasady współpracy kontrolera z procesorem użytkownika	11
3.1. Zlecenia obsługa PROWAY	12
3.2. Odpowiedzi na zlecenia obsługa PROWAY	12
3.3. Sygnalizacja zdarzeń do procesora użytkownika	13
3.4. Organizacja dostępu do pamięci wspólnej	14
4. Limity czasowe protokołu PROWAY	19
5. Realizacja obsługi Send Data with Acknowledge	20
5.1. Postać zlecenia obsługi	20
5.2. Postać odpowiedzi	21
5.3. Postać sygnalizacji w stacji oddalonej	21
6. Realizacja obsługi Global Send Data	21
6.1. Postać zlecenia obsługi	22
6.2. Postać odpowiedzi	22
6.3. Postać sygnalizacji w stacji oddalonej	22
7. Realizacja obsługi Request Data with Reply	22
7.1. Postać zlecenia obsługi	23

7.2.	Postać odpowiedzi	23
8.	Realizacja obsługi Remote Station Recovery	24
8.1.	Postać zlecenia obsługi	24
8.2.	Postać odpowiedzi	25
9.	Realizacja obsługi Management of local PROWAY station	25
9.1.	Postać zlecenia obsługi	25
9.2.	Postać odpowiedzi	26
9.3.	Postać sygnalizacji	27
9.4.	Realizacja obsługi "podaj listę stacji aktywnych"	28
9.5.	Realizacja obsługi "ustaw maksymalną długość danych"	29
9.6.	Realizacja obsługi "odłącz od linii"	29
9.7.	Realizacja obsługi "dołącz do linii"	30
9.8.	Realizacja obsługi "podaj stan licznika powtórzeń"	30
9.9.	Realizacja obsługi "testuj off-line"	31
9.10.	Realizacja obsługi "ustaw bufor odbiorczy"	31
9.11.	Realizacja obsługi "ustaw bufor z danymi na żądanie"	32
10.	Obsługa przycisku TEST	32

1. Informacje wstępne

Oprogramowanie wewnętrzne kontrolera komunikacyjnego MK42 stanowi jego integralną część, niedostępną dla użytkownika. Znajduje się ono w pamięci EPROM kontrolera i jest ściśle związane ze swoim środowiskiem sprzętowym stanowiąc z nim całość urządzenia.

Jako wzorzec protokołu komunikacyjnego realizowanego przez oprogramowanie kontrolera, przyjęto normę protokołu przedstawioną w dokumentach IEC p.t. "Process data highway (PROWAY) for distributed process control systems", part 2: "Specification for highway - user interface, logical", oraz part 3: "Specification for highway unit protocol". Do normy zostały dodane pewne uściślenia konkretyzujące fragmenty normy pozwalające na dowolność interpretacyjną. Uściślenia te były konieczne do stworzenia programu realizującego protokół komunikacyjny na konkretnym mikroprocesorze typu 8086, w określonej konfiguracji sprzętowej. Oprogramowanie kontrolera nie narusza zasad (poza jednym przypadkiem) przedstawionych w dokumentach IEC. Wyjątkiem tym jest zmiana limitów czasu przedstawionych w normie. Zachowanie tych limitów nie jest możliwe bez użycia specjalizowanych układów wielkiej skali integracji realizujących protokół PROWAY nie w sposób programowy, ale sprzętowo.

W dalszej części sprawozdania termin kontroler komunikacyjny będzie często skracany do 'kontroler', a termin 'procesor użytkownika' do 'użytkownik'. Tam, gdzie jest mowa o współpracy stacji PROWAY z użytkownikiem, przez termin 'stacja' należy rozumieć kontroler. Przez pojęcie 'stacja lokalna' rozumie się stację realizującą konkretną obsługę zlecenia użytkownika natomiast 'stacja oddalona' to stacja zaangażowana w wykonanie działania inicjowanego przez lokalną stację. Długości wszelkich buforów określa się w bajtach.

2. Organizacja oprogramowania wewnętrznego kontrolera

Procesor wykonujący swój program znajduje się na przemian w dwóch stanach:

- obsługi on-line procesu nadawania lub odbioru,
- realizacji zadań wynikających z protokołu i obsługi programowego interfejsu do procesora użytkownika.

Ta druga część oprogramowania wykonywana jest w czasie ciszy w linii T05 (patrz punkt 4).

Procedury nadawania i odbioru stanowią odpowiednio dobrane ciągi instrukcji, tak, aby możliwe było nadążenie z wydawaniem lub odbiorem kolejnych bajtów co 8 μ s. Obsługa kanału transmisji jest wykonywana w trybie bezprzerwaniowym - przerwania służą jedynie do sygnalizacji błędnych stanów lub do zakończenia procesu odbioru danych.

W trakcie nadawania mogą wystąpić przerwania od nienadążania procesora z wpisem kolejnych bajtów do układu nadajnika (TxE) lub od przekroczenia czasu wykonywania instrukcji procesora (BTMO). Pierwszy przypadek może mieć miejsce przy zakłóceniu pracy procesora, drugi gdy magistrala kasety stacji zostanie zajęta przez inny pakiet aktywny na czas dłuższy niż 2 μ s lub gdy użytkownik błędnie zdefiniował bufor z danymi. W obu przypadkach proces nadawania jest kończony a procesor wchodzi w stan nasłuchu. W trakcie odbioru mogą wystąpić przerwania: od nienadążania procesora z odczytem kolejnych bajtów z układu odbiornika (OE) lub od przekroczenia czasu wykonywania instrukcji procesora (BTMO). Znaczenie tych przerw jest analogiczne do tych, które mogą wystąpić w czasie nadawania. Wystąpienie któregośkolwiek z nich powoduje ponownie przejście procesora w stan nasłuchu linii. Zakończenie odbioru sygnalizowane jest przerwaniem ODB. Jeżeli nie wystąpi ono mimo odebrania ilości bajtów równej zadeklarowanej maksymalnej długości danych, ramka uznawana jest za niepoprawną i następuje przejście w stan nasłuchu.

