Załącznik nr 4

OPZ - Część II

Spis treści:

1.1.Przedmiot zamówienia. 2
1.2.Zakres zamówienia. 2
2. Mechanika: 3
2.1.Rzut stacji zrobotyzowanej R003a. 3
2.2 Wykaz urządzeń i technologii zastosowanych w stacji zrobotyzowanej R003a. 5
2.3 Specyfikacja szczegółowa podzespołów 5
2.4 Dokumentacja projektowa - część mechaniczna 8
3. Elektryka: 9
3.1 Ogólne informacje. 9
3.2 Wytyczne dla projektu. 12
3.2.1 Dokumentacja elektryczna. 12
3.2.2 Oznakowanie urządzeń i kabli. 13
3.2.3 Nadawanie nazw urządzeniom. 14
3.3 Instalacja elektryczna. 15
3.3.1 Zasilanie. 15
3.3.2 Sieć komunikacyjna. 15
3.3.3 Elementy dodatkowe. 16
3.4 Wymagania elektryczne. 17
3.4.1 Osprzęt. 17
3.4.2 Realizacja instalacji. 20
4. Oprogramowanie: 22
4.1 Sterowanie 22
4.2 Oprogramowanie 24
4.3 Uruchomienie stacji dydaktyczno - szkoleniowej 24
5. Robotyka: 24
5.1 Specyfikacja robota 24
5.1.1 Komunikacja 24
5.1.2 Ręczny programator robota 25
5.2 Wyposażenie dodatkowe 25
5.2.1 Dodatkowe oprogramowanie 25
5.2.2 Media. 25

Wprowadzenie:

1.1. Przedmiot zamówienia.

Przedmiotem zamówienia jest dostawa, montaż, uruchomienie oraz optymalizacja **stacji zrobotyzowanej (R003a)** w budynku Centrum Badań i Rozwoju Nowych Technologii w Grzymysławicach (CBiRNT) do celów dydaktyczno-szkoleniowych wraz z komponentami (wyposażeniem) dodatkowym umożliwiającym realizację następujących aplikacji dydaktyczno-szkoleniowych:

- Paletyzacji
- Przesuwu po torze
- Odpowiedniego programowania,

1.2. Zakres zamówienia.

Zamówienie swoim zakresem obejmuje: opracowanie pełnego projektu technicznego stacji zrobotyzowanej wraz z rozmieszczeniem w niej wszystkich urządzeń dydaktycznych oraz elementów wyposażenia dodatkowego (np. robota,), zaprojektowanie techniki bezpieczeństwa, podłączenie sterowania robota wraz z urządzeniami zewnętrznymi, wykonanie niezbędnych połączeń elektrycznych, wykonanie sterowania nadrzędnego dostosowanego do indywidualnych potrzeb stacji dydaktycznej, dostawę na miejsce do użytkownika (wraz z dostarczeniem – wniesieniem/rozładunkiem do miejsca wskazanego przez Zamawiającego) oraz montaż i uruchomienie w hali szkoleniowej.

Oferowany sprzęt musi być fabrycznie **nowy**, gwarantować wysoką jakość, a wyposażenie spełniać wymagania Zamawiającego określone w opisie przedmiotu zamówienia oraz odpowiadać wymaganiom Polskich Norm.

Wykonawca będzie odpowiedzialny z tytułu rękojmi za wady wykonanego przedmiotu zamówienia, w tym wszystkich rzeczy użytych do jego wykonania w zakresie określonym w ustawie z dnia 23 kwietnia 1964 r. Kodeks cywilny (Dz. U. nr 16, poz. 93 z późn. zm.).

Wykonawca jest odpowiedzialny za dokonanie odbioru zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa budowlanego. Najpóźniej do chwili uruchomienia instalacji należy dołączyć deklaracje zgodności (WE). Należy przestrzegać ustalonych założeń inwestycji oraz terminów realizacji.

Dokumentacja techniczna sporządzona winna być w języku polskim. Wykonawca obcojęzyczny, na etapie realizacji zamówienia zobowiązuje się do zapewnienia niezbędnych usług tłumaczeniowych. Wykonawca zobowiązuje się dostarczyć dokumentację w oryginalnym języku oraz w języku polskim.

UWAGA:

W niniejszym opisie przedmiotu zamówienia przedstawiono minimalne wymagania dotyczące stacji zrobotyzowanej wraz z dodatkowymi komponentami, które muszą być spełnione. Wykonawcy mogą przedstawić oferty równoważne, jednakże proponowany przez wykonawcę sprzęt równoważny musi charakteryzować się takimi samymi parametrami funkcjonalno-użytkowymi jak produkty opisane poniżej lub je przewyższać. Obowiązkiem wykonawcy jest udowodnienie równoważności. W przypadku oferowania sprzętu równoważnego należy przedstawić dokładny opis wraz z nazwą handlowa oraz nazwa producenta. Proponowany sprzęt musi spełniać wymagane parametry wymiarowe i techniczne podane w opisie poszczególnych pozycji sprzętu poniżej. Jakiekolwiek wskazane w opisie przedmiotu zamówienia, nazwy produktów lub ich producenci, a także szkice czy zdjęcia – maja na celu jedynie przybliżenie wymagań, których nie można było opisać przy pomocy dostatecznie dokładnych i zrozumiałych określeń. Zamawiający dopuszcza tolerancje wymiarów i parametrów w zakresie +/- 15% chyba, ze w treści opisu danej pozycji przedmiotu zamówienia, podany jest inny dopuszczalny zakres tolerancji.
Wykonawca przed rozpoczęciem dostaw będzie zobowiązany do przedstawienia Zamawiającemu opisu technicznego i parametrów sprzętu, potwierdzających spełnianie warunków określonych w opisie przedmiotu zamówienia. W opisie należy wskazać / wyróżnić parametry określone w tabeli poniżej w celu łatwego sprawdzenia wymaganych parametrów. Wykonawca przed dostawą sprzętu zobowiązany jest uzyskać akceptację Zamawiającego dla wybranego sprzętu.

Wykonawca ma obowiązek na etapie dostaw umożliwić weryfikacje dostarczonego sprzętu i w przypadku stwierdzenia przez zamawiającego niezgodności z ofertą i/lub opisem przedmiotu zamówienia, zamawiający zastrzega sobie prawo wstrzymania dostawy danego sprzętu oraz nakazanie wykonawcy natychmiastowej jego wymiany na koszt i odpowiedzialność wykonawcy.

2. Mechanika:

2.1. Rzut stacji zrobotyzowanej R003a.

Rys 1. Przykładowe rozmieszczenie podzespołów w stacji zrobotyzowanej.

<u>Założenia dydaktyczne stacji zrobotyzowanej:</u>

Przeprowadzenie części praktycznych następujących szkoleń:

1. Robotyka,
2. Aplikacje,
   - Paletyzacja
   - manipulowanie
   - Przesuw po torze
3. Szkolenie w zakresie złożonej techniki instalacji/aplikacji produkcyjnej.

<u>Wykaz podzespołów:</u>

01 – Robot przemysłowy o udźwigu min. 6 kg,
02 – Kontroler robota,
03 –Programator ręczny,
04 – Chwytak szczękowy,
05 – Chwytak podciśnieniowy,

06 - Urządzenie do zmieniania narzędzi: (1 – chwytak szczękowy, 2 – chwytak podciśnieniowy),
07 – Mobilna kabina robota,
08 – System sterowania,
09 – Wygrodzenie ochronne z techniką bezpieczeństwa,
10 – Detal.,
11 – Szafa sterująca,
12 – Stół roboczy,
13 – Szafa narzędziowa,

2.2 Wykaz urządzeń i technologii zastosowanych w stacji zrobotyzowanej R003a.

Lp.	Opis:	Ilość:
01.	Robot przemysłowy o udźwigu min. 6 kg.,	2 szt.
02.	Kontroler robota,	2 szt.
03.	Ręczny programator robota,	2 szt.
04.	Chwytak szczękowy,	2 szt.
05.	Chwytak podciśnieniowy	2 szt.
06.	Urządzenie do zmieniania narzędzia,	2 szt.
07.	Mobilna kabina robota,	2 szt.
08.	System sterowania,	2 szt.
09.	Wygrodzenie ochronne z techniką bezpieczeństwa – DOSTAWA INWESTORSKA	1 szt.
10.	Detal ,	2 kpl.
11.	Szafa sterująca	1 kpl.
12.	Stół roboczy,	2 kpl.
13.	Szafa narzędziowa,	1 szt

2.3 Specyfikacja szczegółowa podzespołów

✓ <u>Wygrodzenie ochronne z techniką bezpieczeństwa.</u>

Wygrodzenie ochronne stacji należy wykonać z profili stalowych, z uwzględnieniem drzwi dwuskrzydłowych umożliwiających swobodny dostęp do stacji szkoleniowej przez obsługę oraz urządzenia transportowe (np. wózek widłowy). Ściany ogrodzenia muszą być wykonane w wersji przemysłowej z pełnymi przegrodami mechanicznymi (wykonanie z paneli siatkowych i/lub z paneli pełnych z poliwęglanu) oddzielającymi część roboczą celi R003a od pozostałej części hali umożliwiających obserwację procesu.

Technika bezpieczeństwa powinna:
- robot musi być zamocowany w mobilnej kabinie,
- kabina musi być wyposażona w koła umożliwiające łatwy transport
- obudowa wykonana ze stali ze specjalnie wykonanymi oknami w celu obserwacji procesu,

- ✓ Stół roboczy

Stanowisko stacjonarne, pełniące funkcję stołu warsztatowego w wykonaniu przemysłowym o wymiarach co najmniej 1415 x 890 x 745 mm (dł. x wys. x gł.), wyposażone w zamykane szuflady na wzmocnionych prowadnicach teleskopowych. Minimalne obciążenie szuflad 40 kg, wysuw do 90%. Blat wykonany ze sklejki min. 36 mm, lakierowany i wykończony listwą ograniczającą. Elementy metalowe stołu lakierowane proszkowo na preferowany kolor RAL 7035.

- ✓ Szafka narzędziowo-serwisowa

Stanowisko stacjonarne, pełniące funkcję szafy metalowej zamykanej na klucz o wymiarach co najmniej 1950 x 1020 x 535 mm (dł. *x* wys. *x* gł.), służące do przechowywania narzędzi oraz części zapasowych.

- ✓ Detal.

Wraz ze stanowiskiem Wykonawca powinien dostarczyć zestaw detali umożliwiających naukę procesu paletyzacji, manipulowania i przesuw po określonym torze.

- ✓ Urządzeniem do zmiany narzędzia robota.

Powinno umożliwiać wymianę narzędzi robota pomiędzy chwytakiem szczękowym, a chwytakiem podciśnieniowym.

Urządzenie musi umożliwiać wymianę automatyczną (bez konieczności ingerencji Operatora).

Urządzenie musi umożliwiać przekazanie zarówno mediów (np. sprężone powietrze), jak i sygnałów sterujących

Korpus zmieniarki musi zapewnić bezpieczne, szybkie podłączenie/odłączenie wszystkich mediów w zależności od zmienianego narzędzia.

- ✓ Chwytak szczękowy

Chwytak równoległy

Napęd pneumatyczny

- ✓ Chwytak podciśnieniowy.

WAŻNE:

Wszystkie dostarczone komponenty muszą pochodzić od jednego producenta. W przeciwnym wypadku Wykonawca musi zapewnić ich kompatybilność.

- ✓ Mobilna kabina robota

- Mobilna kabina robota umożliwiając przemieszczanie robota
- Udźwig (na sobie) – minimum 100kg.
- Mobilna kabina robota musi umożliwiać pracę w kooperacji z człowiekiem, bez konieczności stosowania wygrodzeń stałych.

✓ <u>System sterowania.</u>

Urządzenie stacjonarne, pełniące funkcję komputerowego panela PC do obsługi stacji szkoleniowo – dydaktycznej.

Urządzenie musi być zgodne z poniższą specyfikacją techniczną:

Kontroler
- praca oparta o system operacyjny czasu rzeczywistego,
- obsługa co najmniej 32000 pkt wejście/wyjście,
- jednostka centralna musi posiadać procesor o taktowaniu co najmniej 1 GHz oraz pamięć wewnętrzną flash i RAM (min 5 MB każda)
- kontroler musi posiadać co najmniej jeden port Ethernet obsługujący protokoły komunikacyjne Modbus TCP (Klient Serwer),
- kontroler musi posiadać co najmniej jeden port Profinetdziałający z prędkością 1Gb/s,
- polski interfejs użytkownika
    i. programowanie co najmniej w następujących językach: Ladder Diagram (LD), StructuredText (ST), Function Block Diagram (FBD),
    ii. dodatkowo musi posiadać możliwość tworzenia algorytmu sterującego w języku C,
    iii. obsługa otwartego protokołu OPC UA,
    iv. programowanie konrolera „na ruchu”,

Panel HMI
- matryca dotykowa
- rozmiar minimum 12”,
- rozdzielczość minimum 1024x768,
- ilość obsługiwanych kolorów min 65536,
- minimum 3 porty szeregowe
- minimum 1 port Ethernet,

Wykonawca zobowiązany jest do dostarczenia kompleksowego rozwiązania, gdzie panel PC będzie zabudowany w obudowie wraz z nogą montażową. Dodatkowe wyposażenie to sygnalizacja świetlna (lampka) oraz przyciski funkcyjne – wyłącznik bezpieczeństwa, załączenie zasilania.

Rys. 4. Przykładowe rozwiązanie kompleksowego panela HMI do obsługi stacji.

2.4 Dokumentacja projektowa - część mechaniczna

Wykonawca zobowiązany jest do przygotowania oraz dostarczenia następujących dokumentacji technicznych:

- ✓ <u>Rzut stacji zrobotyzowanej</u>

Wykonanie kompletnego rzutu stanowiska zrobotyzowanego, z uwzględnieniem wszystkich elementów znajdujących się na stanowisku dydaktyczno-szkoleniowym. Rozmieszczenie wszystkich przewodów, koryt kablowych i innych elementów instalacji. Format dostarczonej dokumentacji musi być w wersji elektronicznej z możliwością edycji.

- ✓ <u>Symulacja działania stacji zrobotyzowanej</u>

Dostarczenie w pełni edytowalnego pliku z symulacją działania celi zrobotyzowanej, wraz z wygenerowanym programem offline do robota.

- ✓ <u>Model 3D</u>

Dostarczenie w pełni edytowalnych kompletnych modeli 3D, umożliwiających późniejsze zmiany i aktualizacje. Do dokumentacji należy także dołączyć pliki finalne 3D w formacie uniwersalnym (*.STP, *.IGS).

- ✓ <u>Model 2D</u>

Dostarczenie w pełni edytowalnych kompletnych modeli 2D, umożliwiających późniejsze zmiany i aktualizacje. Do dokumentacji należy także dołączyć pliki finalne 2D w formacie uniwersalnym (*.DXF, *.DWG, *.PDF).

✓ Dokumentacja wykonawcza

Dokumentację wykonawczą należy dostarczyć w segregatorze (wersja papierowa), oraz na płycie DVD (wersja elektroniczna) w wersji edytowalnej i nieedytowalnej.

✓ Schemat pneumatyczny

Należy dostarczyć w pełni edytowalny schemat instalacji pneumatycznej, wraz z wykazem części użytych do budowy stanowiska. Dodatkowo należy dostarczyć schemat pneumatyczny w formacie uniwersalnym (*.DXF, *.DWG, *.PDF).

✓ Instrukcje obsługi, karty gwarancyjne

Należy dołączyć karty gwarancyjne, instrukcje obsługi, noty katalogowe do wszystkich podzespołów wykorzystanych przy budowie stanowiska zrobotyzowanego.

✓ Wykaz norm

Należy dostarczyć wykaz wszystkich norm, wykorzystywanych przy projektowaniu i budowie stanowiska zrobotyzowanego.

Przy projektowaniu i realizacji projektu należy stosować się do poniższych norm:

- PN-EN ISO 12100: 2012 – Bezpieczeństwo maszyn -- Ogólne zasady projektowania -- Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka,
- PN-EN ISO 13849-1: 2008/AC: 2009 – Bezpieczeństwo maszyn -- Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem -- Część 1: Ogólne zasady projektowania,
- PN-EN 60204-1: 2010/AC: 2011 – Bezpieczeństwo maszyn -- Wyposażenie elektryczne maszyn -- Część 1: Wymagania ogólne,
- PN-EN ISO 13857: 2010 – Bezpieczeństwo maszyn -- Odległości bezpieczeństwa uniemożliwiające sięganie kończynami górnymi i dolnymi do stref niebezpiecznych.

3. Elektryka:

3.1 Ogólne informacje.

Prace, których dotyczy specyfikacja obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie instalacji elektrycznej w pomieszczeniu szkoleniowo – dydaktycznym R003a o powierzchni 28 m^2.

Zakres prac obejmuje:

- Projekt, dostawa oraz montaż szaf siłowych,
- Instalacje oraz uruchomienie elektryczne szaf siłowych,
- Projekt, dostawa oraz montaż szafy sterowniczej,

- Instalacje oraz uruchomienie elektryczne urządzeń sterujących,
- Instalacje elektryczne urządzeń wykonawczych,
- Instalacja elektryczna oświetleniowa,
- Instalacja połączeń wyrównawczych i ochrony od porażeń,
- Wykonywanie badań i pomiarów odbiorczych instalacji elektrycznych zakończonych protokołem z wykonanych pomiarów:
    - rezystancji izolacji kabli,
    - sprawdzenie ochrony przeciwporażeniowej,
    - badanie wyłączników różnicowo-prądowych,
    - pomiar tłumienności światłowodu,
    - pomiar sieci Profinet.
- Wykonanie koryt kablowych oraz innych konstrukcji wsporczych,
- Wykonanie niezbędnych prób oraz testów (Z wynikiem pozytywnym, akceptowanym przez obiorcę),
- Uruchomienie wstępne,
- Dokumentacja powykonawcza.

Instalacje należy wykonać zgodnie z zasadami wiedzy technicznej oraz normami i przepisami wynikającymi z Prawa Budowlanego. Projektowany sprzęt oraz zasady działania instalacji muszą być zgodne z międzynarodowymi przepisami i normami IEC. Wszystkie urządzenia muszą być opatrzone znakiem CE i być zgodne z przepisami europejskimi dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej, obowiązującymi od 1 stycznia 1996 r.

