

mgr inż. Andrzej Nierychłok
 dr hab. inż. Gabriel Kost, prof. Pol. Śl.
 Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów
 Wytwarzania, Politechnika Śląska w Gliwicach

PARAMETRYCZNA KONFIGURACJA STEROWNIKA R-J3iB ROBOTA FANUC DO PRACY W TRYBIE MASTER W SIECI PROFIBUS DP

Artykuł przedstawia konfigurację sieci PROFIBUS DP w systemie produkcyjnym. Rozwiązanie standardowe, w którym urządzenie master obsługiwane jest za pomocą sterownika PLC zastąpiono rozwiązaniem alternatywnym firmy FANUC, w którym sterownik robota pełni rolę urządzenia master. Rozwiązanie takie stosowane rzadko, charakterystyczne dla małych struktur sieciowych sprawia sporo trudności w zakresie konfiguracji sterownika robota-mastera. Przykładowe rozwiązanie tego typu przedstawiono w pracy.

THE PARAMETRIC CONFIGURATION R-J3iB FANUC ROBOT TO WORK IN MASTER MODE IN THE NETWORK PROFIBUS DP

This is a PROFIBUS DP network configuration in the system of production. Standard solution, in which the device master is supported using the PLC replaced by an alternative solution in which the FANUC company robot controller acts as a device master. Such rarely used, small structures characteristic of the network makes a lot of difficulties in terms of configuration driver robot-master. The example of this type of solution are at work.

1. WSTĘP – INFORMACJE OGÓLNE O SIECIACH FIELDBUS

Sieci przemysłowe typu fieldbus, należą do grupy rozproszonych systemów sterowania DCS (ang. distributed control system), które usprawniają proces sterowania przemysłowego. W systemie sterowania ważnym elementem jest zapewnienie szybkiej, cyklicznej i nieprzerwanej wymiany informacji. Dlatego sieci przemysłowe zaliczane są do sieci deterministycznych (krótki gwarantowany czas dostępu do magistrali – tzw. praca w czasie rzeczywistym), w odróżnieniu od sieci probabilistycznych (wymiana danych pomiędzy urządzeniami roboczymi, tzw. węzłami sieci, a jednostką centralną zapewniona jest w ściśle określonych odstępach czasu, rzędu kilku-kilkunastu milisekund). Węzłami sieci mogą być proste urządzenia, I/O zarówno analogowe jak i cyfrowe (czujniki, zawory, elementy wykonawcze, falowniki, terminale operatorskie) [3, 4, 5].

Sieci polowe (w tym PROFIBUS) zwiększyły elastyczność oraz wydajność instalacji, zapewniły redukcję kosztów eksploatacyjnych sieci oraz wzrost jakości systemów automatyki. Do zalet sieci PROFIBUS należą: łatwa konfiguracja (w przypadku, gdy master jest sterownikiem PLC), łatwe i tanie okablowanie i uruchomienie sieci, oraz dzięki dostępnej dobrze rozbudowanej diagnostyce, możliwość szybkiego zdiagnozowania i usunięcia błędu.

2. STEROWANIE SYSTEMAMI PRODUKCYJNYMI

Rozpatrując różne kryteria oceny systemów sterowania produkcją (odporność na zakłócenia i awarie, niezawodność, rekonfigurowalność, czy nawet możliwość przystosowania do zmian zachodzących w otoczeniu) szukano takiej architektury, która spełniałaby wyżej wymienione zadania [10].

Biorąc pod uwagę podział przestrzeni decyzyjnej w systemie produkcyjnym wyróżnić można cztery zasadnicze architektury systemów sterowania: architekturę scentralizowaną, hierarchiczną, hybrydową i rozproszoną. Obecnie tylko dwie ostatnie architektury uznawane są za przyszłościowe, biorąc pod uwagę budowę i sterowanie systemami produkcyjnymi. Sieć PROFIBUS DP opiera się na architekturze rozproszonej, w której urządzeniem nadrzędnym jest zazwyczaj sterownik PLC lub komputer klasy PC [10].

Dlatego firmy poszukują rozwiązań alternatywnych, mogących dorównywać możliwościami programowalnymi do sterowników PLC, lecz przeznaczonych do systemów produkcyjnych nie przekraczających kilku-kilkunastu urządzeń roboczych. Stąd sterowanie systemami produkcyjnymi możemy podzielić na dwie grupy: jako systemy małe oraz jako systemy duże.