W związku z bardzo dużą szybkością transmisji nie jest możliwa jakakolwiek analiza ramki w trakcie jej odbioru. Tak więc, jeżeli zawiera ona dane to są one odbierane (jeżeli był zadeklarowany bufor na dane odbierane) niezależnie od tego czy są one przeznaczone dla danej stacji. Dopiero po zakończeniu odbioru kontroler weryfikuje odebrane dane. Również słowo stanu kanału transmisji jest odczytywane i analizowane po zakończeniu obsługi odbioru.

Oprócz już omówionych przerw TxE, OE, BTMO, ODB dopuszczone są także przerwania od upływu limitu czasu T1 i T2. Nie występują one w trakcie transmisji, natomiast mogą mieć miejsce w trakcie oczekiwania na odbiór.

Procesor kontrolera komunikacyjnego w trakcie nadawania lub odbioru zajmuje się wyłącznie obsługą kanału transmisji, natomiast działania związane z obsługą protokołu i programowego interfejsu do użytkownika wykonywane są w czasie ciszy w linii. Ogólny schemat blokowy oprogramowania wewnętrznego kontrolera przedstawia rys.1. Żadna ze stacji nie może zainicjować transmisji przed upływem minimalnego czasu ciszy w linii (TOS - patrz punkt 4). Z drugiej strony wszystkie pozostałe stacje kończą swoje działanie i wchodzi w stan nasłuchu przed upływem tego czasu.

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

2.1. Inicjalizacja

Rozpoczęcie pracy przez kontroler (dołączenie do linii) możliwe jest tylko w przypadku obecności w kasecie jednostki centralnej użytkownika, która koniecznie musi wyzerować sygnał zgłoszenia przerwania z kontrolera. Do czasu wyzerowania tego przerwania kontroler nie próbuje dołączyć się do linii PROWAY. 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 stacje są traktowane jako aktywne. Jeżeli stacja znalazła się w stanie "inicjalizacja" nie w wyniku zlecenia "odłącz od linii" lub "testuj off-line" to kontroler wykonuje test i w wypadku poprawnego wyniku następuje dołączenie do linii a następnie przejście w stan "nasłuch". W przeciwnym razie lub gdy wynik testu jest niepoprawny stacja pozostaje w stanie odłączenia od linii oczekując na zlecenie "dołącz do linii" lub "testuj off-line". Wszystkie inne zlecenia nie są wykonywane, a kontroler wysyła na nie odpowiedź informująca procesor użytkownika o stanie odłączenia od linii.

2.2. 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 niezmieniającej stanu stacji, po przerwaniu realizowanej przez stację obsługi wymagającej dostępu do linii przez przesyłkę nieoczekiwaną lub po odebraniu niepoprawnej ramki. Wchodząc w stan nasłuchu kontroler uruchamia pomiar czasu T_2 . Następnie kontroler komunikacyjny oczekuje na transmisję w linii. Kiedy zostanie stwierdzona transmisja, kontroler przechodzi w stan "odbiór". Jeżeli w czasie T_2 nie zostanie stwierdzone rozpoczęcie transmisji w linii, kontroler wznowia obieg batonu przechodząc do stanu "oddaj baton".

2.3. Odbiór

W stanie "odbiór" kontroler obsługuje kanał transmisji odbierając transmitowaną ramkę, a następnie sprawdza jej

poprawność i analizuje nagłówki. Ramki niepoprawne, ramki o niezidentyfikowanych funkcjach nagłówka i ramki nie będące batonem, o adresie przeznaczenia różnym od adresu własnego kontrolera powodują przejście w stan "nasłuch". Odebranie innej ramki powoduje przejście do jednego z kolejnych stanów, w zależności od typu ramki: "obsługa SDA", "obsługa RDR", "obsługa RSR", "obsługa GSD" lub "aktualizacja listy stacji aktywnych".

2.4. Obsługa SDA

Kontroler wchodzi w stan "obsługa SDA" po odebraniu skierowanej do niego ramki zawierającej dane przesyłane zleceniem SDA. Jeżeli ramka jest powtórzeniem, kontroler wysyła odpowiedź zapamiętaną w buforze ostatniego nagłówka i nie sygnalizuje nic do użytkownika. Jeżeli ramka nie jest powtórzeniem i był zainicjowany bufor odbiorczy kontroler sygnalizuje nadejście danych użytkownikowi i wysyła potwierdzenie do stacji inicjującej. Jeżeli ramka nie jest powtórzeniem i nie było bufora odbiorczego, kontroler wysyła do stacji inicjującej negatywne potwierdzenie. Wysłana odpowiedź zostaje zapamiętana w buforze ostatniego nagłówka. Następnie kontroler przechodzi do stanu "nasłuch".

2.5. Obsługa RSR

Kontroler wchodzi w stan "obsługa RDR" po odebraniu skierowanej do niego ramki typu RSR. W stanie tym kontroler wysyła potwierdzenie do stacji inicjującej i zadaje określony w implementacji sygnał hardware'owy. Następnie kontroler przechodzi do stanu "nasłuch".

2.6. Obsługa RDR

Kontroler komunikacyjny wchodzi w stan "obsługa RDR" po odebraniu poprawnej, skierowanej do niego ramki zawierającej żądanie danych. Kontroler sprawdza obecność zadeklarowanego bufora z danymi do nadania na żądanie. Jeżeli bufor jest, dane z niego zostają wysłane w odpowiedzi do stacji inicjującej. Jeżeli brak jest bufora z danymi, kontroler wysyła do stacji inicjującej negatywne potwierdzenie. Po wysłaniu odpowiedzi kontroler wchodzi w stan "nasłuch".

2.7. Obsługa GSD

Kontroler wchodzi w stan "obsługa GSD" po odebraniu ramki zawierającej dane przesyłane zleceniem GSD. Jeżeli dane z ramki zostały odebrane do zadeklarowanego bufora, kontroler sygnalizuje to do użytkownika. Następnie kontroler przechodzi do stanu "aktualizacja listy stacji aktywnych".

2.8. 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 linię 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. 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 danej stacji kontroler przechodzi do stanu "kontrola zleceń użytkownika", w przeciwnym razie - do stanu "nasłuch".

