

Profibus

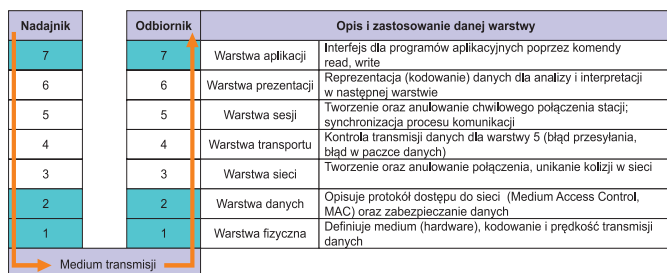
Model ISO/OSI, architektura i rodzaje stosowanych protokołów, ramka, telegramy, kodowanie

Model ISO/OSI opisuje komunikację pomiędzy stacjami w systemie sieciowym oraz definiuje zasady transmisji i interfejs używany przez dany protokół. W 1983 r. Międzynarodowa Organizacja do celów Standaryzacji (ISO) ustanowiła model referencyjny OSI („Open Systems Interconnection Reference Model”), który definiuje elementy, strukturę i zadania związane z komunikacją.

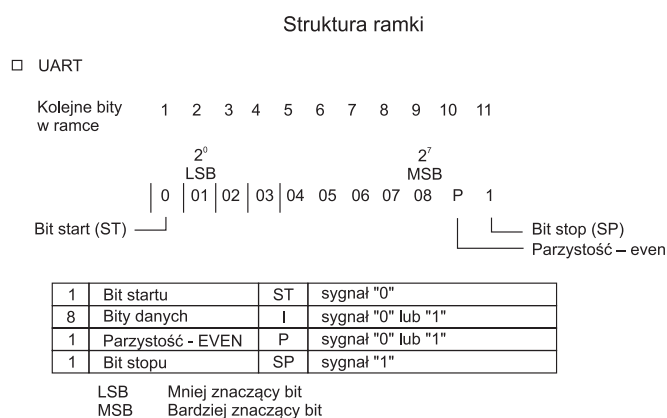
Model OSI został podzielony na siedem warstw (rys. 1). Każda z nich pełni specjalne funkcje w procesie komunikacyjnym. Jeżeli jednak system komunikacyjny nie wymaga którejs z funkcji, wtedy odpowiednia warstwa nie jest wykorzystywana i jest pomijana. Tak też jest w sieciach PROFIBUS, które wykorzystują warstwy 1, 2 oraz 7.

Protokoły komunikacyjne stosowane w sieciach Profibus

Profibus FMS (Fieldbus Message Specification) jest przeznaczony do wzajemnej komunikacji na poziomie sterowania jednostek cen-



Rys. 1. Model ISO/OSI



Rys. 2. Struktura ramki w sieci Profibus

tralnych PLC oraz komputerów PC. Był on poprzednikiem protokołu PROFIBUS

DP. Wykorzystuje warstwy 1,2 oraz 7.

Profibus DP (Decentralized Periphery) jest prostym, szybkim, cyklicznym i deterministycznym procesem wymiany danych pomiędzy stacją *master* a określoną stacją *slave*. Pierwotna wersja DP-V0 i późniejsza rozszerzona wersja DP-V1 pozwalają na cykliczną wymianę danych pomiędzy stacjami *master* i *slave*. W wersji DP-V2 dodatkowo jest możliwa komunikacja *slave-to-slave* w trybie izochronicznym. Wykorzystuje on warstwę 1 i 2 oraz interfejs użytkownika, który udostępnia wymagane funkcje użytkowe, systemowe i obsługę urządzeń dla różnych typów stacji DP. Warstwy 3 do 7 nie są używane.

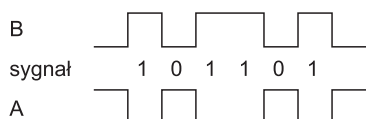
Profibus PA jest implementowany głównie w automatyce procesowej. Typowo wykorzystuje technologię transmisji MBP-IS, protokół transmisji w wersji DP-V1 oraz profile aplikacyjne dla urządzeń PA Devices. Jest on rozszerzeniem protokołu Profibus DP.