2.1. Sterowanie systemami małymi

Sterowanie w takich systemach opiera się na sterowaniu grupą niewielu urządzeń roboczych. Zazwyczaj sterownik PLC bądź to komputer klasy PC, pełniący rolę master, zastępowany jest przez układ sterowania urządzenia roboczego-technologicznego (najczęściej robota) pełniącego rolę urządzenia nadrzędnego sterującego całą siecią, a równocześnie rolę węzła sieci.

W połączeniu binarnym, jakość przekazywanej informacji zależy od wielu czynników zewnętrznych, zakłócających sygnał przesyłu danych, a pewność uzyskania sygnału obciążona jest wysokim kosztem niepewności. Połączenia binarne (sieć połączeń binarnych 0/1) są łatwiejsze w realizacji. Za pomocą sygnałów binarnych można w prosty sposób inicjować stan urządzeń sprzęgniętych w takiej sieci.

Jednakże możliwości stawiane przez dzisiejsze urządzenia wykonawcze daleko wykraczają poza prosty schemat połączeń binarnych. Falowniki komunikujące się przy pomocy systemu 0/1 nie wykorzystują swych możliwości. Prosty impulsowy sygnał pozwala na wykonanie programu zapisanego w pamięci falownika (brak możliwości ingerencji w prędkość obrotową serwa, w ilość wykonanych obrotów bądź to w zmianę obrotów prawych/lewych). PROFIBUS ograniczeń takich nie posiada oraz co ważniejsze czuwa nad przesyłem przekazywanych informacji.

2.2. Sterowanie systemami dużymi

Urządzeniem nadrzędnym jest zazwyczaj sterownik PLC, dzięki czemu proces konfiguracji wszystkich urządzeń pracujących w sieci dokonywany jest na komputerze wyposażonym w specjalistyczne oprogramowanie służące zarówno przy programowaniu jak i wizualizacji całego systemu, a błędy wykryte podczas wizualizacji można łatwo i szybko skorygować.

3. ZASTOSOWANIE PROFIBUS DP W PRZEMYSŁE

Sieć PROFIBUS zbudowana jest na zasadzie systemu master-slave, w której jedno z urządzeń pełni rolę nadrzędną (sprawuje nadzór nad urządzeniami roboczymi), a drugie tzw. urządzenie obiektowe zbiera informacje wejściowe i wystawia informacje wyjściowe (odpowiada na zapytania urządzenia nadrzędnego). Elastyczność sieci PROFIBUS pozwala połączyć urządzenia różnych producentów, odmiennych pod względem funkcjonowania i architektury. Sieci polowe, do których zalicza się PROFIBUS są rozwinięciem interfejsu RS-485 odpowiedzialnego za komunikację i przesył danych. Komunikacja sieci PROFIBUS (PROcess FIeld BUS) opiera się na standardzie IEC 61158 oraz IEC 61784 [3, 4, 5, 6, 7].

Sieć PROFIBUS oparta jest o siedmiowarstwowy model sieci ISO/OSI (ang. International Organization for Standardization/Open System Interconnection), z którego zazwyczaj

wykorzystywane są warstwy: pierwsza – fizyczna, druga – liniowa, siódma aplikacji – opcjonalna [3, 4, 5, 8].

Według ISO/OSI warstwa pierwsza określa parametry transmisji i medium transmisyjne, warstwa druga opisuje protokół dostępu do szyny, a warstwa siódma wykonuje polecenia (realizuje funkcje) użytkownika [3, 4, 5, 8].

Urządzenia robocze pracujące w sieci PROFIBUS korzystają z warstwy liniowej odpowiedzialnej za niezawodne przekazywanie informacji z odpowiedzią lub potwierdzeniem, oraz z warstwy aplikacji, która udostępnia programowo zdefiniowane obiekty w węzłach sieci [3, 4, 5, 8].

Transmisja danych odbywa się w standardzie RS-485, poprzez ekranowany dwużyłowy przewód miedziany, lub światłowód. Prędkość transmisji danych zależy od rozpiętości sieci i może osiągać wartość 12000 Kbit/s (w przypadku bezpośredniej transmisji z udziałem 2 stacji na odległość nie przekraczającą 100 m). Maksymalna odległość między urządzeniami wynosi 1200 m (wartość tą można zwiększyć do 9600 m przy użyciu wzmacniaczy sygnałowych – repeaters oraz przy ograniczeniu prędkości transmisji) [3, 4, 5].