2.9. Kontrola zleceń użytkownika

W tym stanie kontroler odczytuje bufor zleceń obsług i sprawdza czy jest zlecenie do wykonania. Gdy jest to zlecenie różne od zlecenia GSD, kontroler przechodzi do jednego ze stanów: "zlecenie SDA", "zlecenie RSR" lub "zlecenie RDR". Jeżeli brak jest zleceń lub jest zlecenie GSD kontroler przechodzi do stanu "oddaj baton".

2.10. Zlecenie SDA i zlecenie RSR

W obu stanach kontroler komunikacyjny wykonuje zleconą przez użytkownika obsługę. Kontroler wysyła odpowiednią przesyłkę do stacji oddalonej i oczekuje na odbiór potwierdzenia. Brak potwierdzenia w czasie T1 powoduje zwiększenie licznika globalnych powtórzeń i powtórzenie przesyłki (do 3 razy). Kontroler odbiera i analizuje odebraną w odpowiedzi ramkę. Po odebraniu odpowiedzi lub po 3-krotnym powtórzeniu nadawania i braku odpowiedzi kontroler wysyła do użytkownika odpowiedź informującą o wykonaniu obsługi i przechodzi w stan "oddaj baton". Jeżeli w odpowiedzi kontroler odbierze inną ramkę następuje przejście w stan "nasłuch".

101

2.11. Zlecenie RDR

W stanie "zlecenie RDR" kontroler komunikacyjny wysyła żądanie przesłania danych do stacji oddalonej i czeka na odpowiedź. Brak odpowiedzi w czasie T1 powoduje zwiększenie licznika globalnych powtórzeń i powtórzenie przesyłki (do 3 razy). Kontroler odbiera i analizuje odebraną w odpowiedzi ramkę. Po odebraniu odpowiedzi lub po 3-krotnym powtórzeniu nadawania i braku odpowiedzi kontroler wysyła do użytkownika odpowiedź informującą o wykonaniu obsługi i przechodzi w stan "oddaj baton". Jeżeli w odpowiedzi kontroler odbierze inną ramkę następuje przejście w stan "nasłuch".

2.12. Oddaj baton

W stanie "oddaj baton" kontroler komunikacyjny oblicza adresy na jakie ma wysłać przesyłkę z batonem. Baton jest przekazywany z jednej stacji aktywnej do następnej, w ten sposób krążąc pomiędzy stacjami w linii. Stacja określa adres następnej stacji aktywnej pobierając jej adres z listy stacji aktywnych. 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 szczeliną 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 i przechodzi w stan "odbiór". 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. Każdorazowo po otrzymaniu batonu, w stanie "oddaj baton" kontroler oblicza adres, na jaki ma przesłać próbny baton. Jest to tzw. następny adres szczeliny (Next Gap Address). Jeżeli po czasie T1 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 "odbiór". Jeżeli transmisja nie pojawia się, kontroler 3-krotnie powtarza próbę przekazania batonu do następnej stacji aktywnej, za każdym razem zwiększając licznik globalnych powtórzeń. Następnie ma miejsce próba przekazania batonu do kolejnej stacji z listy stacji aktywnych, 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 uznaje, że brak jest w sieci innych stacji 'żywych', 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.

3. Ogólne zasady współpracy kontrolera z procesorem użytkownika.

Norma PROWAY obejmuje postać przesyłek w linii, sposób zarządzania linią, limity czasu na realizację określonych działań i ogólne zasady współpracy kontrolera z procesorem nadrzędnym (użytkownika). Współpraca kontrolera komunikacyjnego z procesorem użytkownika obejmuje:

- przesyłanie zleceń obsługi PROWAY'a z procesora użytkownika do kontrolera i odbiór ich przez kontroler,
- przesyłanie odpowiedzi na zlecenia przez kontroler do

użytkownika,

- spontaniczną sygnalizację zdarzeń do użytkownika,
- organizację dostępu do wspólnej pamięci, do (z) której są ładowane (pobierane) dane odbierane (nadawane) z (do) linii transmisyjnej.

3.1. Zlecenia obsługi PROWAY.

Postać zleceń obsługi PROWAY jest unormowana i składa się z:

1. typu obsługi - 1 bajt:
 - = 1 dla Send Data with Acknowledge (przesłanie danych z potwierdzeniem),
 - = 2 dla Global Send Data (przesłanie danych do wszystkich stacji),
 - = 3 dla Management (zarządzanie stacją lokalną),
 - = 4 dla Remote Station Recovery (żądanie inicjacji pracy stacji oddalonej),
 - = 5 dla Request Data with Reply (żądanie przesłania danych ze stacji oddalonej).
2. adresu stacji przeznaczenia obsługi (nie wykorzystane dla obsługi typu Management) - 1 bajt: liczba z zakresu 1 do 127 lub 255 dla obsługi GSD z wyłączeniem numeru stacji lokalnej.
3. słowa stanu - 1 bajt: pole to nie jest wykorzystywane dla żadnego zlecenia, znajduje się jednak ono w normie IEC PROWAY.
4. argumentów zlecenia (od 0 do 7 bajtów).

3.2. Odpowiedzi na zlecenia obsługi PROWAY.

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

1. typu obsługi - 1 bajt (tak jak dla zleceń),

2. adresu stacji przeznaczenia obsługi - 1 bajt (tak jak dla zleceń z tym, że dla zlecenia typu Management w polu tym znajduje się adres stacji lokalnej).
3. słowa stanu - 1 bajt, w którym ustawieniu na wartość 1 następujących bitów odpowiadają następujące błędy:
 - bit 0 - niepowodzenie transmisji,
 - bit 1 - lokalna stacja odłączona od linii,
 - bit 2 - upływanie limitu czasu w stacji lokalnej,
 - bit 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),
 - bit 4 - zlecenie nieznanego typu obsługi,
 - bit 5 - niepoprawne parametry zlecenia.

Bit 0 jest bitem najmniej znaczącym. Słowo stanu równe 0 oznacza, że zlecenie zostało poprawnie wykonane. Bity 6 i 7 są nieużywane i zawsze równe zero. Tylko jeden typ błędu w słowie stanu może być sygnalizowany w jednej odpowiedzi na zlecenie.
4. argumentów odpowiedzi związanych z obsługą - od 0 do 7 bajtów.

Wykonanie przez kontroler zleconej obsługi i wysłanie odpowiedzi do procesora użytkownika jest sygnalizowane przerwaniem.

