ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2002
Seria: AUTOMATYKA z. 136 Nr kol. 1556

Roman MIELCAREK
Politechnika Poznańska

PRZETWARZANIE DANYCH W STEROWNIKU PLC STACJI OBIEKTOWEJ RADIOTELEFONICZNEGO SYSTEMU TELEMECHANIKI

Streszczenie. Na wstępie przedstawiono strukturę Radiotelefonicznego Systemu Telemechaniki RST i charakterystykę radiotelefonicznych stacji obiektowych RSO. Omówiono główne funkcje i konfiguracje sprzętowe sterownika obiektowego w wersji swobodnie programowalnej i w wersji PLC. Przedstawiono pozyskiwanie danych dwustanowych w układzie matrycowym, programową generację danych awaryjnych i danych pomiarowych typu impulsowego. Na końcu pracy przedstawiono programową obsługę protokółu transmisji radiowej PTR oraz sposób weryfikacji i generacji zabezpieczeń nadmiarowych typu CRC danych ramek PTR.

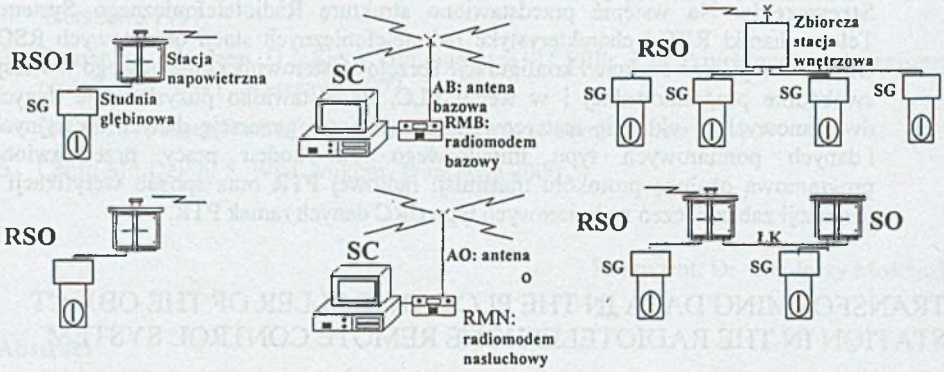
TRANSFORMING DATA IN THE PLC CONTROLLER OF THE OBJECT STATION IN THE RADIOTELEPHONE REMOTE CONTROL SYSTEM

Summary. As an introduction, the structure of Radiotelephone Remote Control System RST and the characteristic of the radiotelephone object stations RSO have been shown. The main functions and hardware configurations of object controller in the free-hand programmable version and the PLC version have been discussed. The acquiring of two-state data in the economical matrix circuit and software generated damage data have been shown. Then, the acquiring of pulse type measuring data has been discussed. Finally, the FX2N-232IF communication module and its way of cooperating with CPU-PLC as well as the way of verification and generating the protections of redundant data of CRC type of the used radio transmission PTR protocol have been presented.

1. Wprowadzenie

Radiotelefoniczny System Telemechaniki - RST przeznaczony jest do nadzoru i sterowania drogą radiową lub przewodową, urządzeniami obiektowymi procesu

rozproszonego - PR, jakimi są np.: studnie głębinowe ujęć wody, sieciowe punkty pomiarowo-kontrolne, obiekty uzdatniania wody, przepompownie, kontenerowe oczyszczalnie ścieków, węzły cieplne, rozdzielnie energetyczne, itp. Zadaniem RST jest przekazanie ze Stacji Obiektowych - SO do Stacji Centralnej - SC wartości parametrów analogowych (telepomiarów), binarnych stanów urządzeń obiektowych (telesygnalizacji). W kierunku przeciwnym, z SC do SO, przekazywane są polecenia systemowe oraz polecenia sterownicze dyspozytora systemu, realizujące funkcje telesterowania, najczęściej o charakterze załącz/wyłącz. System umożliwia również przekazanie do SO wartości zadanych. Na rys.1. pokazano przykładową strukturę RST dla ujęć wody.



Rys.1. Struktura RST: SCP - Stacja Centralna - podstawowa, SCN - Stacja Centralna - nadrzędna, SO - Stacja Obiektowa: RSO(1-4) - Radiotelefoniczna Stacja Obiektowa, RSO4 - Retransmisyjna RSO, ŁK - Łącze kablowe (RS485)

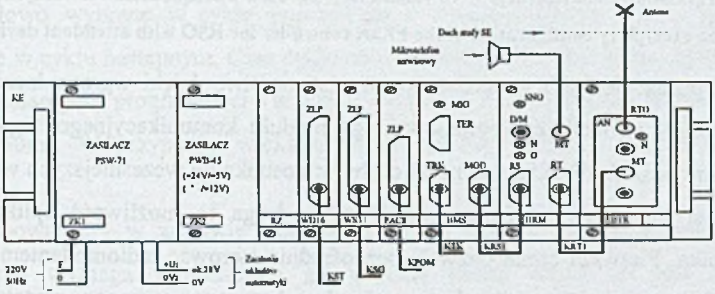
Fig.1. RST structure: SCP - basic central station, SCN - supervisory central station, SOn - Object station: RSO(1-4) - radiotelephone object station, RSO4 - relay RSO, £K - cable connector (RS485)

