



PROFIBUS PA

Opis systemu

Technology and Application



Standard dla automatyki procesowej





PROFIBUS PNO

Szanowni Państwo,

PROFIBUS PNO jest międzynarodową organizacją, która zajmuje się rozwojem i standaryzacją sieci przemysłowych w automatyce. Pomagamy użytkownikom i producentom urządzeń pracujących w sieci PROFIBUS i PROFINET wykorzystać najnowsze i najlepsze rozwiązania i technologie. Naszym członkom zapewniamy stały dostęp do wiedzy i informacji technicznych.

Nasza organizacja powstała aby realizować i chronić otwarty standard komunikacji i sterowania.

Wprowadzenie

Zakres zastosowań sieci przemysłowych rozwija się w dużym tempie, sprawiając, że obszar zastosowań ich w różnych technologiach automatyzacji ulega ciągłym zmianom. Początkowo automatyka zorientowana była głównie na produkcję, jednak obecnie zakres zastosowań zwiększył się i obejmuje już zadania automatyki takie jak serwis i utrzymanie ruchu, magazynowanie, optymalizacja zasobów, udostępnianie danych dla systemów MES i ERP. Główną siłą napędową tego rozwoju była technologia sieci polowych, która znacznie ułatwiła przejście od centralnych systemów do systemów rozproszonych automatyki oraz zastosowanie inteligentnych systemów sieciowych.

Systemy komunikacji bazujące na sieci Ethernet stanowią połączenie technologii automatyki i technologii informatyki, tak aby umożliwić zgodną komunikację od poziomu sieci polowej do poziomu zarządzania zakładem. Sieci PROFIBUS i PROFINET są objęte standaryzacją, co pozwala

na łatwą możliwość połączenia części obiektowej z „górnym” poziomem instalacji. Dzięki swojemu standardowemu protokołowi, PROFIBUS obejmuje wszystkie procesy w fabryce i procesy automatyki, łącznie z procesami komunikacji związanej z bezpieczeństwem oraz aplikacjami sterowania napędami. Pozwala to na całkowitą integrację systemu automatyki. PROFINET stanowi również protokół objęty standardem, który oprócz komunikacji pomiędzy stacjami – komunikacja pozioma, umożliwia także komunikację z systemami nadrzędnymi – komunikacja pionowa, tym samym łączy sieci polowe z systemami zarządzania zakładem.

Dlatego też obydwie struktury komunikacji ułatwiają funkcjonowanie całej sieci, integrując stosowne rozwiązania dla odpowiednich zadań automatyki.

Głównym powodem dzięki któremu PROFIBUS wyróżnia się wśród innych przemysłowych sieci komunikacyjnych, jest niezwykle szeroki zakres jego zastosowań.

Specyficzne dla określonych wymagań założenia komunikacyjne zostały określone w profilach komunikacyjnych, co dało podstawę do stworzenia jednolitego, standardowego i otwartego systemu komunikacji dla różnych typów urządzeń różnych producentów z jednoczesnym zabezpieczeniem klienta końcowego oraz producenta przy realizacji inwestycji – możliwość zastosowania różnego typu urządzeń od różnych producentów.

Profile aplikacyjne dla urządzeń PA odgrywają kluczową rolę w procesach automatyki. Niezależnie od producenta definiują one parametry i funkcjonalność urządzeń stosowanych w różnych technologiach, np. w przetwornikach, urządzeniach wykonawczych, czy analizatorach. Profil stanowi zalecenia dla ujednolicenia aplikacji, uproszczenia narzędzi programowych i zwiększenia dostępności przez standaryzację informacji i parametrów.

Spis treści

Wprowadzenie.....	3	4.5 PROFIBUS w aplikacjach związanych z bezpieczeństwem	16
Spis treści	4	4.6 Funkcje do identyfikacji urządzeń oraz serwisu (I&M).....	16
Zawartość.....	4	4.7 Diagnostyka urządzenia	17
1. Sieci przemysłowe PROFIBUS	5	5. Integracja urządzeń.....	19
1.1 PROFIBUS dla automatyki procesowej (PROFIBUS PA)	6	5.1 Pliki GSD stacji slave - General Station Description.....	19
1.2 PROFIBUS dla wszystkich elementów systemu	7	5.2 Pliki EDD stacji slave - Electronic Device Description.....	19
1.3 Integracja istniejących systemów	7	5.3 Interfejs Device Type Manager (DTM) oraz Field Device Tool (FDT).....	19
2. Technologie transmisji	8	6. Technologia w systemie	20
2.1 Zasilanie i komunikacja poprzez wspólny kabel	8	6.1 Model przesunięty do automatyki procesowej	20
2.2 Topologia	8	6.2 Profinet w technologii automatyki	20
2.3 Przejście z sieci DP do PA	8	7. Testowanie	22
2.4 PROFIBUS PA w strefie zagrożonej wybuchem	9	7.1 Kontrola jakości przez certyfikację	22
2.5 Diagnostyka sieci	9	7.2 Certyfikacja urządzeń PA	22
2.6 Redundancja	10	8. Korzyści użytkownika	23
2.7 Zdalne I/O	10	9. PI – PROFIBUS & PROFINET International	24
3. PROFIBUS protokół komunikacji	11	9.1 Odpowiedzialność PI	24
3.1 Klasy urządzeń.....	11	9.2 Rozwój techniczny	24
3.2 Konfiguracja systemu PROFIBUS.....	12	9.3 Wsparcie techniczne	24
3.3 Komunikacja cykliczna	13	9.4 Certyfikacja.....	24
3.4 Komunikacja acykliczna	13	9.5 Szkolenia.....	25
4. Profil PA	14	9.6 Internet: Źródło informacji.....	25
4.1 Struktura.....	14	9.7 Dodatkowe informacje	25
4.2 Model blokowy i przepływ sygnału	14		
4.3 Parametry urządzeń	15		
4.4 Profil roboczy	16		

Zawartość

W niniejszym opisie można znaleźć podstawowe informacje odnośnie sieci PROFIBUS oraz opis najnowocześniejszych technologii dostępnych w systemie PROFIBUS. Broszura ta jest dedykowana nie tylko dla użytkowników sieci, którzy pragną zasięgnąć podstawowych informacji na temat sieci, ale również zachęcamy ekspertów do pogłębienia swojej wiedzy i skorzystania z dodatkowej fachowej literatury, która w większości jest dostępna w Internecie na stronach organizacji PNO w postaci elektronicznej.

Niniejsza broszura oferuje nie tylko informacje dla czytelników z podstawową wiedzą, zainteresowanych uzyskaniem ogólnego poglądu w temacie, ale

także stanowi wprowadzenie do obszerniejszej i bardziej specjalistycznej literatury. Chcielibyśmy jednak zwrócić uwagę na to, że jedynie oficjalne dokumenty PI (PROFIBUS i PROFINET International) mogą być traktowane jako ostateczne i rzetelne źródło konkretnych informacji.

Rozdział 1 zawiera podstawowe informacje odnośnie technologii sieci PROFIBUS oraz jej zastosowanie i wykorzystanie.

Rozdziały od 2 do 4 zajmują się głównymi aspektami PROFIBUS PA oraz wskazują cele i powody zastosowania poszczególnych rozwiązań

Rozdział 5 przedstawia w zarysie technikę konfiguracji sieci PROFIBUS

Rozdział 6 zajmuje się problemem integracji istniejącej sieci PROFIBUS PA oraz przejścia do sieci PROFINET.

Rozdział 7 opisuje procedury testowe wymagane przy certyfikacji

Rozdział 8 przedstawia zalety korzystania z sieci PROFIBUS PA.

Rozdział 9 podsumowuje cały dokument, dostarcza informację o organizacji PI oraz o produktach i usługach.

1. Sieci przemysłowe PROFIBUS

Przy kalkulacji całego systemu ważna jest minimalizacja kosztów przy zapewnieniu jednocześnie wysokiej niezawodności działania urządzeń produkcyjnych oraz osiąganie dużej dostępności urządzeń. Dlatego należy uwzględnić także koszty dostawy, serwisu i utrzymania ruchu oraz koszty optymalizacji sterowania procesami.

Optymalne sterowanie procesami powinno zapewniać ich monitorowanie i kontrolowanie w najbardziej efektywny sposób, spełniający wymagania procesów i systemu. Wymaga to obszernych informacji na temat procesów i systemu. Współcześnie dostęp do tych informacji stał się możliwy dzięki inteligentnym urządzeniom skomunikowanym w sieciach polowych. Bezproblemowa oraz łatwa dostępność wszystkich potrzebnych danych jest najważniejszym warunkiem optymalizacji procesów.

Spójna komunikacja PROFIBUS

Operatorzy systemów technologicznych podczas ich użytkowania spotykają się z wieloma różnymi wyzwaniami technicznymi, a przez to starają się osiągnąć standaryzację w największym możliwym stopniu. Odpowiednio, "Integracja zamiast interfejsu" i "Jedna technologia zamiast wielu" są warunkami do wprowadzenia w sieciach polowych takich standaryzacji. PROFIBUS jest jednorodną technologią spełniającą te wymagania, jak i zapewnia dużą żywotność całego systemu.

PROFIBUS jest bazującym na sieciach polowych standardem automatyki organizacji PI (PROFIBUS & PROFINET International). Oferuje rozwiązania obejmujące samą komunikację, profile aplikacyjne, integrację systemu i projektowanie. Niedawno organizacja PI wprowadziła na rynek standard sieci PROFINET-bazująca na sieci Ethernet sieć polowa.

Sieci PROFIBUS oraz PROFINET używają identycznych profili, przez co stwarzają swego rodzaju zabezpieczenie instalacji zarówno

dla użytkowników i producentów tych technologii. Zarówno PROFIBUS jak i PROFINET stosowane są do sterowania w maszynach, jak i w automatyce procesowej, a w szczególności mogą być implementowane w aplikacjach mieszanych.

Struktura sieci PROFIBUS bazuje na standardowym protokole komunikacji PROFIBUS DP. Dzięki temu mamy szeroki zakres zastosowań przy automatyzacji zakładów oraz procesach automatyki, utrzymaniu ruchu i zadaniach związanych z bezpieczeństwem, ułatwiając w ten sposób projektowanie, montaż i serwis. Także dla tych technologii wymagane jest tylko zasadniczo jedyne szkolenie, czy dokumentacja oraz serwis sprzętu.

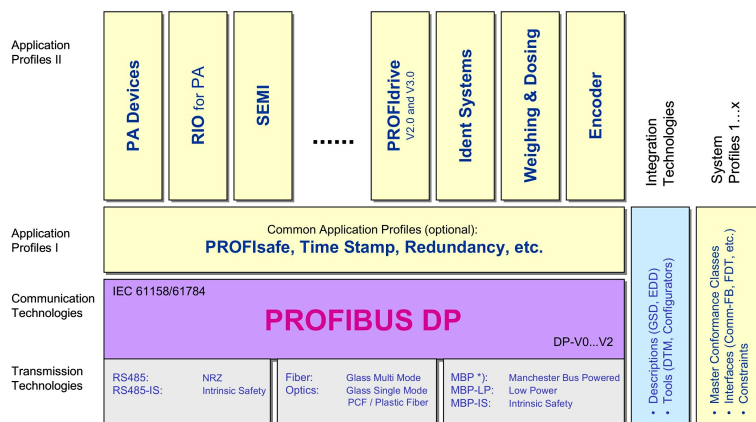
Użytkownicy "hybrydowych" układów automatyki (patrz rozdział 1.3) generalnie korzystają z podstawowych możliwości technologii PROFIBUS oraz bardzo często łączą zadania związane z obsługą procesów z zadaniami sterowania w fabryce. Szczególnie odnosi się to do przemysłu farmaceutycznego i spożywczego.

Modułowa struktura technologii PROFIBUS

Technologia PROFIBUS posiada strukturę modułową, składającą się ze wzajemnie kompatybilnych komponentów, które mogą być wybrane i łączone zgodnie z wymogami programu, w taki sam sposób, jak system modułowy. (Rys 1).

W środku systemu znajduje się protokół PROFIBUS DP, który jest identyczny dla wszystkich aplikacji (patrz rozdział 3) Dostępne są różne media transmisji danych: RS485 dla standardowych aplikacji, RS485-IS dla obszarów zagrożonych wybuchem, MBP dla transmisji z urządzeniami zasilanymi przez sieć, technika światłowodowa, transmisja oparta na technice radiowej (patrz rozdział 2), transmisja oparta na technice podczerwieni, itd.

Profile zostały określone dla technologii PROFIBUS w celu zapewnienia kompatybilności urządzeń różnych wytwórców, gdzie bardzo istotny jest szeroki ich zakres zastosowań oraz transmisja danych ze skomplikowanymi urządzeniami. Profil określa charakterystyczne dla danej aplikacji cechy urządzenia, które muszą być obsługiwane przez urządzenie pracujące z tym profilem. Cechy profili mogą obejmować różne klasy urządzeń, np. związane z bezpieczeństwem, czy cechy charakterystyczne dla poszczególnych klas urządzeń, czy napędów. Urządzenia o różnych profilach mogą pracować oczywiście w tej samej sieci. Bardzo proste urządzenia, takie jak zdecentralizowane urządzenia wejść/wyjść nie zawsze używają profili aplikacyjnych. Organizacja PI określiła również profile dla urządzeń w sieci PA ("Profile for Process Control Devices" lub PA profile) dla automatyki procesowej (patrz rozdział 4).



Rysunek 1: System modułowy PROFIBUS

1.1 PROFIBUS dla automatyki procesowej (PROFIBUS PA)

Ogólnie mówiąc PROFIBUS PA stanowi specyficzną część technologii PROFIBUS (modułowe elementy systemu) dla potrzeb automatyki procesowej. PROFIBUS PA określa wszystkie komponenty technologiczne używane do łączenia inteligentnych urządzeń polowych ze sterownikami, systemy kontroli i stacjami inżynierskimi co stanowi idealne rozwiązanie dla procesów automatyki.

W sieci PROFIBUS PA stosowana jest technologia MBP (Manchester-encoded, Bus Powered) dwuprzewodowa technologia łącząca funkcje transmisji danych i zasilania energią. MBP-IS (IS= intrinsically safe) może być używany w obszarach zagrożonych wybuchem. Technika instalacji z zabezpieczeniami oraz ograniczeniem mocy chroni przed zagrożeniem wybuchem ze strony urządzenia polowego działającego w strefie 0, 1 i 2 lub kategorii I/Div.1 i I/Div.