Przy projektowaniu i realizacji projektu należy stosować się do poniższych norm:

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 16 czerwca 2003 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. Nr121,poz. 1137).
- Norma BN-84/8984-10 - Zakładowe sieci telekomunikacyjne przewodowe. Instalacje wnętrzowe. Ogólne wymagania.
- Warunki wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V — Instalacje elektryczne.
- BN–84/8984-10- Instalacje wnętrzowe. Ogólne wymagania.
- PN-IEC 60364-5-52- Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
- PN-IEC-60364-5-534: 2003 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami,
- PN-IEC 60364-4-443: 1999 (PN-HD 60364-4-443: 2006) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi,
- PN-E-05204: 1994 – Ochrona przed elektrycznością statyczną. Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń. Wymagania,
- PN-E-05033: 1994 – Wytyczne do instalacji elektrycznych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie,

- PN-IEC-60364-1: 2000 – (PN-HD 60364-1: 2009) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe,
- PN-IEC-60364-4-47: 2001 – (PN-HD 60364-4-41: 2007) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony dla zapewnienia bezpieczeństwa. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- PN-IEC-60364-4-43: 1999 – (PN-HD 60364-4-43: 2010) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym,
- PN-IEC-60364-4-41: 2000 – (PN-HD 60364-4-41: 2007) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa,
- PN-IEC-60364-5-559: 2003 – (PN-HD 60364-5-559: 2010) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe,
- PN-IEC-60364-5-523: 2001 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów,
- PN-IEC-60364-5-537: 1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia,
- PN-IEC-60364-4-42: 1999 – (PN-HD 60364-4-42: 2011) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego,
- PN-IEC-60367-707: 1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych,
- PN-EN-60099-5: 1999 – (PN-EN 60099-5: 2014-01) Ograniczniki przepięć. Zalecenia wyboru i stosowania,
- PN-IEC-364-4-481: 1994 – (PN-HD 60364-4-41: 2007) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo, Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych,
- Wytyczne prenormy PSEP-E-0001 – Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia.
- Ochrona przeciwporażeniowa,
- Wytyczne prenormy PSEP-E-0002 – Instalacje elektryczne w budynkach mieszkalnych. Podstawa planowania.
- Zeszyty dla elektryków – Zeszyt nr 1-7,
- PN-EN 12464-1: 2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1,
- PN-EN 1838: 2005 – (PN-EN 1838: 2013-III) Zastosowania oświetlenia – Oświetlenie awaryjne,
- PN-EN 50172: 2005 Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego,
- PN-EN 60439-1: 2003 (PN-EN 61439-1: 2010) Rozdzielnice i sterownice nisko napięciowe -Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu,

3.2 Wytyczne dla projektu.

3.2.1 Dokumentacja elektryczna.

Dokumentacja elektryczna instalacji stanowiska dydaktyczno-szkoleniowego musi być sporządzona przy użyciu elektronicznego programu projektowego ogólnie dostępnego i stosowanego na rynku polskim.

Wymagania dla elektronicznego narzędzia do tworzenia schematów elektrycznych:

- Program popularny na rynku od wielu lat (minimum 5 lat),
- Wsparcie techniczne na rynku polskim,
- Tworzenie schematu, jako jednego projektu,
- Szybkie przeglądanie schematu za pomocą klikania w aktywne odsyłacze,
- Eksport projektów do aktywnych dokumentów PDF, możliwość importu komentarzy z PDF bezpośrednio do środowiska projektowego,
- Wymiana informacji w formie plików z aplikacjami do programowania sterowników,
- Wspomaganie projektowania układów z PLC, moduł generacji kart PLC,
- Automatyczne oznaczanie i numerowanie połączeń,
- Automatyczna generacja i aktualizacja zestawień projektowych,
- Eksport zestawień do formatów zewnętrznych (TXT, XLS, XML),
- Automatyczna konwersja norm elektrycznych,
- Narzędzia do zarządzania rewizjami,
- Moduł kontroli błędów projektu,
- Wbudowany moduł do projektowania zabudowy płyty montażowej 2D,
- Otwarte biblioteki symboli,
- Otwarte bazy danych artykułów,
- Zapewniony przez producenta dostęp do baz danych artykułów,
- Możliwość wykorzystania baz danych artykułów i makr udostępnianych przez producentów sprzętu w Internecie,
- Zapewnienie ciągłości danych w kontekście wcześniejszych wersji oprogramowania.

Język dokumentacji: polski.

Wykonawca zobowiązany jest niezwłocznie po zakończeniu inwestycji do przekazania pełnej dokumentacji projektowej w formie elektronicznej oraz papierowej (minimum 2 egz.).

W skład dokumentacji powykonawczej wchodzą m.in.:

- Schematy elektryczne stacji,
- Deklaracja zgodności,
- DTR zgodnie z dyrektywą 2006/42/WE,

- CE,
- Ocena zagrożeń,
- Instrukcja stanowiskowa,
- Protokoły pomiarowe,

Całość dokumentacji wyposażenia elektrycznego należy przedłożyć Zamawiającemu w celu uzyskania pisemnej zgody najpóźniej 4 tygodnie przed rozpoczęciem budowy. Po otrzymaniu pisemnego potwierdzenia poprawności dokumentacji oraz dobranych komponentów elektrycznych Wykonawca może przystąpić do realizacji prac elektrycznych.

Test instalacji.

Wykonawca zobowiązany jest przeprowadzić test bezpieczeństwa w obecności osoby oddelegowanej ze ztrony Zamawiającego z uprawnieniami do przeprowadzenia w/w testów. Test musi być przeprowadzony na podstawie tabel wyłączeń urządzeń po zadziałaniu elementów bezpieczeństwa (np. wyłączników bezpieczeństwa, zamków bezpieczeństwa, etc.). Tabele bezpieczeństwa zostaną opracowane wspólnie ze Zamawiającym podczas uruchomienia instalacji.

Po wykonaniu pełnego testu bezpieczeństwa, który zakończy się wynikiem dopuszczenia do użytkowania Wykonawca zobowiązany jest w obecności Zamawiającego podpisać tabele bezpieczeństwa, gdzie muszą być zawarte następujące informacje:

- Sygnatura kontrolna programu bezpieczeństwa,
- Data,
- Nazwa projektu, wraz z numerem stacji,
- Imię i Nazwisko osoby testującej bezpieczeństwo,
- Podpis uczestników testu.

3.2.2 Oznakowanie urządzeń i kabli.

✓ Opis kabli.

Zawartość opisu musi być zgodna ze schematem elektrycznym, a etykieta (grawerka) musi być umieszczona na obu końcach kabla. Dopuszcza się wyjątek w przypadku, kiedy kabel łączy elementy jednego urządzenia, wtedy można uprościć opis o nazwę samego urządzenia.

Technika wykonania opisów: grawerowane lub tłoczone aluminium.

✓ Opis urządzeń na obiekcie.

Zawartość opisu musi być zgodna ze schematem elektrycznym, a etykieta (grawerka) musi być umieszczona bezpośrednio przy urządzeniu.

Technika wykonania opisu: grawerowane lub tłoczone aluminium.

✓ Opis szaf elektrycznych.

Zawartość opisu wszystkich szaf elektrycznych musi być zgodna ze schematem elektrycznym, a etykieta (grawerka) musi być umieszczona na drzwiach czołowych szafy.

Technika wykonania opisu: grawerka o wymiarach:

- Szerokość pasma: 24mm (1")
- Kolor: Czarny na żółtym tle.
- Czcionka: Arial, 18mm.

Na etykiecie opisowej na szafach głównych należy uwzględnić:

- Numer rysunku z dokumentacji elektrycznej,
- Numer struktury z dokumentacji elektrycznej,
- Nazwa instalacji,
- Numer stacji.

Rys. 4. Przykładowy wzór rozmieszczenia opisów i elementów na szafie.

3.2.3 Nadawanie nazw urządzeniom.

Nazwa urządzenia składa się z kilku członów, które mają ułatwić osobie szkolonej rozpoznanie lokalizacji oraz funkcji. Musi ona występować w niezmienionej formie zarówno w schemacie elektrycznym, jak i na oznaczeniach kabli i urządzeń na stanowisku szkoleniowym.

3.3 Instalacja elektryczna.

3.3.1 Zasilanie.

✓ Struktura systemu zasilania.

Wykonawca zobowiązany jest do dostarczenia okablowania oraz podłączenia rozdzielnic kablowych, siłowych oraz sterujących do przyłącza głównego. Minimalne przekroje przewodów muszą być dobrane zgodnie z PN EN 60204-1, część 1.

Napięcie zasilania: 3 x 400 V AC, N, PE/50 Hz, +10%/-10%.

✓ Zasilanie 24V DC.

Wykonawca zobowiązany jest do dostarczenia okablowania oraz podłączenia wszystkim modułów wykonawczych z szafy sterującej .

3.3.2 Sieć komunikacyjna.

✓ Sieć komunikacyjna – typ Profinet.

Do sterowania urządzeniami wykonawczymi (np. wyspy zaworowe, moduły wejść/wyjść, etc.) należy zastosować sieć Profinet. Sieć Profinet jest znormalizowana wg IEC 61158 i IEC 61784.

Urządzenia muszą być podłączone w topologii liniowej lub pierścienia (w tym przypadku będzie odpowiednia konfiguracja nadrzędnych modułów komunikacyjnych (switch) zarządzających przepływem informacji).

Dokładne podłączenie musi być przedstawione na schemacie elektrycznym.

W załączniku nr 3 do SIWZ – „Profinet opis systemu” zawarto podstawowe informacje odnośnie technologii i aplikacji dla systemu Profinet.

Rys. 5. Przykładowa struktura zasilania 400V AC, 24V DC oraz komunikacji Profinet .

3.3.3 Elementy dodatkowe.

✓ <u>Gniazdka serwisowe.</u>

Stanowisko szkoleniowe musi być wyposażone w następujące gniazda: 4x230V / 2x400V. Gniazda serwisowe muszą być wyposażone w zabezpieczenia elektryczne instalacji oraz odbiorników elektrycznych.

Rys. 6. Przykładowy wzór skrzynki z gniazdami serwisowymi.

✓ <u>Gniazdka RJ-45 (gniazda LAN data).</u>

Na stanowisku muszą znajdować się przynajmniej dwa gniazda RJ-45 do podłączenia zewnętrznej stacji programistycznej do sieci Profinet. Umiejscowienie gniazdka musi zapewniać swobodę pracy przy urządzeniach bez konieczności użycia długich kabli z szafy sterowniczej, czy też pulpitu operatorskiego.

3.4 Wymagania elektryczne.

3.4.1 Osprzęt.

✓ <u>Szafy elektryczne.</u>

Szafy elektryczne muszą być wyposażone w komplet aparatury niezbędnej do sterowania, sygnalizacji oraz monitorowania stanu bezpieczeństwa instalacji. Szafy elektryczne muszą spełniać klasę ochrony NEMA 12.

Przy projektowaniu i budowie szaf elektrycznych należy uwzględnić, że każdy obwód musi być zabezpieczony zabezpieczeniem odpowiednim do wartości prądu obciążenia. Obwody 400V AC muszą być załączane przez stycznik, którego styki robocze są dobrane do prądu obciążenia. Aparatura musi być umieszczona na płycie montażowej, a dostęp do aparatury oraz przewodów musi być możliwy z każdej stron szafy sterowniczej. Należy stosować zaciski o wymiarach odpowiednich do przekrojów podłączonych przewodów. Żyły wielodrutowe należy zakończyć odpowiednimi końcówkami zaciskowymi.

Wykonawca musi uwzględnić w każdej szafie elektrycznej 20% rezerwy na dodatkowe możliwe aparaty instalowane w przyszłości.

WAŻNE:

Wszystkie dostarczone komponenty elektryczne (sterownik, moduły I/O, switche komunikacyjne, etc.) muszą pochodzić od jednego producenta ze względu na ograniczenie stanów magazynowych części zamiennych.

Wytyczne odnośnie konstrukcji szafy elektrycznej:

- Wymiary co najmniej 800 x 2000 x 600 mm (szer. *x* wys. *x* gł.),
- Drzwi skrzydłowe,
- Stelaż szafy: blacha stalowa, (1,5 mm), gruntowana przez zanurzenie
- Dach: blacha stalowa, 1,5 mm, gruntowana przez zanurzenie, pokrywana proszkowo z zewnątrz, lakier strukturowy
- Drzwi: blacha stalowa, 2 mm, gruntowana przez zanurzenie, pokrywana proszkowo z zewnątrz, lakier strukturowy
- Ściana tylna: blacha stalowa, 1,5 mm, gruntowana przez zanurzenie, pokrywana proszkowo z zewnątrz, lakier strukturowy
- Płyty podłogi: blacha stalowa, 1,5 mm, ocynkowana
- Płyta montażowa: blacha stalowa, 3 mm, ocynkowana

- Drzwi szafy zamykane na zamek (unikalny kluczyk, dostępny tylko przez obsługę),
- Kolor RAL 7035,
- Klasa ochrony NEMA 12,
- Klasa ochrony IP55

✓ <u>Lokalizacja szaf elektrycznych.</u>

Poniższy rysunek przedstawia minimalną wymaganą przestrzeń wolną wokół szaf elektrycznych.

Docelowe umiejscowienie szaf musi być skonsultowane i zatwierdzone przez Zamawiającego. Dopuszcza się maksymalne oddalenie szaf od stacji dydaktyczno – szkoleniowej do 30 m.

Rys. 7. Warunek lokalizacia szaf elektrycznych.

✓ <u>Kable łączeniowe.</u>

Połączenia sieci przemysłowej na stanowisku muszą być zrealizowane głównie przy użyciu światłowodów. Należy uwzględnić następujące wymagania dotyczące długości:

- Połączenie < 50m - kabel POF,
- Połączenie od 50 do 100m - kabel PCF lub GOF
- Połączenie >100m - kabel GOF.

W przypadku konieczności zastosowania kabla miedzianego:

- Pomiędzy urządzeniami wokół stanowiska szkoleniowego preferowana jest kategoria CAT7 (4x2pary), ale wymagane wówczas jest użycie dodatkowych gniazdek na szynach montażowych, od których dalsze połączenie jest realizowane przez kabel patch,
- Wewnątrz stanowiska szkoleniowego, dla połączeń nieruchomych preferowane są kable CAT5 typu B, a dla połączeń ruchomych w łańcuchach - CAT5 typu C.
- Preferowane połączenie do sieci nadrzędnej musi być wykonane światłowodem GOF. W drodze wyjątku może być użyty kabel kategorii CAT7, ale musi on gwarantować porównywalną, jakość transmisji. Kable muszą być prowadzone poza stanowiskiem szkoleniowym (np. w rurze ochronnej).

- Kable do szafy robota muszą być poprowadzone w elastycznej rurze ochronnej metalowej, albo z tworzywa sztucznego (ta dopiero po uprzedniej akceptacji konkretnego typu przedstawionego zleceniodawcy przez zleceniobiorcę),
- Połączenia czujników/urządzeń wykonawczych w celi robotów, gdzie będą przeprowadzane czynności spawalnicze, muszą być wykonane kablami bezhalogenowymi PUR, odpornymi na oleje oraz iskry spawalnicze.
- Wtyki M12 muszą posiadać mocowanie odporne na samoczynne odkręcenie się w trakcie pracy.

Jeżeli urządzenie przyłączane nie posiada wbudowanej sygnalizacji zasilania i działania, wtyczki muszą posiadać diody w celu sygnalizacji stanu zasilania oraz aktualnej pozycji (np. siłownika). Dopuszczalna długość połączenia - 7,5m. W przypadku konieczności przedłużenia, należy posłużyć się uchwytami trzymającymi obie wtyczki M12 w stabilnej pozycji względem siebie (dotyczy połączeń ruchomych np. robot, zgrzewarka, etc).

✓ <u>Koryta kablowe.</u>

Oprócz technicznych wymagań na realizację instalacji, wykonanie, materiał oraz umiejscowienie koryt kablowych muszą uwzględniać szkoleniowo - dydaktyczny charakter stanowiska. Należy starannie zaplanować sposób prowadzenia koryt kablowych, aby do poszczególnych maszyn i elementów był maksymalnie nieutrudniony dostęp, minimalizujący ryzyko urazu osób uczestniczących w szkoleniu.

W trakcie planowania przebiegu koryt kablowych niezbędne jest uwzględnienie infrastruktury mediów i mechanicznej zabudowy, aby uniknąć kolizji na etapie wykonawczym.

Koryta kablowe muszą:

- Być metalowe (zabrania się wewnątrz celi używać plastikowych koryt ani rur),
- Być zamontowane powyżej podłogi (100mm),
- Mieć pokrywę wytrzymałą na tyle, aby można było po nim chodzić bez ryzyka uszkodzenia,
- Uwzględniać 25% wolnego miejsca na przyszłe przebudowy,
- Mieć zabezpieczone ostre krawędzie,
- Posiadać oddzielne przegrody dla różnych kategorii kabli (zasilające, sterujące, informacyjne, pomiarowe),
- Być doprowadzone maksymalnie blisko podłączanych urządzeń (dopuszczalne wolne fragmenty kabla to 40 cm).

Rys. 8. Wzór podziału prowadzenia przewodów w korycie kablowym.

Podział okablowania w korycie kablowym:

1. Sieć przemysłowa – Profinet LWL,
2. Okablowanie 24V DC, wyrównanie potencjałów,
3. Okablowanie 230V / 400V AC, kable systemowe do robotów,
4. Kabel spawalniczy, masowy kabel spawalniczy,
5. Powietrze i woda.

✓ <u>Skrzynki łączeniowe.</u>

Jeśli istnieje konieczność zastosowania skrzynek łączeniowych (np. z modułami wejściowo/wyjściowymi), muszą one posiadać przezroczyste okno w drzwiczkach do podglądu wnętrza bez konieczności otwierania skrzynki oraz płytę z dławicami kablowymi w dolnej części.

Specyfikacja skrzynek:

- Typ 1: 600 x 300 x 155 mm (szer. *x* wys. *x* gł.),
- Typ 2: 800 x 300 x 155 mm (szer. *x* wys. *x* gł.),
- Preferowany kolor RAL 7035 strukturalny,
- Okienko wykonane z płyty z poliwęglanu,
- Podejście okablowania od dołu skrzynki,
- Klasa ochronności IP55.

Zabrania się stosowania skrzynek/puszek łączeniowych wykonanych z PCV. Wysokość montażowa skrzynek to minimum 40 cm powyżej posadzki na trwałej konstrukcji montażowej.

3.4.2 Realizacja instalacji.

✓ <u>Sieć przemysłowa – Profinet.</u>

Podczas wykonywania instalacji sieci przemysłowej należy przestrzegać dokładnie wytycznych producenta kabli oraz urządzeń, a także specyfikacji standardu sieci Profinet. Zalecenia, do których Wykonawca musi bezwarunkowo się stosować zostały dołączone do SIWZ w załączniku nr 4.

Specyfikacja połączeń sieci Profinet dla kabli miedzianych: EIA/TIA 568B.

Wewnątrz stanowiska dydaktyczno-szkoleniowego preferowane jest użycie połączeń wtykowych, za pomocą techniki „wcisnąć i wyciągnąć". Kable muszą być przyłączane bezpośrednio do urządzeń wykonawczych (bez elementów pośredniczących). Zabronione jest przedłużanie kabli, które są za krótkie w korytach kablowych, łańcuchach energetycznych, etc.

- ✓ <u>Wprowadzenie kabli do szaf elektrycznych.</u>

Koryto kablowe musi bez żadnych przerw dochodzić do cokołu szafy. Wszystkie ostre krawędzie, które mogą potencjalnie stać się przyczyną uszkodzeń kabli podczas ich instalacji, muszą zostać zabezpieczone.

Kable muszą być wprowadzone do szaf rozdzielczych poprzez cokół szafy. W cokole należy zainstalować listwy szczotkowe (górną i dolną, włosiem naprzeciw siebie), które uszczelnią przestrzeń wokół kabli.

Promień zgięcia kabli musi odpowiadać normom oraz wytycznym producenta kabla. Po wprowadzeniu do szafy, kable muszą być przytwierdzone stabilnie do szyny wsporczej za pomocą metalowych uchwytów.