RST, mimo że topograficznie posiada zazwyczaj strukturę gwiaździstą, z punktu widzenia logiki łączności jest tzw. wielopunktem liniowym. Oznacza to, że każda Radiotelefoniczna Stacja Obiektowa RSO musi posiadać swój adres wywołania. Adres ten przychodzi w ramce polecenia zdalnego. Jeśli jest adresem danej RSO, łącznie z poprawnym formatem i zabezpieczeniami ramki, powoduje odpowiedź stacji. Treścią odpowiedzi są parametry obiektowe, odbierane przez podstawową Stację Centralną SCP, a także przez Stację Nadrzędną SCN. SCP jest główną stacją dyspozytorską systemu i tylko ona pełni funkcję sterowania nadzorowanym procesem. SCN (może ich być kilka) pełni tylko funkcje

kontrolno-rejestracyjne i przewidziana jest dla kierownictwa przedsiębiorstwa lub nadzoru technicznego.

2. Wyposażenie elektroniczne RSO

Zasadniczym wyposażeniem elektronicznym każdej RSO jest sterownik obiektowy i radiomodem. Sterownik obiektowy wykonuje główny transfer i przetwarzanie danych pomiędzy obiektem (urządzeniami) procesu a Stacją Centralną SC. Komunikacja z SC realizowana jest przez radiomodem. W dotychczasowych aplikacjach systemu RST zastosowany był kasetowy sterownik obiektowy (KSO), wyposażony w odpowiedni zestaw modułów. Przykład możliwego wyposażenia KSO, w którym radiomodem występuje w postaci kompletu dwóch oddzielnych modułów kasetowych, pokazano na rys.2.



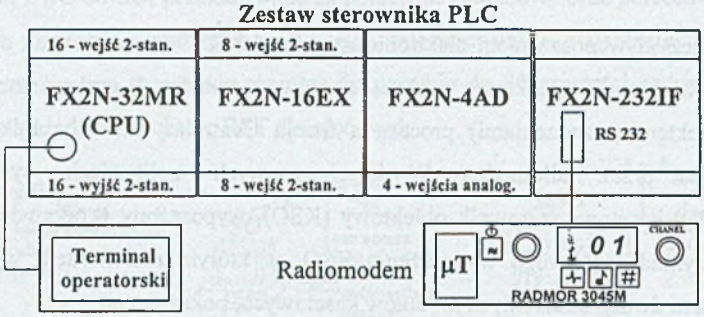
Rys. 2. KSO - kasetowy sterownik obiektowy - wyposażenie: BMS - blok mikrosterownika, BTR - blok radiotelefonu, BRM - blok radiomodemu, PAC8 - blok 8-kanałowego przetwornika analogowo-cyfrowego, WD16 - blok 16 wyjść dwustanowych , WS32 - blok 32 wejść statycznych

Fig. 2. KSO - the cassette object controller - equipment: BMS - the microcontroller block, BTR - the radiotelephone block , BRM - the radiomodem block , PAC8 - the A/C converter block, WD16 - the binary outputs block, WS32 - the static inputs block

Głównym modułem wyposażenia elektronicznego KSO jest blok mikrosterownika BMS, który wykonuje jednocześnie kilka następujących zadań:

- odbiera z BRM ramkę rozkazową (RR) ze stacji centralnej SC i ją dekoduje ,
- wykonuje polecenie zawarte w RR,
- nadaje odpowiedź do BRM w postaci ramki odpowiedzi (RO),
- realizuje obsługę modułów obiektowych,
- wykonuje szereg funkcji autonomicznych,
- udostępnia obsłudze serwisowej cały zestaw usług serwisowych.

Zastąpienie ww. przedstawionego sterownika KSO zestawem sterownika PLC wymaga realizacji wszystkich ww. funkcji. Jednym z możliwych sterowników PLC, mogących zastąpić KSO, jest kompaktowy sterownik typu FX2N firmy Mitsubishi Electric [2]. Przykładową, schematyczną konfigurację sterownika FX2N, z podłączonym radiomodemem i terminalem operatorskim (dla celów serwisowych), przedstawiono poniżej na rys.3.



Rys. 3. Przykładowa konfiguracja sterownika FX2N dla RSO z urządzeniami towarzyszącymi

Fig. 3. The exemplary configuration of the FX2N controller for RSO with attendant devices

Wyposażenie RSO w taki sterownik jest możliwę dzięki wprowadzeniu do zestawu rodziny FX2N swobodnie programowalnego modułu komunikacyjnego o symbolu FX2N-232IF, który posiada dwie istotne nowe cechy w stosunku do wcześniejszych wersji. Pierwszą z nich jest posiadanie pełnego styku RS232, druga to możliwość aplikacji protokółu użytkownika. Pierwsza cecha pozwala bezpośrednio sterować radiomodemem wg standardu RS232, druga pozwala na implementację dotychczas stosowanego protokółu transmisji radiowej, oznaczonego symbolem PTR1.4 [6].