Prosta topologia PROFIBUS PA opłaca się już na etapie projektowania: zakres dokumentacji może być zredukowany do 90% w stosunku do instalacji 4-20 mA. Sprawdzanie całej sieci podczas fazy wdrażania można wykonać dużo szybciej, znacznie redukując całkowity czas od planowania do oddania do eksploatacji. Elastyczność instalacji PROFIBUS dodatkowo pozwala na proste dodawanie nowych urządzeń, ich modernizację czy zastępowanie innymi. Gdy konieczna jest rozbudowa systemu i dodawanie nowych urządzeń wpływających na działanie starych układów, urządzenia 4-20 mA lub urządzenia HART można je z łatwością przyłączyć do instalacji opartej na sieci PROFIBUS.

Instalacje PROFIBUS PA wykazują wysoki poziom niezawodności nawet przy pracy w trudnych warunkach. Mimo tego, podczas fazy wdrażania do eksploatacji i okresowo podczas użytkowania systemu zalecane jest używanie narzędzi diagnostycznych, np. monitorowania poziomów napięcia i sygnału, tak aby jak najwcześniej wykrywać wszelkie nieprawidłowości. Dla aplikacji z wymogami dużej niezawodności dostępne są dodatkowo rozwiązania redundantne zwiększające niezawodność systemu (patrz rozdział 2.6).

Profil PA klasyfikuje urządzenia używane w procesach automatyki takie jako przetworniki, urządzenia wykonawcze, karty wejść/wyjść cyfrowych oraz analizatory. Dla każdej z kategorii urządzeń profile specyfikują odpowiednie funkcje i parametry, które można użyć, aby przystosować działanie urządzenia do indywidualnych wymogów aplikacji i procesów. Specyfikacja opiera się na blokach funkcyjnych, gdzie typy parametrów traktowane są jako wejściowe, wyjściowe i wewnętrzne. Profile określają także, w jaki sposób protokoły komunikacyjne PROFIBUS powinny być stosowane. Na przykład dane procesowe wymieniane cyklicznie bazują na standardowym formacie dla wszystkich urządzeń procesowych. Format ten, oprócz możliwości pomiaru i zadawania wartości charakteryzuje się on również bajtem statusowym zawierającym informacje o jakości i prawdopodobnych przekroczeniach zakresów pomiarowych.

Funkcjonalność urządzenia określona w profilu PA ułatwia standaryzację procesów nie tylko z punktu widzenia sterownika ale także z perspektywy zarządzania systemem. Ponadto, wzajemna kompatybilność ułatwia wymianę urządzeń w sieci polowej, nawet pochodzących od różnych producentów.

Aby lepiej poznać szeroki i zróżnicowany zakres urządzeń PA, systemów kontroli i systemów zarządzania siecią dostępnymi na rynku prosimy zapoznać się z opisem "Online Product guide" dostępnym na stronie internetowej www.profibus.com lub www.profibus.org.pl.

Koncepcja diagnostyki określona w profilu PA stanowi także podstawę dla szeroko pojętego zarządzania i kontroli sieci. Odkąd pojawiła się możliwość planowania przeglądów zgodnie z harmonogramem produkcji, PROFIBUS PA można wykorzystać w tym celu do znacznego ograniczania kosztów.

PROFIBUS posiada międzynarodowy standard IEC 61158/61784 i jest najbardziej sprawdzoną technologią na rynku sieci polowych. Ponad 25 milionów zainstalowanych urządzeń PROFIBUS sprawia, że PROFIBUS jest najlepszym standardem komunikacyjnym na świecie.

Ponad 3,5 miliona urządzeń używane jest w przemyśle procesowym i ponad 700 000 urządzeń zgodnych jest z profilem PA, wykorzystujących komunikację MBP. Użytkownicy każdej branży przemysłowej mogą stosować sieć PROFIBUS do usprawnienia procesu produkcji oraz dużej redukcji całkowitych kosztów użytkowania.

Wspierająca sieć PROFIBUS organizacja międzynarodowa PI posiada liczne krajowe przedstawicielstwa wraz z centrami kompetencyjnymi, laboratoriami testowymi w krajach całego świata. (patrz rozdział 7).

1.2 PROFIBUS dla wszystkich elementów systemu

Wiele urządzeń korzysta z procedur sterowania procesami charakteryzujących się ciągłym pomiarem oraz sterowaniem sekwencyjnym, polegającym w dużej mierze na technologii produkcji bazującej na dyskretnych stanach procesu.

W tego typu systemach cały proces produkcji obejmuje trzy etapy: logistykę przed produkcją, samą produkcję i logistykę po zakończeniu produkcji. Logistyka przedprodukcyjna obejmuje takie procesy jak przeładunek przychodzących towarów, magazynowanie i dostawy materiałów. Logistyka po produkcji obejmuje pakowanie i załadunek gotowych produktów.

Typowymi przykładami są:

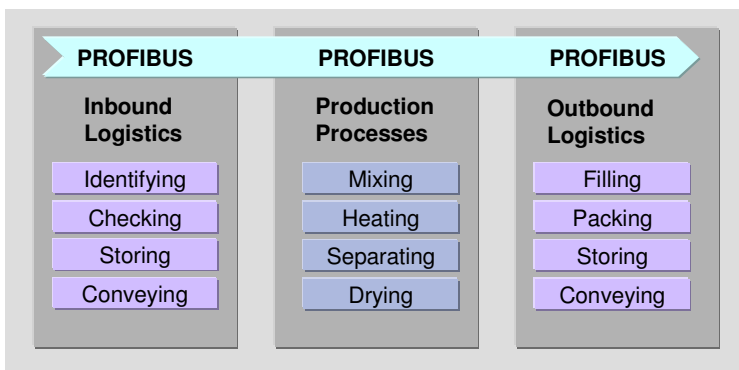
- Przemysł farmaceutyczny, w którym produkcja leków opiera się na procedurze sterowania procesami, jednak pakowanie np. tabletek jest specyficzną procedurą, do której używane są skomplikowane maszyny pakujące.
- Przemysł browarniczy, w którym zadania sterowania procesami przy fermentacji, czy produkcji piwa, również wykorzystują specyficzne procedury. Do zadań tych należą: zautomatyzowane mycie i napełnianie butelek, magazynowanie skrzyń dla dostaw, czy zadania do wykonania których mogą być używane roboty
- Przy produkcji samochodów, lakiernia z odpowiednim procesem sterowania stanowi część całego łańcucha, który jest typowym dla produkcji dyskretnej.

Użycie sieci PROFIBUS znacznie ułatwia automatyzację urządzeń produkcyjnych we wszystkich zakresach produkcji, przy użyciu jednej technologii. Dzięki temu do przeszłości odeszły urządzenia produkcyjne z jednorodnymi rozwiązaniami sieci polowych dla różnych branż produkcyjnych, powodujące dodatkowe koszty projektowania, przechowywania danych i dokumentacji, jak i dodatkowych szkoleń.

Dla kompleksowego planowania i optymalizacji spójnego systemu komunikacji na poziomie sieci polowych powinna uwzględniać zdolność do integracji poziomej użytkownika systemów zarządzania, np. technologii komunikacji bazującej na sieci Ethernet. Przejście z sieci PROFIBUS do sieci PROFINET umożliwiają systemom PROFIBUS bezproblemowe przejście do sieci PROFINET i w ten sposób do poziomu zarządzania przedsiębiorstwem (patrz rozdział 6)

1.3 Integracja istniejących systemów

Obecnie większość inwestycji w automatyce procesowej dokonywana jest w celu ich rozwoju i modernizacji. Wiele projektów wykazało, jak przydatna jest sieć PROFIBUS w tego typu rozwiązaniach. Profile „Remote I/O” i „HART w sieci PROFIBUS” pozwalają na integrację zainstalowanych urządzeń 4-20 mA do systemu komunikacji PROFIBUS, bez potrzeby zmiany okablowania. Pozwala to tym samym na uzyskanie maksymalnego zysku i wykorzystania systemu sieci polowej (patrz rozdział 2.7 i 6.1).



Rys. 2: Zintegrowane rozwiązanie PROFIBUS dla urządzeń produkcyjnych

2. Technologie transmisji

2.1 Zasilanie i komunikacja poprzez wspólny kabel

Podobnie jak standardowe połączenie sygnału 4-20 mA lub HART, tak i połączenie sieciowe pozwala na jednoczesną transmisję zasilania oraz przesyłanie danych poprzez pojedynczy kabel, nawet w środowisku zagrożonym wybuchem. Ponadto tego typu okablowanie znacząco redukuje koszty, tzn. spełnia wymagania prostej i bezpiecznej instalacji z jednoczesnym zachowaniem wszystkich zalet transmisji cyfrowej.

Norma IEC 61158-2 definiuje standard MBP (Manchester-encoded, Bus Powered), jako technologię transmisji odpowiednią do wszystkich stawianych wymagań ze strony automatyki procesowej. Tego typu technologia transmisji pozwala na przesłanie zasilania do podłączonego urządzenia bezpośrednio poprzez sieć. Standard MBP charakteryzuje się następującymi cechami:

- Prędkość transmisji: 31.25 kbps
- Technologia transmisji: pół-duplex, synchroniczna, self-clocking, kodowanie Manchester biphase L
- Suma CRC (cyclic redundancy check)
- Zabezpieczenie danych: nagłówek, znak początku i końca fail-safe
- Kabel: ekranowany, skrętka (typ A lub typ B)
- Topologia: linia i topologia drzewa z terminacją linii; możliwa kombinacja topologii
- Ilość stacji: do 32 stacji w segmencie
- Zabezpieczenie przed wybuchem: różne metody i technologie

Zabezpieczenie przed wybuchem odbywa się na zasadzie ograniczenia mocy dla zasilania na wejściu sieci, jak i zainstalowanie odpowiednich modułów w sieci. Najprostszym sposobem do zweryfikowania bezpieczeństwa pod kątem wybuchu danego

segmentu jest zastosowanie modelu FISCO. W tym przypadku, jeżeli wszystkie komponenty są zgodne ze standardem FISCO, proste zestawienie wartości napięcia sieci i bieżącego zużycia energii eliminuje konieczność wykonywania dalszych kalkulacji (patrz rozdział 2.4).

2.2 Topologia

PROFIBUS PA pozwala na dość elastyczną instalację, która dzięki dostępnym zaawansowanym technologiom pozwala na osiągnięcie bardzo stabilnego i odpornego systemu. Generalnie wszystkie typy topologii są obsługiwane. Jednakże w praktyce topologie linii i drzewa (rys. 3) są traktowane jako standard, głównie ze względu na prostą instalację i przejrzystość sieci. Całkowita długość segmentu dla idealnej sytuacji nie przekracza 1,900m. Warunki transmisji dla sieci PROFIBUS PA można zoptymalizować stosując kabel typu A, skrętki z pojedynczym ekranem. Wszystkie segmenty muszą zostać odpowiednio dopasowane za pomocą rezystora dopasowującego (element "T" na rysunku 3). Rezystor ten jest bardzo ważny dla poprawnej pracy i zapewnienia odpowiedniej jakości sygnału.

2.3 Przejście z sieci DP do PA

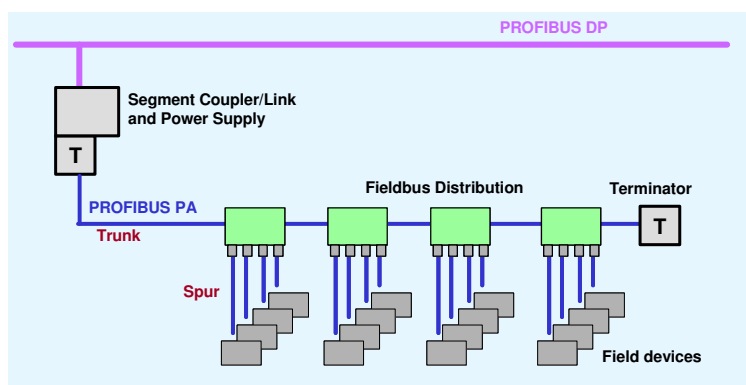
Połączenie pomiędzy segmentami sieci PROFIBUS DP, a PROFIBUS PA realizuje się wykorzystując specjalny kupler lub linki DP/PA. Generalnie oba moduły realizują następujące funkcje:

- Zamiana standardu asynchronicznego RS485 sieci na sygnał synchroniczny MBP sieci
- Zasilanie segmentu sieci PA oraz ograniczenie prądu zasilania segmentu
- Dopasowanie i zamiana prędkości transmisji sieci RS485 oraz MBP
- Opcjonalnie: zapewniają izolację i ograniczenie mocy dla strefy zagrożonej wybuchem

Zastosowanie kuplera w znaczny sposób wpływa na konfigurację całej sieci. Wszystkie urządzenia na sieci PA są widoczne poprzez swoje adresy (struktura przezroczysta) po stronie sieci DP. Przy czym sam kupler nie musi zostać skonfigurowany.

Link DP/PA widoczny jest na sieci DP jako oddzielna modułowa stacja slave z podłączonymi po stronie sieci PA urządzeniami PA. Zasadniczo link DP/PA spełnia funkcję odseparowania przestrzeni adresowej podłączonych urządzeń po stronie PA (struktura nie przezroczysta). Należy skonfigurować go oddzielnie z zastrzeżeniem całkowitej ilości danych przesyłanych do i z podłączonych stacji PA maksimum 244 bajtów. Dane cykliczne ze wszystkich podłączonych urządzeń PA są skompresowane do jednego pojedynczego telegramu DP.

Jeden segment DP pozwala na podłączenie kilku segmentów PA za pomocą linków lub kuplerów.



Rys. 3: Topologia drzewa i linii

2.4 PROFIBUS PA w strefie zagrożonej wybuchem

Należy zwrócić szczególną uwagę na to gdy dany segment sieci PROFIBUS PA będzie zastosowany w strefie zagrożonej wybuchem. Wykorzystując model FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept) w znacznym stopniu upraszczamy projektowanie, instalację i budowę sieci PROFIBUS w strefie zagrożonej wybuchem. Model oparto na zasadzie, że segment sieci może być uznany za bezpieczny do zastosowania w strefie zagrożonej wybuchem (bez dodatkowego wymogu kalkulacji) gdy wartości napięcia, prądu, mocy pojemności i indukcyjności danego elementu (kabel, kupler segmentu, terminacja linii) mieszczą się w granicach zdefiniowanych w modelu FISCO i wszystkie urządzenia posiadają certyfikat FISCO.

Model FISCO oparto na następujących założeniach:

- Każdy segment posiada tylko jedno źródło zasilania (zasilacz).
- Każde urządzenie polowe zużywa stały prąd bazowy minimum 10 mA.
- Urządzenia polowe zawsze zachowują się jako pasywne obciążenie prądowe. Nawet, gdy urządzenie przesyła dane wtedy nie jest podawane zasilanie na sieć.
- Stosuje się pasywny terminator linii na każdym końcu linii.
- Dopuszcza się topologię sieci linii, drzewa i gwiazdy.