3.3. Sygnalizacja zdarzeń do procesora użytkownika.

Poza wysyłaniem odpowiedzi po wykonaniu zleconych obsług, kontroler komunikacyjny sygnalizuje do procesora użytkownika wystąpienie następujących zdarzeń:

1. odebranie przesyłki danych wysłanych z innej stacji obsługą Send Data with Acknowledge (o ile jest ustawiony bufor odbiorczy),
2. odebranie przesyłki danych wysłanych z innej stacji

obsługą Global Send Data without Acknowledge (o ile jest ustawiony bufor odbiorczy),

3. zmiana Listy Stacji Aktywnych,
4. odłączenie od linii,
5. dołączenie do linii.
6. wykonanie testów off line.

Sygnalizacja każdego z w.w. zdarzeń następuje spontanicznie, natychmiast po jego wystąpieniu. Na sygnalizację składa się informacja zapisywana przez kontroler w buforze odpowiedzi i przerwanie do procesora użytkownika.

3.4. Organizacja dostępu do pamięci wspólnej.

Przekazywanie informacji pomiędzy kontrolerem komunikacyjnym a procesorem użytkownika odbywa się poprzez wspólną pamięć (pakiet pamięci na magistrali kasety), dostępną dla kontrolera i użytkownika. Do przekazu służą następujące obszary pamięci:

- bufor zleceń obsług,
- bufor odpowiedzi i sygnalizacji,
- bufor na dane odbierane,
- bufor z danymi wysyłanymi na żądanie,
- bufor z danymi do nadania przez zleconą obsług,
- dwa obszary na listy stacji aktywnych.

Wykorzystywanie przez kontroler komunikacyjny w czasie nadawania i odbioru danych do/z linii transmisyjnej buforów znajdujących się w pamięci wspólnej pozwala uniknąć czasochłonnego przepisywania danych. Podobnie umieszczenie w tej pamięci list stacji aktywnych umożliwia zrezygnowanie z przepisywania listy w procesie podawania jej do procesora użytkownika.

Adresy buforów zleceń obsług, odpowiedzi i sygnalizacji oraz obszarów na listy stacji aktywnych są stałe i użytkownik nie ma możliwości ich zmiany. Pozostałe bufony są opcjonalne i użytkownik może je definiować w trakcie

współpracy z kontrolerem.

Bufor zleceń obsługi znajduje się pod adresem 0:8000H i na długość 10 bajtów. Znaczenie poszczególnych pól tego bufora przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Bufor zleceń obsługi

adres	nazwa pola	zawartość
0:8000H	typ obsługi	liczba z przedziału 1-5
0:8001H	adres stacji przeznaczenia	liczba z przedziału 1-127 lub 255 dla GSD*
0:8002H	słowo stanu	niewykorzystywane
0:8003H do 0:8009H	argumenty zlecenia	zależnie od typu zlecenia

* pole to jest niewykorzystywane dla obsługi typu Management.

Bufor odpowiedzi i sygnalizacji znajduje się pod adresem 0:800AH i na długość 10 bajtów. Znaczenie poszczególnych pól tego bufora przedstawia tabela 2.

Adresy buforów (o ile występują) znajdujące się w polu argumentów dla zleceń obsługi lub dla odpowiedzi i sygnalizacji są 4-bajtowe. Kolejność bajtów składających się na adres jest następująca:

- młodszy bajt offsetu adresu bufora
- starszy bajt offsetu adresu bufora
- młodszy bajt segmentu adresu bufora
- starszy bajt segmentu adresu bufora

Długość bufora lub długość danych jest słowem zapisywanym w polu argumentów w kolejności: najpierw młodszy

bajt, następnie starszy bajt.

Tabela 2. Bufor odpowiedzi i sygnalizacji

adres	nazwa pola	zawartość
0:800AH	typ obsługi lub sygnalizacji	liczba z przedziału 1-5 dla odpowiedzi lub 129, 130, 131 dla sygnalizacji zdarzenia
0:800BH	adres stacji przezn. dla odpowiedzi lub stacji źródłowej dla sygnalizacji	liczba z przedziału 1-127 lub 255 w odpowiedzi na GSD
0:800CH	słowo stanu	patrz pkt. 3.2 dla odpowiedzi, dla sygnalizacji niewykorzystywane
0:800DH do 0:8013H	argumenty odpowiedzi lub sygnalizacji	zależnie od typu odpowiedzi lub sygnalizowanego zdarzenia

Obszary robocze, gdzie są tworzone listy stacji aktywnych zajmują przestrzeń adresową:

1-szy obszar od adresu 0:8014H do 0:8093H

2-gi obszar od adresu 0:8094H do 0:8113H

Bufor na zlecenia obsługi z procesora użytkownika do kontrolera, bufor na odpowiedzi i sygnalizacje zdarzeń, bufory na dane przekazywane pomiędzy procesorem użytkownika a kontrolerem są dwudostępne. Dostęp do tych obszarów jest tak zorganizowany, by uniknąć błędów wynikających z jednoczesnego dostępu do nich dwóch procesorów. Programowa

organizacja dostępu do buforów w pamięci wspólnej kontrolera komunikacyjnego jest naprzemienna, tzn. kontroler i procesor użytkownika mają do każdego z nich dostęp na przemian: raz kontroler, następnie użytkownik, następnie znowu kontroler itd.

Wskaźnikiem 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. 3.1.). 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 obsługi. Opisana sekwencja powtarza się wielokrotnie w trakcie pracy stacji. Zasadę zlecania obsługi do kontrolera przedstawia rys. 2.

Dla bufora odpowiedzi na zlecane obsługi wskaźnikiem dostępu jest przerwanie. Stan przerzutnika przerwania 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 informację 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. Ponieważ, w kontrolerze informacje do użytkownika o zmianie listy stacji aktywnych nie są kolejkowane, ważne jest aby obsługa przerwania trwała możliwie jak najkrócej. Ewentualne dalsze zmiany w liście

stacji aktywnych stwierdzone, w trakcie oczekiwania na sygnalizację takiej zmiany są addytywne do pierwszej.