3. Przetwarzanie informacji binarnych

Największą liczbę danych o obiekcie stanowią zazwyczaj informacje o jego stanie, tzw. sygnalizacje. Ich liczba sięga od kilkudziesięciu dla obiektów wodociągowo-kanalizacyjnych do kilkuset dla obiektów energetycznych Informacje te pogrupowane są w słowa sygnalizacyjne i umiejscowione w tzw. tablicy obrazu obiektu (TOO). Liczba źródłowych słów sygnalizacyjnych wynika ze struktury układu wejść dwustanowych sterownika. Drugą część słów tablicy sygnalizacyjnej w TOO stanowią tzw. sygnalizacje

wtórne (obliczeniowe), którymi są zazwyczaj różnego rodzaju pamięci zaistniałych faktów dwustanowych.

3.1. Wprowadzanie informacji binarnych

Wprowadzanie informacji binarnych, w sterowniku z rys.2, odbywa się poprzez moduł wejść dwustanowych WS32. Moduł ten pozwala na wprowadzenie 4 słów 8-bitowych za pośrednictwem jednego portu bloku. Drugi port służy do programowania (wyboru) numeru słowa do odczytu. Wejście bloku zawiera tzw. diodową matrycę sygnalizacyjną, za pośrednictwem której odbywa się multipleksowanie jednego z czterech słów sygnalizacyjnych. Binarny sygnał zewnętrzny pochodzi ze stanu tzw. „suchego styku" kontrolowanego urządzenia. Liczba 32 sygnałów wejściowych wynikała w zasadzie z zastosowanego 37-pinowego złącza wejściowego. Proces odczytu słów wymaga odpowiedniej procedury programowej, realizowanej cyklicznie, która w każdym cyklu odczytuje słowo wybrane w cyklu poprzednim i wybiera kolejne słowo, które będzie odczytywane w cyklu następnym. Czas cyklu odczytu wszystkich słów bloku zależy od czasu wykonania zadań pętli programowej i w dotychczasowych aplikacjach był on zawsze krótszy od Tc < 50ms. W przypadku większej liczby bloków WS32, są one obsługiwane równolegle.

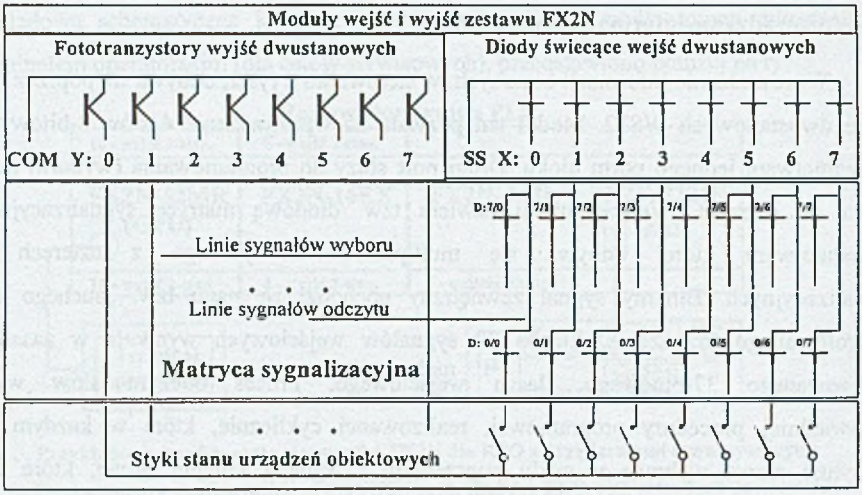
Zastosowanie - w zestawie sterownika PLC - bezpośredniego odczytu sygnałów dwustanowych wymaga wyposażenia go w taką liczbę wejść, ile jest sygnalizacji obiektowych. Zestaw sterownika FX2N z rys.4 pozwala np. na wprowadzenie 32 wejść binarnych, z użyciem dodatkowego modulu rozszerzeniowego 16EX. Dalsze zwiększanie liczby modułów tego typu napotyka ograniczenia typu układowego:

- z tytułu ograniczonej mocy zasilacza jednostki bazowej,
- z tytułu ograniczonej liczby wejść/wyjść zestawu

i typu ekonomicznego: każdy dodatkowy moduł podnosi cenę zestawu.