Komponenty i urządzenia różnych producentów można stosować na tym samym segmencie, przy założeniu, że wszystkie spełniają opisane wymagania. Bezpieczeństwo będzie spełnione jeżeli wszystkie stacje w danych obwodzie elektrycznym posiadają certyfikat zgodnie z FISCO jak zdefiniowano w normie IEC 60079-27. Proste porównanie prądu, napięcia i mocy zasilania i urządzeń polowych wymagane jest do walidacji zabezpieczenia przed wybuchem. Dla strefy 2, energia może zostać ograniczona do Ex nL (non-incendive). Obie koncepcje

zawarto w wersji poprawionej normy IEC 60079-27. ("Entity" stanowi inny model zagrożenia wybuchem stosowany w USA i krajami współpracującymi ściśle z Ameryką.)

Ograniczenie mocy w strefie zagrożenia wybuchem może znacząco spowodować ograniczenie długości kabla i ilości możliwych do skonfigurowania urządzeń na jednym segmencie. Koncepcja transmisji energii - high-power trunk - rozwiązuje tego typu problemy przez zastosowanie specjalnego sposobu transmisji energii w sieci i zapewnia zabezpieczenie przed wybuchem. Tego typu koncepcja oparta jest na typowej praktyce, w której prace serwisowe i/lub rozszerzanie dokonywane jest zazwyczaj dla urządzeń polowych i ich kabli łączących oraz rzadko dla głównej magistrali pomiędzy sterownią, a dystrybutorem w sieci polowej.

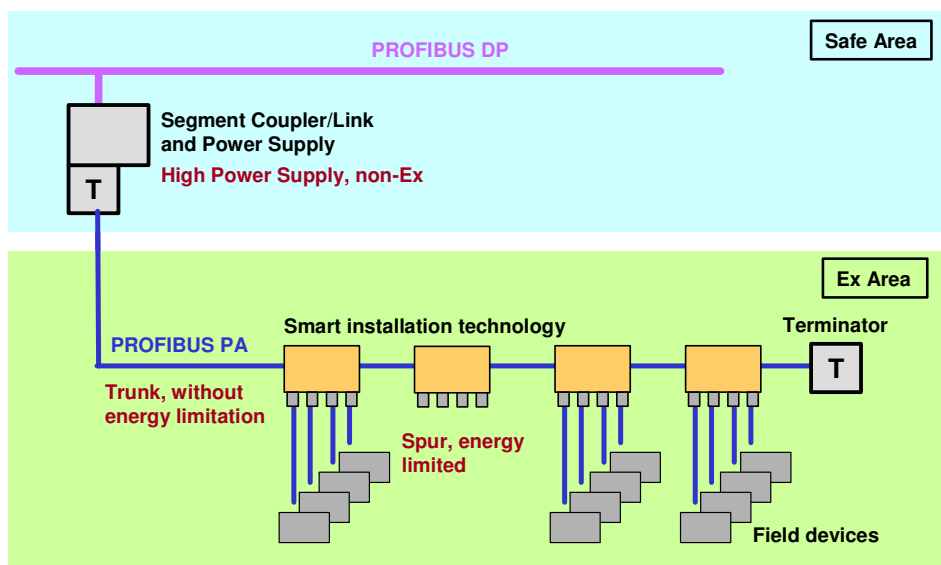
Bazując na tej typowej praktyce, możliwe jest podzielenie instalacji sieci polowej na dwa różne typy ochrony przed wybuchem.

segmencie w porównaniu z modelem FISCO. Również i tu stosuje się koncepcję FISCO lub do każdego z odgałęzień weryfikację bezpieczeństwa Ex; każde wyjście weryfikowane jest oddzielnie przez barierę sieciową jako źródło mocy, natomiast urządzenie polowe jako odbiornik.

Z powodu dość dużej energii zasilania wchodzącej do magistrali zabezpieczającej Ex-e, koncepcja ta jest również nazywana jako "high-power trunk" - magistrala o dużej mocy.

2.5 Diagnostyka sieci

Diagnostyka sieci umożliwia pomiary warstwy fizycznej w segmencie oraz w urządzeniach polowych. Diagnostyka w dużej mierze ułatwia uruchamianie instalacji. Kiedy instalacja jest gotowa, sprawdzanie pętli może być wykonane jednym przyciskiem wykorzystując do tego celu odpowiednie oprogramowanie. Dzięki temu przy wdrażaniu nie jest już konieczna rozległa wiedza



Rys. 4: Bariera sieciowa - High Power Trunk

Połączenie pomiędzy strefą bezpieczną, a rozdzielaczem sieci oznaczona jako Ex-e ("intrinsic safety") umożliwia w przeciwieństwie do strefy Ex-i ("intrinsic safety") zasilanie o zwiększonej energii. Jako rozdzielacz w strefie 1 stosowane są „bariery sieciowe”, które umożliwiają podłączenie do czterech urządzeń polowych. Podłączenie szeregowo kilku barier pozwala na wielokrotnienie długości kabla oraz liczby stacji w

ekspertów na temat sieci i możliwych przyczyn błędów.

Mimo, że testy w laboratoriach nie wykazały sztucznego zużycia się urządzeń, ważne jest ich stałe monitorowanie. Najczęstszą przyczyną problemów w sieciach polowych są umyślne lub nieumyślne działania przy pracach serwisowych i montażowych. Wszystkie parametry wpływające na jakość transmisji są monitorowane przy użyciu narzędzi

diagnostycznych dla zapewnienia utrzymania ich w granicach dopuszczalnych wartości.

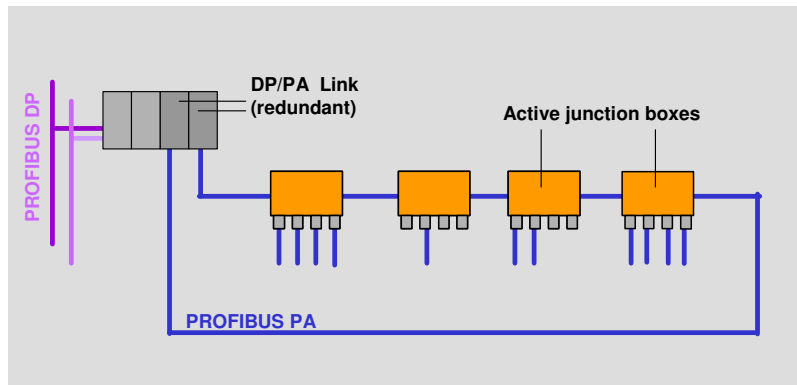
Przez integrację diagnostyki w technologii zasilania możliwe stało się monitorowanie systemu w sposób ciągły, a nie tylko sporadyczny, co pozwala na szybką identyfikację błędów, które mogą wystąpić podczas pracy. Pozwala to również na wykrycie zmian w warstwie fizycznej i zapobieganie powstawaniu awarii, które mogą spowodować błędy w pracy sieci. Diagnostyka sieci również znacznie ułatwia wykrywanie błędów w sieci i ułatwia prace służbom utrzymania ruchu podając im szczegóły w postaci opisu lub graficznej z wyjaśnieniem przyczyny i miejsca błędu.

(Uwaga: rozdział 4.4 opisuje diagnostykę związaną ze stanem urządzeń polowych).

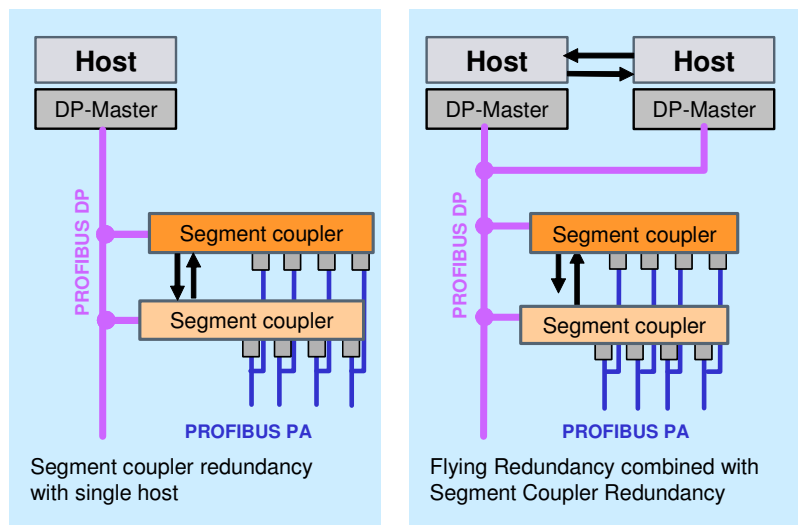
2.6 Redundancja

Systemy redundancje generalnie stosowane są dla aplikacji, które wymagają zwiększenia niezawodności, np. procesy ciągłe. W tego typu systemach zarówno stacja master, jak i system komunikacji (media i kopley segmentu) posiadają budowę redundancję. Istnieje kilka koncepcji redundancji:

- Redundancja stacji master: system/sterownik sterowania posiada wykonanie redundancje, np. redundancja aktywna (flying redundancy – rys. 5, po prawej stronie).
- Redundancja medium: połączenia kablowe są wykonane redundancje.
- Redundancja kopley segmentu: kopley segmentu wykonano jako redundancje (rys. 5, po lewej stronie). W przypadku gdy jeden z układów DP-PA gateway wypadnie, wtedy drugi przejmuje natychmiast jego funkcje. Nie wpływa to na działanie stacji master i nie zostaje utracona żadna ramka przy transmisji.
- Pierścien redundancje: dodatkowo do wykonania redundancje kopley DP-PA, struktura topologii pierścienia pozwala na



Rys 6: Redundantny pierścien PA



Rys. 5: Redundantny kopley (po lewej) i redundancja aktywna (po prawej)

redundancje medium również po stronie PA (rys 6).

- Redundancja stacji slave: urządzenie polowe/łącze PROFIBUS w urządzeniu wykonano jako redundancje.

Koncepcja redundancje stacji slave opisano szerzej w dokumentacji PROFIBUS "Slave Redundancy". Urządzenia polowe w wykonaniu polowym muszą same negocjować, która ze stacji jest aktywna, a która oczekująca.

2.7 Zdalne I/O

Urządzenia w sieci PROFIBUS PA mogą być stosowane w licznych aplikacjach. Niektóre urządzenia mają możliwość wysyłania kilku wartości mierzonych, co pozwala na redukcje liczby stosowanych urządzeń. Zasilanie następuje poprzez sieć, co pozwala na redukcje okablowania. Transmisja cyfrowa pozwala na zwiększenie dokładności systemu i uniknięcia problemów skalowania sygnału prądowego 4...20 mA. Urządzenie

można parametryzować również poprzez sieć.

Jednakże istnieje kilka sygnałów procesowych i urządzeń, które nie posiadają bezpośredniego połączenia do sieci PA, a dla których koszt utworzenia interfejsu sieciowego nie jest opłacalny ze względu na niską cenę samego urządzenia. W takim wypadku istniejący system w trakcie modernizacji zachowuje określone urządzenia o ile to jest możliwe, a urządzenia polowe wprowadza się stopniowo. Technologia zdalnych wejść/wyjść pozwala na integrację tego typu urządzeń do sieci PROFIBUS PA. Wejścia i wyjścia analogowe i cyfrowe zbierane są poprzez zdalne moduły I/O, które połączone są z systemem poprzez sieć. Dla zdalnych wejść/wyjść z protokołem HART, parametry przesyłane są poprzez sieć do zdalnych urządzeń I/O, gdzie są konwertowane na komendy HART do odpowiednich kanałów wejściowych i wyjściowych.

3. PROFIBUS protokół komunikacji

Urządzenia w sieci PROFIBUS komunikują się wykorzystując standardowy protokół PROFIBUS DP (Decentralized Periphery). Podstawowy profil komunikacji stanowi koncepcja wymiany danych znana jako master/slave, gdzie stacja master (stacja aktywna) odpytuje cyklicznie podłączone stacje slave (pasywne stacje). Przy odpytaniu stacja slave może odpowiednio zareagować wysyłając odpowiedź do mastera. Ramka wysyłana do stacji slave (request) zawiera dane dla wyjść, np. prędkość zadana dla napędu, natomiast w ramce odpowiedzi zawarte są dane wejść, np. ostatnia wartość mierzona z czujnika. W jednym cyklu sieci, master odpytuje, np. dane I/O ze wszystkimi podłączonymi stacjami slave. Tego typu odpytywanie cykliczne powtarzane jest możliwie szybko.

Równolegle do tego typu komunikacji, która nazywana jest cykliczną i pozwala na regularną wymianę danych wejściowych i wyjściowych pomiędzy stacją master i slave, można przesyłać parametry, np. ustawienia urządzenia. Tego typu akcja inicjowana jest przez stację master (typowo z poziomu programu użytkownika) pomiędzy cyklami odczytu I/O w celu zapisania lub odczytu parametrów. Tego typu komunikacja określana jest jako komunikacja acykliczna.

Może w sieci PROFIBUS występować więcej niż jedna stacja master. W tego typu systemach, dostęp do sieci przekazywany jest od jednej stacji master do drugiej (token passing).

Aby wyjść naprzeciw wymaganiom stawianym przez różne aplikacje, komunikacja PROFIBUS została rozszerzona o liczne, dodatkowe funkcje specjalne. Obecnie występują trzy wersje protokołu: DP-V0, DP-V1 i DP-V2.

Podstawowe funkcje poszczególnych wersji obejmują:

- DP-V0 obsługuje podstawowe funkcje protokołu PROFIBUS. Obejmuje cykliczną komunikację I/O oraz diagnostykę.
- DP-V1 dodatkowo posiada funkcje do acyklicznej komunikacji i obsługę alarmów (rozszerzona diagnostyka) w sieci PROFIBUS.
- DP-V2 dodatkowo obejmuje funkcje dla protokołu PROFIBUS, które są wymagane do obsługi napędów. Zawiera funkcje do komunikacji producer-consumer pomiędzy stacjami slave, synchronizację czasu i stempel czasowy.