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

Bufor na dane odbierane jest deklarowany przez procesor użytkownika za pomocą zlecenia Management. Od momentu zadeklarowania jest on dostępny tylko dla kontrolera, który wpisuje do niego dane odbierane w przesyłkach z linii PROWAY wykorzystując go jako swój obszar roboczy. Po odebraniu poprawnej 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 aż do zadeklarowania przez procesor użytkownika następnego bufora nie są odbierane. Użytkownik może unieważnić zadeklarowany bufor lub/i zadeklarować nowy za pomocą zlecenia Management.

Bufor z danymi do nadania na żądanie z innej stacji jest deklarowany przez procesor użytkownika za pomocą zlecenia Management. Od momentu zadeklarowania jest on dostępny tylko dla kontrolera, który wysyła zapisane w nim dane po odebraniu przesyłek Request Data with Reply z linii. Procesor użytkownika może unieważnić zadeklarowany bufor lub/i zadeklarować nowy za pomocą obsługi Management.

Bufor z danymi do nadania przez zleconą obsługę jest deklarowany w zleceniu obsługi. Po zapisaniu przez procesor użytkownika zlecenia obsługi do bufora zleceń bufor z danymi jest dostępny tylko dla kontrolera. Po wykonaniu obsługi przez kontroler i wyzerowaniu typu obsługi w buforze zleceń bufor z danymi staje się niedostępny dla kontrolera. Procesor użytkownika może następnie zadeklarować nowy bufor wraz z nowym zleceniem obsługi.

4. Limity czasowe protokołu PROWAY.

Norma protokołu PROWAY określa następujące limity czasu na wykonanie poszczególnych operacji protokołu:

1. Czas przerwy pomiędzy ramkami w linii, T_1 - określa maksymalny czas przerwy pomiędzy transmisjami w linii. Stacja inicjująca rozpoczyna jego pomiar po zakończeniu nadawania. Pomiar czasu T_1 jest zatrzymywany przez rozpoczęcie odbioru ramki z linii. Jeżeli odbiór nie nastąpi, po upływie czasu T_1 stacja inicjująca uznaje, że stacja oddalona nie jest aktywna i podejmuje działanie zgodnie z protokołem. W normie PROWAY czas T_1 wynosi $50\mu s$.
2. Czas utraty batonu, T_2 - określa czas trwania ciszy w linii, po którym stacja inicjuje nowy obieg batonu uznając, że obieg poprzedni został definitywnie przerwany i baton został utracony. W normie PROWAY ten czas wynosi $(200+50*\text{adres stacji})\mu s$.
3. Minimalny czas odpowiedzi, T_{05} - określa minimalny czas zwłoki, jaki powinien upłynąć pomiędzy zakończeniem odbioru przez stację a rozpoczęciem przez nią nadawania. W normie PROWAY ten czas wynosi $5\mu s$.

Wymagania te są bardzo wysokie. Ich dotrzymanie nie jest możliwe bez użycia specjalizowanych układów wielkiej skali integracji realizujących protokół PROWAY sprzętowo, a nie w sposób programowy. W zrealizowanej obecnie wersji oprogramowania kontrolera przyjęto:

$$T_1 = 650\mu s$$

$$T_2 = (T_1 * \text{adres stacji} + 2500)\mu s$$

$$T_{05} = 320\mu s$$

Ponadto wprowadzono limit czasu T_3 , określający maksymalny czas wykonywania zlecenia przyjętego przez kontroler. Jeżeli zlecenie nie może być wykonane (np. z powodu nieprawidłowego stanu linii) przez czas dłuższy niż T_3 jest ono odrzucane przez kontroler t.j. kontroler wysyła na nie odpowiedź do procesora użytkownika z ustawionym bitem 2 w słowie stanu. W obecnej wersji oprogramowania przyjęto $T_3 = 425\text{ ms}$.

5. Realizacja obsługi Send Data with Acknowledge (SDA)

- wyślij dane z potwierdzeniem odbioru.

Obsługa polega na przesłaniu danych przygotowanych przez procesor użytkownika do jednej stacji oddalonej. 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 do uprzednio przygotowanego bufora, 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 swojemu użytkownikowi. Pomiędzy przesłaniem danych przez stację lokalną, a przesłaniem potwierdzenia przez stację oddaloną, w linii nie mogą wystąpić żadne inne przesyłki.

5.1. Postać zlecenia obsługi.

Typ obsługi: 1

Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej

Argumenty: adres początkowy (4 bajty) i długość bufora z danymi do nadania (2 bajty)

Długość bufora z danymi do nadania może być liczbą z zakresu $0 \div$ ustalona maksymalna długość danych. Adres stacji oddalonej jest liczbą z zakresu $1 \div 127$ z wyłączeniem adresu stacji lokalnej (stacja nie może nadać danych sama do siebie).

5.2. Postać odpowiedzi.

Typ obsługi: 1
 Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej
 Słowo stanu: informuje jak została wykonana obsługa
 (p.pkt 3.2)
 Argumenty: adres początkowy i długość bufora z
 nadanymi danymi

5.3. Postać sygnalizacji w stacji oddalonej.

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

6. Realizacja obsługi Global Send Data without Acknowledge (GSD) – wyślij dane do wszystkich stacji bez potwierdzenia odbioru.

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, w których zadeklarowano bufor na dane odbierane. Inne stacje danych nie odbierają. Stacje oddalone sygnalizują swoim użytkownikom poprawne odebranie danych.

6.1. Postać zlecenia obsługi.

Typ obsługi: 2
Adres: 255
Argumenty: adres początkowy i długość bufora z danymi
do nadania
Długość bufora z danymi do nadania musi być liczbą z zakresu
0 - ustalona maksymalna długość danych.

6.2 Postać odpowiedzi.

Typ obsługi: 2
Adres: 255
Słowo stanu: informuje jak została wykonana obsługa (p.
pkt 3.2 - tylko bity 1,2,5)
Argumenty: adres początkowy i długość bufora z nada-
nymi danymi

6.3. Postać sygnalizacji w stacji oddalonej.

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

7. Realizacja obsługi Request Data with Reply (RDR) - żądaj danych ze stacji oddalonej.

Po otrzymaniu tego zlecenia stacja lokalna wysyła do określonej stacji oddalonej żądanie 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 żądanie, wysyła ona w odpowiedzi żądane dane. Jeżeli bufor nie był zadeklarowany stacja oddalona wysyła 'negatywne potwierdzenie'. Stacja lokalna 3-krotnie ponawia żądanie przesłania danych jeżeli w czasie T_1 nie odbierze żądanej przesyłki lub 'negatywnego potwierdzenia'. Stacja lokalna informuje użytkownika o pomyślnym lub nie pomyślnym wykonaniu obsługi. Stacja oddalona nie informuje użytkownika o nadaniu danych na żądanie lub wysłaniu 'negatywnego potwierdzenia'.