Urządzenia w sieci łączy się w strukturę linii lub drzewa, w której na początku i końcu zawsze występuje terminator. Oba terminatory posiadają ciągłe zasilanie z sieci, w celu zapewnienia poprawnego jej działania. [3, 4, 5].

3.1. Struktura systemu mono-master oraz multi-master

PROFIBUS DP może pracować jako sieci typu mono-master, czyli z jednym urządzeniem nadrzędnym (głównie jest to sterownik PLC) oraz jako multi-master (od wersji DP-V1) z wieloma stacjami nadrzędnymi. Wybór rozwiązania uzależniony jest od struktury sieci, potrzeb i wymagań użytkownika, a duża elastyczność przy projektowaniu sieci fieldbus umożliwia jej bezproblemową konfigurację. W systemie mono-master informacje przepływają w trybie master-slave (rolling), z kolei w systemach multi-master przekazywany jest znacznik w ustalonej kolejności (token ring), który nadaje prawo dostępu do magistrali (token passing) i tym samym prawo zarządzania siecią [3, 4, 5].

W przemysłowych konfiguracjach sieci typu mono-master urządzeniem nadrzędnym jest najczęściej sterownik PLC. Urządzenia DP Slave podłączone zostały za pośrednictwem medium komunikacyjnego z urządzeniem nadrzędnym, odpowiedzialnym za poprawne działanie całej sieci. Zaletą takiej konfiguracji jest osiągnięcie najkrótszego cyklu pracy całej sieci. Przekaz danych informacyjnych rozpoczyna zawsze master, wysyłając zapytania do urządzeń podrzędnych (slave), które odpowiadają na zapytania mastera. Tak przebiegającą wymianę informacji nazywamy odpytywaniem (polling). Możliwy jest także tryb transmisji zwany rozgłaszaniem (broad-casting), w którym to master wysyła zapytania do wszystkich stacji na raz. W przypadku sieci multi-master do jednej magistrali przyporządkowanych jest wiele stacji nadrzędnych, które to mogą tworzyć niezależnie działające podsystemy, albo urządzenia nadzorujące i kontrolujące (diagnostyczne) działanie sieci. W praktyce liczba stacji master rzadko kiedy przekracza trzy. Informacje o stanie urządzeń DP Slave można odczytać przez każdego mastera, jednakże zapis informacji możliwy jest tylko przez jedno urządzenie, które podczas projektowania systemu zostało przyporządkowane jako DPM1, czyli główny sterownik całej sieci [3, 4, 5].

3.2. Diagnostyka sieci PROFIBUS DP

Niewątpliwą zaletą jaką niesie ze sobą PROFIBUS DP są możliwości diagnostyczne sieci oraz urządzeń polowych. W przypadku sygnałowych połączeń binarnych takiej możliwości nie mamy [9].

Informacje diagnostyczne związane są przede wszystkim z urządzeniami polowymi i umożliwiają wykrycie błędów typu: brak zasilania w obwodach wykonawczych, ogólna informacja, który z modułów pracuje nieprawidłowo, szczegółowa informacja opisująca dany błąd urządzenia. Oczywiście takie informacje szczegółowe zarówno diagnostyczne jak i funkcjonalne są dostępne dla urządzeń pracujących w systemie DP-V1 i wyżej [9].

Dla śledzenia na bieżąco informacji funkcjonalnych opisujących dane urządzenie w danej chwili wymagane jest dodatkowe stanowisko master obsługiwane za pomocą komputera klasy PC z odpowiednim oprogramowaniem diagnostycznym [9].

Głównym problemem w komunikacji PROFIBUS DP jest medium transmisyjne. Dla sprawdzenia poprawności przesyłanego sygnału użytkownik może zaopatrzyć się w dedykowany tester okablowania PROFIBUS lub skorzystać z urządzenia uniwersalnego typu oscyloskop. Dzięki tym urządzeniom możliwe jest wykrycie zagłuszonego sygnału lub też braku takiego sygnału. Dodatkową zaletą tych pierwszych są niewielkie wymagania stawiane użytkownikowi i jednocześnie bardzo szybka i precyzyjna lokalizacja problemu, np.:

- zwarcie pomiędzy liniami danych bądź też pomiędzy liniami danych a ekranem sieci,
- przerwa w linii danych lub ekranie sieci,
- niewłaściwa terminacja segmentu,
- skrosowanie linii danych,
- niejednorodność kabla,
- występowanie odgałęzień.