Stacje polowe zazwyczaj są stacjami typu slave z obsługą podstawowych funkcji PROFIBUS - wersja DP-V0 oraz mogą obsługiwać komunikację acykliczną w celu odczytu / zapisu parametrów do urządzenia - wersja DP-V1

3.1 Klasy urządzeń

Urządzenia PROFIBUS można podzielić na trzy klasy urządzeń:

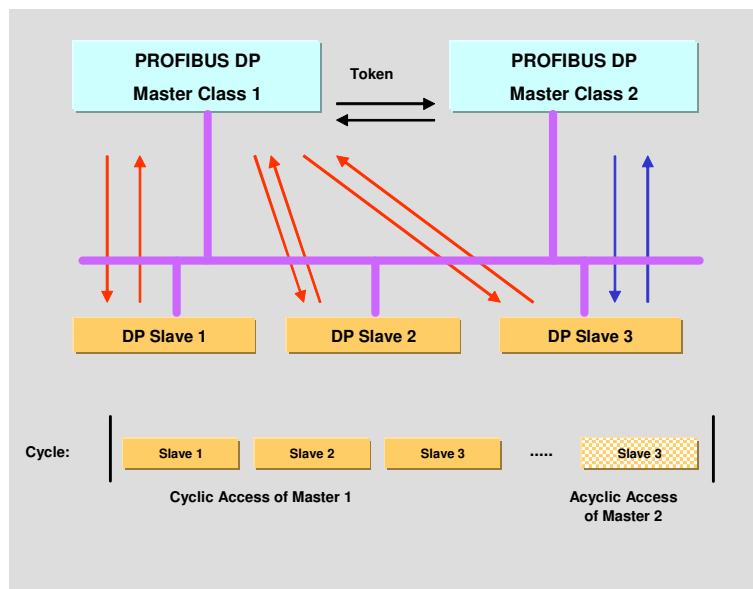
Klasa 1 PROFIBUS DP master

Master klasy 1 DP (DPM1) jest to stacja master, która wykorzystuje cykliczną komunikację do wymiany danych procesowych ze swoimi stacjami slave.

Master klasy 1 zazwyczaj jest zintegrowany w sterownikach swobodnie programowalnych lub stanowią część systemu automatyki w systemie sterowania procesem.

Klasa 2 PROFIBUS DP master

Master klasy 2 DP (DPM2) oryginalnie został zdefiniowany jako master, który był wykorzystywany jak stacja do uruchomienia systemu. Po pojawieniu się funkcji DP-V1 oraz DP-V2, master klasy DPM2 został bardziej szczegółowo określony jako master. Który może zostać wykorzystany do ustawiania parametrów urządzeń poprzez acykliczną komunikację przez kanał MS2.



Rys 7: Cykliczna i acykliczna komunikacja DP-V1

Master klasy 2 stanowi zasadniczo część systemu inżynierskiego stosowanego do konfiguracji urządzeń. Master DPM2 nie musi być podłączony cały czas do sieci.

Stacja slave PROFIBUS

Stacja slave PROFIBUS jest to stacja pasywna, która reaguje na cykliczne odpytywanie ze strony stacji master. Tego typu stacje stanowią urządzenia polowe (zdalne moduły I/O, napędy, zawory, przetworniki, analizatory), które zbierają dane pomiarowe lub stanowią część całego procesu.

Istnieją dwa różne typy urządzeń typu slave- urządzenia kompaktowe i urządzenia modułowe. Urządzenie modułowe składa się ze stacji głównej zawierającej interfejs sieci polowej oraz liczbę slotów do których mogą być przyłączane różnorodne moduły. Przez połączenie różnych modułów stacje slave mogą być skonfigurowane do specjalnych wymagań I/O użytkownika. Urządzenia kompaktowe posiadają stałą konfigurację I/O, podobnie jak urządzenia modułowe z jednym trwale zainstalowanym modułem.

Urządzenia typu slave dla procesów automatyki w większości wypadków stanowią urządzenia modułowe, jednak w których poszczególne moduły stanowią nie fizyczne moduły, a jedynie wirtualne moduły oparte na oprogramowaniu zaszytym w urządzeniu. Aktywacja i deaktywacja poszczególnych modułów wirtualnych, a co za tym idzie przydzielonych do nich danych wejściowych i wyjściowych odbywa się przez stworzenie komunikacji cyklicznej. Dane procesowe I/O (wirtualne moduły) związane ze stacją typu slave wyspecyfikowane są w profilach dla urządzeń PA.

Urządzenia MASTER PROFIBUS często są odpowiednie dla funkcji zarówno DPM1 i DPM2. Istnieją także urządzenia które mogą obsługiwać zarówno stacje masters jak i slaves. W praktyce jednak nie zawsze jest możliwe jednoznaczne klasyfikowanie fizycznych urządzeń do wymienionych powyżej klas funkcjonalności.

3.2 Konfiguracja systemu PROFIBUS

Podczas konfiguracji systemu PROFIBUS stacje typu slave, które cyklicznie komunikują się ze stacją master, przypisywane są do klasy 1 stacji master PROFIBUS DP. W czasie procesu konfiguracji przypisywane są adresy stacji slave i master, definiowane są parametry magistrali, specyfikowane są typy i numery modułów (w przypadku modułowych stacji slaves), wybierane są parametry użytkownika itd.

Ramki komunikatów protokołów PROFIBUS posiadają adres źródłowy i adres docelowy, dzięki którym może zostać zidentyfikowany nadawca i odbiorca.

Zakres adresów w urządzeniach PROFIBUS wynosi od 0 do 126 i w ramach danej sieci PROFIBUS adres może być przypisany jednokrotnie.

Adres broadcast 127 może być użyty do zaadresowania wielu stacji slave jednocześnie. Adres urządzenia może zostać ustalony przy użyciu fizycznych przełączników adresowych na urządzeniu lub przez odpowiedni komunikat PROFIBUS dla ustanowienia adresu, np. wysłany z narzędzia konfiguracyjnego.

Adres fizyczny przypisany do urządzenia musi być zgodny z adresem przypisanym podczas konfiguracji. Jeżeli połączenie DP/PA używane było jako kopler, wtedy posiada on adres slave po stronie RS485 i adres master po stronie MBP. Adresy po stronie RS485 są niezależne od tych na stronie MBP, to znaczy że dwie strony posiadają odrębne przestrzenie adresowe. Zakres PROFIBUS PA zazwyczaj ograniczany jest raczej przez właściwości fizyczne sieci, takie jak długość kabla, czy bieżące obciążenie urządzeń, niż przez liczbę dostępnych adresów. (patrz rozdział 2).

Głównymi parametrami magistrali stanowią: prędkość transmisji, watchdog, slot time oraz czas cyklu.

Dla stacji masters PROFIBUS, które zazwyczaj posiadają interfejs RS485, prędkość transmisji może

być ustawiona między 9.6 kbps a 12 Mbps.

Mimo, że większość nowoczesnych koplerów może pracować na dowolnej prędkości po stronie RS485, niektóre starsze modele obsługują tylko jedną prędkość 93.75 kbps i/lub 45.45 i czasem wymagają zmiany parametrów sieci na wartości zdefiniowane przez użytkownika.

Watchdog stacji slave używany jest do monitorowania komunikacji cyklicznej i musi być ustalony na wartość znacznie wyższą niż czas wymagany dla jednego cyklu sieci. Jeżeli slave nie odpowiada na ramkę zapytania przez dłuższy okres czasu niż określony w watchdog time, wtedy powróci on do swego początkowego, domyślnego stanu, a komunikacja cykliczna będzie wymagać ponownego ustanowienia. Jeżeli master nie odbiera prawidłowej odpowiedzi ze slave w ciągu ustalonego czasu (slot time), będzie ponownie wysłał ramkę zapytania tyle razy, aż osiągnie maksymalny limit prób.

„Target rotation time” jest narzędziem konfiguracji kalkulującym czas potrzebny znacznikom (token) do przejścia cyklu. Powinien on być ustalony w tej samej wartości dla wszystkich stacji master w systemie.

Master oblicza sam czas posiadania zezwolenia do nadawania - token jako różnicę pomiędzy czasem całkowitym przekazywania tokena (target token rotation time) oraz zmierzonym czasem posiadania token (measured rotation time).

W przypadku stacji slave modułowych, należy skonfigurować poszczególne moduły stacji slave. Skonfigurowane moduły muszą odpowiadać slot po slotie modułom fizycznie włożonym kolejno w stacji. W przypadku stacji slave PROFIBUS PA powinna posiadać ona domyślną konfigurację modułów wirtualnych. Typ i ilość wirtualnych modułów określona jest przez dany profil lub przez producenta zależnie od tego czy urządzenia pracuje w trybie zgodnym z profilem, czy też zgodnie z ustawieniami producenta. Skonfigurowane moduły określają wielkość i format danych I/O wymieniających podczas komunikacji cyklicznej.

Odpowiednie narzędzia, zazwyczaj oferowane przez producenta mastera klasy 1 PROFIBUS DP), wykorzystywane jest do opisu magistrali. Narzędzie konfiguracyjne ustawia specyficzne dla urządzenia parametry, np.: obsługiwaną prędkość transmisji lub dostępne moduły w pliku konfiguracyjnym (GSD) stacji slave. Plik GSD jest to plik tekstowy ASCII opisujący parametry wymagane do komunikacji oraz moduły I/O stacji PROFIBUS. Jest on tworzony przez producenta urządzenia

3.3 Komunikacja cykliczna

Po załadowaniu konfiguracji (opis sieci) do mastera klasy 1 za pomocą narzędzi konfiguracyjnych, master ustanawia cykliczną komunikację z daną stacją slave za pomocą kanału MS0. Podczas tego procesu stacja slave sprawdza dane konfiguracyjne otrzymane od stacji master w dwóch etapach.

Po pierwsze, parametry ustawione podczas konfiguracji, np., czas watchdog oraz numer PROFIBUS ID, przesyłane są do stacji slave i sprawdzane. Numer ID jest unikatowy dla każdego typu stacji i jest nadawany przez organizację PI (PROFIBUS & PROFINET International). Komunikacja cykliczna może mieć miejsce tylko gdy numer ID z konfiguracji pasuje z numerem nadanym dla danej stacji slave.

Dalej opis skonfigurowanych modułów I/O przesyłany jest do stacji slave i sprawdzany. Komunikacja cykliczna może zostać ustanowiona tylko wtedy gdy moduły, które są fizyczne dostępne w stacji zgadzają się z wyspecyfikowanymi modułami podczas procesu konfiguracji lub w przypadku urządzenia PA wyspecyfikowane moduły wirtualne zgadzają się z modułami podanymi podczas konfiguracji.

Poprawne otrzymanie danych I/O powoduje ustanowienie komunikacji i weryfikację danych poprzez diagnostykę. Parametr niezgodne lub złe dane konfiguracyjne zgłaszane są poprzez odpowiedni błąd w standardowej diagnostyce PROFIBUS. Jeżeli parametry i dane konfiguracyjne są poprawne wtedy stacja master inicjuje

cykliczną wymianę danych I/O z daną stacją slave..

Diagnostyka PROFIBUS zawiera zarówno diagnostykę standardową oraz opcjonalnie diagnostykę rozszerzoną. Np. wyłącznik może zawierać dane specyficzne diagnostyczne takie jak przepięcie, temperatura pracy, zwarcie na wyjściu, itp. Jakakolwiek zmiana danych diagnostycznych spowoduje ustawienie odpowiedniej flagi w ramce odpowiedzi podczas komunikacji cyklicznej. Stacja master odpowie w następnym cyklu przez odpytanie danych diagnostycznych zamiast danych procesowych.

Stacja DP slave może pracować cyklicznie tylko z jedną stacją master klasy DPM1. Zapewnia to to, że otrzymane dane wyjść ustawiane są tylko przez jedną stacją master, co zapobiega niespójności sterowania wyjściami.

3.4 Komunikacja acykliczna

Kluczowym elementem procesu acyklicznej wymiany danych jest odczytywanie i zapisywanie parametrów urządzenia na żądanie urządzenia master. Parametry mogą zostać wykorzystane do dostosowania konfiguracji urządzenia połowego tak, aby dokładnie dostosować je do wymagań aplikacji.

Dwa różne kanały- MS1 i MS2 wprowadzone są dla komunikacji acyklicznej.

Komunikacja acykliczna łączy stację typu slave ze stacją master (MS1) i może być ustanowiona jedynie jeżeli cykliczna wymiana danych następuje między stacją slave a master. Ponieważ stacja slave może wymieniać cyklicznie dane I/O tylko z jedną stacją master w danym czasie powoduje to, że może mieć tylko jedno połączenie typu MS1. Połączenie typu MS1 (określone w pliku GSD dla danej stacji slave) ustanawiane jest podczas komunikacji cyklicznej z daną stacją.

Konieczne stało się dla stacji slave dodatkowe połączenie typu MS2 z kilkoma stacjami master jednocześnie. Każde połączenie MS2 musi być ustanawiane oddzielnie przez stację master.

Każde połączenie MS2 posiada własny mechanizm monitorowania i może zostać zamknięte tego typu połączenie jeżeli nie jest wykorzystywany przez określony okres czasu. Przeciwnie niż w komunikacji cyklicznej konfiguracja nie wymaga pliku konfiguracyjnego dla stacji master dla acyklicznej komunikacji. Typowo wymagany jest tylko adres stacji slave do połączenia typu MS2 ze strony stacji master.

Parametry stacji adresowane są w stacji slave poprzez numer slotu i indeks. Sloty wirtualne lub fizyczne identyfikowane są poprzez numer slotu (0 – 254) w stacji modułowej. W stacji PA adresy slotów stanowią bloki funkcyjne (patrz rozdział 4). "Indeksy" (0 do 254) w danym slotie adresują parametry w danym bloku funkcyjnym.

Urządzenia PA zgodne z profilem 3.0 I wyższym muszą obsługiwać kanał MS2 podczas gdy kanał MS1 jest opcjonalny. W praktyce mało urządzeń profilu PA posiada zaimplementowany kanał MS1. Podczas gdy kanał MS2 używany jest generalnie do acyklicznej transmisji danych ze stacją w automatyce procesowej.

4. Profil PA

Profil PROFIBUS dla urządzeń PA standaryzuje główne funkcje urządzeń w automatyce procesowej. Urządzenia procesowe są skategoryzowane w poszczególnych klasach urządzeń, z taką funkcyjnością, jaka została określona w profilu. Podział urządzeń na klasy funkcjonalne daje korzyści użytkownikowi, który korzystając z urządzeń danej klasy może założyć, że ich funkcjonalność oraz sposób działania jest niezależny od producenta. Istnieje możliwość integracji urządzeń z systemami zarządzającymi poprzez wykorzystanie specjalnych programów (patrz rozdział 5). Dzięki temu możliwa jest obsługa urządzeń różnych producentów za pomocą jednego niezależnego narzędzia

4.1 Struktura

Struktura profilu PA odpowiada klasyfikacji funkcjonalnej urządzeń automatyki procesowej.

Część 1 zawiera podstawowe specyfikacje. W tej części model urządzenia, pokazany na rysunku poniżej, oparty jest na blokach funkcyjnych. Dla każdego bloku zdefiniowane są standardowe parametry i funkcje takie jak na przykład: zapisywanie i transfer tablicy linearyzacji. Część 1 zawiera także tablice z kodem dla określenia nazwy producenta, jednostkami pomiarowymi itd.

Część 2 opisuje właściwości urządzeń procesowych związane z protokołem PROFIBUS i zależności między profilem, a protokołem komunikacyjnym PROFIBUS. Ta część profilu zawiera specyfikację z punktu widzenia protokołu PROFIBUS, której wykorzystanie przez producenta pozwala na zachowanie jednorodności urządzeń procesowych. Specyfikacja zawiera min: specjalne bajty konfiguracyjne dla każdej klasy urządzeń. Dzięki temu urządzenia PA różnych producentów w obrębie jednej klasy urządzeń komunikują się wykorzystując ten sam format danych.