Jeżeli funkcję szyny wsporczej pełni szyna EMC, ekran miedzianych kabli Profinet musi być tam podłączony (więcej szczegółów w załącznikach nr 4).

- ✓ <u>Wprowadzenie kabli do skrzynek łączeniowych.</u>

Kabel do skrzynek należy wprowadzać od spodu, używając do tego metrycznych dławic kablowych. Wszystkie nieużywane dławice muszą zostać zaślepione, aby nie obniżać klasy IP urządzenia. Nie należy używać metalowych dławic w plastikowych skrzynkach / puszkach.

- ✓ <u>Rozproszone wejścia/wyjścia.</u>

Użycie rozdzielaczy Y dla wtyków M12 jest dopuszczalne pod warunkiem, że będą zamontowane obok, a nie bezpośrednio na module i podłączone do modułu za pomocą krótkiego kabla z wtykami M12.

Nie wolno podłączać dwóch czujników pozycji tego samego urządzenia do tego samego rozdzielacza.

Nieużywane gniazda modułów wejść/wyjść muszą być zabezpieczone przed zanieczyszczeniem za pomocą zaślepki.

- ✓ <u>Wyrównanie potencjałów.</u>

Instalacja elektryczna musi uwzględniać uziemienia ochronne – główne oraz wyrównanie potencjałów (koryta kablowe, robot, urządzenia, ogrodzenie ochronne, stoły, etc.). Przewody muszą być opisane w punkcie podłączenia do szyny wyrównawczej.

Protokół pomiarowy uziemień jest częścią dokumentacji powykonawczej.

✓ Zapotrzebowanie na ciepło oraz moc klimatyzacji.

Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć szacunkowe obliczenia strat ciepła na podstawie użytkowanych komponentów w szafach. Na podstawie tych obliczeń należy wskazać kalkulację zapotrzebowania na moc klimatyzacji i dobrać urządzenie chłodzące w szafach głównych, jeżeli temperatura przekracza +40 st. C.

Wykonawca musi dostarczyć klimatyzator zgodnie z poniższą specyfikacją:

- Minimalny obieg cyrkulacji zewnętrznej: 550 m^3/h
- Minimalny obieg cyrkulacji wewnętrznej: 230 m^3/h
- Wymiary: 280 x 550 x 280 mm (szer. *x* wys. *x* gł.).

4. Oprogramowanie:

4.1 Sterowanie

W przypadku danej instalacji mowa o sali dydaktyczno – szkoleniowej z robotem przemysłowym. W pomieszczeniu tym mają odbywać się szkolenia otwarte w ramach sterowania oraz obsługi robota ze zintegrowanymi aplikacjami przemysłowymi.

Sala szkoleniowa ma działać w dwóch trybach:

- Ruch pojedynczy,
- Tryb pojedynczy.

Do sterowania pojedynczymi urządzeniami konieczne są dwa tryby pracy, które obsługiwane są przez system nadrzędny, w tym przypadku przez przemysłowy sterownik programowalny.

✓ Ruch pojedynczy

Tryb pracy „ruch pojedynczy” pozwala na ręczne sterowanie ruchami robota podczas pracy szkoleniowej, testowej oraz naprawczej z uwzględnieniem wszystkich zabezpieczeń dla człowieka oraz maszyn w zależności od położenia robota oraz pozycji blokującej.

✓ Tryb pojedynczy

Automatyczny przebieg pojedynczego procesu może zostać przeprowadzony w trybie „tryb pojedynczy”, jeżeli zamknięte są wszystkie obwody bezpieczeństwa oraz w środku stacji

nie znajdują się uczestnicy szkolenia. Zgodnie z wyborem programu cykl pracy w tym wypadku będzie przebiegał automatycznie. Ponadto zapewnione musi być samoczynne wznowienie pracy przy restarcie instalacji, w przypadku zatrzymania awaryjnego przez rozłączenie obwodu bezpieczeństwa (np. zadziałanie przycisku bezpieczeństwa).

Do przebiegu poszczególnych cykli pracy należy przewidzieć następujące dodatkowe procesy:

- Wykonanie ruchu bez części (symulacja funkcji bez procesu),
- Wstępny wybór programu (tylko w przypadku różnych typów).

Oprogramowanie sterowania instalacją musi być skonstruowane w taki sposób, aby po ponownym uruchomieniu sterowania rozruch instalacji był możliwy bez ingerencji ręcznej w program sterowania.

Zamawiający wymaga, aby Wykonawca w celu spełnienia wymogów technicznych stacji dydaktyczno – szkoleniowej zastosował system sterowania procesami przemysłowymi typu PLC ze zintegrowanymi sterownikami bezpieczeństwa. Programowalny Sterownik Logiczny PLC przejmuje sterowanie wszystkimi funkcjonalnymi elementami, które są konieczne dla działania procesu (szkolenia). Zintegrować z PLC należy również urządzenia zabezpieczenia osobistego (wyłączniki awaryjne, zamki drzwi bezpieczeństwa, bariery itp.).

Wymagania dotyczące programowalnego sterownika logicznego PLC:

- praca w oparciu o system operacyjnego czasu rzeczywistego,
- obsługa do co najmniej 32 000 punktów wejść/wyjść,
- jednostka centralna musi posiadać procesor o taktowaniu co najmniej 1 GHz oraz pamięci wewnętrzne flash i RAM (co najmniej 5 MB każda, nie uwzględniając zewnętrznych kart pamięci),
- kontroler musi posiadać co najmniej jeden port Ethernet obsługujący protokoły komunikacyjne: Modbus TCP (Klient, Serwer) ,
- programowanie co najmniej w następujących językach: Ladder Diagram (LD), StructuredText (ST), Function Block Diagram (FBD),
- dodatkowo musi posiadać możliwość tworzenia algorytmu sterującego w języku C,
- obsługa otwartego protokołu OPC UA,
- programowanie konrolera „na ruchu”,
- kontroler powinien posiadać port Profinet działający z prędkością minimum 1 Gb/s.

CPU musi pracować jako centralny system sterowania z bezpośrednio podłączonymi modułami sygnałowymi oraz mieć możliwość przetwarzania danych w ramach sterowania rozproszonego z peryferiami w postaci modułów wejść/wyjść. Programowalny sterownik musi posiadać interfejs (sieć komunikacyjną) typu Profinet.

4.2 Oprogramowanie

Zamawiający wymaga dostawę a pakietu oprogramowania, który pozwoli zrealizować kompleksowe szkolenia w poniższych zakresach:

- Konfiguracja i parametryzacja sprzętu,
- Programowanie sterowników PLC,
- Wizualizacja,
- Testowanie, uruchomienie i serwisowanie.

Dostarczony pakiet oprogramowania musi być kompatybilny z zastosowanymi urządzeniami systemu sterowania na instalacji.

4.3 Uruchomienie stacji dydaktyczno - szkoleniowej

Wykonawca zobowiązany będzie do pełnego uruchomienia stacji szkoleniowo – dydaktycznej w dwóch wariantach:

- Szkolenia otwarte w formie „dla wszystkich",
- Szkolenia dedykowane bezpośrednio dla firm na podstawie dostarczonego standardu.

5. Robotyka:

5.1 Specyfikacja robota

Ze względu na rodzaj wykonywanych aplikacji dostarczony robot przemysłowy musi spełniać wymogi według poniższej specyfikacji.

Lp.	Funkcja:	Wymagania techniczne:	Ilość:
1.	Robot przemysłowy	• Liczba stopni swobody –minimalnie 6, • Udźwig nie mniej niż 6 kg, • Maksymalny zasięg nie mniej niż 1445 mm, • Powtarzalność nie gorsza niż ± 0,06 mm, • Zakres ruchu na 6 osi, co najmniej 360°, • Waga nie więcej niż 150 kg. (± 15 kg), • Serwis dostępny w Polsce, • Szafa sterownicza robota, • Ręczny programator robota o przekątnej nie mniejszej niż 5'', • Pakiet kabli łączeniowych.	2 szt.

Wykonawca przy wykorzystaniu narzędzia do projektowania i symulacji stacji zrobotyzowanych w trybie offline zobowiązany jest sprawdzić wszystkie parametry dobranego robota oraz rozstawienie aplikacji szkoleniowych w stacji szkoleniowo – dydaktycznej.

5.1.1 Komunikacja

W celu integracji robota z innymi komponentami sieciowymi, kontroler robota musi być wyposażony w interfejs komunikacyjny oparty na standardzie Profinet. Robot będzie się komunikował z własnymi urządzeniami za pośrednictwem tego samego standardu.

5.1.2 Ręczny programator robota

Wykonawca zobowiązany jest dobrać tak robota, aby był wyposażony w ręczny programator z kolorowym ekranem dotykowym o minimalnej przekątnej 5''. Ręczny programator będzie wyposażony w wyłącznik awaryjny oraz będzie posiadał możliwość sterowania robotem za pomocą wbudowanych manipulatorów (przycisków lub joysticka). Zamawiający wymaga, aby menu programatora było dostępne w języku polskim, angielskim oraz niemieckim

5.2 Wyposażenie dodatkowe

5.2.1 Dodatkowe oprogramowanie

Wykonawca w celu uruchomienia wszystkich aplikacji dydaktyczno - szkoleniowej będzie zobowiązany dostarczyć dodatkowe oprogramowanie do robota, które zapewni łatwe programowanie odpowiednich funkcji (paletyzacja, manipulowanie, przesuw po określonym torze).

5.2.2 Media.

Wykonawca jest zobowiązany do podłączenia potrzebnych mediów (wody, zasilania i pneumatyki - cieśnienia niskiego i wysokiego wg. specyfikacji technicznej) od przyłącza w pomieszczeniu do maszyny

PROFINET opis systemu
Technologie i aplikacje

Rys. 1: PROFINET spełnia wszelkie wymagania technologii automatyzacji

Wstęp

Coraz krótsze cykl wprowadzania nowych produktów sprawiają, że niezbędny stał się w automatyce ciągły rozwój technologii. W ostatnich latach, w kwestii rozwoju duże znaczenie miało zastosowanie technologii sieci Fieldbus. Umożliwiło to migrację z centralnych systemów automatyki do struktur rozproszonych. Sieć PROFIBUS, jako światowy lider określił wymagania już ponad 20 lat temu.

W dzisiejszych technologiach automatyki, sieci ethernet i technologia IT coraz częściej opierają się na znanych standardach, takich jak TCP / IP i XML. Integracja technologii informatyki do automatyki otwiera znacznie większe możliwości komunikacji pomiędzy systemami automatyki, rozległymi strukturami i diagnostyką oraz sieciową funkcjonalność serwisu. Funkcje te stanowią integralną część sieci PROFINET.

PROFINET jest innowacyjnym standardem opartym na sieci przemysłowej ethernet. PROFINET spełnia wszystkie wymagania stawiane przez technikę automatyki. PROFINET jest najlepszym wyborem w dziedzinie automatyki przemysłowej, automatyzacji procesów i sterowników (również z funkcjami bezpieczeństwa).

Jako technologia, która jest standardem w branży przemysłu samochodowego, szeroko rozpowszechniona również przy budowie maszyn, a także w przemyśle spożywczym, browarach i logistyce, PROFINET znajduje zastosowanie we wszystkich gałęziach przemysłu. Stale pojawiają się nowe obszary zastosowań, takie jak np. przemysł morski i transport, a nawet w codziennych operacje w sklepach i magazynach. Nowy profil technologiczny PROFIenergy pozwala na oszczędności energetyczne w procesach produkcyjnych.

PROFINET jest znormalizowany wg IEC 61158 i IEC 61784. Nieustanny rozwój sieci PROFINET daje użytkownikom długoterminową perspektywę realizacji swoich zadań z zakresu automatyki.

Dla instalacji i producentów maszyn, korzystanie z PROFINET minimalizuje koszty instalacji, inżynierii i uruchomienia. PROFINET zapewnia łatwość rozbudowy instalacji i wysoką dostępność systemu dzięki autonomicznie działającym blokom i niskim wymaganiom sprzętowym.
Obowiązkowa certyfikacja urządzeń komunikacyjnych PROFINET zapewnia wysoki standard jakości.

Spis treści

1. PRZEGLĄD SIECI PROFINET 1

1.1 Przemysł i aplikacje 1
1.2 Cechy 1
1.3 Profile PROFINET 1
1.4 Klasyfikacja zgodności 2
1.5 Standaryzacja 2

2. MODEL ORAZ INŻYNIERING 2

2.1 Model systemu PROFINET IO 2
2.2 Model IO-Device 3
2.3 Opisy urządzeń 3
2.4 Relacje komunikacyjne 3
2.5 Adresowanie 4
2.6 Inżyniering systemu IO 4
2.7 Integracja sieci Web 5

3. PODSTAWOWE FUNKCJE 5

3.1 Cykliczna wymiana danych 6
3.2 Acykliczne parametry danych 6
3.3 Diagnostyka urządzenia/sieci 6

4. DIAGNOSTYKA SIECI 7

4.1 Protokół zarządzania siecią 7
4.2 Wykrywanie sąsiedztwa 7
4.3 Reprezentacja topologii 7
4.4 Rozmieszczenie urządzeń 8
4.5 Integracja diagnostyki sieci 8

5. IZOCHRONIZM - KLASA C 9

5.1 Komunikacja synchroniczna 9
5.2 Operacje łączone 10

6. FUNKCJE OPCJONALNE 11

6.1 Wielokrotny dostęp do urządzeń 11
6.2 Rozszerzona identyfikacja 11
6.3 Serwer parametrów 12
6.4 Konfiguracja w trakcie pracy 12
6.5 Stempel czasowy 13
6.6 Szybki restart 13
6.7 Wysoka niezawodność 13
6.8 Uruchamianie narzędzi 14

7. INTEGRACJA SYSTEMÓW 14

8. PROFILE APLIKACJI 15

8.1 PROFIsafe 15
8.2 PROFIdrive 15
8.3 PROFIenergy 15

9. PROFINET W PROCESACH 15

10. INSTALACJA SIECI 16

10.1 Konfiguracja Sieci 16
10.2 Kable dla PROFINET 17
10.3 Wtyczki 17
10.4 Ochrona 17

11. PROFINET IO - CERTYFIKACJA 18

11.1 Wsparcie technologiczne 18
11.2 Narzędzia rozwoju produktu 19
11.3 Test certyfikujący 19

12. PROFIBUS & PROFINET PI 20

12.1 Zadania PI 20

Zawartość

Dokument opisuje wszystkie istotne aspekty technologii PROFINET i odzwierciedla poziom dostępnych technologii pod koniec roku 2010.

Rozdział 1 stanowi wprowadzenie do sieci PROFINET oraz przegląd rynku oraz opis struktury modułowej.

Rozdział 2 opisuje podstawowe modele i dostępny inżyniering sieci PROFINET.

Rozdziały 3 do 5 obejmują podstawowe funkcje komunikacji PROFINET z punktu widzenia klas zgodności.

Rozdział 6 zawiera krótki opis funkcji opcjonalnych, które są używane w różnych aplikacjach.

Rozdziały 7 do 9 są poświęcone integracji sieci przemysłowych oraz technologii, profili w automatyce za pomocą sieci PROFINET; opis dodatkowych korzyści sieci PROFINET.

Rozdział 10 opisuje podstawowe aspekty sieci PROFINET takie jak topologia, kable, złącza, integracja sieci oraz bezpieczeństwo.

Rozdział 11 skierowany jest do menedżerów produktów, dostarcza on informacje na temat zastosowania i certyfikacji produktów.

Rozdział 12 dostarcza informacji na temat PROFIBUS & PROFINET International, organizacji o największym na świecie zasięgu w automatyce przemysłowej.

1. Przegląd sieci PROFINET

1.1 Przemysł i aplikacje

PROFINET jest standardem organizacji PROFIBUS i PROFINET International (PI) dla komunikacji w automatyce. Modułowa struktura sprawia, że PROFINET jest elastycznym rozwiązaniem dla wszelkich zastosowań i branż. Aplikacje oparte na sieci PROFINET mogą być wdrażane przy automatyzacji produkcji i procesów, aplikacji bezpieczeństwa i całej gamy technologii napędów włącznie z izochronicznymi aplikacjami pozycjonowania. Profile aplikacyjne umożliwiają optymalne wykorzystanie sieci PROFINET we wszystkich dziedzinach automatyki przemysłowej.

Instalacje oraz producenci maszyn, wykorzystujący sieć PROFINET, w dużym stopniu minimalizują koszty instalacji, inżynieringu oraz uruchomienia.

Właściciel instalacji zyskuje dzięki dużej dynamice rozwoju instalacji, wysoką niezawodność maszyn oraz wysoką efektywność i krótki czas cyklu.

Wieloletnie doświadczenia z sieci PROFIBUS oraz doświadczenia z powszechnego wykorzystania sieci przemysłowej Ethernetu zostały wykorzystane również w sieci PROFINET, który wykorzystuje standard UDP / IP jako protokół wyższego poziomu dla wymiany danych. Równolegle z protokołem UDP / IP, cykliczna wymiana danych w sieci PROFINET oparta jest na protokole czasu rzeczywistego.

Ponadto, sieć PROFINET odgrywa ważną rolę, w dziedzinie ochrony inwestycji. PROFINET umożliwia integrację do istniejącego systemy, jak np. PROFIBUS, AS-Interface, INTERBUS, Foundation Fieldbus i DeviceNet, bez konieczności zmian istniejących urządzeń. Oznacza to, że inwestycje instalacji, produkcja maszyn i urządzeń są zabezpieczone.
Sprawdzony proces certyfikacji zapewnia wysoki standard jakości produktów PROFINET oraz pozwala na ich bezpieczne stosowanie.

1.2 Cechy

Wszystko na jednym kablu

Dzięki zintegrowanej, opartej na sieci Ethernet komunikacji, PROFINET spełnia szeroki zakres wymagań, od parametrów przetwarzania dużej ilości danych do niezwykle szybkiej wymiany sygnałów I/O. PROFINET pozwala na automatyzację w czasie rzeczywistym. Ponadto, PROFINET zapewnia bezpośredni interfejs do sieci IT.

Elastyczna topologia sieci

PROFINET jest w 100% zgodny z siecią Ethernet zgodnie ze standardami IEEE oraz dostosowuje się zależnie od okoliczności do istniejącej instalacji dzięki elastycznej topologii, strukturze pierścienia lub gwiazdy oraz miedzianym i światłowodowym rozwiązaniom kablowym. PROFINET pozwala zaoszczędzić na drogich niestandardowych

Rys. 2: Skalowalna funkcjonalność PROFINET

rozwiązaniach i umożliwia komunikację bezprzewodową typu WLAN i Bluetooth.

Komunikacja odbywa się za pośrednictwem takiego samego okablowania począwszy od prostych zadań sterowania do wysoce wymagających aplikacji pozycjonowania. W precyzyjnym sterowaniu, możliwa jest deterministyczna i izochroniczna transmisja danych procesowych time critical z dokładnością poniżej 1 mikrosekundy.

Wysoka niezawodność

PROFINET posiada różne mechanizmy inteligentnej diagnostyki sieci i stacji. Acykliczna transmisja danych diagnostycznych zawiera ważne informacje dotyczące stanu sieci i urządzeń oraz topologii sieci. Różne typy mediów i redundancji systemu zwiększają znacząco niezawodność instalacji.

