

**SPIS TREŚCI:**

1. Charakterystyka protokołu komunikacyjnego PPI..... 2 str.
2. Charakterystyka interfejsu MPI..... 4 str.
3. Parametry magistrali sieciowej wykorzystującej protokół PPI..... 5 str.
4. Charakterystyka instrukcji sieciowych - NETR i NETW.....7 str.

### 1. Charakterystyka protokołu komunikacyjnego PPI

Protokół komunikacyjny PPI (Point-to-Point Interface) został opracowany w oparciu o 7 warstwowy model odniesienia (OSI- Open Systems Interconnection). Medium transmisyjnym jest tutaj kabel wykorzystujący standard złącza RS485. Medium transmisyjne (warstwa fizyczna) oraz sposób dostępu do medium (protokół) określa norma DIN 19245 część pierwsza (warstwa 1 i 2). Protokół PPI bazuje na standardzie komunikacyjnym sieci przemysłowej PROFIBUS. W standardzie tym wyróżnić można stacje aktywne (Master) połączone w pierścień logiczny oraz stacje pasywne (Slave), które nie mają aktywnego prawa dostępu do sieci, lecz tylko mogą przesyłać dane na żądanie stacji aktywnych Master.

W protokole tym stacjami Master mogą być sterowniki S7-214, natomiast stacjami Slave sterowniki S7-212. Protokół PPI umożliwia mieszanie metod dostępu do sieci, umożliwiając komunikację między:

- jedną stacją Master i kilkoma stacjami Slave,
- kilkoma stacjami Master i Slave.

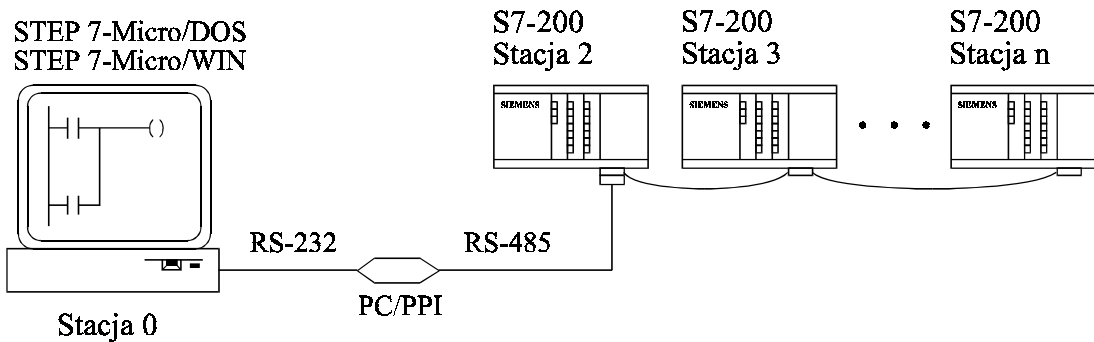
Protokół PPI zapewnia skuteczne i pewne mechanizmy komunikacji w odniesieniu do sterowników S7-200, programatorów, interfejsów komunikacyjnych (tj. panele operatorskie, wyświetlacze tekstowe).

Wymiana informacji między sterownikami z jednostką centralną CPU-212 oraz CPU-214 jest realizowana przy wykorzystaniu instrukcji sieciowych (NETR) i (NETW).

Prędkość transmisji danych interfejsu PPI jest stała i wynosi 9600 bodów (bit/sek.). Ramki komunikacyjne zawierają 11 bitów, w tym 8 bitów danych. Pozostałe to: bit określający początek i koniec ramki oraz bit kontroli parzystości.

#### Kabel sieciowy PC/PPI

W celu podłączenia komputera-programatora do sterownika S7-200 należy użyć kabla wyposażonego w konwerter RS232/RS485. W połączeniu takim komputer osobisty o adresie "0" stanowi stację aktywną Master, a sterownik, któremu domyślnie przypisany jest adres "2" , stanowi stacją pasywną Slave. W przypadku podłączania dodatkowych sterowników, każdemu z nich należy przydzielić adres z przedziału (2 do 126). Adres "2" jest zawsze adresem pierwszej stacji Slave. Sytuację taką przedstawia rysunek 1.