Bus Access Protocol. Umieszczony w warstwie 2 (danych). Definiuje procedury *master-slave* oraz *token passing* pozwalające na koordynację dostępu kilku stacji *master* w sieci. Warstwa 2 zawiera również funkcje do zabezpieczenia i obsługi ramki danych. Jest ona określana mianem *fdl*.

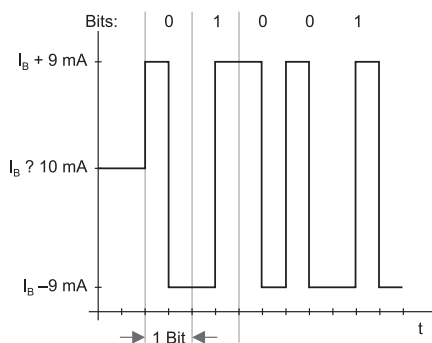
Tab. 1. Sposób wymiany informacji pomiędzy stacjami DP oraz używane usługi i funkcje

Funkcje/ usługa	Stacja DP-slave		Stacja DP-master Klasa 1		Stacja DP-master Klasa 2		Numer SAP	Usługa warstwy 2
	Za	Od	Za	Od	Za	Od		
Data_Exchange	W		W		0		Domyślny	SRD
RD_Inp	W				0		56	SRD
RD_Outp	W				0		57	SRD
Slave_Diag	W		W		0		60	SRD
Set_Prm	W		W		0		61	SRD
Chk_Cfg	W		W		0		62	SRD
Get_Cfg	W				0		59	SRD
Global_Control	W		W		0		58	SRD
Set_Slave_Add	0				0		55	SRD
Komunikacja-M-M			0	0	0	0	54	SRD/SDN
Usługi DP-V1	0		0		0		51/50	SRD

Opis funkcji: Za – zapytanie, Od – odpowiedź, W – wymagane, 0 – opcjonalne



Rys. 3. Kodowanie typu NRZ



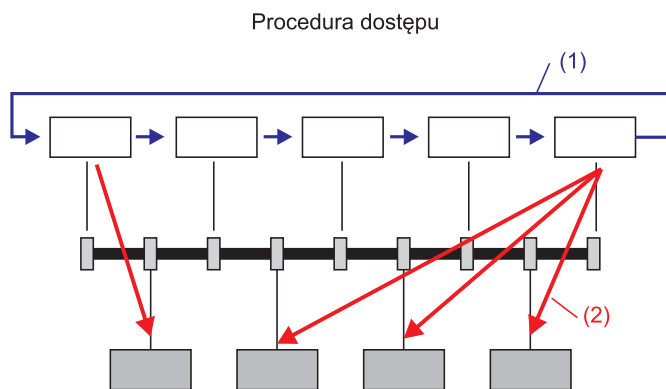
Rys. 4. Kod Manchester II (modulacja prądu)

Ramka, kodowanie, procedura dostępu i telegram w protokole Profibus

Struktura ramki w protokole Profibus. Ramka w protokole Profibus (rys. 2) składa się z 11 bitów (1 bit startu, 8 bitów danych, 1 bit parzystości (even), 1 bit stopu). Jeżeli nic nie jest transmitowane, to linia przyjmuje stan tzw. *idle state potential*, czyli stan logiczny „1”. Linia przestawiana jest w stan „0” przez bit startu.

Kodowanie sygnału. Protokół Profibus DP wymienia dane, wykorzystując sposób kodowania danych NRZ, tzn. sygnał kodujący stan logiczny „0” lub „1” nie zmienia się w trakcie trwania danego bitu (rys. 3).