Safety integrated

Sprawdzona technologia bezpieczeństwa PROFIsafe pochodząca z sieci PROFIBUS, dostępna jest także w sieci PROFINET. Możliwość korzystania z tego samego kabla do komunikacji standardowej i safety integrated zapewnia oszczędności urządzeń, parametryzacji i inżynieringu.

1.3 Profile PROFINET

Koncepcja PROFINET posiada dwa profile: PROFINET CBA oraz PROFINET IO. Rysunek 3 pokazuje wzajemne korelację obu profili. PROFINET CBA nadaje się do komponentowej komunikacji na poziomie maszyn poprzez TCP / IP oraz do komunikacji w czasie rzeczywistym wymaganym dla modułowych konstrukcji instalacji. Umożliwia on prostą konstrukcję modułową linii produkcyjnych w oparciu o rozproszoną inteligencję oraz komunikację opartą na konfiguracji graficznej pomiędzy inteligentnymi modułami. PROFINET IO pozwala na rozpraszanie sygnałów I/O. Zapewnia komunikację w czasie rzeczywistym (RT) oraz izochroniczną komunikację w czasie rzeczywistym (IRT) dla cyklicznej wymiany danych procesowych.

Rys. 3: Profile PROFINET

Zastosowanie sieci PROFINET CBA oraz PROFINET IO może odbywać się niezależnie lub tak że jednostka PROFINET IO pojawi się w instalacji jako moduł PROFINET CBA.

Niniejszy opis zawiera szczegółowe objaśnienia dla profilu PROFINET IO.

1.4 Klasyfikacja zgodności

Zakres funkcji obsługiwanych przez PROFINET IO jest podzielony na klasy zgodności ("CC"). Stanowią one praktyczne zestawienie różnych właściwości minimalnych.

Istnieją trzy klasy zgodności, wzajemnie się uzupełniające oraz zorientowane na typowe aplikacje (Rys. 4).

Rys. 4: Struktura klas zgodności

CC-A zapewnia podstawowe funkcje PROFINET IO z komunikacją RT. Wszystkie usługi IT mogą być używane bez zastrzeżeń. Typowe zastosowania, to na przykład, automatyka budynkowa. Komunikacja bezprzewodowa jest możliwa tylko w tej klasie.

CC-B poszerza koncepcje o diagnostykę sieci prowadzoną poprzez mechanizmy IT, jak również informacje o topologii. Funkcja nadmiarowości systemu, ważna dla automatyzacji procesów, została zawarta w rozszerzonej wersji CC-B ,nazwanej CC-B(PA).

CC-C określa podstawowe funkcje urządzeń ze wspieraną sprzętowo komunikacją IRT i tym samym jest podstawą aplikacji izochronicznych.

Klasyfikacja zgodności jest podstawą do certyfikacji i wytycznych dla okablowania.

Szczegółowy opis technologii CCS można znaleźć w dokumentacji "The PROFINET IO Conformance Classes" w folderze “Downloads/Supplementary Documents”.

1.5 Standaryzacja

PROFINET został określony w IEC 61158 i IEC 61784. Koncepcja PROFINET została zdefiniowana przy ścisłej współpracy z użytkownikami końcowymi bazując na standardowej sieci Ethernet zgodnie z IEEE 802. Zmiany standardowej sieci Ethernet zostały użyte wyłącznie w przypadku, gdy wymagania te nie mogły zostać spełnione lub nie spełniały oczekiwań.

2. Model oraz inżyniering

W tym rozdziale opisano modele systemu PROFINET IO oraz posłużono się przykładowym procesem planowania w celu opisania opcji adresowania.

2.1 Model systemu PROFINET IO

Przy wymianie danych, PROFINET IO dopasowywany jest do modelu dostawcy / odbiorcy. Konfiguracja systemu PROFINET IO ma taki sam wygląd jak w sieci PROFIBUS. Poniżej wyróżniono klasy urządzeń dla PROFINET IO (5):

IO-Controller: Jest to typowo programowalny sterownik logiczny (PLC) z programem sterującym. Można go porównać do Mastera klasy 1 w sieci PROFIBUS. IO-Controller dostarcza dane wyjściowych i odbiera dane wejściowych ze stacji podrzędnej IO-Devices.

IO-Device: jest to urządzenie polowe I/O, które jest podłączone do jednego lub kilku stacji IO-Controller za pośrednictwem sieci PROFINET IO. Jest ono porównywalne ze stacją slave w sieci PROFIBUS. IO-Device dostarcza dane wejściowe, natomiast odbiera dane wyjściowe.

IO-Supervisor: Najczęściej jest to urządzenie programujące, komputer osobisty (PC) lub urządzenie typu panel (HMI) wykorzystywane do celów diagnostycznych lub uruchamiania. Odpowiada Master’owi klasy 2 w sieci PROFIBUS.

Minimalne wymagania sieci to przynajmniej jeda stacja typu IO-Controller i jedna lub większa ilość stacji IO-Device. Stacje IO-Supervisor są zwykle integrowane tylko tymczasowo w celu uruchamiania, diagnostyki i serwisu.

Rys. 5: Kanały komunikacyjne PROFINET IO

2.2 Model IO-Device

Model IO-Device opisuje wszystkie urządzenia pod kątem ich możliwości technicznych i funkcjonalnych. Są one ustalane przez DAP (Device Access Point) oraz moduł urządzenia i zdefiniowane moduły konkretnej rodziny urządzeń. DAP jest punktem dostępu do komunikacji z interfejsem Ethernet i programem procesowym. Można do niego przypisać wiele modułów I / O w celu zarządzania komunikacją danych procesowych.

Następujące struktury są określone dla IO-Device:

- **Slot** określa miejsce w którym moduł I/O jest podłączany do modułowego urządzenia polowego I/ O. Skonfigurowane moduły zawierającą jeden lub kilka podslotów do wymiany danych, które są adresowane na podstawie poszczególnych slotów.
- **Podsloty** reprezentują aktualny interfejs dla procesu (wejścia / wyjścia). Podział podslotów na bitowy, bajtowy lub słowowy określany jest przez producenta. Dane zawarte w podslotach zawsze zawierają informacji statusowe, na podstawie których można określić ważność danych.
- **Index** określa dane w slocie/podslocie, które mogą być odczytywane lub zapisywane acyklicznie przez usługę czytaj/pisz. Na przykład, parametry mogą być zapisywane do modułu lub dane modułu ustalonego przez producenta mogą zostać odczytane na podstawie index'u.

Cykliczne dane I/O adresowane są poprzez określenie kombinacji slot/podslot, które mogą być dowolnie definiowane przez producenta. Dla acyklicznego przesyłania danych poprzez usługę odczyt /zapis, aplikacja może określić dane, które należy uwzględnić przy użyciu **slotu, podslotu** oraz **indexu** (rys. 6).

Aby uniknąć odrębnego definiowania profili użytkowników (np. PROFIdrive, ważenie i dozowanie, itp.), **API** (**A**pplication **P**rocess **I**dentifier/Instance) definiowany jest jako dodatkowy poziom adresowania.

PROFINET rozróżnia **kompaktowe urządzenia polowe**, które określane są stałe, bez możliwości zmiany przez użytkownika oraz **urządzenia modułowe**, w których rozmiar można dostosować do konkretnego zastosowania, przy konfiguracji systemu.

2.3 Opisy urządzeń

Pliki **GSD** (General Station Description) urządzeń polowych są wymagane przy konfiguracji w systemie inżynierskim. Oparty jest on na języku XML GSD opisuje właściwości i funkcje urządzeń polowych PROFINET IO. Zawiera on wszystkie dane istotne dla programów, jak również do wymiany danych z urządzeniem na instalacji. Producent urządzenia polowego musi zapewnić plik GSD oparty na języku XML zgodnie ze specyfikacją GSDML.

2.4 Relacje komunikacyjne

Aby nawiązać komunikację między sterownikiem wyższego poziomu oraz urządzeniem IO-Device, muszą zostać ustalone kanały komunikacyjne. Są one tworzone przez IO-Controller podczas uruchamiania systemu na podstawie danych konfiguracyjnych w systemie inżynierskim. Określa to wymianę danych w sposób jawny.

Rys. 6: Adresowanie danych I/O w PROFINET IO, na podstawie slotów oraz podslotów

Każda wymiana danych jest wbudowana w AR (relacje aplikacji) (rys. 7). W AR, relacje komunikacyjne (CR) określają dane w sposób jawny. W rezultacie, wszystkie dane dla modelu urządzenia, w tym ogólne parametry komunikacyjne, są przesyłane do urządzenia IO-Device. IO-Device może mieć wiele powiązań AR utworzonych dla różnych urządzeń IO-Controller.

Rys. 7: Relacje aplikacji oraz relacje komunikacji

Kanały komunikacyjne dla cyklicznej wymiany danych (IO data CR), acykliczna wymiana danych (record data CR) i alarmy (alarm CR) są ustawiane równolegle.

Można wykorzystywać wiele stacji IO-Controller w systemie PROFINET (rys. 8). Jeśli te stacje IO-Controller mają mieć dostęp do tych samych danych w urządzeniach IO-Device, musi to zostać określone podczas konfiguracji (shared device oraz shared input).

Rys. 8: Urządzenie polowe może być dostępne dla wielu powiązań aplikacyjnych

IO-Controller może ustanowić jedno powiązanie AR z wieloma urządzeniami IO. W ramach powiązań AR, do wymiany danych używanych może być, kilka powiązań IOCR i API. Może to być przydatne, na przykład, jeśli więcej niż jeden profil użytkownika (PROFIdrive, Encoder, itp.) jest zaangażowany w komunikację i wymagane są różne podsloty. Podane API służą do podziału transmisji danych w ramach IOCR.

2.5 Adresowanie

W PROFINET IO, każde urządzenie polowe posiada nazwę symboliczną, która jednoznacznie identyfikuje urządzenie w systemie PROFINET IO. Nazwa ta używana jest do przypisywania adresów IP i MAC. Protokół DCP (Dynamic configuration protocol) zintegrowany w każdym urządzeniu IO nie jest w tym celu używany.

Adres IP przydzielany jest protokołem DCP na podstawie nazwy urządzenia. Ponieważ DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) jest w powszechnym użyciu, PROFINET umożliwia opcjonalną konfigurację adresu przez DHCP lub za pomocą mechanizmów wyszczególnionych przez producenta. Opcje adresowe obsługiwane przez dane urządzenie polowe zdefiniowane są w pliku GSD dla danego urządzenia sieciowego.

Opcjonalnie, nazwa może być również automatycznie przydzielona do urządzenia IO poprzez określenie topologii opartej na detekcji sąsiedniej stacji.

PROFINET IO-Device adresowane jest do bezpośredniej wymiany danych poprzez adres swój MAC (patrz ramka).

Adres MAC oraz OUI (unikatowy identyfikator organizacyjny)

Każde urządzenie PROFINET adresowane jest na podstawie adresu MAC. Adres ten jest unikatowy na całym świecie. Kodeks spółek handlowych (bity od 47 do 24) można uzyskać bezpłatnie z wydziału standardów IEEE . Część ta nazywana jest OUI (unikatowy identyfikator organizacyjny).

PI oferuje adresy MAC do producentów urządzeń, którzy nie chcą ubiegać się o własny identyfikator OUI, innymi słowy stały OUI i część określona przez producenta (bity od 23 do 0). Usługa ta pozwala komponentom nabyć adresy MAC z Centrum Wsparcia PI. Zakres obejmuje 4K.

OUI PI jest to 00-0E-CF i jest skonstruowany tak jak pokazano w tabeli. OUI może być używany dla maksymalnie 16,777,214 produktów.

Znaczenie Bit 47 to 24						Znaczenie Bit 23 to 0					
0	**0**	**0**	**E**	**C**	**F**	X	X	X	X	X	X
Kod firmy → OUI						Numer kolejny					

2.6 Inżyniering systemu IO

Każdy producent stacji IO-Controller dostarcza również narzędzia inżynierskie do konfiguracji systemu PROFINET.

Podczas konfiguracji systemu, programista łączy ze sobą moduły / podmoduły stacji IO Device zdefiniowane w pliku GSD w celu przypisania ich do rzeczywistego systemu i podania ich do slotów /podslotów. Konfigurowany jest rzeczywisty system symbolicznie w narzędziach inżynierskich. Rysunek 9 pokazuje relacje pomiędzy definicja pliku GSD, konfiguracją i prawdziwym widokiem instalacji.

Po ukończeniu konfiguracji systemu, dane systemowe ładowane są do stacji IO-Controller, która również zawiera określone przez system aplikacje. W rezultacie, IO-Controller posiada wszystkie informacje niezbędne do adresowania urządzeń IO oraz wymiany danych.

Rys. 9: Przypisanie definicji zawartych w pliku GSD do urządzeń IO podczas konfigurowania systemu

Zanim IO-Controller może dokonać wymiany danych z IO-Devices, muszą one posiadać przypisany w oparciu o ich skonfigurowaną nazwę adres IP. Musi to nastąpić przed włączeniem systemu.

IO-Controller wykonuje to automatycznie przy użyciu protokołu DCP.

Po starcie / restarcie stacja IO-Controller zawsze inicjalizuje system na podstawie danych konfiguracyjnych bez żadnej interwencji użytkownika. Podczas uruchomienia systemu, IO-Controller ustanawia określone powiązania komunikacyjne (CR) i relacje aplikacji (AR) ze stacją IO-Device. Określa to cykliczne dane I/O, alarmy, wymianę acyklicznych operacji Read/Write oraz żądane moduły/podmoduły. Po udanym uruchomieniu systemu mogą wystąpić: wymiana cyklicznych danych procesowych, alarmy, i acykliczny przesyłanie danych.

2.7 Integracja sieci Web

PROFINET opiera się na sieci Ethernet i wspiera protokół TCP/IP. Umożliwia to m.in. wykorzystanie technologii internetowych w celu dostępu do zintegrowanego serwera w urządzeniu polu. W zależności od konkretnej implementacji urządzeń, diagnostyka i inne informacje można łatwo wywołać przy użyciu standardowej przeglądarki internetowej, nawet poza granice sieci. Tak więc system inżynierski nie jest wymagany do prostej diagnostyk. Sieć PROFINET sama nie definiuje żadnych konkretnych treści i formatów. Raczej pozwala na otwarte i wolne ich zastosowanie.

3. Podstawowe funkcje zgodności klasy A

Funkcje podstawowe obejmują cykliczną wymianę danych I/O w czasie rzeczywistym, acykliczną wymianę danych do odczytu i zapisu żądanych danych (parametry, diagnostyka), funkcje identyfikacji i serwisowe (I&M) do odczytywania informacji o urządzeniu i elastyczny model alarmów do sygnalizacji błędów urządzenia i sieci na trzech poziomach alarmowych (serwis, pilne wymagania serwisowe i diagnostyka) (tab. 1).

Wymagania	Funkcje techniczne/rozwiązania
Cykliczna wymiana danych	PROFINET z komunikacją RT
Acykliczne dane parametryzacji/ identyfikacja urządzenia (HW/FW)	Read Record/ Write Record I&M0
Urządzenie/ diagnostyka sieci (alarmy)	Diagnostyka i serwis

Tabela 1: Lista podstawowych funkcji

3.1 Cykliczna wymiana danych

Cykliczne dane I/O wysyłane są bez potwierdzania poprzez powiązanie "IO Data CR" jako dane czasu rzeczywistego pomiędzy nadawcą a odbiorcą w ściśle określonym czasie cyklu. Czas cyklu może być określony indywidualnie dla połączeń z poszczególnymi urządzeniami i jest on dostosowany do wymagań aplikacji. Podobnie, różne czasy cyklu mogą zostać wybrane dla danych wejściowych i wyjściowych, w zakresie od 250 µs do 512 ms.

Połączenie jest monitorowane za pomocą ustawienia monitorowania w czasie, który jest stanowi wielokrotność czasu cyklu. Podczas transmisji danych w ramce, dane podslotów poprzedzane są statusem nadawcy. Tego typu status Informacyjny oceniany jest przez odbiorcę danych I/O. W rezultacie możliwa jest samodzielna ocena wiarygodność danych z cyklicznej wymiany danych. Poza tym statusy odbioru przesyłane są zwrotnie.

Dane w ramach komunikatów poprzedzane są towarzyszącym im informacjami o ważności danych, redundancji oraz statusie diagnostycznym (status danych, transferu). Informacje o cyklu (licznik cykli) nadawcy są również określone tak, aby można łatwo je było ustalić. Błąd odbioru cyklicznych danych monitorowany jest przez odpowiedniego odbiorcę w relacji komunikacyjnej. Jeśli skonfigurowanych danych nie uda się odebrać w określonym czasie kontroli, odbiorca wysyła komunikat o błędzie do aplikacji (rys. 10).

Cykliczna wymiana danych może odbywać się za

Rys. 10: Komunikacja w czasie rzeczywistym z czasowym monitorowaniem cyklu

pomocą standardowych komponentów sieciowych, takich jak switche i standardowych kontrolerów Ethernet oraz odbywa się bezpośrednio na warstwie 2 z Ethertype 0x8892 i bez informacji TCP(UDP)/IP. Dla optymalnego przetwarzania danych cyklicznych używany jest również znacznik VLAN zgodnie z IEEE802.1Q.

3.2 Acykliczne parametry danych

Acykliczna wymiana danych może być wykorzystywana do parametryzacji i konfiguracji urządzeń I/O lub do odczytu informacji statusowych za pomocą powiązań "Record data CR". Cel ten realizowany jest za pomocą ramek odczytu/zapisu z wykorzystaniem standardowych usług informatycznych przez UDP/IP, w którym różne rekordy danych rozróżnia się za pomocą ich indeksu. Oprócz rekordów danych wykorzystywanych przez producentów urządzeń, dostępne są również następujące rekordy danych systemowych specjalnie zdefiniowane:

- **Informacje diagnostyczne** sieci oraz urządzeń mogą zostać odczytane przez użytkownika z dowolnego urządzenia w dowolnym czasie.
- **Rejestracja** błędów(alarmy oraz informacje o błędach), które mogą zostać użyte do wywołania szczegółowych informacji o czasie zdarzeń w IO-Devices.
- **Informacje Identyfikacyjne oraz serwisowe** (I&M)

Możliwość odczytywania danych identyfikacyjnych z urządzeń polowych jest bardzo pomocna przy serwisie. Na przykład, pozwala na wyciągnięcie wniosków przy nieprawidłowym zachowaniu urządzenia lub przy braku obsługi funkcji w urządzeniu polowym. Informacja ta jest określona w strukturze danych I&M.

Funkcje I&M podzielone są na 5 różnych bloków (IM0 ... IM4) i mogą być adresowane oddzielnie używając ich indeksu. Każde urządzenie IO-Device musi obsługiwać funkcję IM0 odnośnie informacji na temat sprzętu i wersjami oprogramowania.

Specyfikację I&M można pobrać ze strony PI.

3.3 Diagnostyka urządzenia/sieci

Podejście oparte na bazie statusu zyskuje coraz większe znaczenie przy obsłudze działania i serwisie. Opiera się ona na zdolności urządzeń i komponentów do określenia ich statusów oraz do komunikacji za pomocą określonych mechanizmów. System wiarygodnych alarmów i komunikatów stanu ze stacji IO-Device do stacji IO-Controller został zdefiniowany w tym celu w sieci PROFINET IO.