Format danych określony dla nadajników i urządzeń wykonawczych składa się z pięciu bajtów. Pierwsze cztery bajty zawierają wartość mierzoną lub sterującą jako 32-bitową liczbę zmiennoprzecinkową, natomiast piąty bajt – bajt statusowy zawiera informacje o jakości pomiaru. Część 2 zawiera także specyfikacje które wymagają jednolitej obsługi dodatkowych usług komunikacji PROFIBUS, specyfikację określającą sposoby kodowania informacji diagnostycznych specyficznych dla danego urządzenia oraz listę usług komunikacyjnych, które muszą być wykorzystane do przesyłania parametrów określonych przez protokół.

Części od 3 do 8 nazywane także arkuszami danych, zawierają bardzo szczegółowe specyfikacje dotyczące funkcjonalności takich urządzeń jak przetworniki, urządzenia z wejściami lub wyjściami cyfrowymi, urządzenia wykonawcze lub urządzenia z wieloma zmiennymi.

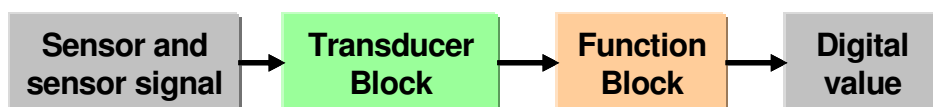
Pozostałe części profilu zawierają informacje o funkcjonalności poszczególnych klas urządzeń procesowych. Dodatkowo profil wprowadza także podział na urządzenia klasy A i klasy B. Urządzenia klasy B posiadają dodatkowe funkcje niedostępne w urządzeniach klasy A.

4.2 Model blokowy i przepływ sygnału

Profil PA wykorzystuje tzw. schemat blokowy do opisu funkcjonalności urządzenia. Model prezentuje poszczególne funkcje jako bloki natomiast funkcjonalność całego urządzenia pokazana jest poprzez połączenia pomiędzy blokami. Wspomniane bloki funkcyjne opisują przepływ sygnałów pomiarowych lub aktywujących w urządzeniu. Na przykład jak przetwarzany jest sygnał pochodzący z czujnika a przekazywany na interfejs sieci polowej lub z interfejsu sieci polowej do urządzenia wykonawczego.

Rysunek 8 pokazuje przepływ sygnału oraz bloki funkcyjne na przykładzie przetwornika. Sygnał z czujnika cyfrowego jest przetwarzany w bloku przetwornika (TB). Część profilu poświęcona przetwornikom składa się z różnych mierzonych zmiennych i metod pomiarowych. Opisuje ona funkcje i parametry przetwornika. Blok funkcyjny TB określa takie parametry jak zależność liniowa wykorzystywana do konwersji sygnału z czujnika (która może być uzależniona od rodzaju czujnika lub właściwości procesu), jednostki pomiarowe lub kompensacja zakłóceń.

Sygnał wyjściowy z bloku TB jest przekazywany na wejście bloku określonego jako Wejście analogowe (AI), gdzie przetwarzana jest wartość mierzona w sposób niezależny od wykorzystywanej metody pomiarowej. Jeśli w wyniku tego procesu nie zostanie otrzymana poprawna wartość blok automatycznie wystawi ustaloną wartość zastępczą lub ostatnią poprawną wartość mierzoną.



Rys. 8: Struktura funkcjonalna urządzenia PA

Zakres wartości mierzonej jest monitorowany w sposób ciągły. Jeśli zakres zostanie przekroczony automatycznie wystawiany jest alarm oraz odpowiednia informacja w bajcie statusowym. W trybie symulacji przerywane jest połączenie między blokami TB i AI i określona wartość symulowana jest przetwarzana w bloku AI.

W przypadku urządzeń z wieloma czujnikami na wyjściu bloku AI mogą być wystawiane różne wartości pomiarowe dzięki wykorzystaniu parametru określającego numer kanału, który przypisuje blok AI do odpowiedniego bloku TB.

W każdym urządzeniu PA poza blokami przetwornika i wejść/wyjść zaimplementowany jest także tzw. blok fizyczny (PB). Blok PB nie bierze udziału w przetwarzaniu sygnału pomiarowego, ale zawiera informacje o samym urządzeniu, takie jak: kod producenta, numer seryjny, data instalacji lub informacje diagnostyczne. Rysunek 9 przedstawia kompletny model blokowy urządzenia PA z trzema kanałami MS0, MS1 oraz MS2 do transmisji danych. Bardziej szczegółowe informacje zawarte są w książce „PROFIBUS PA”.

Parametry wyjściowe bloku FB mogą zostać połączone z wejściami innych bloków. Mogą one być także odczytywane poprzez PROFIBUS, np. w celu dostarczania informacji o aktualnym statusie urządzenia. Do wewnętrznych parametrów bloków są przypisywane wartości wykorzystywane w wewnętrznych obliczeniach bloku FB i zazwyczaj mogą być odczytywane poprzez PROFIBUS.

Istnieją dwa rodzaje parametrów profilu. Pierwszy z nich zawiera parametry, które muszą być obsługiwane przez wszystkie urządzenia danej klasy. Drugi rodzaj parametrów to parametry opcjonalne. Producent danego urządzenia ma także możliwość zaimplementować inne parametry charakterystyczne dla jego urządzenia. Każdy blok zawiera także określone standardowe parametry określające np. typ bloku lub klasę urządzenia. Profil PA określa bloki funkcyjne, które muszą być zaimplementowane w każdej klasie urządzeń. Poza opisem funkcjonalności poszczególnych bloków, profil określa także listę wszystkich powiązanych parametrów.

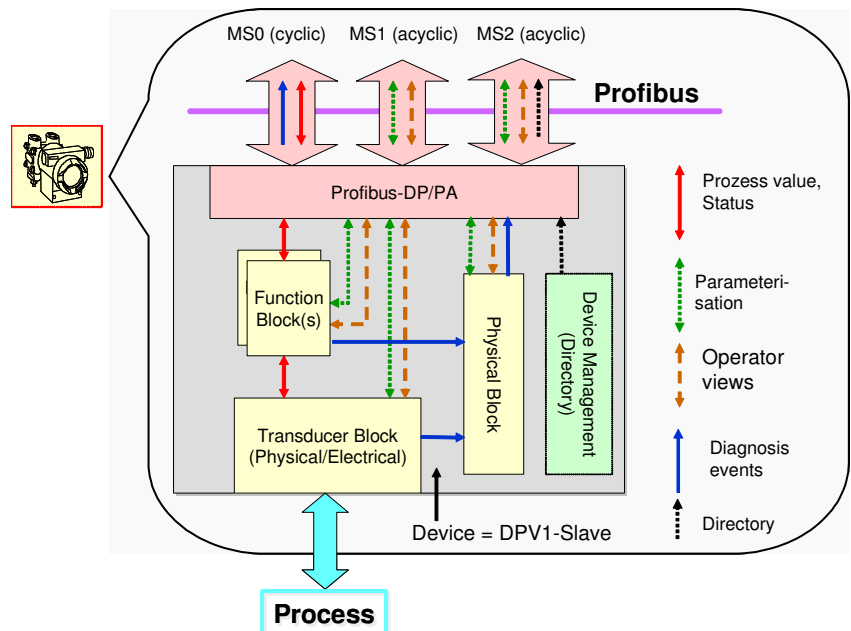
Lista zawiera wszystkie parametry jak również ich atrybuty takie jak: format, długość, prawa dostępu, typ parametru (wejściowy, wyjściowy lub wewnętrzny), charakterystykę pamięci oraz informację czy parametr jest obowiązkowy czy opcjonalny. Profil określa także czy parametr może być przesyłany tylko w sposób acykliczny czy także przy cyklicznej wymianie danych. Standardowo przesyłane są tylko indywidualne parametry wyjściowe powiązane z blokiem wejść cyfrowych lub analogowych, lub parametry wejściowe powiązane z blokiem wyjść cyfrowych lub analogowych.

Adresacja parametrów oparta jest na modelu opisanym przez indeks i slot zdefiniowanym dla acyklicznego czytania i zapisu. Profil określa tylko względną pozycję (poprzez względną indeks) parametru w danym bloku. Pozostałe informacje takie jak ilość oraz typy zaimplementowanych bloków, slot i indeks pierwszego parametru jak również ilość parametrów w bloku, są zakodowane w tzw. directory object (DO). Wszystkie urządzenia PA mają możliwość odczytania DO poprzez slot 1 i indeks 0 oraz kolejne indeksy.

4.3 Parametry urządzeń

Indywidualne arkusze danych profilu PA definiują zestaw parametrów dla każdej klasy urządzeń. Każdy z tych parametrów jest powiązany z blokiem funkcyjnym. Dla danego bloku FB, w zależności od typu parametru, rozróżnia się parametry wejściowe, wyjściowe lub wewnętrzne.

Wartości parametrów wejściowych mogą być przypisane przez parametry wyjściowe z innego bloku funkcyjnego lub przez użytkownika. Parametry wejściowe wykorzystywane są do przystosowania funkcjonalności do poszczególnych aplikacji. Zazwyczaj mogą one być ustalone przez centralną stację PROFIBUS i w niej zapamiętane.



Rys 9: Model urządzenia PA o strukturze blokowej

4.4 Profil roboczy

Jednakowa funkcjonalność urządzeń PA w obrębie jednej klasy znacznie ułatwia integrację urządzeń PA z system zarządzającymi zasobami. Niezależne programy odwzorowujące funkcjonalność opisaną w profilu (GSD, EDD, DTM) umożliwiają obsługę urządzeń bez konieczności wykorzystywania innych narzędzi konfiguracyjnych dla różnych urządzeń. Cykliczna wymiana danych może być skonfigurowana za pomocą pliku GSD zdefiniowanego przez profil. Zastosowanie pliku GSD zdefiniowanego w profilu daje możliwość podmiany urządzeń różnych producentów z jednej klasy urządzeń. Aby to było możliwe numer ID urządzenia musi być dopasowany do numeru ID profilu. Pliki GSD określone w profilu dostępne są na stronie PI (www.profibus.com).

4.5 PROFIBUS w aplikacjach związanych z bezpieczeństwem

Urządzenia i systemy automatyki mające zapewniające bezpieczeństwo obiektu lub mające na nie wpływ podlegają ścisłym wymogom pod względem funkcji bezpieczeństwa, które realizują. Wspomniane wymogi nie odnoszą się tylko do indywidualnych urządzeń takich jak czujniki, urządzenia wykonawcze czy sterowniki, ale obejmują również system komunikacyjny łączący te urządzenia.

Profil PROFIsafe zwiększa bezpieczeństwo transmisji w protokole PROFIBUS. PROFIsafe został oficjalnie zatwierdzony do stosowania w aplikacjach o wymaganym poziomie bezpieczeństwa do SIL 3.

Dzięki wprowadzeniu profilu PROFIsafe PROFIBUS był pierwszym standardem posiadającym warstwę komunikacyjną spełniającą wymagania normy IEC 61508. Dzięki temu umożliwia on wysyłanie danych związanych z bezpieczeństwem (safety) jak i danych standardowych wykorzystując jedno wspólne medium transmisji. Profil

PROFIsafe jest niezależny od warstwy fizycznej oraz warstwy aplikacji. Oznacza to, że technologia PROFIsafe jest kompatybilna zarówno z urządzeniami stosowanymi w automatyce maszyn jak również z urządzeniami PA stosowanymi w automatyce procesowej.

PROFIsafe wykorzystuje cztery mechanizmy do wykrywania błędów transmisji:

- Numerowanie telegramów
- Monitorowanie czasu
- Niepowtarzalny identyfikator urządzenia
- Dodatkowa suma kontrolna CRC (Cyclic redundancy check)

Wspomniane mechanizmy zabezpieczeń są zaimplementowane w oprogramowaniu urządzenia w formie "warstwy safety" nałożonej na protokół PROFISAFE, który zostaje niezmienny. Warstwa safety sprawdza dodatkowe dane bezpieczeństwa, które dołączone są do standardowych danych otrzymywanych podczas cyklicznej wymiany i sygnalizuje błędy w przypadku ich wykrycia. Przy wysyłaniu danych warstwa safety dołącza niezbędne dane.

Parametry urządzenia przesyłane podczas komunikacji acyklicznej nie podlegają mechanizmowi zabezpieczania safety określonego przez protokół PROFIsafe. Aby zapewnić wymagania funkcji safety przy parametryzacji urządzeń, załącznik 1 profilu PA ("Amendment 1, PROFIsafe for PA Devices") określono procedurę uruchamiania urządzeń PA przy komunikacji acyklicznej. Jako część tej procedury, parametry urządzeń związanych z safety posiadają dodatkową sumę kontrolną, generowaną zarówno w urządzeniu jak i w programie konfiguracyjnym. Tylko gdy obie sumy kontrolne zgadzają się urządzenie może być obsługiwane przez aplikacje safety z bieżącymi ustawieniami. Nie jest możliwa zmiana ustawień urządzenia podczas pracy safety.

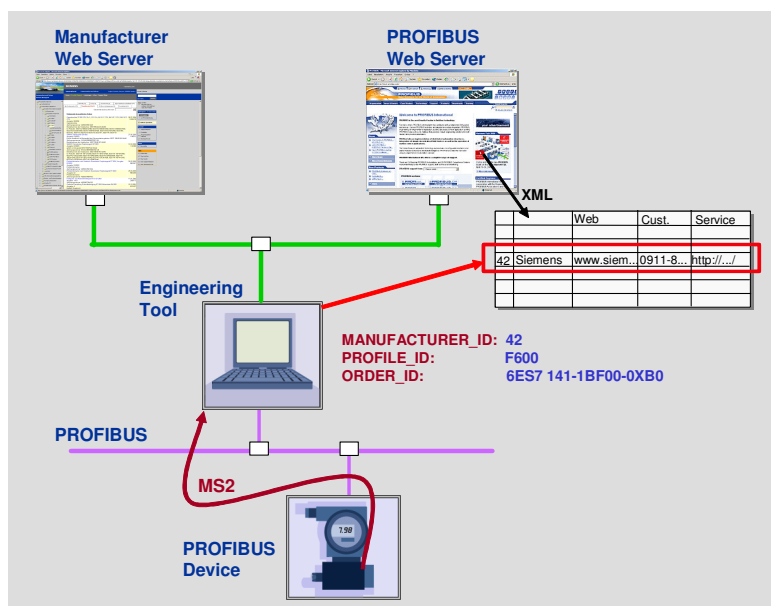
W automatyce procesowej, aplikacje safety muszą mieć na uwadze następujące aspekty:

- Wymagana wysoka niezawodność czujników ma wpływ na detale i proces rozwoju urządzeń oraz
- Pojęcie, czy właściwość znane jako "zapewnienie pracy" (IEC 61511) ma w tym kontekście bardzo duże znaczenie. Wytyczne użytkowe takie jak NAMUR wymagania NE 79 oraz NE 97 definiują wymagania w tym względzie.