Sieć PROFIBUS z rozbudowanymi funkcjami diagnostycznymi oraz funkcjonalnymi może skutecznie wypierać połączenia binarne [9].

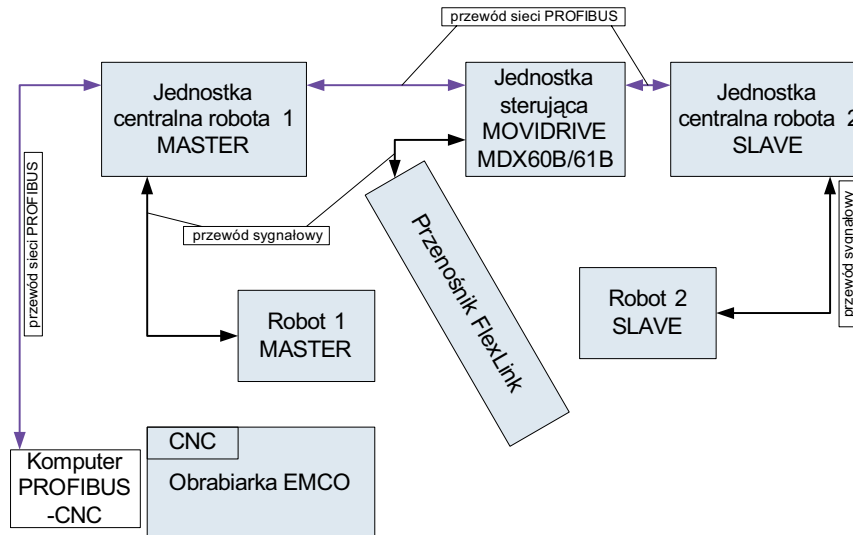
4. ROZWIĄZANIE ALTERNATYWNE – KONFIGURACJA BEZ STEROWNIKA PLC

Dla małych sieci (pkt. 2.1) obejmujących swym zakresem kilka-kilkanaście węzłów, z których jednym jest sterownik (US) robota manipulacyjnego, firma FANUC dla sterownika R-J3iB opracowała komunikację wykorzystującą sieć PROFIBUS DP za pomocą urządzenia pełniącego rolę zarówno mastera sieci jak i urządzenia roboczego. Osiągnięto to podłączając do US robota kartę master sieci PROFIBUS DP, umożliwiającą w pełni zastąpienie sterownika PLC w sieci.

Programowanie sieci za pomocą sterowników PLC wiąże się z przygotowaniem programu sterującego poszczególnymi węzłami sieci na komputerze klasy PC, wgraniu do pamięci robota parametrów urządzeń polowych (węzłów), które wg specyfikacji zapisane są w pliku tekstowym z rozszerzeniem .GSD, a następnie przesłaniu do sterownika PLC odpowiednio skompilowanego kodu programu. Parametry urządzeń dostarcza ich producent. Takie rozwiązanie jest optymalne przy obsłudze dużej ilości urządzeń podłączonych do sieci (węzłów) oraz w przypadku rzadkiej ingerencji operatorskiej w kod źródłowy programu sterującego systemem produkcyjnym. W małych systemach produkcyjnych, charakteryzujących się wysokim poziomem elastyczności produkcji, celowe jest wykorzystanie, które oferuje firma FANUC dla sterownika R-J3iB. Cały kod programu sterującego pracą poszczególnych węzłów sieci wprowadzany jest z poziomu programatora robota (Teach Pendant) i jego US.

Taką infrastrukturę sieci zastosowano w zrobotyzowanym systemie technologicznym Instytutu Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Metod Wytwarzania, gdzie urządzeniem nadrzędnym jest sterownik R-J3iB robota FANUC Arc Mate 100iB

(rys. 1). Idea działania PROFIBUS sterowanej przez sterownik R-J3iB jest identyczna jak sieci opartej na sterowniku PLC. Urządzenia technologiczne i pomocnicze systemu wyposażone zostały w odpowiednie karty PROFIBUS DP przystosowane do współpracy ze sterownikiem R-J3iB robota jako masterem. Karty te pracują jako slave, zgodnie ze standardem DP-V1.