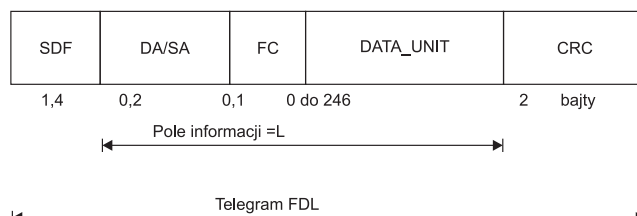
Kodowanie typu Manchester – Profibus PA. Protokół Profibus PA przesyła dane z użyciem kodu Manchester w przypadku wyko-



Token passing – stacje aktywne w sieci (1)

Master-slave pomiędzy węzłami aktywnymi i pasywnymi (2)

Rys. 5. Procedura dostępu i wymiany cyklicznej w sieci Profibus



Rys. 6. Format telegramu FDL. SDF: pole nagłówka (*Start Delimiter Data Link*) – długość 1 lub 4 bajty, DA: bajt celu (*Destination Address, pole informacji*), SA: bajt adresu źródła (*Source Address, pole informacji*), FC: bajt kontrolny (*Frame Control, pole informacji*), DATA_UNIT: pole danych, długość (L-3), maksymalnie 246 bajtów, CRC: suma kontrolna bloku danych, długość 2 bajty

Qwerty
www.qwerty.pl

**KLAWIATURY,
ELEWACJE,
TABLICZKI
I ZESTYKI FOLIOWE**

- ▶ PROJEKTUJEMY
- ▶ PRODUKUJEMY
- ▶ SPRZEDAJEMY

Towarzystwo Elektrotechnologiczne Qwerty Sp. z o.o.
ul. Siewna 21, 94-250 Łódź,
e-mail: qwerty@qwerty.pl; www.qwerty.pl;
tel. 042 632 47 92, 633 32 84, 630 42 64, fax 042 632 85 93

ioLogik E1200
Moduł kontrolno-pomiarowy z wbudowanym dwuportowym switchem Ethernet

- ▶ Wbudowany dwuportowy switch Ethernet z możliwością łączenia kaskadowego
- ▶ Idealny do systemów akwizycji danych dzięki szerokiej dostępności wejść/wyjść (cyfrowe, analogowe, przekaźnikowe)
- ▶ Definiowane przez użytkownika adresowanie Modbus/TCP
- ▶ Biblioteki programistyczne dla Windows VB/VC.NET, Linux C API
- ▶ Komunikacja przez sterownik systemowy SCADA Active OPC Server Lite
- ▶ Zarządzanie przez stronę Web lub ioSearch Utility

MOXA
ELMARK Automatyka sp. z o.o.
02-703 Warszawa
ul. Bukowińska 22 lok. 1B
Tel. (022) 541-84-60
Fax. (022) 541-84-61
moxa@elmark.com.pl

ELMARK
Automatyka sp. z o.o.
www.elmark.com.pl

rzystania technologii MBP (*Manchester Coded Bus Powered*), tzn. bit przesyłany jest jako zbocze narastające lub opadające, zmieniające się w połowie trwania bitu (rys. 4).

Struktura telegramu (warstwa 2). Wymiana danych w sieci Profibus DP (rys. 5) polega na wysyłaniu telegramów ze stacji nadrzędnej *master* do stacji podrzędnej *slave* oraz odpowiedzi na te zapytania w odwrotnym kierunku. Dodatkowo, stacje aktywne (*master*) wymieniają pomiędzy sobą znacznik dostępu, tzw. *token*. Zezwala on na nadawanie w sieci.

W warstwie drugiej opisano ogólny format telegramów danych, format zabezpieczeń danych oraz serwis transmisji. Jako zasadę przyjęto, że każdy telegram ma format opisany jako *fdl* (rys. 6). Składa się on z pola nagłówka, pola informacji i cyklicznej sumy kontrolnej (CRC). Pole informacji podzielono na pole adresów i kontroli. Dodatkowo może zawierać ono również pole z danymi. Przy telegramach z krótkim potwierdzeniem pole informacji zostaje pominięte.