7.1. Postać zlecenia obsługi.

Typ obsługi: 5

Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej

```
Argumenty:      adres początkowy i długość bufora na
                żądane dane
```

Długość bufora na żądane dane nie może być mniejsza od ustalonej maksymalnej długości przesyłanych danych + 3 bajty. Adres stacji oddalonej jest liczbą z zakresu 1 - 127 z wyłączeniem własnego adresu stacji lokalnej.

7.2. Postać odpowiedzi.

Typ obsługi: 5

Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej

Słowo stanu: informuje jak została wykonana obsługa
(p.pk. 3.2)

Argumenty: adres początkowy bufora z odebranymi
 danymi i ich długość

8. Realizacja obsługi Remote Station Recovery (RSR)- wykonaj funkcję sprzętową w stacji oddalonej.

Obsługa polega na przesłaniu komendy działania hardware'owego - zerowania kontrolera komunikacyjnego wybranej stacji oddalonej lub zerowania wybranej 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 impuls REC1 lub/i REC2 własnego kontrolera zależnie od rodzaju obsługi RSR.

8.1. Postać zlecenia obsługi.

Typ obsługi: 4

Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej

Argumenty: jednobajtowy parametr, w którym poszczególnym bitom przypisano znaczenie:

bit 0 - żądanie wygenerowania impulsu REC.1

bit 1 - żądanie wygenerowania impulsu REC.2

bity 2-7 - niewykorzystane, muszą być równe 0

Adres stacji oddalonej jest liczbą z zakresu 1 - 127 z wyłączeniem adresu stacji lokalnej.

8.2. Postać odpowiedzi.

Typ obsługi: 4
Adres przeznaczenia: adres stacji oddalonej
Słowo stanu: informuje jak została wykonana obsługa
(p.pkt 3.2)
Argumenty: jak w zleceniu obsługi

9. Realizacja obsługi Management of local PROWAY-station (MOP) - zlecenie zarządzające stacją lokalną.

Obsługa polega na wykonaniu przez lokalną stację działań żądanych przez użytkownika i wysłaniu odpowiedzi do użytkownika informującej o ich wykonaniu lub zawierającej żądane informacje. Stacja nie wymaga dostępu do linii dla wykonania obsługi Management.

9.1. Postać zlecenia obsługi.

Typ obsługi: 3
Argumenty: rodzaj zlecenia Management i ewentualne dalsze argumenty (zależnie od rodzaju zlecenia).

Rodzaje obsługi Management i odpowiadające im wartości pierwszego argumentu w zleceniu obsługi przedstawia tabela 3

Tabela 3. Rodzaje obsługi Management

pierwszy argument	rodzaj obsługi Management	dalsze argumenty
1	podaj do użytkownika aktualną listę stacji aktywnych	brak
2	ustalenie maks. długości danych	długość danych (maks. 1023)
30	odłącz od linii	brak
31	dołącz do linii	brak
32	podaj stan licznika powtórzeń	brak
34	testuj off line	brak
40	inicjalizuj bufor na dane odbierane	adres początku i długość bufora
42	inicjalizuj bufor z danymi do nadania na żądanie	adres początku i długość bufora

9.2. Postać odpowiedzi.

Typ obsługi: 3

Adres przeznaczenia: adres stacji lokalnej

Słowo stanu: informuje jak została wykonana obsługa (patrz punkt 3.2. -tylko bit 5)

Argumenty: gdy zlecenie poprawne - patrz tabela 4, gdy błędne parametry zlecenia - odpowiedź zawiera parametry podane w zleceniu.

Tabela 4. Odpowiedź na zlecenie Management

pierwszy argument	rodzaj obsługi Management	dalsze argumenty
1	podaj do użytkownika aktualną listę stacji aktywnych	adres początkowy i długość ostatnio utworzonej listy
2	ustalenie maksymalnej długości danych	długość danych (maks. 1023)
30	odłącz od linii	brak
31	dołącz do linii	brak
32	podaj stan licznika powtórzeń	aktualna wartość licznika (2 bajty)
34	testuj off line	wynik testu: 0 - OK, różne od 0 - NOK*
40	inicjalizuj bufor na dane odbierane	adres startowy i długość bufora
42	inicjalizuj bufor z danymi do nadania na żądanie	adres startowy i długość bufora

*wynik testu stanowi jeden bajt

9.3. Postać sygnalizacji zdarzeń.

Typ obsługi: 131

Adres przeznaczenia: adres stacji lokalnej

Argumenty: pierwszy argument określa rodzaj zdarzenia; dalsze argumenty patrz tabela 5.

Tabela 5. Sygnalizacja zdarzeń

pierwszy argument	zdarzenie	dalsze argumenty
1	zmiana listy stacji aktywnych	adres początkowy i długość aktualnej listy
30	odłączenie od linii	brak
31	dołączenie do linii	brak
34	wykonanie testów off-line	wynik testu: 0 - OK, różne od 0 - NOK*

*wynik testu stanowi jeden bajt

9.4. Realizacja obsługi Management - podaj listę stacji aktywnych.

Po otrzymaniu zlecenia podaj listę stacji aktywnych kontroler w odpowiedzi przesyła użytkownikowi adres (segment i offset) oraz długość (1 bajt) aktualnej listy stacji aktywnych. Po podaniu odpowiedzi kontroler wykorzystuje jako roboczy drugi obszar przeznaczony na listy stacji aktywnych - z podanego może korzystać użytkownik.