Pojęcie to obejmuje zarówno alarm systemowe zdefiniowanych zdarzeń (takich jak usuwanie i wprowadzanie modułów), jak również sygnalizacja błędów, które zostały wykryte przez stację IO-Controller (np. wadliwe napięcie wyjściowe lub przerwania przewodu). Opiera się to na modelu stanu, który definiuje poziomy ostrzegawcze: "dobry" i "wadliwy" , jak również "wymagania serwisowe" i " niezbędna konserwacja".

Rys. 11: Model diagnostyczny sygnalizacji błędów o różnych priorytetach

Alarmy diagnostyczne muszą być stosowane, jeżeli pojawi się błąd lub zdarzenie w urządzeniu IO-Device lub w połączeniu z jednym z podłączonych elementów. Mogą one sygnalizować przychodzące lub wychodzące stany błędu (rys. 11)

Dodatkowo, użytkownik może zdefiniować odpowiednie **alarmy procesowe** dla wiadomości z procesu, np. przekroczono limit temperatury. W tym przypadku, stacja IO-Device może wciąż pozostać sprawna. Alarmom procesowym można przypisać inne priorytety niż alarmom diagnostycznym.

4. Diagnostyka sieci oraz zarządzanie zgodnością klasy B

Zgodność klasy B rozszerza urządzenia o dodatkowe funkcje diagnostyki sieci i wykrywania topologii. PROFINET wykorzystuje do tego protokół SNMP (**S**imple **N**etwork **M**anagement **P**rotocol). Protokoły MIB2 (**M**anagement **I**nformation **B**ase **2**) i LLDP-EXT MIB (**L**ower **L**ink **D**iscovery **P**rotocol-MIB) zintegrowane są w urządzeniu. Obok protokołu SNMP, wszystkie informacje diagnostyczne i informacje o topologii mogą zostać wywołane z PDEV (**P**hysical **D**evice **O**bject) za pomocą acyklicznej usługi PROFINET**.**

4.1 Protokół zarządzania siecią

W istniejących sieciach, protokół SNMP stał się de facto standardem obsługi i monitorowania elementów sieciowych oraz ich funkcji. Protokół SNMP może odczytać-uzyskać dostęp do komponentów sieciowych, aby odczytać dane statystyczne odnoszące się do sieci, jak również danych portów i informacji w celu wykrywania sąsiedztwa. W celu monitorowania urządzeń PROFINET z ustalonego systemu zarządzania, wdrożenie protokołu SNMP jest obowiązkowe dla urządzeń rozpoznania klasy B i C.

4.2 Wykrywanie sąsiedztwa

Systemy automatyki mogą być dowolnie konfigurowane w strukturę linii, gwiazdy, drzewa. Dla porównania określonych i rzeczywistych topologii, tzn. określenia, które urządzenia terenowe są podłączone do którego switcha i identyfikowanie odpowiedniego portu, w PROFINET IO został zastosowany protokół LLDP zgodnie z IEEE 802.1 AB.

Urządzenia polowe PROFINET wymieniają informacje adresowe z podłączonymi urządzeniami sąsiadującymi przez każdy port switcha. Sąsiednie urządzenia są w ten sposób jednoznacznie identyfikowane oraz określana jest ich fizyczna lokalizacji (przykład na rysunku 12: Urządzenie delta jest podłączone do portu 003 switcha 1 poprzez port 001).

Rys. 12: Urządzenia PROFINET wykrywają swoich sąsiadów

4.3 Reprezentacja topologii

Użytkownik instalacji może wykorzystać odpowiednie narzędzia do graficznej reprezentacji topologii instalacji i jej diagnostyki (rys. 13). Informacje znalezione w czasie wykrywania sąsiedztwa są gromadzone za pomocą protokołu SNMP. Zapewnia to operatorowi instalacji szybki przegląd stanu instalacji.

Rys. 13: Topologia instalacji

Rys. 14: PROFINET IO wspiera wygodne rozmieszczenie urządzeń i wyświetla topologię instalacji.

4.4 Rozmieszczenie urządzeń

Jeśli urządzenie polowe ulegnie awarii w znanej topologii, możliwe jest sprawdzenie, czy urządzenie zastępcze zostało podłączone na właściwej pozycji. Możliwe jest zastąpienie urządzeń bez użycia narzędzi inżynierskich: po wymianie, urządzenie na danym stanowisku pracy w topologii otrzymuje tę samą nazwę i parametry jak jego poprzednik.

4.5 Integracja diagnostyki sieci w systemie diagnostycznym IO

Switch musi zostać skonfigurowany jako urządzenie PROFINET IO-Device i sygnalizować wykryte błędy w sieci na najniższym poziomie linii w sieci Ethernet bezpośrednio do stacji IO-Controller. Działając jako stacja IO-Device, switch może sygnalizować błędy i określone tryby pracy do stacji IO-Controller poprzez przekazywanie acyklicznych alarmów za pomocą powiązań "alarm CR". W ten sposób, diagnostyka sieci może zostać zintegrowana jako diagnostyka systemowa IO. (Rysunek 15).

Rys. 15: Integracja diagnostyki sieci w system diagnostyczny IO

5. Izochroniczny czas rzeczywisty zgodność klasy C

Zgodność Klasy C zawiera wszystkie niezbędne funkcje synchronizacji całej sieci dla aplikacji z najbardziej rygorystycznymi wymaganiami deterministycznego zachowanie. Sieci oparte na zgodności klasy C umożliwiają aplikacjom na odchyłki poniżej 1 mikrosekundy. Cykliczne pakiety danych są przesyłane jako pakiety synchroniczne na zarezerwowanym paśmie. Wszystkie inne pakiety, takie jak pakiety diagnostyki lub TCP/IP, dzielą pozostałe pasma Ethernet.

Domyślnie, minimalna częstotliwość odświeżania jest zdefiniowana na 250 µs zgodnie z klasą C. Dla maksymalnej wydajności, dopuszcza się redukcje do zaledwie 31,25 µs, w zależności od użytego sprzętu. W celu rozszerzenia ilości danych dla cykli ustawionych na mniej niż 250 µs, stosowana jest metoda optymalizacji ramki wiadomości (Dynamic frame packing, DFP). Dzięki tej metodzie, węzły, które są połączone ze sobą w strukturze liniowej adresowane są przez jedną ramkę wiadomości. Ponadto, dla czasów cyklu poniżej 250 µs, komunikacja TCP/IP poddawana jest fragmentaryzacji i następuje przekazywane danych w mniejszych pakietach.

5.1 Komunikacja synchroniczna

Aby cykle magistrali były synchroniczne (ten sam czas cyklu), z maksymalnym odchyleniem rzędu 1 µs, wszystkie urządzenia biorące udział w komunikacji synchronicznej musza mieć wspólny zegar. Zegar Clock Master używa ramek do synchronizacji wszystkich lokalnych generatorów impulsów urządzeń zegarowych (domeny IRT) do tego samego zegara (Rys. 16). W tym celu wszystkie urządzenia biorące udział w tego typu systemie zegarowym musza być podłączony bezpośrednio do siebie, bez podpinania jakikolwiek niezsynchronizowanych urządzeń. Możliwe jest zdefiniowanie kilku niezależnych systemy zegarowych w jednej sieci.

Rys. 16: Synchronizacja generatora pulsu zegara w domenie IRT przez mastera zegara

Aby osiągnąć pożądaną dokładność synchronizacji i synchroniczne działania, czas pracy na każdym przyłączonym kablu musi być mierzony za pomocą zdefiniowanych ramek wiadomości Ethernet i wpasowany w synchronizację. Należy stosować specjalny sprzęt aby osiągnąć cel synchronizacji zegara.

Cykl magistrali jest podzielony na różne cykle dla komunikacji synchronicznej (rysunek 17). Po pierwsze, dane synchroniczne przekazywane są w czerwonym cyklu. Czerwony cykl jest chroniony przed opóźnieniami spowodowanymi przez inne dane i pozwala na wysoki poziom determinizmu.

Rys. 17: Komunikacja IRT dzieli cykl magistrali na wydzieloną częstotliwość (czerwony) oraz częstotliwość otwartą (zielony)

Natomiast otwarty zielony kanał, wykorzystywany jest przez wszystkie inne dane przekazywane zgodnie z IEEE802 i poszczególnymi priorytetami.

Podział na określone kanały może być różny. Jeśli przekazywanie danych przed rozpoczęciem kolejnego cyklu nie jest zapewnione, ramki są tymczasowo przechowywane i wysyłane w następnym zielonym cyklu.

5.2 Operacje łączone

Połączenie komunikacji synchronicznej i asynchronicznej w ramach systemu automatyki jest możliwe, po spełnieniu określonych warunków. Operacja łączona jest pokazana na rysunku 18. W tym przykładzie, switch z funkcjami pracy synchronicznej został zintegrowany w urządzeniu polowym dla urządzeń od 1 do 3. Dzięki temu możliwe jest ustalenie czasu pracy i utrzymanie precyzyjnej synchronizacji systemu zegarowego. Pozostałe dwa urządzenia są podłączone za pomocą standardowego portu Ethernet, a tym samym komunikują się asynchronicznie. Switch zapewnia, że komunikacja ta pojawia się tylko w zielonym cyklu.

5.3 Zoptymalizowany tryb IRT

Kiedy wskaźniki czasowe podlegają rygorystycznym wymaganiom, wydajność komunikacji synchronicznej zorientowanej na topologię można zoptymalizować za pomocą dynamicznej paczki ramki (DFP) (Rys. 19).

Dla struktury liniowej, dane synchroniczne większości urządzeń są opcjonalnie łączone w jednej

Rys. 18: Operacje łączone aplikacji synchronicznych i asynchronicznych

ramce Ethernet. Poszczególne cykliczne dane czasu rzeczywistego mogą być odbierane przez każdy z węzłów. Ponieważ dane z urządzenia polowego dla kontrolera są również synchroniczne, mogą zostać one zebrane w pojedynczej ramce Ethernet.

Idealnie, tylko jedna ramka jest przekazywana do wszystkich urządzeń polowych w czerwonym przedziale. Jeśli jest to konieczne, ramka jest rozbijana lub tworzona w odpowiednim switchu.

Technologia DFP jest opcjonalna dla systemów o restrykcyjnych wymaganiach. Działanie łączone możliwe jest również przy zachowaniu funkcjonalności innych cykli. Jednak aby osiągnąć krótkie czasy cyklu do 31,25 µs, konieczne jest znaczne ograniczenie zielonego cyklu. Aby to osiągnąć, standardowe ramki Ethernet aplikacji są rozbijane na mniejsze fragmenty, przekazywane w małych kawałkach, i ponownie łączone.

Rys. 19: Łączenie indywidualnych wiadomości w ramkę wiadomości grupowej

6. Funkcje opcjonalne

Dodatkowo, PROFINET zapewnia dużą liczbę funkcji opcjonalnych, które nie są zawarte domyślnie w urządzeniach zgodnie z klasami kompatybilności (tabela). Aby skorzystać z dodatkowych funkcji, należy sprawdzić indywidualnie dla każdego przypadku właściwości urządzenia (dane katalogowe, opis techniczny, plik GSD).

Wymagania	Funkcje techniczne/rozwiązan
Wielokrotny dostęp do wejść, przez różne kontrolery	Współdzielone wejścia
Dystrybucja funkcji urządzenia do różnych kontrolerów	Wspólne urządzenia
Rozszerzona identyfikacja urządzeń	Identyfikacja & Serwis IM1-4
Automatyczny przydział parametrów urządzeń przy użyciu zestawu parametrów	Indywidualny zestaw parametrów
Zmiany konfiguracyjne podczas operacji	Konfiguracja w czasie pracy (CiR)
Stempel czasowy danych I/O Szybki restart po odzyskaniu napięcia	Time sync Szybki restart (FSU)
Wyższa niezawodność poprzez pierścień redundantny	MRP/MRPD
Wywołanie narzędzi inżynierskich dla urządzenia	Interfejs Tool Calling (TCI)

Tabla 2: Lista możliwych funkcji opcjonalnych

6.1 Wielokrotny dostęp do urządzeń polowych

Innowacyjnym rozwiązaniem **dla współdzielonych urządzeń** jest równoległy i niezależny dostęp dwóch różnych kontrolerów do tego samego urządzenia (rys. 20). W przypadku współdzielonego urządzenia, użytkownik konfiguruje przypisanie poszczególnych modułów I/O używanych w urządzeniu, do wybranego kontrolera. Jedną z możliwości zastosowania współdzielonych urządzeń, jest w aplikacjach fail-safe, w których CPU safety kontroluje bezpieczną części urządzenia, a standardowy kontroler kontroluje standardowe I/O w tej samej stacji. W części bezpiecznej F-CPU powoduje bezpieczne wyłączyć zasilania wyjść.

W przypadku współdzielonego wejścia, istnieje równoległy dostęp do tego samego wejścia przez dwa różne kontrolery (rys. 21). Tym samym, niezależny sygnał, który musi zostać przetworzony w dwóch różnych kontrolerach nie musi być dwa razy podpinany lub przesyłany przez komunikację CPU-CPU.

Rys. 20: Współdzielona stacja: dostęp kilku sterowników do różnych modułów stacji

Rys. 21: Współdzielone wejścia: kilka sterowników czyta te same wejście stacji

6.2 Rozszerzona identyfikacja urządzenia

Więcej informacji o znormalizowanej i uproszczonej identyfikacji i serwisie zdefiniowano w dodatkowych rekordach danych I&M. I&M1-4 zawierają informacje specyficzne dla instalacji, takie jak miejsce i data instalacji, są one tworzone podczas konfiguracji i zapisywane w urządzeniu (tabela 3).

IM1	TAG_FUNCTION TAG_LOCATION	Znacznik instalacji Znacznik miejsca
IM2	INSTALLATION_DATE	Data Instalacji
IM3	DESCRIPTOR	Komentarze
IM4	SIGNATURE	Sygnatura

Tabla 3: Rozszerzona identyfikacja urządzenia

Rys. 22: Serwer parametryzacji może zostać użyty do automatycznego ładowania danych podczas wymiany urządzenia

6.3 Serwer indywidualnych parametrów

Funkcjonalność serwera indywidualnych parametrów polega na tworzeniu kopii zapasowych i przeładowywaniu opcjonalnych parametrów, określonych urządzeń polowych (rys. 22).

Podstawowa parametryzacja urządzeń przeprowadzana jest przy użyciu parametrów zdefiniowanych w pliku GSD dla urządzenia polowego. Plik GSD zawiera, między innymi, parametry modułów I/O. Są one zapisywane jako statyczne i mogą być ładowane ze stacji IO-Controller do stacji IO-Device podczas uruchomienia systemu. Dla niektórych urządzeń polowych niemożliwe lub nieodpowiednie jest inicjowanie parametrów za pomocą podejścia GSD z powodu ilości, wytycznych użytkownika, czy też wymogów związanych z bezpieczeństwem. Takie dane dla poszczególnych urządzeń i technologii, określane są jako indywidualne parametry (iPar). Często mogą one zostać określone tylko podczas uruchamiania. Jeśli takie urządzenie ulegnie awarii i należy je wymienić, parametry te muszą być załadowane do nowego urządzenia polowego bez użycia dodatkowego narzędzia. Serwer indywidualnych parametrów zapewnia użytkownikom urządzeń wygodne i jednolite rozwiązanie tego problemu.

6.4 Konfiguracja w trakcie pracy

Tak jak redundancja, nieprzerwana eksploatacja instalacji – włączając w to pracę podczas rekonfiguracji urządzeń i sieci i podczas wstawiania, usuwania lub wymiany urządzeń lub poszczególnych modułów - odgrywa ważną rolę w automatyce procesowej (rys. 23). Wszystkie metody "Configuration in Run" (CIR) w PROFINET prowadzone są bezpiecznie i bez negatywnego wpływu na komunikację w sieci. Gwarantuje to, że naprawy instalacji, modyfikacje lub rozbudowa mogą być wykonywane bez wyłączania instalacji.

Rys. 23: Zmiana konfiguracji bez konieczności przerywania pracy instalacji przez połączenie redundantne

6.5 Stempel czasowy

W dużych zakładach, często wymagana jest możliwość przypisania alarmów i komunikatów do sekwencji zdarzeń. W tym celu, w PROFINET IO możliwa jest opcjonalne przypisanie stempla czasowego dla tych wiadomości. W celu sygnowania czasem do danych oraz alarmów, odpowiednie urządzenia polowe muszą mieć ustawioną tę samą godzinę. Aby to osiągnąć, wykorzystuje się zegar clock master i protokół synchronizacji czasu do ustawiania zegarów.

6.6 Szybki restart

Szybki restart (FSU) definiuje zoptymalizowane włączenie zasilania systemu, w którym wymiana danych zaczyna się dużo szybciej, ponieważ wiele parametrów jest już przechowywanych w urządzeniach polowych. Ta opcjonalna ścieżka może być stosowany równolegle do standardowego włączenia zasilania (które jest nadal używane po włączeniu zasilania i podczas pierwszego włączenia zasilania lub resetu). W celu zastosowania szybkiego restartu konieczne jest przechowywania parametrów komunikacyjnych.

6.7 Wysoka niezawodność

Łączenie wieloportowych switchy, pozwala na skuteczne łączenie topologii gwiazdy często stosowanej w Ethernet wraz ze strukturą linii. Kombinacja ta szczególnie dobrze nadają się do sterowania połączeniami szafy, czyli liniowe połączenie pomiędzy szafami sterowniczymi w układzie gwiazdy dla urządzeń polowych. Jeśli połączenie między dwoma urządzeniami przemysłowymi w linii zostanie przerwane, urządzenia polowe położone za miejscem przerwania nie są dostępne. Jeśli wymagane jest zwiększenie dostępności, przy planowaniu systemu należy ustanowić nadmiarowe kanały komunikacyjne, należy użyć urządzenia polowe/switche PROFINET, które obsługują redundancję.

Topologia linii może zostać zamknięta i utworzyć pierścień, aby zapewnić redundantną komunikację. W przypadku wystąpienia błędu połączenia ze wszystkimi węzłami są zapewniane poprzez alternatywne połączenia. Zapewnia to tolerancję dla *jednego* błędu. Należy podjąć odpowiednie środki tak, aby błąd ten został wyeliminowany przed pojawieniem się drugiego błędu.

PROFINET dysponuje dwoma mechanizmami, które zapewniają redundancję mediów w formie pierścienia, w zależności od potrzeb:

Protokół redundancji mediów (MRP)

Protokół MRP zgodnie z IEC 62439 opisuje PROFINET z typowym czasem przekonfigurowania po awarii <200 ms dla kanałów komunikacji z TCP/IP i ramek RT. Bezbłędne działanie systemu automatyki obejmuje menedżera mediów redundancji (MRM) i kilku klientów mediów (MRC) ułożonych w pierścień, jak pokazano na rysunku 24.

Rys. 24: Logiczny podział zapobiegający krążeniu ramek w instalacji

Zadaniem menedżera mediów redundancji (MRM) jest sprawdzenie funkcjonalnych możliwości skonfigurowanej struktury pierścieniowej. Odbywa się to poprzez cykliczne wysyłanie ramek testowych. Dopóki otrzymuje zwrotnie wszystkie ramki testowe, struktura pierścieniowa jest nienaruszona. W wyniku tego zachowania, MRM zapobiega krążeniu ramek w obiegu i zamienia strukturę pierścienia w strukturę liniową.