Wprowadzając do ww. zestawu jednostkę CPU z wyjściami tranzystorowymi (16MT), usuwając moduł wejściowy 16EX oraz uzupełniając ten zestaw o zewnętrzny układ matrycowy, uzyskuje się możliwość wprowadzenia np. 64 (8*8) wejść binarnych. Strukturę blokową takiego układu pokazano na rys.4. Do obsługi takiej struktury sam producent przewidział odpowiednią instrukcję (MTR - FNC52); czas cyklu obsługi tej struktury wynosi wówczas 160ms [2]. Struktura ta jest bardzo elastyczna z uwagi na możliwość zmiany zarówno liczby odczytywanych słów sygnalizacyjnych, jak i ich długości, w ramach

całkowitej liczby binarnych wejść i wyjść sterownika. Wyjście poza liczbę 8 zarówno co do liczby wierszy matrycy, jak i ich długości, wymaga napisania specjalnej procedury programowej.



Rys. 4. Struktura układu odczytu matrycowego 64 sygnałów dwustanowych

Fig. 4. The structure of 64 binary signals matrix reading circuit

Zastosowany odczyt matrycowy nie nadaje się do rejestracji krótkich sygnałów impulsowych, o czasie trwania Ti << Tc. W takim przypadku stosuje się wejścia przerwaniowe sterownika.

3.2. Sygnalizacje wtórne

Znaczną część podtablicy sygnalizacyjnej tablicy obrazu obiektu TOO stanowią tzw. sygnalizacje wtórne, uzyskane po odpowiednim przetworzeniu sygnalizacji źródłowych. Są to najczęściej pamięci zaistnienia różnego rodzaju przejściowych stanów nadzorowanego obiektu. Konieczność rejestracji tych stanów wynika z faktu zbyt krótkiego czasu ich trwania w stosunku do czasu cyklicznego przesłania TOO do Stacji centralnej SC systemu RST. W tablicy 1 podano przykładowe fragmenty programów, ustawiające na „1" bit nr 2 bajtu PAMIĘĆ z powodu pojawienia się „0" w bicie nr 34(oct.) tablicy sygnalizacyjnej TSYG.

Tablica 1

Mikroprocesor Z80		Sterownik FX	
Asembler	Komentarz	Lista instrukcji	Komentarz
LD A, (TSYG0+3)	A<=bajt źródłowy nr 3	LDI TSYG3_4	Wstaw do akumulatora
AND 00010000B	Czy bit 4 = „1"		bitowego (AB) negację
JR NZ, DALEJ	Tak, analiza kolejnego bitu		bitu 34 (oct.) tablicy
LD A, (PAMIĘĆ)	A<= bajt pamięci		TSYG
OR 00000100B	Wpisz „1" na poz. pamięci	SET PAMIĘĆ_2	Jeśli AB=1, to ustaw bit
LD (PAMIĘĆ), A	Uaktualnij bajt pamięci		pamięci nr 2 na „1".

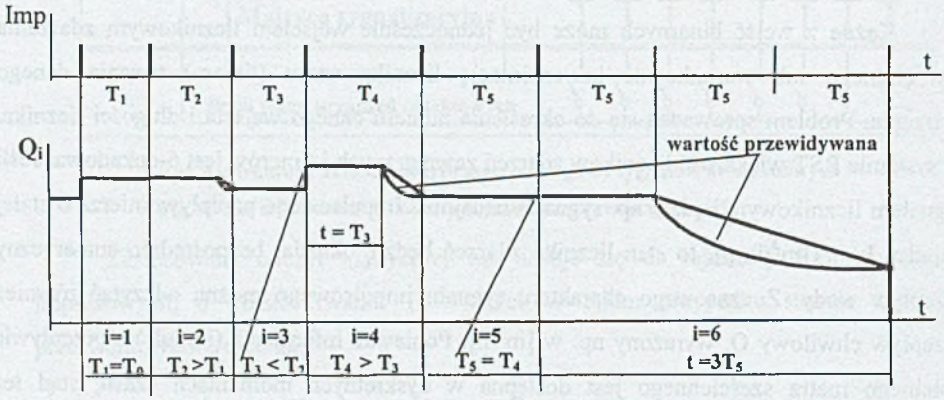
3.3. Przetwarzanie danych z wejść licznikowych

Każde z wejść binarnych może być jednocześnie wejściem licznikowym zdarzenia zewnętrznego lub warunkować inkrementację licznika czasu (timera) trwania danego zdarzenia. Problem sprowadza się do określenia numeru danego wejścia i długości licznika. W systemie RST większość liczników zdarzeń zewnętrznych i timerów jest 6-dekadowa. Jeśli sygnałem licznikowym będzie np. sygnał z nadajnika impulsowego przepływomierza o stałej impulsu **k = 1[m^3/imp]**, to stan licznika zdarzeń będzie określał bezpośrednio sumaryczny przepływ wody. Z czasowego charakteru sygnału impulsowego można odczytać również przepływ chwilowy Q, wyrażony np. w [m^3/h]. Ponieważ informacja (impuls) o przepływie kolejnego metra sześciennego jest dostępna w dyskretnych momentach czasu, stąd też wartość przepływu (Q_i) może być określona tylko jako wartość średnia za poprzedni okres dyskretyzacji (i-1). Najkrótszym okresem dyskretyzacji jest przedział czasu T_i pomiędzy dwoma impulsami. Zakładając, że T będzie liczone z dokładnością 0,1s, to wartość przepływu chwilowego wyraża się następującą zależnością:

$$Q_i = \frac{36000 * k}{T_{i-1}} \ [\mathrm{m^3/h}] \tag{1}$$

Wartość obliczonego parametru może być pamiętana do momentu pojawienia się następnego impulsu pomiarowego lub obliczana (przewidywana) na bieżąco wg zależności (1), po upływie czasu $t > T_{i-1}$, czyli po stwierdzeniu, że obecny okres impulsu będzie dłuższy od ostatnio zarejestrowanego. Metoda ta, zwana dalej metodą przewidywania wartości parametru, pozwala zwiększyć dokładność odwzorowania wartości pomiaru przepływu z jego wartością rzeczywistą. Kolejnym problemem jest maksymalny czas przewidywania pomiaru w sytuacji, gdy kolejny impuls się nie pojawi, np. w sytuacji, gdy rzeczywisty przepływ jest

równy zeru. Z zastosowanej metody przewidywania, wg wzoru (1), wynika, że wartość przepływu maleć będzie wówczas hiperbolicznie do zera. Przepływ Q osiągnie wartość zero dopiero po przekroczeniu dokładności jego prezentacji w słowie systemowym, a więc po dość długim czasie. Przyspieszenie tego momentu może odbywać się albo po przekroczeniu ustalonej, sztywnej wartości okresu impulsu Tmax, albo też po przekroczeniu ustalonej wielokrotności (np.: 2–3) wartości ostatniego impulsu T_i. Wartość Tmax byłaby wówczas określana dynamicznie na podstawie ostatniej rejestracji. Na rysunku 5 przedstawiono wykres przepływu dyskretnego Q_i, określanego wg ww. metody przewidywania wartości parametru z zerowaniem po czasie Timax = 3Ti. Taki współczynnik przyjęto w oprogramowaniu sterownika RSO.



Rys. 5. Wykres czasowy impulsów (Imp) z przepływomierza i wykres przepływu dyskretnego (Q_i) z uwzględnieniem metody przewidywania wartości parametru

Fig. 5. The timing chart of the flow-meter pulses (Imp) and the diagram of discreet flow (Qi) together with the method of parameter value forecast

4. Specjalne moduły funkcyjne

W zestawie sterownika FX2N na rys.3, po prawej stronie jednostki centralnej sterownika (CPU), występują trzy moduły dodatkowe, rozszerzające funkcje sterownika. Dwa skrajne moduły: 4AD i 232IF należą do grupy tzw. specjalnych modułów funkcyjnych. Cechą wyróżniającą te moduły od pozostałych jest to, że są „inteligentne", gdyż zawierają własny mikrokontroler. Stąd też ich komunikacja z CPU sterownika odbywa się na innych zasadach. Pierwszą cechą, wyróżniającą tę klasę modułów, jest ich ograniczona liczba do wartości 8

włącznie. Przyjmują one numerację (adres modułu) od 0 do 7, w kolejności występowania od CPU sterownika. Transfer danych z/do modułu jest blokowy, z 16-bitowym słowem systemowym. Każdy z modułów zawiera do kilkuset rejestrów, z/do których odczytuje/wpisuje się spójny blok kolejnych słów od zadeklarowanego adresu. Wśród rejestrów bloku funkcyjnego wyróżnić można rejestry konfiguracyjne i statusowe oraz bufory danych.

Do transferu blokowego ze specjalnym modułem funkcyjnym, CPU używa dwóch instrukcji transferowych: **FROM** i **TO** [2]. Każda z instrukcji ma 4 operandy, które w kolejności oznaczają:

m1 - numer (adres) modułu funkcyjnego,

m2 - numer rejestru funkcyjnego, od/do którego rozpocznie się transfer,

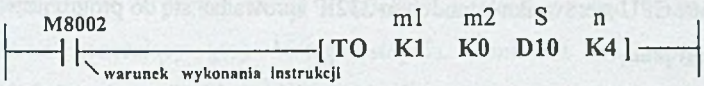
A - pierwszy z zestawu kolejnych rejestrów CPU:

A = **S** : pierwszy rejestr źródłowy bloku danych dla modułu funkcyjnego; instrukcja TO,

A = **D** : pierwszy rejestr celu dla bloku danych z modułu funkcyjnego; instrukcja FROM,

n - liczba danych w bloku (długość bloku).

Na rysunku 6 przedstawiono w języku drabinkowym instrukcję TO, programującą pierwsze cztery rejestry funkcyjne (BFM0-BFM3 - block functions memory) modułu 232IF z rys.3. Wartości dziesiętne poprzedzone są literą **K**, natomiast dane źródłowe (S) pochodzą z wcześniej zapisanych, uniwersalnych rejestrów CPU: D10 - D13.