Było powszechną praktyką przy stosowaniu technologii 4-20 mA stosowania urządzeń "sprawdzonych w użyciu" dla aplikacji safety. Aby zapewnić kompletną komunikację sieci polowych można obecnie zamienić tego typu „sprawdzone urządzenia” przez urządzenia z interfejsem sieciowym z warstwą PROFIsafe do wyboru. Umożliwia to użytkownikowi zastosowanie tego samego typu urządzeń dla aplikacji zarówno safety jak i standardowych

4.6 Funkcje do identyfikacji urządzeń oraz serwisu (I&M)

Funkcje do identyfikacji urządzeń i serwisu i(w skrócie I&M) opisują koncepcję identyfikacji urządzeń na sieci PROFIBUS oraz bezpośredni dostęp do informacji specyficznych dla urządzenia poprzez sieć internet. Parametry I&M opisują dane identyfikacyjne urządzeń takie kod producenta, numer zamówieniowy, numer seryjny, wersja sprzętowa i programowa. Zarówno format parametrów jak i funkcje komunikacyjne wykorzystywane do ich odczytu są identyczne dla wszystkich urządzeń PROFIBUS. Za pomocą kodów producenta można mieć dostęp do parametrów I&M na stronie internetowej producenta. Powiązanie kodów producenta i strony Web URL opublikowano na stronie internetowej organizacji PI. Inne parametry I&M



Rys.10: Funkcja I&M

i parametry z narzędzi konfiguracyjnych wykorzystywane są wg określonych zasad przez określone narzędzia ze strony internetowej URL w celu ułatwienia dostępu online do specyficznych dla danego urządzenia informacji takich jak dokumentacja, pliki GSD lub części zamienne. W takim układzie funkcje I&M dotyczą nie tylko funkcjonalności urządzeń na sieci PROFIBUS ale dotyczą również dodatkowych funkcji narzędzi obsługi i parametryzacji, zawartości stron internetowych oraz udostępniania informacji w Internecie.

Załącznik 3 profilu PA ("Amendment 3, Identification and Maintenance Functions") opisuje powiązania pomiędzy parametrami I&M oraz ich odpowiednich parametrów profilu (zazwyczaj parametry bloku fizycznego), powiązań specyfikacji I&M z profilem PA. Funkcje I&M określone są niezależnie od profili dla wszystkich urządzeń PROFIBUS obsługujących kanał acyklicznej komunikacji.

4.7 Diagnostyka urządzenia

Spójna diagnostyka maszyny, systemu oraz urządzenia automatyki stwarza ogromne możliwości pod względem bezpieczeństwa działania, serwisu i napraw. "Inteligentne" urządzenie polowe bardzo dobrze spełnia stawiane dodatkowe wymagania odnośnie statusu, np.: przekroczenie limitów, licznik godzin pracy lub dane specyficzne dla procesu co stanowi bardzo ważne uzupełnienie pomiarów i wartości zadanych. Tego typu status i informacje diagnostyczne są niezbędne do podejmowania odpowiednich i ważnych decyzji oraz zabezpieczenie instalacji.

Generalnie w systemie automatyki informacja z urządzeń polowych dzieli się na trzy zasadnicze typy: sterowanie, obsługa i wizualizacja, np. status o ważności pomiaru oraz serwis i utrzymanie ruchu, czy lokalizacja awarii, konieczność wymiany części.

Adaptacja do VDI/VDE oraz NAMUR

Diagnostyka określona dla urządzenia oraz jej docelowe przesyłanie do różnych użytkowników bez dodatkowych pomiarów stanowi bardzo ważną właściwość technologii sieci polowych w porównaniu np. z konwencjonalną transmisją sygnałów analogowych. Profil PA stwarza taką możliwość diagnostyki (patrz "Amendment 2, Condensed Status and Diagnostic Messages"). Jej zawartość jest kompatybilna z wymaganiami VDI/VDE 2650 oraz NAMUR NE107, gdzie wymagane jest zawarcie najważniejszych informacji potrzebnych z obiektu dla technologii sterowania.

Zalecenia VDI/VDE 2650 Arkusze 1 oraz odpowiednik NAMUR, zalecenie NE107, wymagają aby informacje diagnostyczne dostarczane przez urządzenia polowe były dostępne znane jako „sygnały statusowe”, które muszą być dostępne w sposób ciągły z urządzenia. Generalnie mamy cztery typy sygnałów statusowych:

Kontrola funkcjonowania (C):

Sygnał wyjściowy chwilowo niepoprawny (np. wartość zamrożona) z powodu prowadzonych prac na urządzeniu.

Wymagany serwis (M):

Pomimo, że sygnał wyjściowy jest ważny, osiągnięto granice dopuszczalnej pracy lub z powodu warunków aplikacji, np. zatarcie, nastąpi w krótkim czasie ograniczenie funkcjonalne.

Poza dozwolonym zakresem (S):

Urządzenie pracuje poza określoną specyfikacją, np. dopuszczalny zakres pomiarowy został przekroczony lub praca przy takich warunkach pracy, które prowadzą do odchyłki wartości mierzonej lub wartości zadanej, np. pęcherzyki powietrza przy pomiarze przepływu.

Awaria (F):

Sygnał wyjściowy niepoprawny z powodu awarii urządzenia lub peryferii.

Urządzenie PA przesyła status wartości mierzonej cyklicznie wraz z wartością procesową w postaci łatwej do interpretacji informacji o stanie pracy urządzenia polowego. Generalnie mamy cztery wartości odnośnie możliwych czterech sygnałów statusowych, jak podano powyżej.

Parametryzacja dla bieżącej aplikacji

Przyporządkowanie zdarzenia diagnostycznego do statusu wartości pomiarowej możliwe jest bardzo często tylko wtedy, gdy do określenia wykorzystując do tego określoną specyficzną aplikację. Np.: przy wyłączniku krańcowym poziomu typowo następuje przyporządkowanie sygnału statusowego "Serwis". Przy innych specyficznych aplikacjach procesowych, tego typu

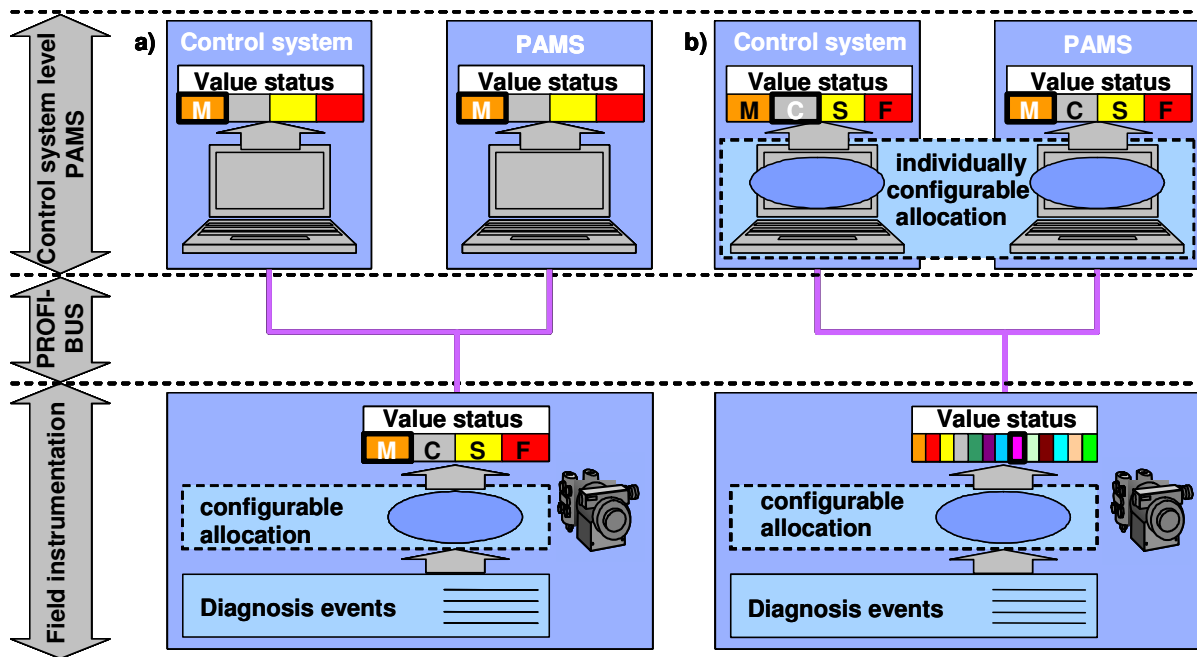
przyporządkowanie może okazać się nieuzasadnione, gdyż przykładowo warunki pracy są takie, że czyszczenie następuje przy każdym kolejnym przeglądzie. Aby móc zaadoptować zdarzenia diagnostyczne do statusu wartości mierzonej dla każdej specyficznej aplikacji, idea ta przewiduje dodatkową opcję do adaptacji „zdarzeń diagnostycznych – statusu wartości mierzonej” poprzez proces parametryzacji.

Bardziej szczegółowe informacje diagnostyczne

Oba wspomniane materiały proponują poprzez określoną klasyfikację udostępnianie przez dane zdarzenia diagnostyczne dodatkowej, szczegółowej informacji diagnostycznej. Poprzez odpowiednie funkcje w systemie sterowania lub w systemie

zarządzania zasobami urządzeń (PAMS) można na tej podstawie poszczególne zdarzenia przyporządkowywać różnym adresatom (zarówno obsłudze jak i służbom utrzymania ruchu) przez odpowiednią parametryzację.

Nowa koncepcja diagnostyki PROFIBUS PA stanowi decydujący krok dla implementacji oprogramowania zarządzania zasobami urządzeń i znaczące przesunięcia środków od zapobiegania lub reakcji na awarię na aktywne utrzymanie ruchu i ciągły monitoring. Powoduje to znaczną redukcję kosztów, ponieważ urządzenia polowe mające tendencję do zużywania się, np. elementy wykonawcze lub analizatory wartości pH można w całości wykorzystać, a niezbędny serwis zaplanować np. podczas kolejnego postoju linii produkcyjnej.



Rys.11: Przypisanie zdarzenia do statusu wartości mierzonej

5. Integracja urządzeń

Podstawową zaletą technologii PROFIBUS jest jej otwartość, która w konsekwencji przyczyniła się do tego, że powstało bardzo duża liczba urządzeń i systemów różnych producentów. Oznacza to, że duża liczba różnych urządzeń i systemów wiąże się z dużą liczbą różnych dostępnych systemów HMI. Standardy do integracji centralnej i specyficznej sieci polowych do systemów automatyki rozwijane są aby zapewnić jak najkrótszy czas i nakład uruchomienia całej instalacji, jego sterowania i obsługi samych urządzeń. Urządzenia są zazwyczaj integrowane przez mapowanie ich funkcjonalności do oprogramowania. Proces jest optymalizowany przez obsługę spójnych danych w czasie całego czasu życia systemu, z identyczną strukturą danych dla wszystkich urządzeń. Wszystkie standardy wspomniane w niniejszym rozdziale można stosować wraz z technologią PROFIBUS.

5.1 Pliki GSD stacji slave - General Station Description

Plik GSD udostępniany jest przez producenta urządzenia i stanowi elektroniczny opis danych do komunikacji urządzenia w sieci PROFIBUS. Oparty jest on na standardzie ISO 15745 i zawiera wszystkie niezbędne informacje w celu określenia cyklicznej komunikacji I/O ze stacją PROFIBUS master oraz do konfiguracji sieci PROFIBUS. Plik GSD posiada format pliku tekstowego. Zawiera kluczowe informacje odnośnie urządzenia, np.: dopuszczalne prędkości transmisji, dozwoloną konfigurację i inne parametry transmisji oraz

możliwą diagnostykę urządzenia (o ile została dołączona przez producenta). Sam plik GSD jest wystarczający do ustanowienia komunikacji cyklicznej wymiany danych I/O stanowiącej np. wartości pomiarowe i wartości zadane pomiędzy urządzenia polowym, a systemem nadrzędnym automatyki.

5.2 Pliki EDD stacji slave - Electronic Device Description

Sam plik GSD nie jest wystarczający do opisu funkcji specyficznych dla aplikacji i parametrów złożonych urządzeń polowych. Wymagany jest wydajny język do obsługi systemów inżynierskich aby dokonać parametryzacji, serwisu, przeglądów i diagnostyki urządzeń. Język opisu urządzeń – EDDL Electronic Device Description Language, opisany w normie IEC 61804-2, wykorzystywany jest właśnie do tego typu zadań. Został on rozwinięty przez ECT (EDDL Cooperation Team) wraz z organizacją PI, HART Communication Foundation, Fieldbus Foundation oraz organizacją OPC.

Plik EDD stanowi oparty na tekście opis, który jest niezależny od systemu inżynierskiego OS. Zawiera on opis funkcji urządzenia obsługiwanych w komunikacji acyklicznej włączając funkcje oparte na grafice. Zawiera on również informacje takie jak numery zamówieniowe, materiały, instrukcje serwisowe, itp.

Plik EDD stanowi podstawę do obsługi i wyświetlenia danych urządzenia przez interpreter EDD. Interpreter EDD jest to otwarty interfejs pomiędzy EDD, a programem obsługi. Dostarcza programowi obsługi dane do wizualizacji w standardowej formie obsługi zwanej look & feel, niezależnie od urządzenia i producenta.

5.3 Interfejs Device Type Manager (DTM) oraz Field Device Tool (FDT)

W porównaniu do opisaną technologii plików GSD, czy EDD za pomocą technologii FDT/DTM uzyskujemy metodę integracji urządzeń bardziej programową niż opisową. Technologia ta pozwala na integrację urządzeń różnych producentów za pomocą odpowiedniego programu obsługi i obsługę ich za pomocą prostej obsługi programowej. DTM jest to oprogramowanie wykonawcze komunikujące się z środowiskiem inżynierskim za pomocą interfejsu FDT. Technologia FDT/DTM rozwijana jest przez grupę roboczą FDT i została poddana standaryzacji międzynarodowej jako norma IEC 62453.