Klient redundancji mediów jest switchem, który działa jedynie jako "przekaźnik" ramek i na ogół nie odgrywać aktywnej roli. Musi mieć dwa porty, w celu łączenia się z innymi MRCs lub MRM w pojedynczym pierścieniu.

Redundancja medium dla planowanej duplikacji (MRPD)

IEC 61158 opisuje koncepcję redundancji MRPD (Media Redundancy for Planned Duplication) dla zoptymalizowanej topologii komunikacji IRT, która umożliwia płynne przejście z jednego typu komunikacji do drugiej, w przypadku awarii. Podczas uruchomienia systemu, IO Controller ładuje dane z kanałów komunikacyjnych do obu kanałów komunikacyjnych (kierunków) w pierścieniu do poszczególnych węzłów. Tak więc, nie ma znaczenia, który węzeł nie działa, ponieważ załadowany "harmonogram" jest dostępny dla obu tras w urządzeniach polowych, monitorowany. Załadowanie ustawień jest wystarczające, aby wykluczyć obieg ramek, ponieważ porty docelowe są jednoznacznie zdefiniowane.

Rys. 25: PROFINET upraszcza znacząco integrację istniejących systemów polowych

6.8 Uruchamianie narzędzi inżynierskich

Skomplikowane urządzenia, takie jak dyski, skanery laserowe itp., często posiadają własne oprogramowanie inżynierskie i narzędzia do wprowadzania ustawień IO-Devices. Dzięki narzędziu wywoływania interfejsu (TCI) narzędzia tego urządzenia mogą być wywoływane bezpośrednio z systemu inżynierskiego przy parametryzacji, czy diagnostyce. W tym przypadku komunikacja PROFINET jest stosowana bezpośrednio do zmiany ustawień w urządzeniu polowym. Oprócz bezpośrednio zintegrowanych narzędzi urządzenia, przy odpowiedniej adaptacji oprogramowania możliwe jest użycie technologii, takich jak EDDL i FDT. TCI składa się z następujących głównych składników:

- **Interfejs aktywacji:** Użytkownik może wywoływać różne interfejsy urządzeń polowego (Device Tool = DT) z systemu inżynierskiego (ES). Funkcje są inicjowane przede wszystkim w Device Tool przez użytkownika.
- **Interfejs komunikacji:** Serwer komunikacyjny TCI umożliwia komunikację interfejsu użytkownika urządzenia polowego (DT) z urządzeniem na instalacji.

Dzięki powszechnie dostępnej specyfikacji TCI, każdy producent może stworzyć narzędzie, które będzie działać samodzielnie i zintegrować go z dowolnym systemem inżynierskim posiadającym możliwość współpracy z TCI. Zastosowanie TCI jest dobrym rozwiązaniem dla urządzeń polowych prostych i niedrogich, jak i skomplikowanych urządzeniach wyposażonych w interfejs użytkownika.

7. Integracja różnych systemów polowych

PROFINET definiuje model integracji Istniejących systemów magistrali PROFIBUS i innych systemów magistrali takich jak np. INTERBUS i DeviceNet (rys. 25).

Oznacza to, że skonfigurowana może zostać każda kombinacja magistrali polowej i podzespołów na bazie PROFINET. W ten sposób możliwy jest płynny przekaz technologiczny z systemów opartych na dowolnej magistrali sieciowej do sieci PROFINET. Wymagania stawiane przy integracji:

- Użytkownik instalacji ma możliwość łatwego zintegrowania istniejących instalacji z nowo zainstalowanym system PROFINET.
- Producenci instalacji i urządzeń mają możliwość korzystania ze sprawdzonych i znanych urządzeń bez żadnych modyfikacji projektów automatyki PROFINET.
- Producenci urządzeń chcą mieć możliwość integracji istniejących urządzeń polowych z systemem PROFINET bez konieczności ponoszenia kosztów modyfikacji.

Rozwiązania stosowane dla magistrali mogą być łatwo i bezproblemowo zintegrowane w systemie PROFINET przy użyciu serwerów proxy i gateways. Proxy działa jako urządzenie w sieci Ethernet. Integruje węzły podłączone do systemów niższego poziomu magistrali z systemami wyższego poziomu PROFINET. W rezultacie, zalety sieci przemysłowych, takie jak wysoka dynamika odpowiedzi, diagnostyka i automatyczna konfiguracja systemu bez ustawiania urządzeń, mogą być wykorzystywane również w sieci PROFINET. Zalety te ułatwiają planowanie nowej instalacji z wykorzystaniem znanych mechanizmów. Podobnie, uruchomienie i obsługa są łatwiejsze dzięki kompleksowej diagnostyce systemu magistrali. Urządzenia i narzędzia programowe są obsługiwane w znany sposób i włączone do obsługi systemu PROFINET.

8. Profile aplikacji

Domyślnie, PROFINET przesyła określone dane w sposób transparentny. Od użytkownika zależy interpretacja wysłanych lub odebranych danych za pomocą programu użytkownika lub rozwiązania opartego na PC lub programowalnego sterownika PLC.

Profile aplikacyjne stanowią opisem właściwości, charakterystyki działania i zachowania urządzeń oraz systemów, które zostały opracowane przez grupę producentów i użytkowników. Termin "Profil" można zastosować do kilku specyfikacji konkretnej klasy urządzeń lub kompleksowego zestawu specyfikacji dla aplikacji w danym sektorze przemysłu.

Ogólnie, wyróżnia się dwie grupy Profili aplikacji:

- **Ogólne profile aplikacji,** które można wykorzystywać w różnych aplikacjach (przykłady obejmują profile PROFIsafe i PROFIenergy)
- **Szczegółowe profile aplikacji,** każdy zaprojektowany dla konkretnego typu aplikacji, jak PROdrive lub urządzenia dla automatyzacji procesów

Te profile aplikacji określone przez PI w oparciu o zapotrzebowanie rynku i są dostępne na stronie internetowej PI**.**

8.1 PROFIsafe

Oznaczenie PROFIsafe odnosi się do protokołu zdefiniowanego w normie IEC 61784-3-3 dla realizacji bezpieczeństwa funkcjonalnego (fail-safe) i uznanego przez IFA i TÜV. PROFIsafe może być używany w sieci PROFIBUS, jak i PROFINET.

Zastosowanie PROFIsafe pozwala na bezpośredni transfer elementów fail-safe do sterowania procesami w tej samej sieci. Zlikwidowana zostaje potrzeba dodatkowego okablowania.

8.2 PROFIdrive

Oznaczenie PROFIdrive odnosi się do specyfikacji standardowego interfejsu dla sieci PROFIBUS i PROFINET. Ten profil został unormowany w IEC 61800-7 i zawiera standardowe definicje (składnia i semantyka) do komunikacji pomiędzy napędami i systemami automatyki, zapewniając w ten sposób neutralność dostawców, współdziałanie i ochronę inwestycji.

Profil aplikacji PROFIdrive stanowi podstawę do niemal każdego zadania napędu w dziedzinie automatyki inżynierii przemysłowej. Określa on zachowanie urządzenia i procedury dostępu do danych oraz napędów, a także optymalnie integruje dodatkowe profile PROFIsafe i profile PROFIenergy.

8.3 PROFIenergy

Wysoki koszt energii i zgodności z przepisami prawnymi skłaniają do oszczędzania energii w przemyśle. Najnowszym trendom w stosowaniu energooszczędnych napędów i zoptymalizowanych procesów produkcyjnych towarzyszy znaczna oszczędność energii. Jednak w dzisiejszych zakładach i jednostkach produkcyjnych, często pochłaniające energię systemy działają nieprzerwanie, nawet podczas przerw w produkcji. PROFIenergy odnosi się do tego typu sytuacji.

PROFIenergy umożliwia aktywne i skuteczne zarządzanie energią. Przez celowe wyłączenie niepotrzebnych odbiorników i dostosowywanie parametrów, takich jak częstość załączania zależna od tempa produkcji, powoduje, że zapotrzebowanie na energię, można znacznie zredukować, a co za tym idzie i koszty energii. W ten sposób pobór mocy elementów automatyki, takich jak roboty i urządzenia tnące laserowo oraz innych podsystemów stosowanych w przemyśle produkcji jest sterowany za pomocą komend PROFIenergy. Węzły PROFINET, w których stosuje się PROFIenergy mogą korzystać z polecenia elastycznego reagowania na przerwy. W ten sposób pojedyncze urządzenia lub niepotrzebne fragmenty maszyny można wyłączyć w czasie krótkich postojów, a cała instalacja może zostać wyłączona w sposób uporządkowany podczas długich przerw. Ponadto PROFIenergy może pomóc zoptymalizować produkcję instalacji na podstawie zużycia energii.

9. PROFINET w automatyce procesowej

W porównaniu z automatyką linii produkcyjnych i maszyn, automatyka procesów ma kilka szczególnych cech, a mianowicie instalacje może pracować wielu dziesięcioleci i to bez przerw. Wymaga to ze strony operatorów instalacji, współistnienia starszych i nowszych technologii w sposób funkcjonalnie kompatybilny. Dodatkowo, wymagania dotyczące niezawodności instalacji procesowych, zwłaszcza w procesach ciągłych, są często znacznie większe. W wyniku tych dwóch czynników, decyzje inwestycyjne dotyczące nowych technologii są znacznie bardziej konserwatywne w automatyzacji procesów, niż w automatyzacji linii produkcyjnych.

Dla optymalnego wykorzystania sieci PROFINET we wszystkich sektorach automatyzacji procesów, PI stworzył katalog wymagań. W ten sposób zapewniono właścicielom instalacji możliwość polegania na przyszłościowym systemie opartym na sieci PROFIBUS już dziś oraz możliwość przejścia do PROFINET w dowolnym momencie. Wymagania obejmują głównie cykliczne i acykliczne funkcje wymiany danych, integrację sieci przemysłowych (PROFIBUS PA, HART i FF), integrację i parametryzację urządzeń w tym konfigurację na ruchu, diagnostykę i serwis, redundancję oraz synchronizację zegara.

Rys. 26: Przykładowa architektura użycia sieci PROFINET w automatyzacji procesów

10. Instalacja sieci

PROFINET opiera się na sieci o prędkości 100 Mbps, full-duplex ethernet. Szybsza komunikacja jest możliwa na wszystkich odcinkach sieci (np. pomiędzy switchami, systemami PC, czy systemami wizyjnymi).

PROFINET definiuje nie tylko funkcjonalność, ale także pasywne komponenty infrastruktury sieciowej (okablowanie, złącza, wtyczki). Komunikacja może odbywać się z wykorzystaniem kabli miedzianych lub światłowodów. W sieci klasy Conformance A (CC-A), komunikacja jest również możliwa poprzez bezprzewodowe systemy przesyłowe (Bluetooth, WLAN) (tabela 4).

Podręcznik okablowania definiuje dla wszystkich klas kompatybilność 2-parowy kabel zgodnie z normą IEC 61784-5-3. Zastosowanie 4-parowych kabli jest dozwolone dla systemów transmisji z wymaganiami Gigabit'owymi.

W sieci CA-A network, dozwolona jest sieć z aktywnymi i pasywnymi elementami według ISO/IEC-24702, w odniesieniu do opisu okablowania CA-A. Podobnie, dopuszcza się stosowanie aktywnych elementów infrastruktury (np. switche) zgodnie z IEEE 801.x, jeżeli priorytetowo obsługują VLAN tag.

Przygotowane zostały wytyczne tak, aby umożliwić bezproblemowe projektowanie, instalację i uruchomienie sieci PROFINET IO. Są one dostępne dla każdej zainteresowanej osoby na stronie internetowej PI. W podręcznikach tych można znaleźć wyczerpujące informacje.

10.1 Konfiguracja Sieci

Podłączenie urządzeń polowych PROFINET IO odbywa się z wykorzystaniem switchy jako elementów aktywnych sieci. Zazwyczaj służą do tego switche zintegrowane w urządzeniach polowych (np. z dwoma portami). Odpowiednie dla PROFINET switche muszą obsługiwać "autonegotiation" (negocjowanie parametrów transmisji) oraz "autocrossover" (autonomiczne zamiana linii wysyłania i odbioru). W efekcie komunikacja możne zostać ustalona samodzielnie, a okablowanie jest unormowane: użyte mogą zostać tylko kable 1:1.

PROFINET obsługuje poniższe topologie komunikacji ethernet:

- topologia linii, która łączy przede wszystkim terminale ze zintegrowanymi switchami na instalacji (rys. 27).
- topologia gwiazdy, która wymaga centralnie ulokowanego switcha, najlepiej w szafie sterowniczej.
- topologia pierścienia, w której linia jest zamknięta, tworząc pierścień, aby osiągnąć redundancję medium.
- topologia drzewa, w której zostały połączone wyżej wymienione topologie .

Tabela 4: Instalacja sieci dla różnych klas

Okablowanie sieciowe oraz infrastruktura komponentów	Rozwiązanie	Klasa zgodności
Pasywne komponenty sieciowe (wtyczki, kabel)	RJ45, M12	A, B, C
Miedziane oraz światłowodowe systemy transmisyjne	TX, FX, LX,	A, B, C
Połączenia bezprzewodowe	WLAN, Bluetooth	A
Switch IT	posiada VLAN tag wg IEEE 802.x	A
Switch z funkcją IO-Device	PROFINET z RT	B
Switch z funkcją IO-Device i rezerwacja kanałów	PROFINET z IRT	C

Rys. 27: Sieci Ethernet w środowisku przemysłowym, zazwyczaj posiadają topologię liniową

10.2 Kable dla PROFINET

Maksymalna długość segmentu **elektrycznej transmisji danych** z miedzianymi kablami, między dwoma węzłami (urządzenia polowe lub switch) wynosi do 100 m. Kable miedziane są określone zgodnie z AWG 22. Instrukcja instalacji definiuje różne rodzaje kabli, których zakres został optymalnie dostosowany do ogólnych wymagań przemysłu. Wystarczające rezerwy systemowe pozwalają na dopasowaną do przemysłu instalację bez ograniczeń w odległości transmisji

Kable PROFINET odpowiadają typom kabli używanym w przemyśle:

- **PROFINET Typ A:** Standardowy kabel mocowany na stałe, brak ruchu na instalacji
- **PROFINET Typ B:** Standardowy kabel elastyczny, sporadyczny ruch lub wibracje
- **PROFINET Typ C:** Specjalistyczne użycie: na przykład, wysoce elastyczny, ciągły ruch (skręt lub kabel wyjściowy)

Jeżeli wyrównanie potencjałów na poszczególnych obszarach zakładu jest trudne do ustalenia, ze względu na izolację elektryczną, przy transmisji danych, wskazane jest korzystanie z kabli światłowodowych. Światłowody dają przewagę nad kablami miedzianymi w przypadku ekstremalnych wymagań dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej. W przypadku transmisji światłowodowej, możliwe jest stosowanie polimerowych światłowodów 1 mm (POF), których użycie optymalnie odpowiada wymaganiom przemysłowym.

10.3 Wtyczki

PROFINET określa warunki środowiskowe, na zaledwie dwie klasy. Eliminuje to niepotrzebną złożoność i pozwala na specyfikację potrzeb automatyki. Środowiskowe klasy PROFINET dla aplikacji automatyki są podzielone na jedną klasę **wewnętrzną**, np. w szafy sterownicze oraz jedną klasę **zewnętrzna** poza szafami sterowniczymi dla aplikacji znajdujących się bezpośrednio w terenie (rysunek 28).

Wybór odpowiednich wtyczek PROFINET odnosi się do aplikacji. Jeżeli nacisk kładziony jest na uniwersalność sieci, która ma być kompatybilna z biurem, elektroniczna transmisja danych odbywa się poprzez wtyczki RJ 45, która przewidziane są dla "wewnętrznych" warunków środowiskowych. Dla środowiska "zewnętrznego" , opracowano wtyczkę push-pull, która jest wyposażona w gniazdo RJ 45 do elektrycznej transmisji danych. Określono również wtyczkę M12 dla PROFINET.

Do optycznej transmisji danych za pomocą polimerowych włókien światłowodowych, określono wtyczkę SCRJ, która opiera się na złączu wtyczki SC. SCRJ jest używany zarówno w środowisku „wewnętrznym", jak również w połączeniu ze wtyczką push-pull w środowisku "zewnętrznym". Złącze optyczne wtyczki dostępne jest dla rodziny M12 i może ono być używane dla sieci PROFINET i 1 mm transmisji światłowodowej (POF).

Jednocześnie, złącza wtykowe określono również dla zasilania, w zależności od topologii i napięcia zasilającego. Poza tym, można również użyć wtyczki push-pull, wtyczkę 7/8", wtyczkę hybrydową lub wtyczkę M12. Różnica między tymi złączami tkwi w ich stopniu ochrony, a tym samym w ich maksymalnym obciążeniu.

10.4 Ochrona

W przypadku sieci w większym obiekcie produkcyjnym lub przez Internet, PROFINET opiera się na stopniowej koncepcji bezpieczeństwa. Zaleca koncepcję bezpieczeństwa zoptymalizowaną dla konkretnego przypadku aplikacji, z jedną lub więcej strefą bezpieczeństwa - upstream. Z jednej strony, odciąża to urządzenia PROFINET, a z drugiej pozwala na optymalizację koncepcji bezpieczeństwa, do ciągle zmieniających się wymagań bezpieczeństwa automatyki.

Rys. 28: PROFINET oferuje szeroki zakres wtyczek przemysłowych

Rys. 29: Podział sieci w automatyce przemysłowej

Koncepcja bezpieczeństwa zapewnia ochronę zarówno pojedynczych urządzeń jak i całych sieci przed nieautoryzowanym dostępem. Ponadto, istnieją moduły zabezpieczające, które pozwalają na segmentację sieci, a więc także oddzielenie i ochronę z punktu widzenia bezpieczeństwa. Tylko szczególnie zidentyfikowane i upoważnione wiadomości będą miały możliwość dotarcia do urządzeń w takich segmentach z zewnątrz (rys. 29).

11. PROFINET IO-technologia oraz certyfikacja

PROFINET jest znormalizowany wg IEC 61158. Na tej podstawie, urządzenia w zakładach przemysłowych mogą być łączone i wymieniać dane bez błędnie. Odpowiednie służby kontroli jakości zapewniają wzajemne współdziałanie urządzeń w systemach automatyki. Z tego powodu, PI opracował proces certyfikacji urządzeń PROFINET, w którym certyfikaty zostają wydane na podstawie raportów z badań akredytowanych laboratoriów badawczych. Certyfikacja PI dla urządzeń polowych PROFIBUS nie była obligatoryjna, jednak wytyczne dla PROFINET zostały zmienione tak, aby każde urządzenie noszące nazwę PROFINET musi być certyfikowane. Doświadczenia z PROFIBUS w ciągu ostatnich 20 lat wykazały, że aby chronić systemy automatyki, instalacje oraz producentów urządzeń polowych niezbędny jest bardzo wysoki standard jakości.

11.1 Wsparcie technologiczne

Producenci urządzeń, którzy chcą opracować interfejs PROFINET IO mają możliwość rozwoju urządzeń polowych w oparciu o istniejące kontrolery ethernet. Alternatywnie, członkowie PI oferują wiele możliwości efektywnej implementacji interfejsu PROFINET IO.