Rys. 6. Instrukcja TO programująca pierwsze cztery rejestry funkcyjne bloku nr 1

Fig. 6. The instruction TO, programming the first four function registers of the block no 1

4.1. Moduł komunikacyjny 232IF

Warunkiem swobodnego zastosowania sterownika kompaktowego serii FX Mitsubishi Electric, w stacji obiektowej RSO systemu telemechaniki RST, było istnienie odpowiedniego modułu komunikacyjnego w jego zestawie modułów rozszerzeniowych. Przez swobodne zastosowanie rozumie się tu możliwość transmisji opartej na protokole użytkownika a nie na tzw. protokole dedykowanym, zaimplementowanym w CPU przez producenta. Ta możliwość pojawiła się dopiero po wprowadzeniu rodziny sterowników FX2N, a dokładniej po pojawieniu się w 1999 roku modułu komunikacyjnego FX2N-232IF [3]. Wcześniejsze wersje modułu komunikacyjnego pozwalały pracować tylko z protokółami dedykowanymi.

Moduł 232IF należy do grupy tzw. modułów specjalnych (patrz p.4) i zawiera jeden, w pełni programowalny, dupleksowy kanał transmisyjny w standardzie RS232, wyprowadzony na złącze 9-stykowe. Komunikacja modułu z CPU (konfiguracja, kontrola, sterownie, odczyt/zapis buforów danych) odbywa się poprzez rejestry funkcyjne modułu (BMF; patrz p.4) za pomocą instrukcji FROM i TO. W tablicy 2 przedstawiono charakterystykę głównych, wybranych rejestrów BFM modułu 232IF.

Tablica 2

Nr BFM	Funkcja
0	Konfiguracja formatu komunikacji
1	Sterowanie portem: DTR, RTS, kasowanie odbioru, kasowanie błędów
2	Pojemność bufora odbiorczego (max 256 dla danych 8-bitowych)
3	Czas ciszy na wejściu odbiornika po odbiorze znaku, liczony w milisekundach, po upływie którego zgłaszany jest odbiór bloku danych
20	Zwłoka nadawcza po otrzymaniu sygnału CTS = TAK
21	Zwłoka wyłączenia sygnału RTS po nadaniu ostatniego znaku bloku danych
28	Status kanału: zakończenie nadawania i odbioru, błędy transmisji, stany linii sterujących i kontrolnych styku
1000	Licznik nadanych znaków z bufora nadawczego
1001-1256	Bufor nadawczy
2000	Licznik odebranych znaków
2001-2256	Bufor odbiorczy

Współpraca CPU sterownika z modułem 232IF sprowadza się do programowej obsługi trzech etapów jego pracy:

- etap inicjalizacji portu szeregowego, określający jego konfigurację: definiowane są wówczas rejestry BMF: 0-3, 20 i 21, port jest ustawiany w stan odbioru danych,
- etap odbioru wszelkich danych z odbiornika radiomodemu; w warstwie wyższej wyłania się z tych danych ramkę rozkazową RR, przeznaczoną dla CPU sterownika danej RSO,
- etap nadania odpowiedzi RSO do stacji centralnej SC w postaci ramki odpowiedzi RO.

Etap odbioru danych jest etapem najczęściej wykonywanym w czasie pracy systemu RST z uwagi na wspólny kanał łączności dla przekazu ramek: RR i RO. Oznacza to, że do odbiornika danej RSO dociera zazwyczaj prawie każda RO ze wszystkich pozostałych RSO. Stan zakończenia odbioru bloku danych jest wyznaczany czasem ciszy na wyjściu odbiornika, określonym w rejestrze funkcyjnym BFM3 i zgłaszany bitem zakończenia odbioru w słowie statusowym BFM28. Jeśli odebrany blok danych jest ramką rozkazową RR danej stacji,

następuje przejście do etapu nadawania odpowiedzi, jeśli nie, to kwitowany jest odbiór w rejestrze rozkazowym BFM1.

Etap nadawania odpowiedzi stacji rozpoczyna się wpisaniem jej ramki odpowiedzi RO do bufora nadawczego modułu. Następnie zgłaszane jest w rejestrze rozkazowym żądanie nadawania, co ustawia sygnał RTS w stan TAK. Sygnałem tym włączany jest nadajnik radiomodemu. Moment rozpoczęcia nadawania bloku danych RR definiuje wartość zwłoki nadawczej wpisana do BFM20, natomiast moment wyłączenia nośnej w radiomodemie definiuje stan BFM21. Po zakończeniu etapu nadawania, sygnalizowanego w rejestrze statusowym BFM28, następuje przejście do etapu odbioru poprzez skasowanie stanu nadawania i odbioru w rejestrze rozkazowym BFM1.