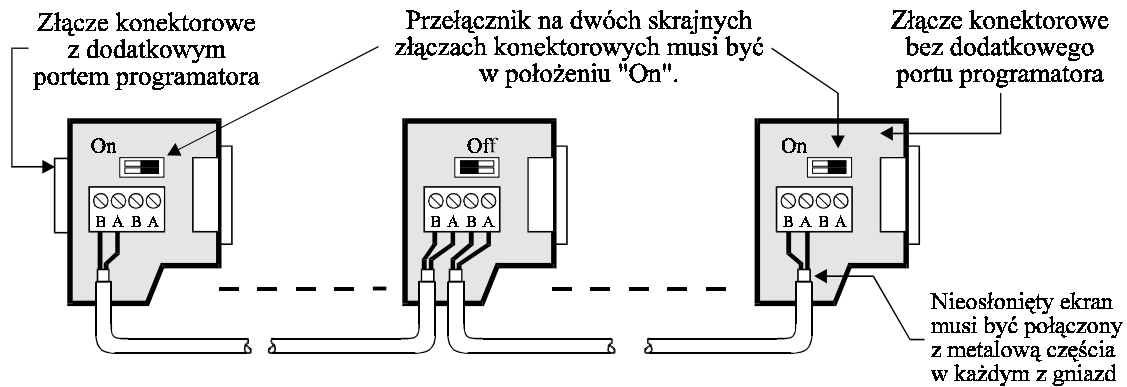


1. Przełącznik BIAS/Termination dla skrajnych stacji (tutaj stacje: 2 i n) w położeniu "ON".
2. Tylko złącze konektorowe zastosowane w stacji 2 posiada dodatkowe złącze do programatora.

Rysunek 1. Sposób podłączenia sterowników w układ sieciowy

W układzie standardowym podłączyć można maksymalnie do 31 sterowników S7 bez używania dodatkowych wzmacniaczy (repeaters). Stosując te wzmacniacze można rozbudować sieć sterowników do 125 jednostek. Wzmacniacze dzielą wtedy całą sieć na segmenty, których długość nie może przekraczać 1200m.

Firma Siemens oferuje dwa typy wtyków konektorowych do kabla sieciowego, za pośrednictwem których możliwe jest proste połączenie wielu sterowników do tej samej magistrali. Pierwszy z nich posiada dodatkowy port umożliwiający połączenie urządzenia współpracującego (np. programatora - patrz rys.1.), drugi takiego gniazda nie posiada. W każdym z tych gniazd znajduje się przełącznik BIAS/Termination.



Rysunek 2. Przykład kabla sieciowego

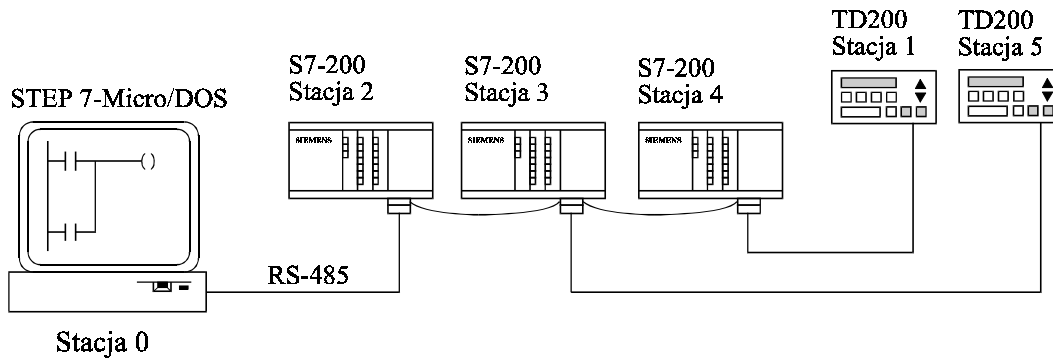
Należy pamiętać o tym by we wtykach konektorowych kabla sieciowego, wpiętych w dwie skrajne stacje każdego z segmentów, ustawić ten przełącznik w pozycję ON.