W protokole Profibus zdefiniowano następujące serwisy transmisji:

- SDA (*Send Data with Acknowledge*): dane wysyłane są do stacji *master* lub *slave*, a jako odpowiedź wysyłane jest potwierdzenie (tylko dla protokołu FMS).
 - SRD (*Send and Request Data with acknowledge*): dane są wysyłane i odbierane w jednym cyklu wiadomości.
 - SDN (*Send Data with No Acknowledge*): telegramy typu Broadcast lub Multicast, tzn. telegramy do wybranej grupy.
- Protokół Profibus DP używa jedynie usług SRD oraz SDN.

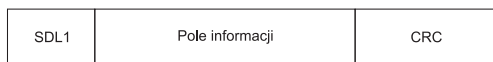
Za pomocą serwisu SRD stacja *master* wysyła wartości danych wyjściowych do stacji *slave* i otrzymuje zwrotnie odpowiedź jako wartość danych wejściowych. Jeżeli stacja *slave* nie ma wejść, a jedynie same wyjścia, to wysyła krótką odpowiedź potwierdzenia będącą liczbą E5H.

Serwis SDN jest używany do wysyłania danych do zdefiniowanej grupy stacji *slave*. Nie ma telegramu odpowiedzi na telegram SDN.

Format telegramu ze stałą ilością pola informacji bez pola danych



Format telegramu zapytania (Request Frame)



Format telegramu kwitowania (Acknowledgement Frame)



Format krótkiego kwitowania (short Acknowledgement Frame)

SD1 - Request_FDL_Status: telegram wysyłany przez stację aktywną w celu wyszukania pojawienia się nowej stacji aktywnej w sieci.

SDL1: bajt startu 1 (Start Delimiter 1 Data Link), kod: 10H

SDL5: bajt startu 5 (Start Delimiter 5 Data Link), kod: E5H

CRC: cykliczna suma kontrola bloku (CRC) – długość 2 bajty

L: długość pola informacji, stała długość L = 3 bajty

Format ze zmienną długością pola informacji

SD2 - Telegram: telegram danych ze zmienną długością danych.

Wykorzystywany przez serwis SRD

SDL2: bajt startu 2 (Start Delimiter 2 Data Link), kod: 68H

LE: bajt długości (Length), wartość: 4 do 249

LEr: bajt długości powtórzony (repeated)

CRC: cykliczna suma kontrola bloku (CRC) – długość 2 bajty

L: długość pola informacji, zmienna liczba bajtów L = 4 do 249



Format telegramu zapytania (Send/Request Frame)

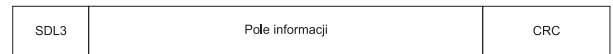


Format telegramu odpowiedzi i (Response Frame)

Format telegramu ze stałą ilością pola informacji z polem danych



Format telegramu zapytania (Send/Request Frame)



Format telegramu odpowiedzi i (Response Frame)

SD3 = Telegram: telegram danych ze stałą długością danych.

SDL3: bajt startu 3 (Start Delimiter 3 Data Link), kod: A2H

CRC: cykliczna suma kontrola bloku (CRC) – długość 2 bajty

L: długość pola informacji, stała długość L = 11 bajtów

Telegram token

SD4 = Telegram token: telegram pomiędzy dwoma stacjami aktywnymi w celu przekazania uprawnienia dostępu do sieci (*token*). Składa się on z 5 bajtów:

- SDL4: bajt startu 4 (*Start Delimiter 4 Data Link*), wartość DCH,
- DA: bajt stacji docelowej (*Destination Address*),
- SA: bajt stacji źródłowej (*Source Address*),
- CRC: cykliczna suma kontrola bloku (CRC) – długość 2 bajty

a)

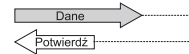
Przesyłanie telegramów

Serwis acykliczny

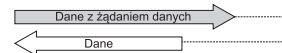
Wysył dane bez potwierdzenia – *SDN Send Data with No Acknowledgement* (Broadcast)