5. Kodowanie i dekodowanie ramki

Akceptacja w Radiotelefonicznej Stacji Obiektowej - RSO ramki rozkazowej RR, nadanej przez Stację Centralną – SC, wymaga sprawdzenia kodowania nadmiarowego danych ramki. Również nadanie ramki odpowiedzi RO przez sterownik RSO wymaga wygenerowania bajtów nadmiarowych dla bloku danych ramki. Nadmiar kodowy stosowany w protokole transmisji radiowej PTR1.4 [6] jest typu CRC (cyclic redundancy code). Uzyskuje się go w postaci reszty z dzielenia wielomianowego bloku danych **h(x)** przez wielomian generujący g(x) 16-tego stopnia. Ponieważ w każdej ramce kodowanie nadmiarowe występuje dwukrotnie (oddzielnie dla adresu stacji i oddzielnie dla), stąd też procedura weryfikacji ramki RR (po jej odbiorze) i kodowania ramki RO (przed jej nadaniem) muszą dwukrotnie obliczać wspomnianą resztę. Blok danych o długości jednego bajtu i dwa bajty obliczonej reszty tworzą kod systematyczny typu (n,k) = (24,8). Tak przyjęty sposób kodowania, przy zastosowaniu odpowiedniego kodu (wielomianu generującego) [1], pozwolił uzyskać zdolność detekcyjną kodu γ=7 (odporność na błędy niezależne) zarówno dla adresu stacji, jak i dla jednobajtowego numeru sterowania (najkrótszego bloku danych).

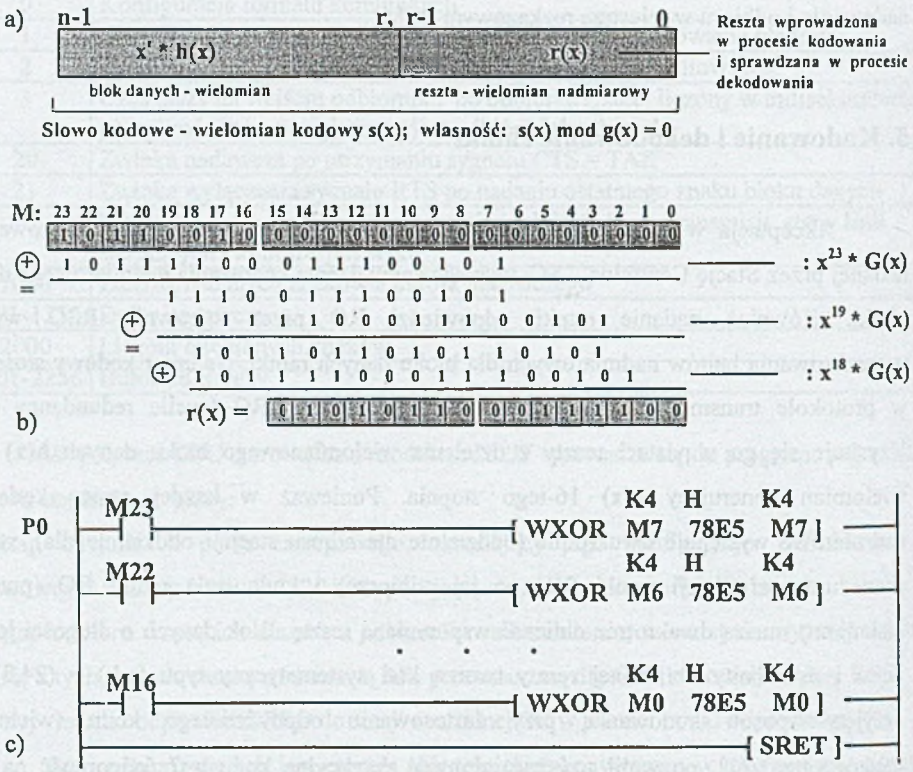
Ogólna postać słowa kodowego (wielomianu kodowego) i jego wybrane własności, przedstawione są na rys.7a.

Na rysunku 7b pokazano poglądowy zapis obliczania nadmiaru kodowego w postaci reszty z dzielenia wielomianowego. Dzielna zawarta jest w znacznikach sterownika M32-

M16, natomiast reszta uzyskiwania jest w znacznikach M15-M0. Przyjęty wielomian generujący (dzielnik) przedstawia zależność (2).

$$g(x) = x^{16} \oplus x^{14} \oplus x^{13} \oplus x^{12} \oplus x^{11} \oplus x^{7} \oplus x^{6} \oplus x^{5} \oplus x^{2} \oplus 1 \equiv 1\ 0111\ 1000\ 1110\ 0101 = 178E5H \quad (2)$$

Na rys.7c pokazano w języku drabinkowym postać procedury sterownika PLC, realizującą ww. przykład. Wykorzystano w niej instrukcję WXOR sumowania mod.2 dwóch słów binarnych 16-bitowych. Instrukcja ma trzy argumenty. Pierwszy argument definiuje słowo określane przez zespół 4 tetrad (K4) kolejnych znaczników, od wyspecyfikowanego



Rys.7. Proces obliczenia nadmiaru kodowego typu CRC; a) ogólna postać słowa kodowego, b) przykład procesu dzielenia wielomianowego dla obliczenia reszty r(x), c) procedura w języku drabinkowym dla sterownika FX obliczająca r(x)

Fig.7. CRC type code redundancy calculation; a) polynomial representation of a code word b) example of polynomial division for calculating reminder r(x) c) procedure for r(x) calculation in FX controller ladder language

począwszy (np.: M7). Drugi argument jest stałą w kodzie heksadecymalnym, reprezentującą 4 ostatnie cyfry wielomianu g(x) wg wzoru (2). Ostatni argument jest rejestrem celu sumy mod.2 dwóch pierwszych argumentów, określonym w tym samym zapisie co pierwszy argument. Instrukcja WXOR jest instrukcją warunkową, która jest wykonywana, jeśli styk (stan) warunku (np. znacznik M23 dla pierwszego szczebla drabiny) jest równy „1".