W układzie przedstawionym na rysunku 1 wszystkie sterowniki są stacjami Slave, a jedynie programator komputer jest stacją aktywną Master. Jednocześnie komputer może kontaktować się tylko z jednym sterownikiem. Nie mogą być w tym przypadku podłączone inne stacje aktywne np. inne programatory (PG), panele operatorskie (OP) czy też wyświetlacze tekstowe (TD).

Również sterownik CPU 214 pracujący w takiej sieci, który w innym przypadku może stanowić stację Master, pełni tu rolę Slave i nie może skorzystać z procedur komunikacyjnych, związanych z zastosowaniem instrukcji (NETR) i (NETW).

## 2. Charakterystyka interfejsu MPI

Gdy zachodzi konieczność współpracy kilku stacji aktywnych Master na jednym kablu sieciowym, należy zastosować kartę sieciową MPI (Multipoint Interface). Może ona być zainstalowana na PC-cie lub wewnątrz innego programatora firmy Siemens. W tym przypadku do podłączenia komputera do interfejsu RS485 pierwszej stacji sieciowej używa się kabla bez konwertera RS232/RS485.



1. Przełącznik BIAS/Termination dla skrajnych stacji (tutaj stacje: 2 i 4) w położeniu "ON".
2. Złącza konektorowe do urządzeń programujących zastosowano w stacjach 2, 3 i 4.

Rysunek 3. Przykład połączenie PC z wewnętrzną kartą MPI do układ sieciowego sterowników

W powyższym przypadku sterowniki CPU214 mogą pełnić funkcję stacji Master, która może przesyłać dane korzystając z instrukcji sieciowych (NETR) i (NETW), mimo podłączenia innych stacji Master (komputer oraz wyświetlacze tekstowe).

Przy takiej konfiguracji jak na rysunku 3 możliwości komunikacyjne są następujące:

- Możliwe jest monitorowanie pracy stacji "2" przez stację "0" w czasie wymiany danych między wyświetlaczami tekstowymi (stacja "1" i "5"), a sterownikami CPU214 (stacje "3" i "4").
- Oba sterowniki CPU214, jako stacje Master, mogą dokonywać operacji przesyłania danych używając procedur NETR oraz NETW.
- Stacja "3" może prowadzić komunikację dwukierunkową ze stacjami "2" i "4".
- Stacja "4" może prowadzić komunikację dwukierunkową ze stacjami "2" i "3".

### 3. Parametry magistrali sieciowej wykorzystującej protokół PPI

Na parametry sieci ma wpływ wiele czynników, wśród nich najważniejszymi są: szybkość transmisji, liczba stacji Master włączonych do systemu sieciowego, a także długość informacji przesyłanej między stacjami Master i Slave, wyrażonej liczbą bajtów danych. Znając te wartości można określić czas obiegu danych (tokena) w pierścieniu logicznym (token ring), do którego połączone są wszystkie stacje Master. Na tej podstawie można określić w jakim cyklu czasowym dana stacja aktywna Master uzyska prawo dostępu do sieci (inaczej mówiąc po jakim czasie, od momentu zakończenia wymiany danych, posiadać będzie po raz kolejny daną-token uprawniającą do prowadzenia transmisji). Obliczyć to można z następującego wzoru:

$$T_{rot} = T_{tr} \times m$$

gdzie:

$$T_{tr} = (94 + n) \times L \times 1/s$$

oznaczenia:

$T_{rot}$  – czas obiegu danej w pierścieniu logicznym

$T_{tr}$  – czas przetrzymywania danej przez pojedynczą stację Master,,

94 - stała,

m - ilość stacji Master,

n - ilość przesyłanych bajtów danych (od 1 do 16 bajtów),

L - długość ramki informacji (11 bitów),

S - prędkość transmisji danych [stała - 9600 bit./sek.(bodów)]

Tabela nr1 przedstawia obliczone na podstawie powyższego wzoru czasy obiegu danej w pierścieniu logicznym dla różnej liczby stacji Master oraz przy różnych długościach przesyłanych w sieci danych.