Lista ma postać ciągu adresów kolejnych stacji aktywnych. Pierwszy w kolejce jest adres następnej stacji aktywnej, dalej następują kolejne adresy, aż do stacji poprzedzającej daną stację lokalną. Lista zakończona jest adresem własnym stacji lokalnej i bajtem zerowym. Podawana do użytkownika długość listy nie obejmuje tych dwóch ostatnich bajtów.

9.5. Realizacja obsługi Management - ustaw maksymalną długość przesyłanych danych.

Wykonanie zlecenia polega na ustawieniu nowej maksymalnej długości pola danych w ramach przesyłanych w linii, zgodnie z argumentami zlecenia. Odebranie ramki zawierającej pole danych o długości większej niż aktualnie obowiązująca maksymalna długość danych powoduje uznanie ramki za błędną i działanie zgodnie z protokołem. Jeżeli w momencie wywołania zlecenia jest ustawiony bufor na dane odbierane to zlecenie jest odrzucane z ustawionym bitem 5 w słowie stanu odpowiedzi - błędne parametry zlecenia. W tym przypadku należy najpierw unieważnić bufor odbiorczy a następnie ustawić żadaną długość danych. Podobna sytuacja ma miejsce, gdy jest ustawiony bufor z danymi do wysłania na żądanie z innej stacji a jego długość jest większa od długości danych podanej w argumentach zlecenia.

Błędne parametry są sygnalizowane także dla żądania ustawienia długości danych równej 0 lub przekraczającej 1023 bajty.

Po inicjalizacji maksymalna długość danych przyjmowana jest automatycznie jako równa 1023 bajty.

Bufory na dane odbierane (podany w zleceniu RDR lub ustawiany zleceniem Management - rodzaj 40) muszą mieć długość równą co najmniej aktualnie ustawionej maksymalnej długości danych + 3 bajty.

9.6. Realizacja obsługi Management - odłącz od linii.

Wykonanie zlecenia powoduje odłączenie kontrolera od linii i przejście w stan oczekiwania na zlecenie "testuj" lub "dołącz do linii". Dla innych zleceń nastąpi odpowiedź z ustalonym bitem 1 w słowie stanu - stacja lokalna odłączona od linii.

9.7. Realizacja obsługi Management - dołącz do linii.

Gdy zlecenie nastąpiło w stanie dołączenia do linii to do użytkownika wysyłana jest odpowiedź o wykonaniu zlecenia. Gdy zlecenie ma miejsce w stanie odłączenia od linii, najpierw wykonywany jest test (wykonanie testu sygnalizowane jest jako zdarzenie występujące spontanicznie), a dołączenie następuje tylko w przypadku prawidłowego wyniku testu. Gdy wynik testu jest negatywny użytkownik otrzymuje odpowiedź na zlecenie dołącz z ustawionym bitem 1 w słowie stanu (stacja lokalna odłączona od linii).

9.8. Realizacja obsługi Management - podaj stan licznika powtórzeń.

W odpowiedzi na zlecenie kontroler podaje do użytkownika stan globalnego licznika powtarzanych przesylek, tzn. takich, dla których stacja odpowiadająca nie zainicjowała transmisji w linii przed upływem maksymalnego czasu ciszy w linii T1. Przyrosty zawartości tego licznika mogą świadczyć o poziomie zakłóceń w sieci.

Przy inicjacji pracy całej sieci, w jednej stacji zawartość tego licznika ma wartość różną od zera; w pozostałych stacjach, które "dołączały" się do pierwszej stacji, licznika globalnych powtórzeń powinny mieć wartość zerową. Należy pamiętać o tym, że próba komunikacji ze stacją, która nie jest aktywna (np. próba przesłania do niej danych przesyłką SDA) powoduje zwiększenie licznika.

Licznik globalnych powtórzeń jest dwubajtowy, zwiększany modulo 2^{16} i jest zerowany tylko w inicjalizacji oprogramowania.

9.9. Realizacja obsługi Management - testuj off-line.

Jeżeli zlecenie zostanie przekazane do kontrolera w stanie odłączenia od linii, użytkownik otrzyma odpowiedź o wyniku testu a kontroler pozostanie w stanie oczekiwania na ponowne zlecenie "testuj off-line" lub "dołącz do linii". Gdy zlecenie ma miejsce w stanie dołączenia do linii następuje najpierw odłączenie sygnalizowane jak zdarzenie występujące spontanicznie a następnie jest wykonywany test. Po przekazaniu użytkownikowi odpowiedzi z wynikiem testu kontroler pozostaje w oczekiwaniu na zlecenie "testuj off-line" lub "dołącz do linii".

9.10. Realizacji obsługi Management - inicjalizuj bufor na dane odbierane.

Obsługa polega na przyjęciu podanego w argumentach zlecenia bufora jako roboczego bufora kontrolera. Wszystkie ramki są odbierane do tego bufora a dopiero później następuje analiza, czy ramka jest do danej stacji lokalnej. Bufor jest ważny aż do otrzymania ramki z danymi dla danej stacji (co jest sygnalizowane jako zdarzenie występujące spontanicznie) lub do jego unieważnienia lub podania nowego. Unieważnienie bufora następuje poprzez zlecenie "inicjalizuj bufor na dane odbierane" z zerową długością bufora. Dla podanego nowego bufora konieczne jest podanie długości nie mniejsze niż aktualnie obowiązująca maksymalna długość danych + 3 bajty. Bezpośrednio po inicjalizacji oprogramowania kontrolera długość bufora musi zatem wynosić co najmniej 1026 bajtów. Podanie długości bufora jako liczby z przedziału $1 \div \text{maksymalna długość danych} + 2$ powoduje odpowiedź na zlecenie z ustawionym bitem 5 w słowie stanu - 'błędne parametry'.

9.11. Realizacja obsługi Management - inicjalizuj bufor z danymi do wysłania na żądanie z innej stacji.

Po otrzymaniu zlecenia kontroler wysyła zawartość podanego bufora na każde żądanie z innej stacji. Fakt przesłania danych nie jest sygnalizowany w stacji lokalnej. Użytkownik może w dowolnym momencie zmienić bufor lub go unieważnić. Unieważnienie następuje poprzez podanie zerowej długości bufora. Długość inicjalizowanego bufora nie może być większa od aktualnie obowiązującej maksymalnej długości danych.