Rys. 1: Rozmieszczenie urządzeń w zrobotyzowanym gnieździe obróbczym
Schemat rozmieszczenia stanowisk roboczych z podziałem na urządzenie master i slave przedstawia rys. 2. Robot FANUC Arc Mate 100iB steruje pracą pozostałych urządzeń technologicznych oraz kontroluje ich stan pracy.

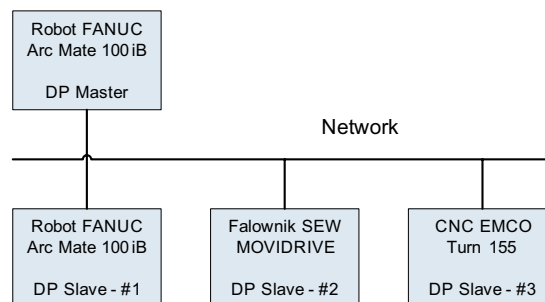
Sterowanie obrabiarką CNC odbywa się za pomocą tłumaczenia informacji wysyłanych i odbieranych przez port RS-485 na RS-232 za pomocą komputera klasy PC.

5. KONFIGURACJA SIECI, PARAMETRY ORAZ AKTYWACJA URZĄDZEŃ

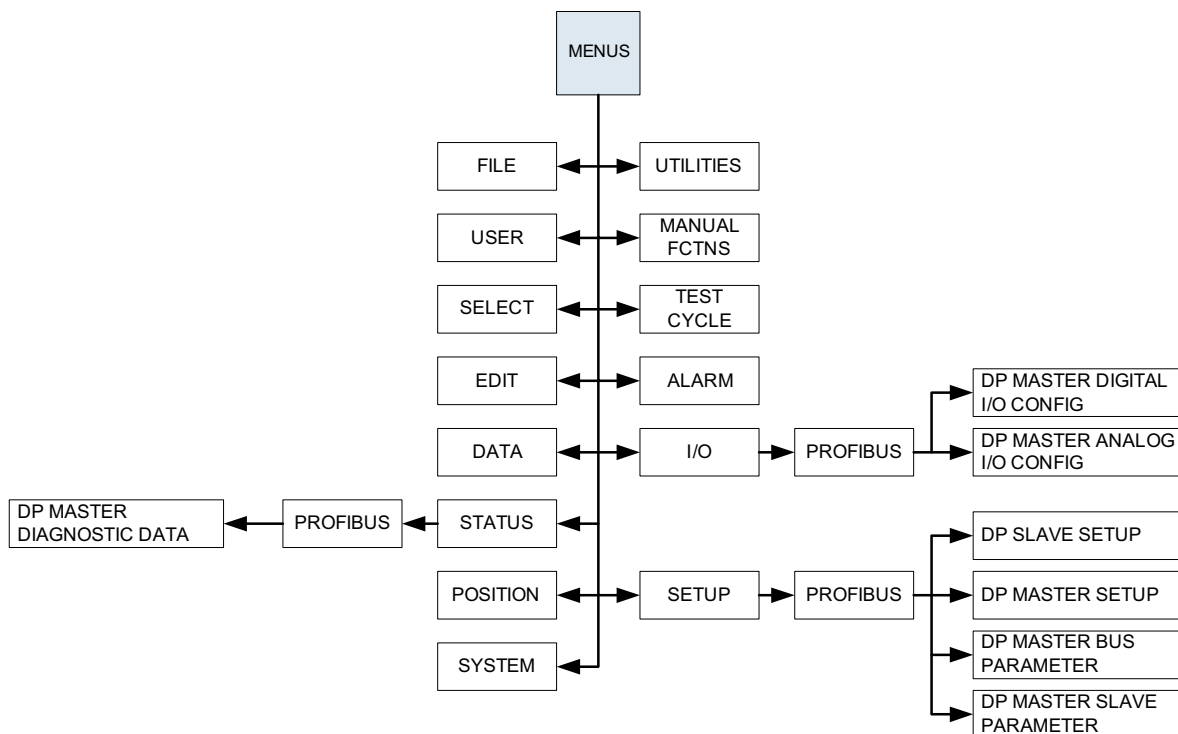
Niewątpliwą zaletą pracy systemu produkcyjnego opartego o sieć PROFIBUS DP sterowaną przez kontroler robota (rys. 2) jest konfiguracja wszystkich urządzeń pracujących w sieci przy stanowisku roboczym, z możliwością śledzenia pracy całej sieci.