liczba bajtów danych przesyłanych przez stacje (n)	adres sieciowy stacji Master									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,22 s	0,33 s	0,44 s	0,54 s	0,65 s	0,76 s	0,87 s	0,98 s	1,09 s	
2	0,22 s	0,33 s	0,44 s	0,55 s	0,66 s	0,77 s	0,88 s	0,99 s	1,10 s	
3	0,22 s	0,33 s	0,44 s	0,56 s	0,67 s	0,78 s	0,89 s	1,00 s	1,11 s	
4	0,22 s	0,34 s	0,45 s	0,56 s	0,67 s	0,79 s	0,90 s	1,01 s	1,12 s	
5	0,23 s	0,34 s	0,45 s	0,57 s	0,68 s	0,79 s	0,91 s	1,02 s	1,13 s	
6	0,23 s	0,34 s	0,46 s	0,57 s	0,69 s	0,80 s	0,92 s	1,03 s	1,15 s	
7	0,23 s	0,35 s	0,46 s	0,58 s	0,69 s	0,81 s	0,93 s	1,04 s	1,16 s	
8	0,23 s	0,35 s	0,47 s	0,58 s	0,70 s	0,82 s	0,94 s	1,05 s	1,17 s	
9	0,24 s	0,35 s	0,47 s	0,59 s	0,71 s	0,83 s	0,94 s	1,06 s	1,18 s	
10	0,24 s	0,36 s	0,48 s	0,60 s	0,72 s	0,83 s	0,95 s	1,07 s	1,19 s	
11	0,24 s	0,36 s	0,48 s	0,60 s	0,72 s	0,84 s	0,96 s	1,08 s	1,20 s	
12	0,24 s	0,36 s	0,49 s	0,61 s	0,73 s	0,85 s	0,97 s	1,09 s	1,21 s	
13	0,25 s	0,37 s	0,49 s	0,61 s	0,74 s	0,86 s	0,98 s	1,10 s	1,23 s	
14	0,25 s	0,37 s	0,50 s	0,62 s	0,74 s	0,87 s	0,99 s	1,11 s	1,24 s	
15	0,25 s	0,37 s	0,50 s	0,62 s	0,75 s	0,87 s	1,00 s	1,12 s	1,25 s	
16	0,25 s	0,38 s	0,50 s	0,63 s	0,76 s	0,88 s	1,01 s	1,13 s	1,26 s	

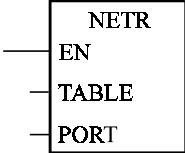
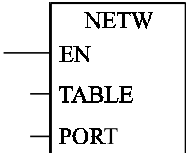
Tabela 1. Czasy obiegu danych w pierścieniu logicznym dla protokołu PPI [w sek.]

#### 4. Charakterystyka instrukcji sieciowych - NETR i NETW

Oprogramowanie STEP7 oferuje dwa rodzaje instrukcji sieciowych. Przy ich wykorzystaniu możliwa jest wymiana danych pomiędzy sterownikami S7-200 włączonych do wspólnego kabla sieciowego. Instrukcja (NETR) umożliwia odczyt danych z zewnętrznej stacji, natomiast instrukcja (NETW) powoduje transmisję danych do stacji zewnętrznej przez port komunikacyjny RS485.

Obie instrukcje dają możliwość przesyłania maksymalnie 16 bajtów informacji z lub do stacji zewnętrznej. Maksymalnie może być aktywnych 8 instrukcji (NETR) i (NETW), np: 4 instrukcje (NETR) i 4 (NETW) lub też 2 instrukcje (NETR) i 6 (NETW). Tylko sterownik z jednostką CPU214 może zarządzać tymi instrukcjami, gdyż tylko on może pełnić w sieci funkcję stacji

aktywnej Master, w przeciwieństwie do sterowników z jednostką CPU212, stanowiących stacje pasywne Slave.