6. Podsumowanie

Radiowy System Telemechaniki RST pracuje w kilku przedsiębiorstwach wodociągowych na terenie Polski. Opracowane i stosowane w nim rozwiązania sprzętowe (kasetowy sterownik obiektowy KSO, krajowy radiomodem), programowe (system wizualizacji dyspozytorskiej TELWIN [5]) i systemowe (protokół transmisji radiowej PTR) sprawdziły się w trakcie eksploatacji systemu. Dążenie do unowocześnienia bazy sprzętowej systemu, jak i do uproszczenia nakładów pracy na jej oprogramowanie zaowocowało opracowaniem nowego zestawu sterownika obiektowego, bazującego na sterowniku PLC typu FX2N firmy Mitsubishi Electric. W pracy omówiono pokrótce związane z tym problemy, pomijając (z uwagi na zakres pracy) wiele istotnych zagadnień, takich jak: pozyskiwanie danych analogowych, organizacja oprogramowania sterownika, sterowanie rozproszone [4], czy też bardzo ważne procedury serwisowe sterownika.

Jednocześnie z ww. pracami aplikacyjnymi sterownika FX2N prowadzone są prace zaimplementowania w nim nowego protokółu transmisji radiowej (PTRR) [6]. Protokół ten pozwoli nie tylko na retransmisję danych przez wybrane stacje obiektowe, lecz również na zdalne, automatyczne konfigurowanie trasy przekazu ramek protokółu ze stacji centralnej SC.

LITERATURA

1. Kubiak Z., Mielcarek R.:Problematyka kodu optymalnego dla zabezpieczenia danych transmisyjnych w Radiotelefonicznym Systemie Telemechaniki, II MKNT pt.: „Systemy Czasu Rzeczywistego 95", Szklarska Poręba, wrzesień 1995.
2. .Mitsubishi Electric:Programmable Controller MELSEC FX2N, Handy Manual - FX Series. 1998.
3. Mitsubishi Electric: Communications module FX2N - 232IF, User's manual. Programmable Controllers MELSEC-F Series. 1999.
4. Mielcarek R.:Możliwości realizacji automatycznego sterowania rozproszonego ujęciami wody w Radiotelefonicznym Systemie Telemechaniki. Prace V KNT pt.: Komputer w ochronie środowiska. Poznań - Ostróda, wrzesień 2001.

5. Lis T., Sobkowiak A.: System wizualizacji procesów przemysłowych TelWin wersja 3.0. TEL-STER, Poznań 2001.
6. Mielcarek R., Nawrocki W.: Własności konfigurowalnej sieci radiowej w Radiotelefonicznym Systemie Telemechaniki - RST. Prace XIII KNT pt.: Sieci komputerowe. Zakopane, czerwiec 2002.

Recenzent: Dr inż. Jerzy Mościński

Abstract

The Radiotelephone Remote Control System - RST, of which some applications work in Poland, is designed for the remote, radio supervising of dispersed process objects. The structure of RST is presented on the Fig. 1. The radiotelephone object stations are based on the programmable, modular cassette controller, using the Z84C15 Zilog microcontroller. This microcontroller has been chosen from many others because of its two serial ports, rich and effective internal architecture and the large author's experience in this processor and its applications programming. In the 2nd part of the project the structure and functions of the KSO have been discussed (Fig. 2). The eagerness to update the RSO electronic equipment made the author look for the PLC controller, which would substitute the present KSO one. The basic condition of the usage of such a controller was the possibility of owning by it the free programming, fully supported RS-232 interface with any communication protocol. The compact controller FX2N made by Mitsubishi Electric fulfilled those conditions, especially its FX2N-232IF communication module. The structure of such controller has been shown on the Fig. 3.

In the 3rd part of the project the problems of matrix two-state data entering in the FX2N controller have been discussed as well as software generating damage data, so far acquired from relay circuits or by software. Next, the measuring pulse data acquiring ie from the flow-meters have been shown. The fastest way of discreet information acquiring about the temporary flow and the method of forecasting the values of that flow have been discussed (Fig. 5).

In the 4th part of the project the communication module FX2N-232IF and its way of cooperating with CPU-PLC have been introduced (Fig. 6, tab. 2), finally, in the 5th part the way of verification and generating the protections of redundant data of CRC type of the used radio transmission PTR protocol have been presented.