Aby opracowanie interfejsu PROFINET IO było łatwiejsze dla producentów urządzeń, Centrum Kompetencyjne PI i firmy członkowskie oferują technologię podstawową PROFINET IO (udostępnienie technologii). Dostępne są również usługi konsultingowe i specjalne programy szkoleniowe dla programistów. Przed rozpoczęciem projektu rozwoju PROFINET IO, producenci urządzeń zobowiązani są do przeprowadzenia analizy w celu określenia, czy wewnętrzny rozwój urządzenia PROFINET IO jest opłacalne, czy też korzystanie z gotowych modułów komunikacyjnych zaspokoi ich wymagania.

Szczegółowe informacje na ten temat można znaleźć w broszurze “PROFINET Technology – The easy way to PROFINET”, którą można pobrać ze strony internetowej PI.

11.2 Narzędzia rozwoju produktu

Producenci urządzeń są wspierani przez narzędzie programowe przy opracowywaniu i testowaniu swoich produktów. Narzędzia te są dostępne dla członków PI bez dodatkowych opłat. Edytor GSD pomaga producentom stworzyć plik GSD dla swojego produktu. Edytor ten może być wykorzystywany do tworzenia odpowiednich plików i ich sprawdzania.

Podobnie, w celu testowania funkcjonalności PROFINET, udostępniany jest tester oprogramowania PROFINET. Obecna wersja wspiera testowanie wszystkich klas kompatybilność oraz funkcji IRT. Dodatkowy tester zabezpieczeń umożliwia testowanie bezpiecznego funkcjonowania urządzeń na instalacji, w tym w warunkach dużego obciążenia.

Dla podjęcia szczegółowych analiz, istnieje możliwość wykorzystania darmowego narzędzia Wireshark, do interpretacji ramek PROFINET. Dekodowanie ramek PROFINET jest zawarta w wersji standardowej.

11.3 Test certyfikujący

Test certyfikujący jest standardową procedurą, wykonywaną przez specjalistów, których wiedza jest stale aktualizowane i którzy są w stanie interpretować odpowiednie normy. Zakres badania opisano w obowiązujących warunkach w specyfikacji testów dla każdego laboratorium. Badania są realizowane jako tak zwane testy black-box, w których tester jest pierwszym prawdziwym użytkownikiem.

Wszystkie zdefiniowane przypadki testowe, które są uruchamiane podczas testu certyfikacji są zorientowane na warunki polowe i odzwierciedlają wymagania przemysłowe. Daje to wszystkim użytkownikom możliwie najwyższą gwarancję korzystania z urządzenia polowego w systemie. W bardzo wielu przypadkach, w laboratorium testowym możliwe jest symulowanie dynamicznego zachowania systemu.

PI przyznaje certyfikat producentom na podstawie raportu z badań z akredytowanego laboratorium testowego. Aby używać nazwy PROFINET, produkt musi posiadać taki certyfikat. Dla producentów i użytkowników instalacji, korzystanie z certyfikowanych produktów oznacza oszczędność czasu podczas uruchamiania i stabilne zachowanie się instalacji w trakcie jej całego okresu eksploatacji.

12. PROFIBUS & PROFINET International (PI)

Ze względu na ciągły rozwój i wymogi rynku, otwarte technologie wymagają niezależnej od firmy instytucji, która może służyć jako platforma do wspólnej pracy. Cel ten został osiągnięty w przypadku technologii PROFIBUS i PROFINET przez założenie Organizacji PROFIBUS PNO, jako organizacji non-profit, grupy producentów, użytkowników i instytucji związanych z sieciami polowymi. PNO jest członkiem PI (PROFIBUS & PROFINET International), grupy, która została założona w 1995 roku. Z jej 27 stowarzyszeniami oddziałami regionalnymi oraz w przybliżeniu z około 1.400 członkami, PI jest reprezentowana na wszystkich kontynentach i jest największą na świecie grupą w dziedzinie komunikacji przemysłowej (rys. 30).

Rys. 30: Struktura organizacji PROFIBUS & PROFINET International (PI)

12.1 Zadania PI

Kluczowymi zadaniami wykonywanymi przez PI są:

- Utrzymanie i nieustanny rozwój sieci PROFIBUS i PROFINET.
- Promowanie sieci na rynku międzynarodowym PROFIBUS i PROFINET
- Ochrona inwestycji użytkowników i producentów poprzez wpływ na standaryzację.
- Reprezentowanie interesów członków standardowych jednostek i stowarzyszeń.
- Zapewnianie firmom ogólnoświatowego wsparcia technologicznego poprzez PI Competence Centers (PICC).
- Kontrola jakości poprzez certyfikację produktów na podstawie testów zgodności w laboratoriach testowych PI (PITL).
- Ustanowienie światowego standardu szkoleń poprzez centra szkoleniowe PI (PITC).

Rozwój technologii

PI przekazał odpowiedzialność za rozwój technologii PNO w Niemczech. Komitet Doradczy PNO w Niemczech nadzoruje rozwój ich działalności. Rozwój technologii ma miejsce w ponad 50 grupach roboczych, z wkładem ponad 500 ekspertów głównie z działów technicznych firm członkowskich.

Wsparcie techniczne

PI obsługuje ponad 40 akredytowanych PICC na całym świecie. Centra te zapewniają użytkownikom i producentom wszelkiego rodzaju informacje i wsparcie. Jako instytucje PI są one niezależnymi dostawcami usług i stosują się do wzajemnie uzgodnionych przepisów. PICC są regularnie sprawdzane pod kątem ich kompetencji. Listę aktualnych adresów można znaleźć na stronie internetowej.

Certyfikacja

PI obsługuje 10 akredytowanych PITL na całym świecie w celu certyfikacji produktów z interfejsem PROFIBUS lub PROFINET. Jako instytucje PI są one niezależne z zachowaniem wzajemnie uzgodnionych przepisów. Usługi testowe świadczone przez PITL są regularnie kontrolowane zgodnie z surowym procesem akredytacji w celu zapewnienia wymogów jakościowych. Listę aktualnych adresów można znaleźć na stronie internetowej.

Szkolenia

Centra szkoleniowe PI zostały powołane w celu ustanowienia globalnego standardu szkoleń dla inżynierów i techników.
Ośrodki akredytowanych szkoleń i eksperci, którzy zostali do tego celu wyszkoleni gwarantują wysoką jakość usług inżynierskich i instalacji dla sieci PROFIBUS i PROFINET. Listę aktualnych adresów można znaleźć na stronie internetowej.

Internet

Aktualne informacje o technologii PI, PROFIBUS i PROFINET dostępne są na stronie internetowej PI www.profibus.com, www.profinet.com lub www.profibus.org.pl . Obejmują one na przykład wirtualny przewodnik po produktach, słowniczek, wiele informacji o sieci oraz specyfikacje, profile, wytyczne instalacyjne i inne dokumenty.

PROFINET
Wskazówki odnośnie instalacji, podłączenia i montażu

Wersja 1.0

2009

PROFINET

Wskazówki odnośnie instalacji, podłączenia i montażu

Wersja 1.0

2009

Log zmian

Wersja	Data	Zmiany/Historia
1.0	Styczeń 31, 2009	pierwsza opublikowana wersja niemiecka
1.0	Wrzesień, 2009	wersja polska

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Spis treści

1. Prowadzenie przewodów PROFINET 15
1.1 Ułożenie przewodów PROFINET 16
1.1.1 Przewody miedziane 16
1.1.2 Odstępy pomiędzy przewodami 17
1.1.3 Prowadzenie przewodów w szafkach komunikacyjnych 19
1.1.4 Prowadzenie przewodów wewnątrz budynków 21
1.1.5 Prowadzenie przewodów poza budynkami 23
1.2 Mechaniczna ochrona przewodów PROFINET 27
1.3 Prowadzenie miedzianych przewodów PROFINET 29
1.3.1 Informacje ogólne 29
1.3.2 Przechowywanie i transport 29
1.3.3 Ograniczenia temperaturowe 30
1.3.4 Siła rozciągania 31
1.3.5 Używanie narzędzi do wyciągania i zabezpieczanie złącz 32
1.3.6 Podłączania zacisków łączeniowych (odciążających) przewodu 33
1.3.7 Obciążanie 33
1.3.8 Odkształcanie 34
1.3.9 Elastyczne przewody PROFINET (distortion cables) 34
1.3.10 Przewody wleczone i podwieszane 35
1.3.11 Dotrzymywanie promienia gięcia 36
1.3.12 Unikanie powstawania pętli 37
1.3.13 Unikanie ostrych krawędzi 38
1.3.14 Dokładanie dodatkowych przewodów 38
1.4 Miedziane przewody PROFINET 39
1.5 Przewody światłowodowe (FO) 39
1.5.1 Układanie przewodów światłowodowych PROFINET 40
1.5.2 Zabezpieczanie złącz przed zanieczyszczeniami 40
1.5.3 Zakłócenia elektromagnetyczne (EMI) 41
1.5.4 Przewody podziemne / Łączenie budynków 41
2 Montaż przewodu PROFINET 43
2.1 Montaż miedzianego przewodu PROFINET 44

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.1.1 Ogólne informacje o montażu 47
2.1.2 Technologia zdejmowania izolacji RJ45 48
2.1.3 Montaż złącz M12 51
2.1.4 Technologia zacisków śrubowych M12 51
2.1.5 Technologia zdejmowania izolacji M12 54
2.1.6 Złącza hybrydowe 57
2.2 Montaż przewodów światłowodowych 58
2.2.1 Środki ostrożności przy zarabianiu światłowodów 58
2.2.2 Zabezpieczanie złącz przed zanieczyszczeniami i uszkodzeniem 58
2.2.3 Inspekcja części czołowej światłowodu 60
2.2.4 Czyszczenie czołowej powierzchni optycznej 61
2.2.5 Przewód światłowodowy 62
2.2.6 Montaż I instrukcje bezpieczeństwa 64
2.2.7 Złącze SC-RJ 65
2.2.8 Hybrydowe złącze optyczne M12 69
2.2.9 Inne złącza FO 72
2.3 Uziemianie i połączenia wyrównawcze 73
2.3.1 Uziemienie ochronne 73
2.3.2 Uziemienie funkcjonalne 74
2.3.3 Połączenia wyrównawcze 75
2.3.4 Podłączanie ekranów przewodów do złącza połączeń wyrównawczych. . 78
2.3.5 Dla węzła PROFINET 79
2.3.6 Dla wejścia do szafy 79
2.3.7 Wykonywanie połączenia pomiędzy ekranem przewodu a szyną połączeń wyrównawczych 80
3 Podłączanie węzłów PROFINET 85
3.1.1 Wyładowania elektrostatyczne (ESD) 86
3.1.2 Łączenie węzłów PROFINET za pomocą wtyczek 87
4 Terminy i definicje 91

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Spis rysunków

Rysunek 1: Odległości pomiędzy przewodami 17
Rysunek 2: Układanie przewodów poza budynkiem 42
Rysunek 3: Ułożenie pinów złącz RJ45 i M12 44
Rysunek 4: Złącza – rysunek ogólny 45
Rysunek 5: Struktura przewodu PROFINET.....46
Rysunek 6: Złącze hybrydowe 57
Rysunek 7: Jakość powierzchni optycznej 61
Rysunek 8: Złącza SC-RJ i SC-RJ push-pull 65
Rysunek 9: M12 złącze hybrydowe 69
Rysunek 10: Złącze BFOC (ST) 72
Rysunek 11: Możliwe połączenia pomiędzy ekranem a szyną połączeń wyrównawczych 80

Spis tabel

Tabela 1: Symbole wskazujące ważny tekst 13
Tabela 2: Używanie wyrażeń 13
Tabela 3: Minimalne odstępy między przewodami, zgodnie z IEC 61918 18
Tabela 4: Typy przewodów elektrycznych PROFINET 31
Tabela 5: Maksymalne długości FO.....39
Tabela 6: Oznaczenia par przewodów.....45
Tabela 7: Opis pinów złącza 47
Tabela 8: Przewód światłowodowy plastikowy 63
Tabela 9: Przewód światłowodowy szklany 63

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Wstęp

Celem podręcznika *PROFINET Wskazówki Instalacji* jest wsparcie dla obsługi technicznej, której zadaniem jest instalacja przewodów. Zawarte w podręczniku wskazówki pozwolą na profesjonalne wykonanie prac instalacyjnych.

Autorzy podręcznika starali się przedstawić informacje w możliwie najprostszej postaci, dlatego nie jest wymagane uprzednie doświadczenie w instalacjach PROFINET. Jednakże przydatne będą podstawowe informacje z zakresu elektrotechniki oraz sieci światłowodowych. Ponadto, montaż komponentów sieci światłowodowej wymaga odpowiednich umiejętności i musi byś przeprowadzany przez wykwalifikowane osoby.

Niniejszy podręcznik *PROFINET Wskazówki Instalacji* nie obejmuje swoim zakresem zasad funkcjonowania o obsługi sieci PROFINET. Jeśli potrzebują Państwo takich informacji, prosimy o zapoznanie się z odpowiednimi dokumentami, np. “PROFINET Cabling and Interconnection Technology“ (numer zamówieniowy: 2.252) dostępny w PROFIBUS User Organization, lub w podobnej literaturze. Niniejszy podręcznik nie zastępuje żadnych poprzednich wersji. Poprzednie dokumenty PNO zachowują swoją ważność.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Instrukcje bezpieczeństwa

Wykorzystywanie wiedzy z zakresu podręcznika *PROFINET Wskazówki Instalacji, podłączenie i montaż* może wymagać użycia oraz obsługi niebezpiecznych materiałów, narzędzi lub może spowodować konieczność wykonania niebezpiecznych prac. Z powodu wielu różnych aplikacji PROFINET, nie jest możliwe uwzględnienie wszystkich możliwości lub wymagań związanych z bezpieczeństwem. Każda aplikacja w zakresie instalacji ma inne wymagania. Aby ocenić całościowe zagrożenia, przed rozpoczęciem pracy należy zapoznać się z wymaganiami bezpieczeństwa systemu. Należy zwrócić szczególną uwagę na regulacje prawne oraz przepisy obowiązujące w kraju, w którym będzie działał system. Należy również przestrzegać wymagań w zakresie zdrowia oraz bezpieczeństwa, zarówno ogólnych, jak i obowiązujących w zakresie firmy, dla której prowadzona jest instalacja systemu. Dodatkowo należy uwzględnić dokumentację producenta komponentów sprzętu PROFINET.

Deklaracja producentów PROFINET

Należy używać wyłącznie przewodów oraz złącz, które są zgodne z deklaracjami producentów sprzętu. Deklaracje można pobrać ze stron internetowych PROFINET pod poniższym adresem:

www.profibus.com/pi/applications/certification/).

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Wyłączenie zasilania podczas instalacji

Należy upewnić się, że podczas instalacji wszystkie przewody oraz wyposażenie nie jest pod napięciem.

Dotykanie przewodów lub urządzeń pod napięciem może powodować groźne lub nawet śmiertelne porażenia.

Zwarcia mogą powodować poważne oraz kosztowne uszkodzenia sprzętu.

Uszkodzenie przewodów

Zawsze należy wymieniać zniszczone lub uszkodzone przewody.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Wykluczenie odpowiedzialności

PROFIBUS User Organization dołożyła wszelkich możliwych starań podczas przygotowywania niniejszego dokumentu i zestawiła wszystkie informacje w sposób najlepszy według posiadanego stanu wiedzy. Niemniej jednak dokument ten ma jedynie informacyjny charakter i jest dostarczony na zasadach wykluczenia odpowiedzialności. Dokument ten może być zmieniany, rozszerzany lub korygowany bez żadnych wyraźnych referencji. PROFIBUS User Organization odrzuca dla tego dokumentu wszystkie typy odpowiedzialności prawnych lub wynikających z umów, włączając gwarancję uszkodzeń oraz zapewnienia właściwości użycia. Pod żadnym warunkiem PROFIBUS User Organization nie będzie ponosić odpowiedzialności za straty lub uszkodzenia spowodowane przez lub w wyniku uszkodzeń, błędów lub pominięć w tym dokumencie lub przez kogokolwiek, kto używa tej dokumentacji lub polega na tej dokumentacji.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Odniesienia do norm / standardów

EN 50174-2 (2000)

Technika informatyczna - Instalacja okablowania Część 2: Planowanie i wykonawstwo instalacji wewnątrz budynków.

EN 50174-3 (2003)

Technika informatyczna - Instalacja okablowania. Część 3: Planowanie i wykonawstwo instalacji na zewnątrz budynków

IEC 60364-5-54 (2002)

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne

IEC 61918 (2007)

Przemysłowe sieci komunikacyjne – Instalowanie sieci komunikacyjnych w obiektach przemysłowych

IEC 61784-5-3 (2007)

Przemysłowe sieci komunikacyjne -- Profile -- Część 5-3: Instalowanie magistral miejscowych -- Profile instalowania do CPF 3

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Symbole

Dokument ten zawiera różne symbole i obrazki. Obrazki są stosowane aby pomóc czytelnikowi w zrozumieniu tekstu. Obrazki przeważnie są czarno – białe. Kolor zielony jest używany do oznaczenia ważnych szczegółów. Pole przedstawione poniżej zawiera kolor używany do oznaczeń ważnych szczegółów.

Poniższy styl linii określa połączenia potencjałów oraz przewody ochronne.

Poniższy symbol ilustruje podłączenie do uziemienia funkcjonalnego (roboczego).

Uwaga: Nie należy używać uziemienia funkcjonalnego jako uziemienia ochronnego.

Uziemienie ochronne jest ilustrowane poniższym symbolem:

Uziemienie ochronne jest stosowane po pierwsze aby chronić ludzi przed śmiertelnymi porażeniami. Zapewnia również zabezpieczenie sprzętu przeciw uszkodzeniom. Uziemienie ochronne zapewnia, że żadne prądy uszkodzeniowe są przekazywane do uziemienia, powodując przepalenie bezpiecznika lub wyłączenie przekaźnika zabezpieczającego w celu odłączenia systemu od zasilania.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Dodatkowo, wykorzystywane są poniższe symbole. Zwracają one uwagę na szczególnie ważne fragment tekstu.

Symbol	Nazwa	Opis
	Niebezpieczeń-stwo!	Symbol wskazuje niebezpieczeństwo dla życia i zdrowia. Jest niezmiernie ważne, aby przestrzegać tak oznaczonych instrukcji !
	Uwaga!	Symbol wskazuje ryzyko zniszczenia własności. Należy przestrzegać instrukcji aby uniknąć strat materialnych.
Manufacturer instructions	Instrukcje producenta	Symbol wskazuje na konieczność przestrzegania instrukcji producenta. W tym przypadku, instrukcje zawarte w niniejszym podręczniku służą jedynie do celów informacyjnych.
	Notka	Symbol oznacza ryzyko niepoprawnego działania. Należy przestrzegać informacji, aby zmniejszyć ryzyko błędnego działania.
	Podpowiedź	Podpowiedzi ułatwiające pracę oraz poprawiające konfigurację systemu.

Tabela 1: Symbole wskazujące ważny tekst

Używanie wyrażeń

"musi"	Użycie w obrębie niniejszego dokumentu słowa „musi”, oznacza wymaganie obowiązkowe.
"powinien"	Użycie w obrębie niniejszego dokumentu słowa "powinien", wskazuje na elastyczność wyboru z preferowaną implementacją.