LAD	Przeznaczenie	Operand
	<p>Blok funkcyjny, który zapoczątkowuje proces gromadzenia danych od urządzeń zewnętrznych (innego sterownika) przez port komunikacyjny wykorzystujący PPI. Operacja zostanie wykonana, gdy wejście "EN" będzie aktywne. Parametr "TABLE" wskazuje adres początkowy tablicy, do której będą wczytywane dane poprzez port komunikacyjny "PORT". Dane te umieszczane są kolejno począwszy od ósmego bajtu tej tablicy. Bajt ten jest jednocześnie pierwszym bajtem bufora danych, w którym może być przechowywany do 16 bajtów danych odebranych od stacji zewnętrznej. <b>Read from Network</b></p>	<p>TABLE: VB, MB PORT: zawsze 0 (CPU214)</p>
	<p>Blok funkcyjny, który zapoczątkowuje proces przesyłania danych do urządzeń zewnętrznych (innego sterownika) przez port komunikacyjny "PORT" wykorzystujący PPI. Operacja zostanie wykonana, gdy wejście "EN" będzie aktywne. Parametr "TABLE" wskazuje adres początkowy tablicy, do której będą wczytywane dane. Dane te umieszczane są kolejno począwszy od ósmego bajtu tej tablicy. Bajt ten jest jednocześnie pierwszym bajtem bufora danych, w którym może być przechowywany do 16 bajtów przekazywanych później do stacji zewnętrznej. <b>Write from Network</b></p>	



STL	Przeznaczenie	Operand
NETR t, p	Instrukcja, która zapoczątkowuje proces wczytywania danych od urządzeń zewnętrznych (innego sterownika) przez port komunikacyjny "p". Informacje te umieszczane są w buforze danych tablicy "t". Operacja zostanie wykonana, gdy pierwszym bitem stosu będzie "1". <b>Read from Network (NETR)</b>	TABLE: VB, MB PORT: zawsze 0 (CPU214)
NETW t, p	Instrukcja, która zapoczątkowuje proces transmisji danych do urządzeń zewnętrznych (innego sterownika) przez port komunikacyjny "p". Informacje, przygotowane do transmisji, umieszczane są w buforze danych tablicy "t". Operacja zostanie wykonana, gdy pierwszym bitem stosu będzie "1". <b>Write from Network (NETW)</b>	

Poniżej zostanie opisana struktura tablicy, stanowiąca parametr instrukcji sieciowych (NETR) oraz (NETW). Jej strukturą jest uporządkowany ciąg bajtów o różnym przeznaczeniu. Jej odpowiednie zdefiniowanie jest warunkiem niezbędnym do prowadzenia prawidłowego procesu sterowania i wymiany informacji między sterownikami pracującymi w układzie sieciowym.

Struktura tablicy do instrukcji NETR i NETW:

nr bajtu	k o d b ł ę d u							
0	D	A	E	0	x	x	x	x
1	Adres stacji zewnętrznej							
2	4 bajty							
3	zarezerwowane							
4	do adresowania pośredniego							
5	(I, Q, M lub V)							
6	Ilość bajtów bufora danych							
7	Bajt 0							
8	Bajt 1							
9	Bajt 2							
...	.....							
<b>22</b>	<b>Bajt 15</b>							

- D - bit ten ustawia się na "1", gdy funkcja NETR lub NETW zostanie wykonana,
- A - bit ten ustawia się na "1", gdy funkcja NETR lub NETW jest aktywna,
- E - bit ten ustawia się na "1", gdy w trakcie przesyłania danych wystąpił błąd.  
xxxx -4 bity, których kombinacja wskazuje na określony rodzaj błędu.

Przeznaczenie poszczególnych bajtów tablicy do instrukcji sieciowych NETR i NETW	
Nr bajtu	Opis
0	Pierwszy bajt tablicy, który pełni funkcję bajtu monitorującego wykonywaną funkcję NETR lub NETW.
1	Bajt, określający adres stacji zewnętrznej, z której (w przypadku instr. NETR), lub do której (w przypadku instr. NETW) będzie przekazywana informacja.
2-5	4 kolejne bajty tablicy, których zadaniem jest w trybie adresowania pośredniego (rejestrowego) określić: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. adres bajtu stacji zewnętrznej o adresie wskazanym bajtem nr 1 tablicy. Jest on pierwszym bajtem w przestrzeni adresowej stacji zewnętrznej, z której przesyłane są dane w czasie wykonywania instrukcji NETR,</li> <li>2. adres bajtu stacji zewnętrznej wskazanej bajtem nr 1 tablicy. Określa on adres początkowy w przestrzeni adresowej stacji zewnętrznej, do której przesyłane są dane w czasie wykonywania instrukcji NETW (patrz adresowanie pośrednie).</li> </ol>
6	Bajt określający długość przekazywanych danych między stacjami pracującymi w sieci (max. 16 bajtów)