Pierwszym etapem konfiguracji sieci jest zdefiniowanie wszystkich urządzeń – węzłów sieci. W przypadku kiedy rolę mastera spełnia US robota, parametry urządzeń wpisuje się z teach-pendant'a i zapamiętuje w pamięci karty master robota.

Strukturę menu sterownika R-J3iB (rys. 3) uporządkowano w sposób odpowiadający za wykonywane przez sterownik funkcje. W oknie menu pokazano funkcje: wykaz aktualnych alarmów, wejście do menu setup'u, wejście do menu I/O, itp.



Rys. 2: Topologia wykorzystanej sieci PROFIBUS DP



Rys. 3: Mapa menu PROFIBUS DP dla sterownika R-J3iB [1]

Parametry sieci konfigurowane są z wykorzystaniem menu funkcji SETUP sterownika robota. Zamieszczone rysunki przedstawiają opcje konfiguracyjne i parametry sieci PROFIBUS DP (rys. 4, 5, 6, 7, 8), jakie należy zdefiniować dla poprawnej pracy sieci.

Parametr konfiguracji PROFIBUS DP o nazwie DP MASTER SLAVE PARAMETER (rys. 4) umożliwia szybkie włączenia/wyłączenia stacji slave z pracy w sieci. Możliwe jest podłączenie do 32 urządzeń roboczych pracujących w sieci (DISABLE), w której sterownik R-J3iB pełni rolę master. Domyślnie adresy stacji slave (DISABLE) rozpoczynają się od numeru trzeciego. Dla ułatwienia rozpoznania urządzenia w sieci można wypełnić pole komentarza, wpisując nazwę pracującego na danym adresie urządzenia polowego [1, 2].

SETUP PROFIBUS-DP					FANUC	SEW
DP MASTER SLAVE PARAMETER						
NO	ENB/DIS	Address	Comment	1/32		
1	DISABLE	3	[]		ENABLE	
2	DISABLE	4	[]			ENABLE
3	DISABLE	5	[]			
4	DISABLE	6	[]			
5	DISABLE	7	[]			
6	DISABLE	8	[]			
7	DISABLE	9	[]			
8	DISABLE	10	[]			
9	DISABLE	11	[]			

Rys. 4: Parametry stacji slave [1, 2]

Z prawej strony zamieszczone zostały dane, wprowadzone dla urządzeń roboczych (Robot FANUC Arc Mate 100iB – slave oraz FLEXLINK z falownikiem SEW MOVIDRIVE MDX 60B/61B). W ustawieniach domyślnych robot pracujący jako slave (rys. 1, 2) przypisany został w sieci na adresie trzecim, a podajnik z falownikiem MOVIDRIVE MDX 60B/61B na adresie czwartym [1, 2].

Kolejny krok konfiguracji dotyczy funkcji ustawień zaawansowanych sieci PROFIBUS DP (rys. 5). Parametry poszczególnych urządzeń wpisuje się wg danych pozyskanych z plików .GSD dostarczonych przez producentów urządzeń (slave).

SETUP PROFIBUS-DP				FANUC	SEW
DP MASTER SLAVE PARAMETER 1			1/38		
1	SLAVE ENABLE/DISABLE	DISABLE	ENABLE	ENABLE	
2	STATION ADDRESS	3	3	4	
COMMENT					
3	[]			
4	INPUT OFFSET ADDRESS	0		3	
5	OUTPUT OFFSET ADDRESS	0		1	
6	INPUT BYTES	3		14	
7	OUTPUT BYTES	1		14	
8	SLAVE FLAG	192 (C0 h)			
9	ACTIVE	ON			
10	NEW PRM	ON			
11	SLAVE TYPE	0			
12	STATION STATUS	184 (B8 h)	136 (88 h)	136 (88 h)	
13	LOCK REQ	ON	ON	ON	
14	UNLOCK REQ	OFF	OFF	OFF	
15	SYNC REQ	ON	OFF	OFF	
16	FREEZE REQ	ON	OFF	OFF	
17	WD REQ	ON	ON	ON	
18	WD FACT1	10			
19	WD FACT2	10			
20	MIN TSDR	55			
21	IDENT NUMBER	14 (E h)	159 (9F h)	24579 (6003 h)	
22	GROUP IDENT	0 (0 h)			
23	GROUP 1	OFF			
24	GROUP 2	OFF			
25	GROUP 3	OFF			
26	GROUP 4	OFF			
27	GROUP 5	OFF			
28	GROUP 6	OFF			
29	GROUP 7	OFF			
30	GROUP 8	OFF			
31	USER PRM DATA BYTES	5	0	9	
32	USER PRM DATA	*DETAIL*			
33	CONFIG DATA BYTES	2	3	2	
34	CONFIG DATA	*DETAIL*			
35	DPRAM INPUT OFFSET	0 (0 h)	96 (60 h)	128 (80 h)	
36	DPRAM OUTPUT OFFSET	1024 (400 h)	4128 (1020 h)	4160 (1040 h)	
37	SLAVE USER DATA BYTES	0			
38	SLAVE USER DATA	*DETAIL*			