– Wysył dane z potwierdzeniem – *SDA Send Data with Acknowledgement*



– Wysyłanie i żądanie danych z powtarzaniem – *SRD Send and Request Data with Reply*

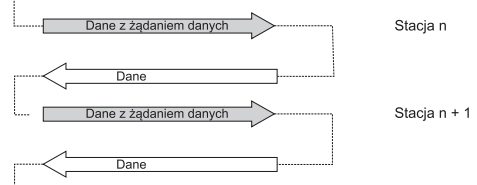


b)

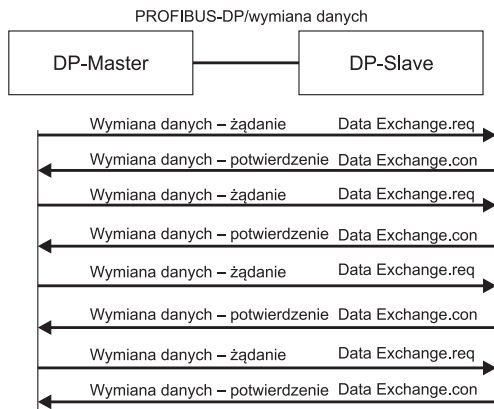
Przesyłanie telegramów

Serwis cykliczny

Cykliczne wysyłanie i żądanie danych z odpowiedzią (CSRD)



Rys. 7. Przesyłanie telegramów: a) serwis acykliczny, b) serwis cykliczny



Rys. 8. Wymiana danych pomiędzy stacjami Profibus DP

Wszystkie telegramy zapytania wysyłane przez stację nadrzędną *master* klasy 1 wysyłane są z wysokim priorytetem w warstwie 2. Odpowiedni telegram odpowiedzi stacji *DP slave* jest zwykle wysyłany z niskim priorytetem. Jednak stacja *slave* ma możliwość (przez zmianę ważności telegramu z niskiego na wysoki) poinformowania stacji nadrzędnej *master* o istnieniu danych diagnostycznych do odczytu lub wystąpieniu określonego zdarzenia w stacji *slave*.

Na rys. 7 pokazano przykłady transmisji telegramów wykorzystywanych np. do przekazywania uprawnień do nadawania oraz do wymiany danych wejść i wyjść, podczas komunikacji pomiędzy stacjami *master* i *slave*, natomiast w tab. 1 i na rys. 8 używane funkcje oraz sposób komunikacji pomiędzy stacjami Profibus DP.

Dariusz Germanek
www.profibus.org.pl
 poland@profibus.com

R E K L A M A

ZBIORNIK DO TRAWIENIA PŁYTEK

- pojemność zbiornika 2l
- grzałka (wkładana do zbiornika) o mocy 300 W
- pompa powodująca ciągły przepływ czynnika trawiącego i równomierne usuwanie miedzi
- przezroczysta obudowa ułatwia nadzorowanie przebiegu procesu trawienia
- wymiary wewnętrzne: 350×230×30 mm

www.sklep.avt.pl • tel. 22 257 84 50

kod handlowy: ET20

Kabel połączeniowy do zasilacza z wymiennymi złączami

- długość przewodu 1,8 m
- w zestawie 8 wymiennych końcówek zasilających

kod handlowy: PLUGC6

cena: 9 zł

www.sklep.avt.pl • tel. 022 257 84 50

My wiemy **kto** wie...



www.automatyka.pl

Serwis branżowy www.automatyka.pl gromadzi informacje o produktach i usługach z branży automatyki przemysłowej. Zasoby Serwisu tworzone są samodzielnie przez zarejestrowane firmy. Każda z nich wprowadza informacje o własnej ofercie, produktach, usługach, wydarzeniach. Dzięki temu Serwis prezentuje żywy, stale aktualny obraz branży. Jest szybkim i skutecznym środkiem komunikacji pomiędzy uczestnikami rynku.

www.automatyka.pl – cała branża w zasięgu ręki