DTM jest programem obsługi urządzenia, który pozwala na wykorzystanie funkcjonalności urządzenia (urządzenie DTM) lub możliwości komunikacji (komunikacja DTM). Poprzez standardowy interfejs FDT (Field Device Tool) pozwala na sięganie w ramach aplikacji do systemu inżynierskiego. DTM jest programem specyficznym dla danego urządzenia i producenta i zawiera oddzielny interfejs użytkownika dla każdego z urządzeń. Technologia DTM jest bardzo elastyczna w zakresie konfiguracji. Interfejs FDT jest niezależny od producenta, stanowi otwarty interfejs z obsługą integracji urządzeń polowych do programu użytkownika wykorzystując DTM. Określa on w jaki sposób DTM działa w ramach aplikacji FDT w systemie inżynierski.

6. Technologia w systemie

6.1 Model przesunięty do automatyki procesowej

Automatyka procesowa określana jest przez liczne specyficzne wymagania, które definiują zastosowanie technologii automatyki przez czas życia, co najmniej 20 lat; tego typu systemy bardzo często wymagają dużego zabezpieczenia i dlatego nakłada specjalne wymagania i zalecenia bezpieczeństwa. Dlatego preferowane jest stosowanie sprawdzonych i pewnych urządzeń oraz technologii; stare i nowe technologie muszą współdziałać razem w pełni kompatybilnie i niezawodnie.

Tego typu współdziałanie starej i nowej technologii jest podstawowym wymaganiem stawianym urządzeniom polowym i systemowi sterowania. Większość często używanych standardów do przesyłania wartości mierzonej lub zmiennych wartości zadanej opiera się na sygnałach 4-20 mA, bardzo często współpracujących z komunikacją w technologii HART. Protokół HART (Highway Addressable Remote Transducer) jest standardowym protokołem komunikacji wspieranym przez organizację HART Communication Foundation (HCF), który wspiera transmisję dodatkowych danych np.: wartości graniczne, dane diagnostyczne i alarmy poprzez sygnał 4-20 mA.

W przypadku nowych systemów lub rozszerzania już istniejących, stosowana dotychczas technologia 4-20 mA współpracuje i współdziała z sieciami polowymi takimi jak PROFIBUS PA lub FF (Foundation Fieldbus). Stosowanie technologii sieciowych pozwala krok po kroku integrowanie pojedynczych pomiarów w cały system przy zastosowaniu odpowiedniej koncepcji działania.

PROFIBUS stwarza dość efektywny sposób integracji komunikacji stosowanej w automatyce procesowej, która oparta jest zasadniczo na jednej z poniższych koncepcji:

- Standardowy protokół PROFIBUS DP

- Różne zdefiniowane profile
- Specyfikacja "Remote I/O for PA" specification
- Specyfikacja "Profile for HART on PROFIBUS" do integracji dużej ilości zainstalowanych urządzeń HART do systemu PROFIBUS

Specyfikacja "Profile for HART on PROFIBUS" określa profil, który jest zaimplementowany w stacji master oraz slave powyżej warstwy 7 i który obsługuje model mapowania client/master/server standardu HART do sieci PROFIBUS. Pełna kompatybilność ze specyfikacją HART zapewniona została przez współpracę z organizacją HCF podczas określania specyfikacji.

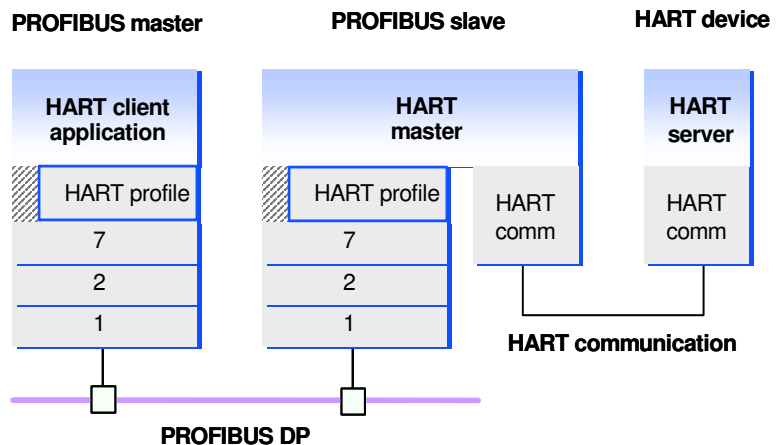
Aplikacja HART client zintegrowana jest w stacji PROFIBUS master, a HART master w stacji PROFIBUS slave, który pracuje jako multiplexer i zarządza komunikacją z urządzeniem HART. Kanał komunikacyjny, który pracuje niezależnie od połączenia MS1 oraz MS2 zdefiniowany został dla transmisji protokołu HART. Jedna stacja HMD (HART master) może obsłużyć kilka stacji client.

TCP/IP, http, SMTP, itp. z wszystkimi wymaganiami stawianymi komunikacji przemysłowej (czas rzeczywisty, determinizm, itp.). Spowodowało to, że sieć PROFINET przejmując wszystkie zalety i doświadczenia zdobyte podczas obecności prawie 20 lat ethernetu przemysłowego na rynku. Aplikacja czasu rzeczywistego i programy nie krytyczne czasowo (przeglądarka Internet, e-mail, itp.) znane ze świata biurowego mogą pracować na tym samym kablu sieciowym. Zastosowanie sieci ethernet spowodowało ujednoczenie sieci zarówno dla zastosowań biurowych jak i automatyki. System obsługuje komunikację poprzez ciąg produkcyjny aż do dostawy materiału przez różne fazy produkcji skończony na pakowaniu i wysyłce.

Organizacja PI określiła technologię PROFINET jako standard oparty na sieci ethernet dla zastosowań w automatyce przemysłowej.

6.3 Potencjalne korzyści ze stosowania sieci PROFINET

PROFINET zapewnia komunikację pomiędzy stacjami jak i ze stacją nadrzędnej do podrzędnej, z



Rys. 12: Urządzenia HART obsługiwane przez PROFIBUS

6.2 Profinet w technologii automatyki

Sieć przemysłowa ethernet stosowana jest w automatyce przemysłowej począwszy od sterowników do komputerów i sterowania włącznie. Obecnie sieć PROFINET opiera się na sieci ethernet jako sieci bazowej wykorzystując wszystkie zalety sieci i topologii systemów biurowych opartych na transmisji

poziomu polowego do systemu nadrzędnego zakładu. , przy czym duże znaczenie ma połączenie pomiędzy procesem produkcyjnym, a systemem do zarządzania produkcją i planowaniem, np. systemy zarządzania (MES) oraz planowania (ERP). Standard PROFINET wykorzystuje globalnie znane standardy serwisów IT i oferuje komunikację czasu rzeczywistego dla aplikacji.

Zarówno komunikacja czasu rzeczywistego, jak i oparta na protokole TCP/IP mogą pracować równoległe na tym samym kablu. Tak że integracja danych procesowych do infrastruktury IT zakładu jest przez to bardzo prosta.

PROFINET dla procesów automatyki

Kolejnym etapem po tym jak sieć PROFINET została wprowadzona do świata automatyki jest wprowadzenie jej również do automatyki procesowej. Siła sieci PROFIBUS jest wspólna komunikacja zarówno dla automatyki procesowej, jak i klasycznej automatyki, automatyki stosowane do zabezpieczeń, sterowania napędami i innych ważnych aplikacji stosowanych w większości zakładów produkcyjny są również zaadoptowane przez sieć PROFINET.

Integracja sieci PROFIBUS PA do sieci PROFINET zapewni zabezpieczenie istniejących i przyszłych inwestycji opartych na standardzie sieci PROFIBUS PA.

Jest to ważne gdyż zainstalowane urządzenia PA można zastosować w systemach PROFINET bez żadnych dodatkowych zmian. Aby zapewnić pełną integrację urządzeń do systemu sterowania lub systemu zarządzania zasobami urządzeń dodano tzw. mapowanie profilu PA do sieci PROFINET.

Integracja sieci PROFIBUS PA z siecią PROFINET

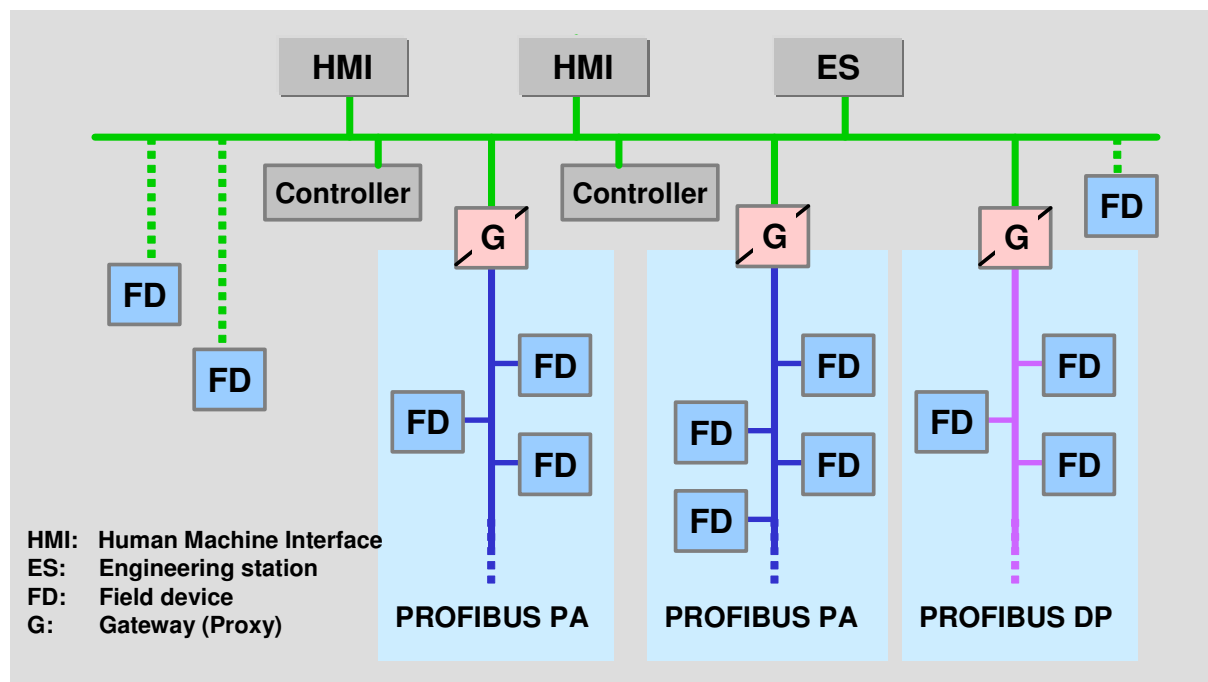
Podstawowe wymagania zastosowania sieci PROFINET w automatyce procesowej opiera się na integracji istniejących rozwiązań opartych na sieci PROFIBUS PA w sieci PROFINET. Koncepcja proxy odpowiedzialna za konwersję pomiędzy dwoma systemami komunikacji zarówno pod względem warstwy fizycznej, jak i warstwy komunikacji jest podstawową częścią tego rozwiązania integracji. Oznacza to, że można wykorzystać właściwości transmisji sieci PROFIBUS PA bez rezygnacji z wszystkich zalet technologii PROFINET. Dodatkowo, istnieją produkty oferowane na rynku, kompatybilne ze standardem PROFIBUS PA,

które jednak w najbliższym czasie nie będą oferowane jako kompatybilne urządzenia w sieci PROFINET.

Mianowicie, nie planuje się obecnie rozwoju urządzeń kompatybilnych z PROFINET dla strefy zagrożonej wybuchem dla automatyki procesowej z powodu konieczności "zasilania poprzez sieć" podobnie jak w przypadku urządzeń pracujących na sieci 2-przewodowej MBP-IS.

PROFINET jako środek komunikacji między systemami kontroli

W porównaniu z wcześniej wymienionymi sieciami PROFINET pozwala na prostą i efektywną wymianę danych z systemem sterowania. W tym zakresie sieć PROFINET w systemach automatyki pozwala na bezpośrednią wymianę danych pomiędzy połączonymi stacjami PROFINET oraz ze stacjami PROFIBUS PA pośrednio poprzez stację proxy.



Rys.13: System oparty na bazie PROFINET

7. Testowanie

Dla produktów różnego typu i pochodzących od różnych producentów, bardzo ważne jest, aby poszczególne zadania procesów automatyki wykonywane były poprawnie, a wymiana informacji na magistrali przebiegała bez błędów. Aby to osiągnąć, konieczna jest implementacja protokołów i profili aplikacyjnych zgodna ze standardami producentów urządzenia. Certyfikaty wydawane są dla potwierdzenia, że dostępne urządzenia (które różnią się w zależności od producenta) posiadają dostosowane do specyfikacji parametry komunikacji i profili. Certyfikaty wydawane są przez dział certyfikacji PI na podstawie raportów z badań przeprowadzanych w akredytowanych laboratoriach testowych PITL. Zapewnia to użytkownikom pełną gwarancję poprawności komunikacji urządzeń od różnych producentów.

7.1 Kontrola jakości przez certyfikację

Aby zapewnić rozwój produktów zgodnie ze standardami, organizacja PI wprowadziła system kontroli jakości, zgodnie z którym certyfikaty wydawane są dla produktów spełniających niezbędne warunki, takie jak sporządzanie raportów testowania. Celem certyfikacji jest zapewnienie użytkownikom, że urządzenia różnych producentów mogą być używane razem i są w stanie działać bez zakłóceń.

Urządzenia są testowane przez niezależne laboratoria testowe, zgodnie z zatwierdzonymi procedurami testowymi. Umożliwia to rozpoznanie wszelkich błędnych interpretacji standardów na bardzo wczesnym etapie, tak więc wykonawca może podjąć stosowne działania zapobiegawcze zanim urządzenia zostaną zainstalowane w sieci.

Testy kontrolują również kompatybilność urządzenia z innymi certyfikowanymi urządzeniami. Po pomyślnym zakończeniu testów producent może ubiegać się o certyfikację urządzenia.