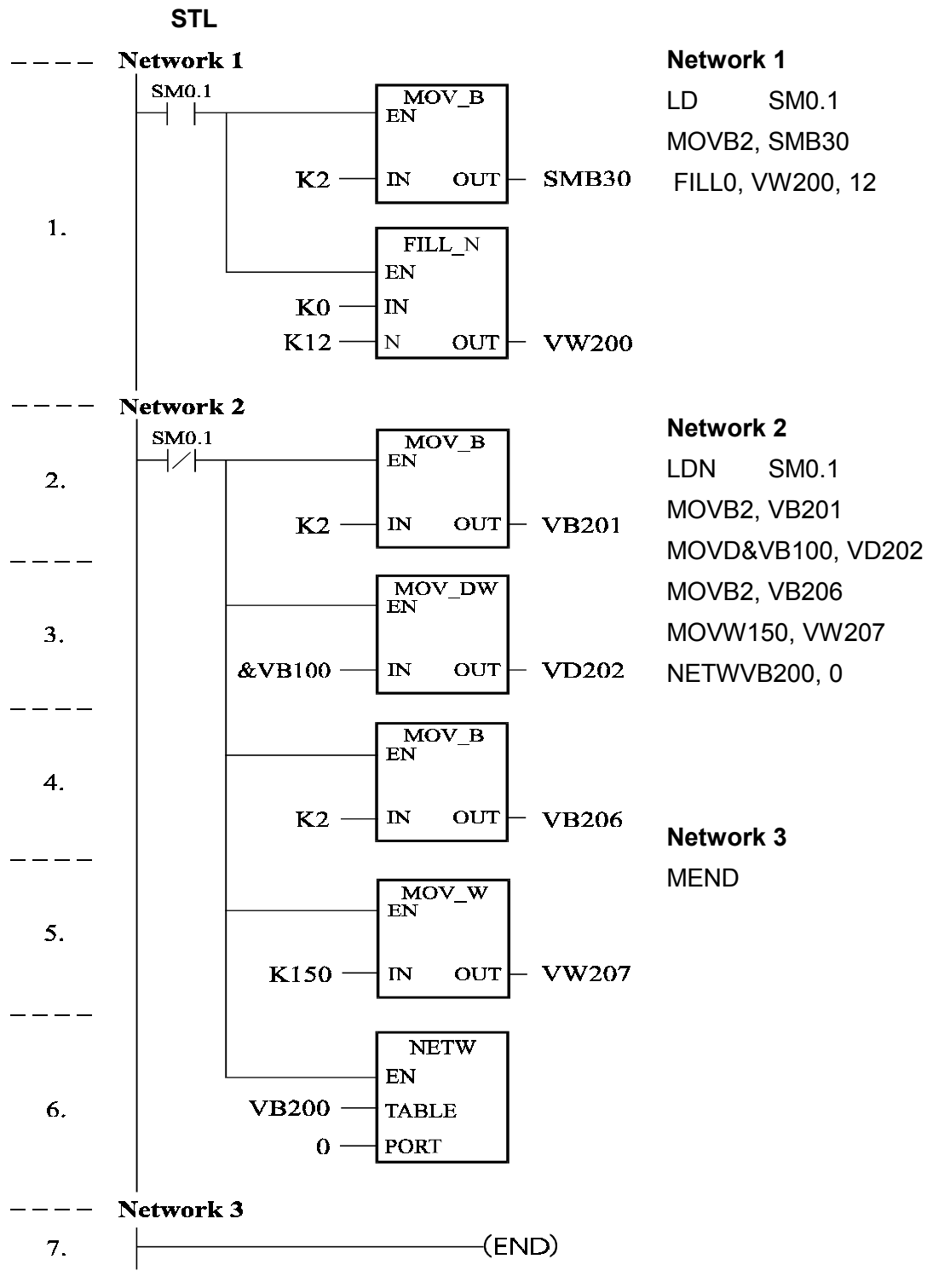
7-22	Bufor danych. W przypadku instrukcji NETR bajt 7 jest pierwszym bajtem danych przesyłanym ze stacji zewnętrznej, natomiast w przypadku instrukcji NETW jest on pierwszym bajtem danych przekazywanym do stacji zewnętrznej.
Kod błędu	Opis
0000	Brak błędu
0001	Stacja zewnętrzna nie odpowiada
0010	Błąd w trakcie odbioru informacji
0011	Błąd związany z wykorzystaniem dwa razy tego samego adresu stacji lub z uszkodzeniem sprzętu
0100	Więcej niż 8 bloków funkcyjnych NETR/NETW zostało uaktywnionych
0101	Próba wykonania instrukcji NETR/NETW bez włączenia protokołu komunikacyjnego PPI+ w rejestrze specjalnym SMB30
0110	Błędna wartość w tablicy NETR/NETW
0111	Stacja zewnętrzna zajęta
1000	Błąd w warstwie aplikacji ( w 7 warstwie modelu odniesienia OSI)
1001	Błędny adres danych lub nieprawidłowa długość bufora danych w tablicy
A-F	Rezerwa