Rys. 5: Szczegółowe parametry stacji slave [1, 2]

Rys. 6 jest rozszerzeniem parametru 32 z konfiguracji USER PRM DATA przedstawionej na rys. 5. Opisuje parametry odpowiedzialne za transfer danych. Dla robota pracującego jako slave (drugi robot) nie są wymagane zmiany parametrów z uwagi na domyślne skonfigurowanie obu kart PROFIBUS DP podpiętych do robotów. Dane dla podajnika taśmowego FLEXLINK z napędem SEW odczytano z pliku .GSD dostarczonego przez producenta a po podłączeniu specjalistycznego urządzenia testowego (programator SEW) zmieniono je na parametry mniej rygorystyczne [1, 2].

SETUP PROFIBUS-DP				FANUC	SEW
DP MASTER SLAVE PARAMETER 1				1/180	
USER PARAM DATA	DEC	HEX			
1	0	(0 h)			0
2	0	(0 h)			0
3	0	(0 h)			0
4	0	(0 h)			6 (6 h)
5	0	(0 h)			129 (81 h)
6	0	(0 h)			0
7	0	(0 h)			0
8	0	(0 h)			1 (1 h)
9	0	(0 h)			1 (1 h)

Rys. 6: Dane parametrów urządzenia [1, 2]

Parametry widoczne na rys. 7 przedstawiają dane, które także zostały odczytane z pliku .GSD, dla konfiguracji odpowiadającej 8 bajtom wychodzącym i 10 bajtom wchodzącym [1, 2].

SETUP PROFIBUS-DP				FANUC	SEW
DP MASTER BUS PARAMETER				1/32	
USER DATA	DEC	HEX			
1	0	(0 h)	192 (C0 h)	243 (F3 h)	
2	0	(0 h)	7 (7 h)	242 (F2 h)	
3	0	(0 h)	9 (9 h)		
4	0	(0 h)			
5	0	(0 h)			
6	0	(0 h)			
7	0	(0 h)			
8	0	(0 h)			
9	0	(0 h)			

Rys. 7: Dane urządzenia [1, 2]

Rys. 8 pokazuje listę parametrów zawartych w oknie konfiguracyjnym DP MASTER DIGITAL I/O CONFIG wartości transmisji danych bajtowych dla poszczególnych urządzeń podłączonych w sieci. Dane jakie zostały wprowadzone zapisywane są poniżej okna konfiguracyjnego, z tym że parametry dla urządzenia pracującego na adresie trzecim, tj. obrabiarki sterowanej numerycznie na dzień dzisiejszy są w fazie eksperymentalnej.

SETUP PROFIBUS-DP					
DP MASTER DIGITAL I/O CONFIG					
NO	Address	IN-BYTE	OUT-BYTE	IN-OFS	OUT-OFS
1	3	3	1	0	0
2	4	10	8	3	1
3	5	10	8	13	9
4	6	18	10	13	9
5	7	3	1	13	9
6	8	3	1	13	9
7	9	3	1	13	9
8	10	3	1	13	9
9	11	3	1	13	9
Parametry sieci ustawione dla urządzeń 3-5					
1	3	3	1	0	0
2	4	14	14	3	1
3	5	17	15	13	9

Rys. 8: Konfiguracja parametrów DIGITAL I/O [1, 2]

Ciągle trwają prace nad sposobem skonfigurowania tego urządzenia w sieci pracującego pod kontrolą sterownika R-J3iB (standardowo, układ sterowania EMCO nie umożliwia takiej współpracy – konieczne jest oprogramowanie złącza DNC w sterowniku obrabiarki).