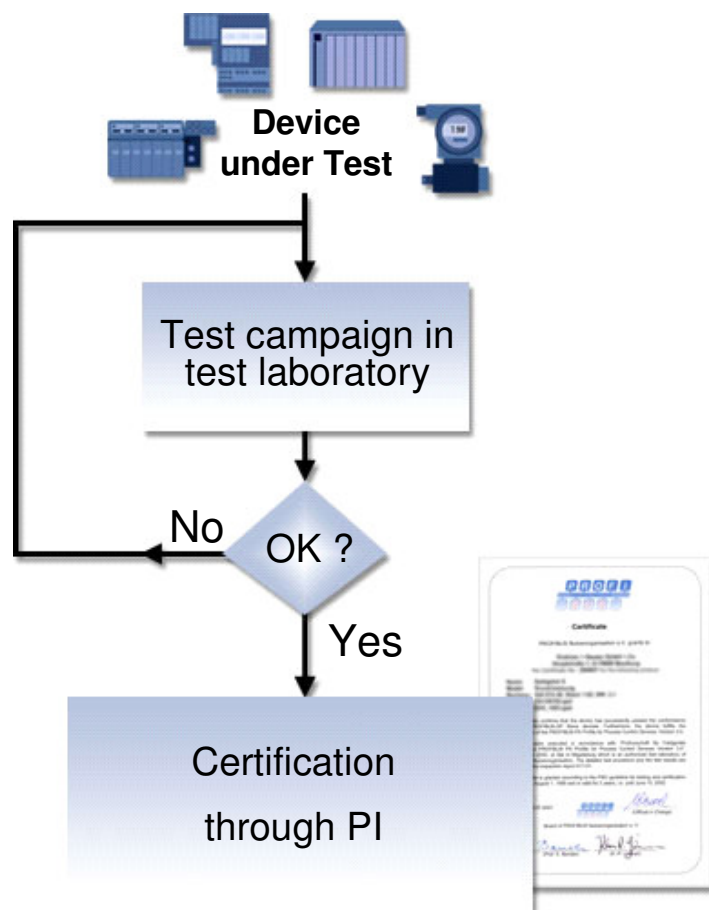
Procedura certyfikacji oparta jest na standardzie EN45000. Zgodnie z wymaganiami tego standardu, laboratoria testowe akredytowane przez PI nie są powiązane z żadnym producentem. Do przeprowadzania testów urządzeń upoważnione są tylko te laboratoria testowe, które stwarzają podstawy do przeprowadzania procesu certyfikacji. Procedury i kolejność w procesie certyfikacji opisane są w określonych wytycznych.

7.2 Certyfikacja urządzeń PA

Rysunek 14 pokazuje podstawową procedurę certyfikacji urządzeń PROFIBUS (urządzenia poddawane testom). Urządzenia podlegają zautomatyzowanemu testowaniu bazującemu na określonych badaniach funkcjonalnych.

Wyniki z poszczególnych etapów testowania są zapisywane automatycznie w dzienniku testów urządzenia.

Sprawny system i procedury certyfikacji zapewniają niezmiennie wysoki poziom jakości testów przeprowadzanych w laboratoriach PITL.



Rys 14: Procedura testów dla certyfikacji

8. Korzyści użytkownika

Koncepcja "integracji zamiast interfejsów użytkownika" i "Jednej technologii zamiast wielu" pozwala użytkownikowi sieci PROFIBUS na znaczne redukcje kosztów podczas całego cyklu życia systemu, tj.: podczas planowania, instalacji, pracy systemu i jego utrzymania w ruchu, a także podczas jego rozszerzania i modernizacji.

Dostarczanie dodatkowych informacji takich jak dane diagnostyczne, czy rozszerzone wartości mierzone znacznie podnosi produktywność i dostępność systemu.

Sieć PROFIBUS oparta jest na standardowym protokole komunikacji PROFIBUS DP, który współpracuje z różnymi aplikacjami w procesach automatyki oraz zadaniami utrzymania ruchu, czy związanymi z bezpieczeństwem. Pełna integracja sieci PROFIBUS jest zaletą podczas projektowania, montażu i serwisu, zaś szkolenia, dokumentacja i serwis i utrzymanie ruchu wymagane są dodatkowo przy poszczególnych technologiach. Z wyjątkowych zalet sieci PROFIBUS szczególne korzyści czerpią użytkownicy wykorzystujący "hybrydowe" zadania automatyki, gdyż wykorzystują PROFIBUS do integracji zadań zarówno procesowych jak i maszyn i linii produkcyjnych. Szczególne znaczenie ma to w przemyśle farmaceutycznym i spożywczym. W tych gałęziach przemysłu wymagane są dodatkowe atesty. Oficjalne wymagania dotyczące jakości, które muszą być spełnione w tych sektorach zostały ustanowione przez amerykańską organizację US FDA (Food and Drug Administration). Zgodnie z nimi, możliwości systemu komunikacji wykorzystywane do łączenia danych elektronicznych z integralnością wymagają certyfikacji. Aby wesprzeć proces zatwierdzania jakości, organizacja PI wydała broszurę z opisem funkcji PROFIBUS przydatnych przy atestacji.

Wytyczne oparto na normach NE72 (NAMUR zalecenie 72: "Validation of Process Control Systems"), GAMP ("Good Automated Manufacturing Practice", UK Pharmaceutical Industry Computer Validation Forum) oraz FDA 21 CFR część 11 (U.S. Food and Drug Administration 21 Code of Federal Regulations, część 11: "Electronic Records; Electronic Signatures").

PROFIBUS PA odpowiada szczególnym wymaganiom procesów automatyki. Obejmuje wszystkie komponenty technologiczne wykorzystywane do łączenia inteligentnych urządzeń polowych ze sterownikami, systemami kontroli i stacjami inżynierskimi. Zawiera np.:

- Technologię transmisji dwuprzewodowej, która nawet w obszarach niebezpiecznych ułatwia transmisję danych i zasilania, przy użyciu łatwych w obsłudze koncepcji (FISCO)
- Profil PA, opisujący transmisje wartości pomiarowych, informacji diagnostycznych oraz parametrów, zapewniający szeroką operatywność wielu różnych urządzeń.

Prosta i przejrzysta topologia sieci PROFIBUS PA jest opłacalna już na etapie projektowania - zakres dokumentacji może być ograniczony do 90% w porównaniu z instalacją opartą na pomiarze 4-20mA. Podczas fazy wdrażania do eksploatacji, sprawdzanie pętli odbywa się o wiele szybciej, co znacznie redukuje całkowitego czasu od projektu do implementacji.

Elastyczność instalacji PROFIBUS pozwala na dodawanie urządzeń, modernizację czy wymianę bez jednoczesnego przerywania operacji. Podczas gdy dodatkowe urządzenia lub rozszerzenia instalacji wywierają wpływ na starsze systemy, urządzenia 4-20 mA lub HART mogą z łatwością zostać zintegrowane z instalacjami PROFIBUS.

Profil PA opisuje, w jaki sposób urządzenia procesowe komunikują się ze stacjami master PROFIBUS.

Oprócz procesów zmiennych, mogą być przesyłane także informacje diagnostyczne oraz procesowe, czy parametry. Specyfikacje profilu zapewniają swobodną pracę urządzeń różnych producentów w ramach jednego systemu. Aby lepiej zapoznać się z dostępnymi na rynku szerokim i różnorodnym zakresem zastosowań urządzeń PA, głównymi systemami i najważniejszymi systemami zarządzania zachęcamy Państwa do lektury „Online product guide” dostępnego na www.profibus.com oraz www.profibus.org.pl.

Nowa koncepcja diagnostyki zdefiniowana w profilu PA stworzyła podwaliny dla nowoczesnej obsługi zarządzania zasobami urządzeń i przesunęła działanie odpowiednich służb z reakcji i zapobiegania awarii na ciągły monitoring i aktywne działanie zapobiegawcze. PROFIBUS PA spowodował znaczne obniżenie kosztów całej instalacji i pełną integrację całego systemu, np. elementów wykonawczych czy analizatorów, które obecnie można w pełni wykorzystać w systemie.

Zarówno sieć PROFIBUS jak i sieć PROFINET posiadają międzynarodowy standard IEC. Są to najbardziej wiodące i sprawdzone technologie na rynku.

Wspierająca PROFIBUS organizacja PI posiada przedstawicielstwa krajowe na całym świecie, centra kompetencyjne, szkoleniowe i laboratoria testowe na całym świecie. Użytkownicy z każdej gałęzi przemysłu mogą wykorzystać PROFIBUS dla znacznego usprawnienia procesu produkcji oraz obniżenia kosztów użytkowania.

9. PI – PROFIBUS & PROFINET International

Otwarte technologie potrzebują niezależnej instytucji, która może służyć jako „most” w zakresie utrzymania postępującego rozwoju, czy przenikania rynku.

I tak dla technologii PROFIBUS oraz PROFINET udało się to osiągnąć przez utworzenie organizacji użytkowników sieci PROFIBUS (PNO) w roku 1989 jako organizacji non-profit, a skupiającej grupę producentów, użytkowników i instytucji związanych z siecią Profibus. W Polsce organizacja Profibus PNO działa od roku 2004 i jest członkiem międzynarodowej organizacji PI (PROFIBUS & PROFINET International). Do organizacji międzynarodowej PI założonej w roku 1995 należy 25 regionalnych organizacji krajowych z łączną liczbą ponad 1,400 członków. Jest to organizacja jedna z największych na świecie skupiona na wszystkich kontynentach świata z zakresu sieci polowych.

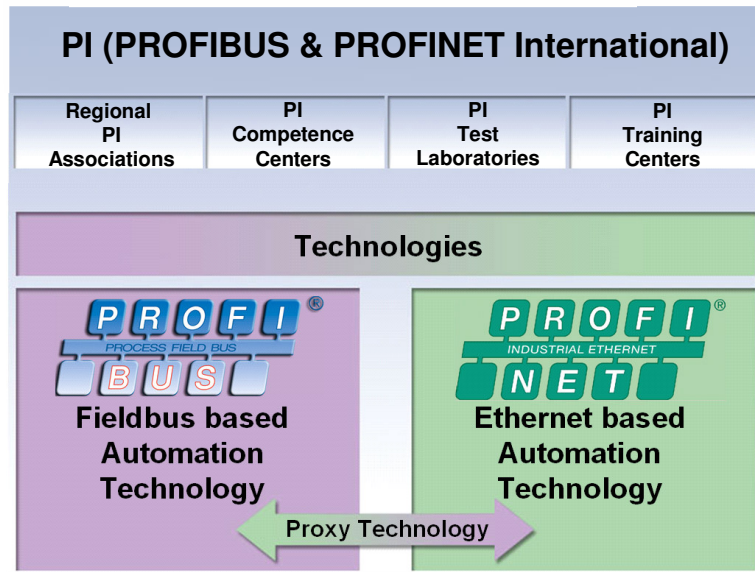
9.1 Odpowiedzialność PI

Kluczowe zadania realizowane przez PI to:

- Utrzymanie i ciągły rozwój sieci PROFIBUS i PROFINET.
- Promowanie sieci PROFIBUS i PROFINET w skali światowej
- Ochrona i wsparcie inwestycji użytkowników i producentów podczas całego procesu wdrażania standardu.
- Reprezentacja interesów członków stowarzyszenia
- Dostarczanie firmom wsparcia technicznego w dziedzinie PI na całym świecie (Competence Centers PICC).
- Kontrola jakości przy certyfikacji produktów dzięki testom w laboratoriach testowych PI (PITL).
- Ustanowienie ogólnoświatowego standardu szkoleniowego w PI Training Centres. (PITC)

9.2 Rozwój techniczny

Kwestię rozwoju technicznego PI powierzyło PNO z siedzibą w Niemczech.



Rys. 15: PROFIBUS & PROFINET International

Komisja Doradcza PNO Niemcy nadzoruje działania zmierzające w kierunku rozwoju technologii. Rozwój technologiczny odbywa się poprzez działania licznych grup roboczych (ponad 50), w których uczestniczy ponad 500 ekspertów.

Proces testowania wykonywany przez laboratoria PITL podlega regularnym audytom zgodnie z określonym procesem działania w celu zapewnienia odpowiedniej jakości prac. Bieżącą listę laboratoriów można znaleźć na stronie www.profibus.com oraz www.profibus.org.pl.

9.3 Wsparcie techniczne

PI posiada ponad 35 autoryzowanych centrów wsparcia technicznego PICC na całym świecie. Ułatwia to udzielanie ważnych informacji i wsparcia technicznego użytkownikom i producentom na całym świecie. Jako instytucje PI są one niezależnymi centrami serwisami. PICC podlegają regularnym audytom pod kątem zachowania procedur co jest zawarte w porozumieniu certyfikującym. Bieżącą listę centrów wsparcia można znaleźć na stronie www.profibus.com oraz www.profibus.org.pl.

9.4 Certyfikacja

PI wspiera również akredytowane laboratoria testowe PITL na całym świecie. Laboratoria te dokonują i wspierają certyfikację produktów z interfejsem PROFIBUS/PROFINET.

Jako instytucje związane z organizacją PI, świadczą one niezależny serwis zgodnie z porozumieniem i procedurami.

9.5 Szkolenia

Centra Szkoleniowe PI Training Centers (PITCs) powstały w celu wprowadzenia międzynarodowego standardu szkoleń dla inżynierów i techników instalacji.

Zarówno Centra Szkoleniowe jak i eksperci z nimi współpracujący muszą posiadać oficjalną akredytację. Zapewnia to jakość szkoleń, nie tylko pod względem szkoleń oferowanych w zakresie PROFIBUS czy PROFINET, ale także pod względem standardów stowarzyszonych serwisów inżynierskich i instalacyjnych.

Aktualna lista Centrów Szkoleniowych PITS dostępna jest na stronie internetowej PI www.profibus.com oraz www.profibus.org.pl.

9.6 Internet: Źródło informacji

Aktualne informacje o organizacji PI oraz PROFIBUS I PROFINET mogą Państwo znaleźć na stronie internetowej www.profibus.com oraz www.profibus.org.pl. Znajdują się tam, między innymi: przewodnik po produktach, słowniczek, bogatą ofertę

szkoleniową, oraz zakładka z możliwością pobrania specyfikacji, profili aplikacyjnych, przewodników po instalacji oraz innych dokumentów.

9.7 Dodatkowe informacje

Aby zasięgnąć więcej informacji, prosimy zapoznać się z książką pod tytułem "PROFIBUS PA" autorstwa Ch. Diedricha oraz Th. Bangemann, wydanej w Oldenbourg Industrieverlag (ISBN 978-3-8356-3056-7).

PROFIBUS PA technologia i aplikacje

Opis systemu Profibus PA wersja polska
2009

Publisher

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.
Haid-und-Neu-Straße 7
76131 Karlsruhe
Germany
Phone : +49 721 96 58 590
Fax : +49 721 96 58 589
info@profibus.com
www.profibus.com

Profibus PNO Polska
ul. Konarskiego 18
44-100 Gliwice
Polska
tel.: +48 32 208 41 36
faks.: +48 32 208 41 39
poland@profibus.com
www.profibus.org.pl

Exclusion of liability

Although the PROFIBUS Nutzerorganisation has taken the utmost care in compiling the information contained in this brochure, it cannot guarantee that the content is completely error-free and the PROFIBUS Nutzerorganisation can assume no liability, regardless of the legal basis for any potential claims. The information in this brochure is reviewed on a regular basis. Any necessary corrections will be made in subsequent editions. We would be grateful for any suggestions as to how the content could be improved.

Any designations that appear in this brochure could potentially constitute trademarks. Any use of such trademarks by third parties for their own ends risks infringing the rights of the proprietors concerned.

This brochure is not intended as a substitute for the applicable IEC standard or for the PROFIBUS & PROFINET international guidelines and profiles; in cases of doubt, reference must always be made to these official sources of information.

©Copyright by PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. 2007. All rights reserved.