#### Adresowanie pośrednie

W trybie adresowania pośredniego za pośrednictwem jednego rejestru (VB, QB, IB, SMB) można adresować inne komórki przestrzeni adresowej sterownika. W takim rejestrze znajduje się adres komórki pamięci, do której ma być wpisana dana wartość. W celu utworzenia rejestrowania pośredniego należy skorzystać z funkcji przemieszczenia (MOVD):

MOVD&VB100, VD200

Powyższa procedura powoduje umieszczenie rejestru VB100 w rejestrze VD200. Odwołując się do rejestru VD200, jednocześnie odwołujemy się do rejestru VB100. Wykorzystując powyższy zapis w odniesieniu do instrukcji sieciowych powodujemy to, iż w przypadku funkcji (NETR) dane o adresie początkowym VB100 stacji zewnętrznej będą wpisywane do bufora danych tablicy (NETR). W przypadku funkcji (NETW) zmienna VB100 określa miejsce przestrzeni adresowej stacji zewnętrznej, do której będą wysyłane informacje z bufora danych tablicy instrukcji (NETW). Zmienna VD200 zajmuje bajt od 2 do 5 włącznie w tablicy NETR/NETW. Oto przykład programu ilustrującego sposób definiowania tablicy w odniesieniu do bloku funkcyjnego (NETW). W podobny sposób przygotowuje się tablicę umożliwiającą wykorzystanie funkcji (NETR):



Analiza programu:

## Network 1

1. W pierwszym cyklu skanowania (SM0.1) ustawiony zostaje protokół komunikacyjny PPI + umożliwiający wykorzystanie przez CPU214 instrukcji sieciowych (NETR) i (NETW) w celu wymiany informacji ze stacjami zewnętrznymi. W tym celu w rejestrze sterującym SMB30, za pomocą którego można ustawiać parametry portu komunikacyjnego, dwa ostatnie bity (mm) ustawione zostały na (10) - wpisanie do rejestru stałej K = 2. Ponadto na samym początku została wyczyszczona cała tablica funkcji sieciowej (NETW) o adresie początkowym VW200 - wpisanie stałej K = 0 do kolejnych 12 słów (24 bajtów począwszy od VB200)

## Network 2

W następnym cyklu skanowania zdefiniowana została cała tablica stanowiąca parametr "TABLE" bloku funkcyjnego (NETW):

2. W tym szczeblu drabiny zostaje określony adres stacji zewnętrznej, do której będzie przesłana informacja (tutaj adres K=2).
3. Szczebel ten definiuje miejsce komórki przestrzeni adresowej stacji zewnętrznej, do której zostaną wpisywane dane w czasie wykonywania operacji (NETW) -(w tym przypadku VB100).
4. W tym miejscu określona jest długość bufora danych, która wynosi 2 bajty (K=2).
5. Blok funkcyjny (MOV\_W) wpisuje dwa bajty informacji do bufora danych tablicy (NETW). Wartość K=150 odpowiada bajtom: 00000001, 01000000. Pierwszy bajt stanowi zmienną VB207, a drugi VB208 bufora danych tablicy.
6. Blok funkcyjny (NETW) spowoduje przesłanie dwóch bajtów informacji (VB207 i VB208) do stacji zewnętrznej o adresie 2 do komórek pamięci VB100 i VB101.

## Network 3

7. Koniec programu głównego