10. Obsługa przycisku TEST.

Przycisk TEST (połączony do przerwania NMI) służy do testowania kontrolera komunikacyjnego w stanie odłączenia od linii. Użycie tego przycisku w dowolnym momencie pracy kontrolera powoduje:

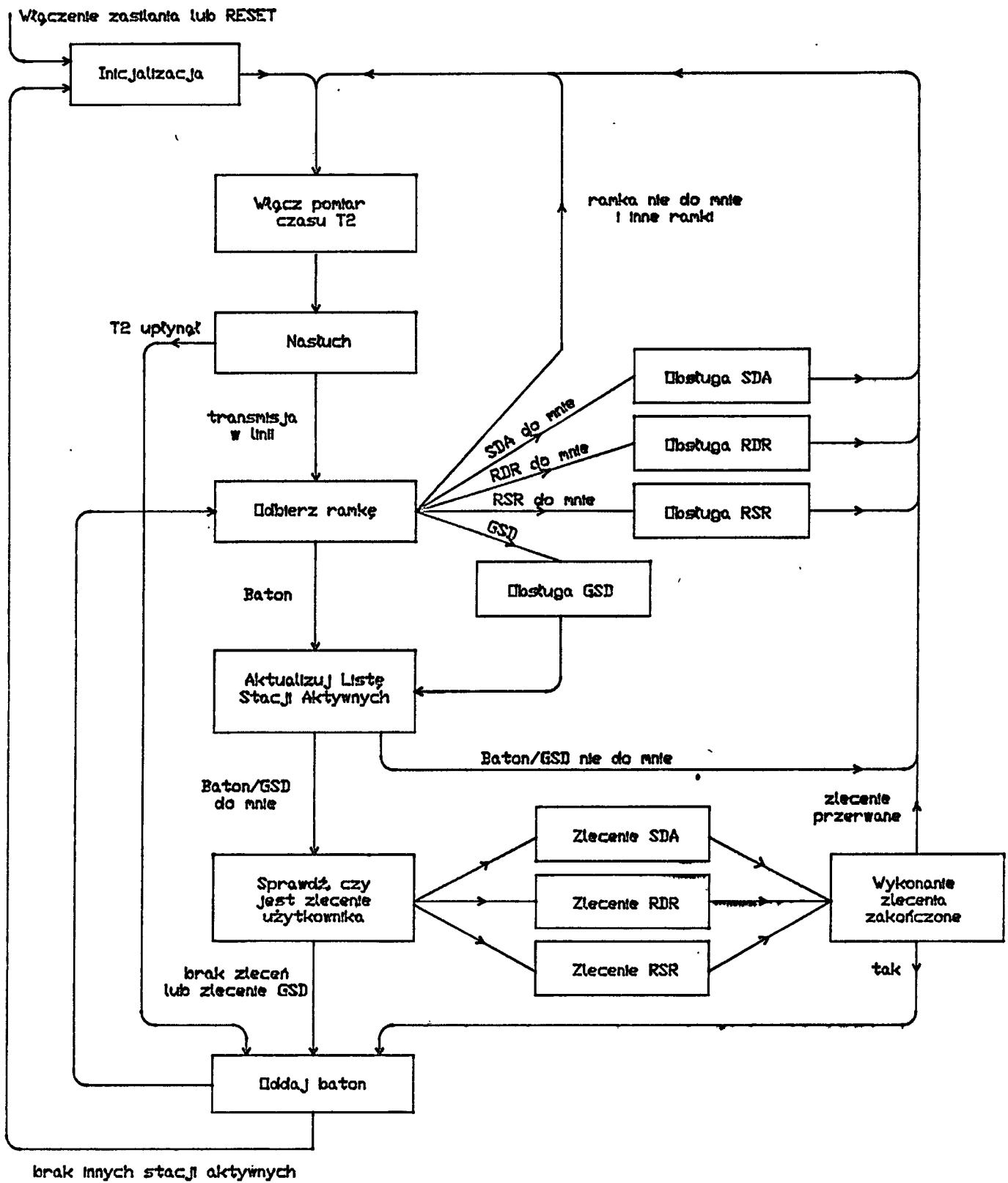
- odłączenie kontrolera od linii,
- wysłanie do użytkownika sygnalizacji zdarzenia 'Odłączenie od linii',
- start nieskończonego testu kontrolera w stanie odłączenia od linii. Test ten polega na stałym powtarzaniu sekwencji wysyłania i odbioru ramek testowych takich jak w zleceniu użytkownika typu MOP-34.

W stanie prawidłowo działającego testu kontroler powinien pozostawać w stanie odłączenia od linii i powinny w sposób stały świecić się zielone diody T i R na płycie czołowej pakietu. Test pracuje w sposób ciągły aż do momentu:

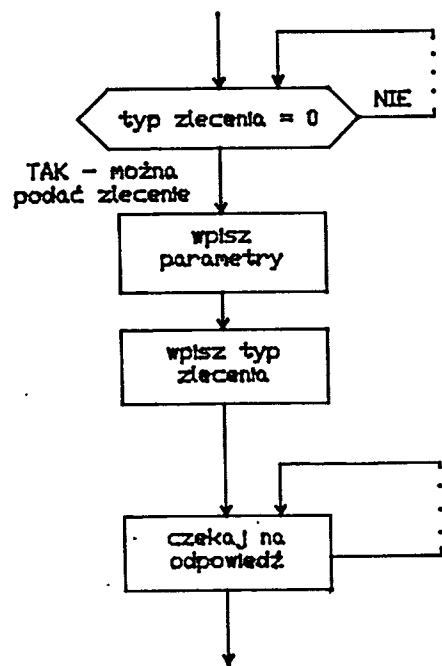
- stwierdzenia błędu po którym test przestaje pracować (gasną diody T i R na płycie czołowej pakietu) i kontroler przechodzi do stanu oczekiwania na zlecenie

użytkownika (akceptowane są tylko zlecenia 'dołącz do linii' lub 'testuj off-line').

- ponownego naciśnięcia przycisku TEST po którym kontroler wykonuje normalną inicjację (tak jak po naciśnięciu przycisku RESET).



Rys. 1 Schemat oprogramowania wewnętrznego kontrolera



Rys. 2 Zasada zlecenia obsług przez użytkownika do kontrolera