Rys. 9 przedstawia plik .GSD dla stacji slave robota FANUC, w którym pokazane zostały tylko najważniejsze parametry jakie należy ustawić na robocie master.

```

;=====
; DP-Slave : FANUC Robot
; Date : 03.19.2005
;=====
;
#Profibus_DP
Vendor_Name           = "FANUC"
Model_Name            = "FANUC ROBOT"
Revision              = "1.0"
Ident_Number          = 0x009F
Protocol_Ident        = 0
Station_Type          = 0
FMS_supp              = 0
...
; Slave specific parameters
Freeze_Mode_supp     = 0
Sync_Mode_supp       = 0
Auto_Baud_supp       = 1
Set_Slave_Add_supp   = 0
User_Prm_Data_Len    = 0
Min_Slave_Intervall  = 1
Modular_Station      = 1
Max_Module            = 1
Max_Input_Len         = 32
Max_Output_Len        = 32
Max_Data_Len         = 64
;
Module = "8 Byte Out, 10 Byte In" 0xC0 , 0x07 , 0x09
EndModule
Module = "32 Byte Out, 32 Byte In" 0xC0 , 0x1F , 0x1F
EndModule
...
;

```

Rys. 9: Schemat pliku GSD dla DP-Slave [1]

6. WNIOSKI

Sieć oparta na urządzeniu nadrzędnym – master, pracującym nie jako sterownik PLC lecz jako urządzenie robocze, pozwala w prosty sposób pokazać zasadę działania komunikacji (wymiany danych) w sieci PROFIBUS DP. Zaletą takiego rozwiązania jest szybkie pisanie kodu programu dla urządzeń znajdujących się w sieci. Prosty program komunikujący się z urządzeniami polowymi przypomina konfigurację podobną dla sieci binarnej, przy bardziej złożonym kodzie programu, np. sterowanie serwem wymaga od użytkownika większej wiedzy i niekiedy także praktyki.

Największą trudnością podczas budowy takiej sieci był problem z ustanowieniem połączenia pomiędzy urządzeniami polowymi. Problem tkwił w ustawieniu parametrów urządzeń na masterze sieci. Wymagane było dokładne przesłanie pliku .GSD dla każdego urządzenia, wybranie odpowiednich parametrów potrzebnych do prawidłowej komunikacji urządzeń oraz ustalenie zakresu przekazywanych informacji w pojedynczej ramce komunikatu. Aby zrozumieć kod pliku .GSD nie wystarczyło zapoznać się z jego strukturą, należało sięgnąć do odpowiednich pomocy naukowych opisujących strukturę pliku, jego parametry, skróty nazw, itp. Po udanej konfiguracji, gdy master sieci widzi urządzenia polowe, pisanie programu staje się niebywale proste.

Dla sieci małych, takich jak laboratorium w instytucie rozwiązanie oferowane przez firmę FANUC można określić jako optymalne. Niewiele urządzeń wchodzących w skład sieci przemysłowej daje się łatwo zaprogramować, a tym samym koszty takiej infrastruktury sieci są mniejsze od rozwiązań standardowych.

Także studenci podczas zajęć laboratoryjnych mogą zapoznać się z alternatywną metodą programowania systemów produkcyjnych przy wykorzystaniu sieci PROFIBUS DP.

7. LITERATURA

- [1] FANUC Robot Series (R-J3 Controller), PROFIBUS-DP(12M), Interface Function - Operator's Manual, FANUC LTD 1996
- [2] SEW EuroDrive, MOVIDRIVE MDX 61B, FIELDBUS DFP21B PROFIBUS DP, wydanie 03/2004
- [3] W. Solnik, Z. sZajda: „Komputerowe sieci przemysłowe Profibus DP i MPI”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005
- [4] K. Sacha: „Sieci miejscowe PROFIBUS”, Wydawnictwo MIKOM, Warszawa 1998
- [5] PROFIBUS Technology and Application, PROFIBUS PNO, Październik 2002
- [6] IEC 61158 – „Digital Data Communication for Measurement and Control-Fieldbus for Use in Industrial Control Systems”
- [7] IEC 61784 – „Profile Sets for Continuous and Discrete Manufacturing Relative to Fieldbus Use in Industrial Control Systems”
- [8] ISO 7498-1:1994 – „Information Technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model”
- [9] A. Szymiczek – „Skuteczna diagnostyka i zwiększanie niezawodności sieci PROFIBUS DP”
- [10] J. Zając – „Wieloagentowe sterowanie zrobotyzowanymi systemami produkcyjnymi”.