Tabela 2: Objaśnienie wyrażeń

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Strona została celowo pozostawiona jako pusta.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1. Prowadzenie przewodów PROFINET

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.1 Układanie przewodów PROFINET

1.1.1 Przewody miedziane

Aby zminimalizować wpływ zakłóceń elektromagnetycznych, przewody PROFINET powinny być układane oddzielnie od innego okablowania. Równoległe układanie przewodów PROFINET z innymi przewodami powinno być minimalizowane, a odległość od innych przewodów powinna być maksymalnie duża.
Podczas układania przewodów PROFINET musi być zachowany maksymalny promień zagięcia oraz dopuszczalna siła rozciągania.

Dodatkowo, podczas instalacji należy przestrzegać przepisów obowiązujących w danym kraju oraz regulacji w zakresie instalacji przewodów komunikacyjnych oraz zasilających. Specyfikacje określone w niniejszym podręczniku bazują na odpowiednich standardach IEC.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.1.2 Odstępy pomiędzy przewodami

Tabela 3 pokazuje minimalne odstępy wymagane pomiędzy przewodami PROFINET (ekranowane przewody komunikacyjne) a innymi przewodami, zgodnie z IEC 61918. Tabela zawiera również dwie opcje - z wydzieleniem sieci. Opcje mogą być użyte do oddzielania przewodów komunikacyjnych od przewodów zasilających.

Rysunek 1: Odstęp pomiędzy przewodami

Ogólnie, ryzyko zakłóceń (przesłuchów) zmniejsza się, gdy odstęp pomiędzy przewodami wzrasta oraz gdy odcinki równoległego prowadzenia przewodów są krótsze.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Jak czytać tabelę

Aby określić wymaganą minimalną odległość pomiędzy przewodami PROFINET a innymi przewodami elektrycznymi, należy postępować jak poniżej:

W lewej kolumnie (Przewody PROFINET i przewody do ...) należy wybrać jaki przewód elektryczny będzie układany równolegle do przewodu PROFINET.
W prawym obszarze tabeli (Odstępy), należy wybrać typ separacji która zostanie użyta.
Aby uzyskać wymaganą odległość należy wybrać kolumnę z odpowiednim typem separacji przewodów dla danego typu przewodu. Dla różnych obszarów instalacji należy również przestrzegać uwarunkowań opisanych poniżej w Tabeli 3.

	Odstęp do przewodu PROFINET		
	Bez lub z niemetalową separacją	Separacja aluminiowa	Separacja stalowa
Przewód komunikacyjny			
Przewody magistral, jak np.: inne przewody PROFINET, przewody PROFIBUS, przewody komunikacyjne do PC, urządzeń programujących, drukarek, ekranowane wejścia analogowe	0 mm	0 mm	0 mm
Przewody zasilające			
Nieekranowane przewody zasilające	200 mm	100 mm	50 mm
Ekranowane przewody zasilające	0 mm	0 mm	0 mm

Tabela 3: Minimalne odstępy między przewodami, zgodnie z IEC 61918

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.1.3 Prowadzenie przewodów w szafkach komunikacyjnych

- W tabeli 3 umieszczono minimalne wymagane odległości pomiędzy różnymi kategoriami przewodów. Ogólnie, ryzyko zaburzeń spowodowanych zakłóceniami zmniejsza się, gdy odległość pomiędzy przewodami rośnie.

- Jeśli przewody o różnych kategoriach muszą się przecinać, zawsze powinny przecinać się pod kątem prostym. Należy próbować unikać równoległego układania przewodów o różnych kategoriach, nawet na krótkich odcinkach.

- W przypadku, gdy nie można uzyskać wystarczającej odległości pomiędzy przewodami o różnych kategoriach, przewody muszą być prowadzone w oddzielnych, metalowych korytach kablowych. Każda trasa kablowa powinna zawierać jedynie przewody tej samej kategorii. Kanały mogą być ułożone bezpośrednio obok siebie.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Metalowe przewodzące trasy kablowe powinny być przytwierdzane śrubami co 50 cm do ram szafy lub ścian. Należy upewnić się, że pomiędzy trasą kablową a ramą szafy istnieje połączenie o niskiej rezystancji. Jeśli używane są malowane lub powlekane szafy, połączenie można uzyskać używając specjalnych podkładek zabezpieczających. Inną opcją jest zdjęcie warstwy farby lub pokrycia. Jednakże każda nieizolowana powierzchnia powinna być zabezpieczona przeciw korozji.

- Przy wejściu do szafy, należy podłączyć ekrany wszystkich przewodów do wspólnego uziemienia. Aby zapewnić połączenie, ekrany należy podłączyć do uziemienia za pomocą połączeń o odpowiednich przekrojach. Do uziemiania można wykorzystać specjalne systemy oferowane przez różnych producentów. Przewody powinny być mechanicznie zamocowane powyżej zacisków uziemiających, aby w przypadku poruszenia przewodu zapobiec uszkodzeniom.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Należy zapewnić odpowiednie wprowadzenie przewodów przy podłączaniu ich do szafy, np. zakręcane dławiki kablowe.

OK

- Nie należy wprowadzać zewnętrznych przewodów równolegle do wewnętrznych przewodów PROFINET pomiędzy wejściem do szafy a podłączeniem ekranu. To samo dotyczy przewodów w tej samej kategorii!

No

1.1.4 Prowadzenie przewodów wewnątrz budynków

Podczas prowadzenia przewodów poza szafami, wewnątrz budynków należy przestrzegać poniższych zasad:

Tabela 3 zawiera informacje o minimalnych odległościach pomiędzy dwoma przewodami. Ogólnie, ryzyko zakłóceń spowodowanych wywoływanych wpływem innych sygnałów z innych przewodów zmniejsza się, gdy odległość pomiędzy przewodami rośnie.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Jeśli przewody prowadzone są w metalowych trasach kablowych, trasy mogę być prowadzone blisko siebie.

Jeśli do prowadzenia przewodów różnej kategorii używane są wspólne trasy kablowe, należy przestrzegać wytycznych umieszczonych w tabeli 3. Jeśli w trasach kablowych nie ma na to wystarczającej przestrzeni, przewody o różnej kategorii muszą być rozdzielone metalowym separatorem. Separator musi być elektrycznie połączony do trasy kablowej na możliwie dużym obszarze.

Jeśli przewody różnych kategorii będą się przecinały, zawsze powinny przecinać się pod kątem prostym. Należy unikać równoległego prowadzenia przewodów różnych kategorii nawet na krótkich dystansach.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Przewodzące metalowe trasy kablowe należy podłączyć do system uziemienia budynku.

Należy przestrzegać instrukcji związanych z uziemianiem zawartych w rozdziale 2.3 niniejszego dokumentu.

1.1.5 Prowadzenie przewodów poza budynkami

Do połączeń sieci PROFINET poza budynkami zaleca się użycia przewodów światłowodowych. Okablowanie światłowodowe w porównaniu do przewodów miedzianych ma następujące zalety:

a) Całkowita odporność na zakłócenia. Dzięki temu przewody światłowodowe można prowadzić z przewodami zasilającymi, bez żadnych problemów.

b) Elektryczna izolacja pomiędzy dwoma końcami. Dlatego nie ma konieczności do łączenia potencjałów dwóch końców przewodu.

c) Używając szklanego światłowodu można wykonywać dłuższe połączenia niż połączenia przewodem miedzianym

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Dla instalacji poza budynkami należy używać jedynie przewodów z zatwierdzeniami. Dotyczy to również przewodów układanych pod ziemią.

Zasady dotyczące sposobów prowadzenia przewodów tak, aby unikać zakłóceń dla przewodów wewnątrz budynków należy stosować również w przypadku układania przewodów PROFINET na zewnątrz budynków. Dodatkowo:

- Przewody należy układać w metalowych przewodzących trasach kablowych.

- Połączenia tras kablowych należy wykonywać na możliwie dużych przewodzących powierzchniach. Wymagane jest, aby połączenie było wykonane z takiego samego materiału co trasa kablowa (nie wolno mieszać materiałów).

- Należy uziemić trasy kablowe.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Światłowody (FO) są zalecane do tworzenia połączeń pomiędzy budynkami lub częściami budynków. Ponieważ światłowód jest izolowany nie jest wymagane uziemianie.

- Jako interfejs pomiędzy światłowodem a miedzianym przewodem PROFINET wymagany jest odpowiedni media konwerter lub switch (np. pomiędzy systemami stosowanymi na zewnątrz i wewnątrz).

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Strona została celowo pozostawiona jako pusta.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.2 Mechaniczna ochrona przewodów PROFINET

Mechaniczna ochrona jest stosowana aby zapobiec przerwaniom przewodów lub przeciw zwarciom, uszkodzeniom mechanicznym osłon/izolacji oraz ekranów.

! Notka:
Opisane metody zabezpieczeń mechanicznych dotyczą zarówno przewodów elektrycznych, jak i światłowodowych.

- Jeśli przewód PROFINET nie może być ułożony w trasie kablowej, można użyć rurki ochronnej.

- W obszarach o silnych oddziaływaniach mechanicznych przewody należy układać w metalowych zbrojonych korytach. W obszarach o lekkich lub średnich oddziaływaniach mechanicznych można korzystać z tras plastikowych

- Jeśli występują zakręty 90° lub połączenia budynków (np. złącza kompensacyjne, dylatacje), zabezpieczenie przewodu może zostać przerwane. W takich przypadkach należy upewnić się, że nie jest przekraczana minimalna średnica zgięcia przewodu PROFINET. Dodatkowo należy upewnić się, że przewód nie zostanie uszkodzony, np. przez spadające części.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- W obszarach po których ludzie mogą chodzić lub wspinać się, przewody PROFINET powinny być układane w metalowych zbrojonych trasach lub w kanałach kablowych.

Notka:
Do połączeń pomiędzy budynkami zaleca się użycie przewodów światłowodowych (FO) w celu uniknięcia ograniczeń maksymalnej długości 100 m przewodu miedzianego PROFINET oraz z powodu separacji potencjałów i odporności na zakłócenia.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.3 Prowadzenie miedzianych przewodów PROFINET

1.3.1 Informacje ogólne

Podczas instalacji należy mieć świadomość, że przewody PROFINET mają ograniczoną wytrzymałość mechaniczną. Przewody mogą zostać uszkodzone przy nadmiernym rozciąganiu lub ściskaniu. Skręcanie lub gięcie (plątanie się) przewodów PROFINET również może spowodować uszkodzenie. Poniższe notatki pomogą w uniknięciu uszkodzeń, które mogą powstać podczas instalacji przewodów PROFINET.

!

Notka:
Należy wymienić wszystkie przewody PROFINET, które mogły zostać uszkodzone lub przeciążone (przeciągnięte) podczas instalacji.

1.3.2 Przechowywanie i transport

- Podczas transportu, przechowywania oraz instalacji, przewody PROFINET muszą być szczelne zamknięte na obydwu końcach przy użyciu spasowanej zatyczki. Zapobiega to utlenianiu pojedynczych przewodów oraz zbieraniu się wilgoci i zanieczyszczeń na przewodach PROFINET.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Przechowywanie i transport bębna z przewodem zgodnie z rysunkiem (widok z boku), tak aby nawinięty przewód nie ulegał splątaniu.

1.3.3 Ograniczenia temperaturowe

Producenci przewodów przeważnie specyfikują minimalną i maksymalną temperaturę otoczenia do układania, pracy oraz przechowywania przewodów. Mechaniczna sprężystość przewodu znacznie spada po przekroczeniu podanych zakresów.

- Specyfikacje temperatur można znaleźć w danych katalogowych producentów. Niektórzy producenci nadrukowują specyfikację temperaturową na izolacji przewodów.

- Typowy zakres temperatur dla elektrycznych przewodów PROFINET, ułożonych i nie wykonujących ruchów, normalnie mieści się w granicach pomiędzy –20°C a +70°C. Jednakże, niektóre przewody PROFINET mają inne zakresy temperaturowe.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Jeśli przewód jest narażony na mechaniczne obciążenia spowodowane przemieszczaniem podczas instalacji lub przewód ułożony jest w łańcuchu kablowym, zakres temperatur jest znacznie ograniczony. Należy przestrzegać zaleceń producenta.

1.3.4 Siła rozciągania

Producent określa maksymalną dopuszczalną siłę rozciągania dla każdego typu przewodów. Przewód PROFINET może zostać uszkodzony lub nawet zniszczony, jeśli maksymalna siła rozciągania zostanie przekroczona. Jest to istotne z powodu dużych naprężeń mechanicznych występujących przy używaniu łańcuchów kablowych, podwieszeń przewodów lub dużych naprężeń występujących podczas układania przewodów. Poniższa tabela pozwala na wybór odpowiedniego przewodu do danej aplikacji:

Przewód PROFINET	Typ aplikacji
Nieelastyczny (drut)	Stacjonarna, bez żadnego ruchu
Elastyczny	Rzadki ruch lub wibracje
Ciągły ruch	Specjalne aplikacje, np. ciągły ruch, wibracje lub wysoka elastyczność

Tabela 4: Typy przewodów elektrycznych PROFINET

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Uważnie odwijać z bębna przewód PROFINE, korzystając jedynie z siły rąk.

- Nie stosować siły do rozwijania.

Nie

1.3.5 Używanie narzędzi do wyciągania i zabezpieczanie złącz

- Podczas wyciągania przewodów PROFINET należy używać specjalnych oplotów. Jeśli przewód PROFINET został ułożony, należy zabezpieczyć połączenie używając plastikowej lub metalowej rurki do zakrycia złącza.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.3.6 Podłączania zacisków łączeniowych (odciążających) przewód

- Dla wszystkich przewodów, które mogą być narażone na rozciąganie należy użyć zacisków odciążających, umieszczonych około 30 cm od punktu łączenia. Zaciski łączące ekran umieszczone przy wejściu do szafy nie zapewniają odpowiedniego odciążenia! Po ściągnięciu izolacji, aby umożliwić kontakt do ekranu przewodu, przewód staje się czuły na naprężenia i skręcanie. Komponenty do montażu zacisków odciążających są dostępne u różnych producentów.

1.3.7 Obciążanie

- Nie wolno miażdżyć przewodów PROFINET, np. chodząc po nich lub jeżdżąc.
- Należy unikać nadmiernego obciążania przewodów PROFINET, np. spowodowanego zgniataniem z powodu nieprawidłowego mocowania.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.3.8 Odkształcanie

- Odkształcanie, w szczególności skręcanie, może pogorszyć właściwości elektryczne przewodów PROFINET. Dlatego podczas rozwijania i układania nie należy odkształcać lub skręcać przewodów PROFINET. Niektórzy producenci ofertują przewody PROFINET odporne na odkształcanie.

1.3.9 Elastyczne przewody PROFINET (distortion cables)

- W przypadku konieczności użycia przewodów, które będą często odkształcane, należy użyć elastycznych, odpornych na odkształcenia przewodów PROFINET. Typowymi aplikacjami tego typu są aplikacje z użyciem robotów.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.3.10 Przewody wleczone i podwieszane

- W przypadku przewodów oraz akcesoriów do przewodów wleczonych i podwieszanych, należy używać jedynie produktów przeznaczonych do tego typu aplikacji przez producenta. Odpowiednie komponenty są dostępne u różnych dostawców.

- Należy upewnić się, że przewody podwieszane nie będą podczas ruchu uszkadzane lub miażdżone przez inne komponenty lub przewody.
- Należy upewnić się, że przewody umieszczone w prowadnicach łańcuchowych nie krzyżują się (należy używać specjalnych mostków / separatorów). W innym przypadku przewody mogą być narażone na intensywne rozciąganie.
- Należy upewnić się, że przewody są ułożone bez zniekształceń oraz nie są poskręcane, ponieważ może spowodować to uszkodzenie lub zmianę parametrów elektrycznych przewodów.

Należy pamiętać, że przewody PROFINET muszą być dobrane do danego typu aplikacji. Przykładowo przewody wleczone (drailing cables) często nie są przeznaczone do użycia jako przewody do wleczenia.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.3.11 Dotrzymywanie promienia gięcia

- Należy zachowywać minimalny dopuszczalny promień gięcia. Uginanie przewodów poniżej minimalnej średnicy może zniszczyć przewód. Informacje o promieniach gięcia znajdują się w specyfikacji technicznej producenta.

- Dla pojedynczego zakrętu, typowo promień gięcia nie powinien być mniejszy niż 10 krotność średnicy przewodu. Jeśli przewidywane jest wielokrotne zaginanie (>10 x), np. z powodu podłączania i rozłączania węzłów PROFINET, wymagany jest większy promień gięcia (typowo dwudziestokrotność średnicy przewodu).

- Podczas układania przewodów PROFINET, są one narażone an dodatkowe mechaniczne obciążenia spowodowane przez nadmierne naciąganie. Dlatego podczas ciągnięcia przewodu wymagany jest większy promień gięcia niż po ułożeniu przewodu. Ciągnięcie przewodu PROFINET w narożnikach może być niebezpieczne. Dlatego wskazane jest stosowanie krążków prowadzących.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Jeśli to możliwe, należy używać tras lub kanałów kablowych promieniowych lub ze skosami. Takie rozwiązanie pozwoli na uniknięcie zagięć przewodów.

1.3.12 Unikanie powstawania pętli

- Przewód PROFINET należy odwijać z bębna w sposób prosty. Nigdy nie należy rozwijać przewodu bez obracania bębna, może to spowodować powstawanie pętli lub plątanie się przewodu.

- Bęben z przewodem powinien być zamontowany w taki sposób, aby obracał się podczas ciągnięcia przewodu z bębna. Pozwala to na uniknięcie powstawania pętli oraz związanego z tym plątania się przewodu.

- Jeśli powstanie pętla, należy ją ostrożnie odwinąć, aby uniknąć skręcenia lub zniekształcenia przewodu. Nigdy nie należy po prostu ciągnąć lub naciągać przewodu, ponieważ może to spowodować zniszczenie przewodu PROFINET lub/i zmienić jego właściwości elektryczne.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.3.13 Unikanie ostrych krawędzi

- Ostre krawędzie mogą spowodować zniszczenie przewodu PROFINET. Dlatego należy usuwać ostre krawędzie – np. w miejscach cięcia tras kablowych – używając specjalnych narzędzi lub pilnika.

- Aby chronić krawędzie i kąty (narożniki), należy używać np. plastikowych osłon ochronnych.

- Na końcach tras kablowych i kanałów kablowych należy używać elementów ograniczających zagięcia. Takie rozwiązanie pomaga w zapobieganiu łamania i zapętlania się przewodów.

1.3.14 Dokładanie dodatkowych przewodów

Podczas układania dodatkowych przewodów, należy upewnić się, że istniejące przewody PROFINET i inne przewody systemowe nie są przeciążone lub uszkodzone. Może się tak zdarzyć np. w przypadku gdy przewody PROFINET są ułożone razem z innymi przewodami w łączonej trasie kablowej (jeśli dozwolone jest to z punktu widzenia bezpieczeństwa elektrycznego). Podczas instalacji nowych przewodów należy zachować szczególną ostrożność (przy naprawach i modyfikacjach). Szczególnie krytyczne jest prowadzenie kilku przewodów w jednej rurze ochronnej. Można uszkodzić przewody, które już zostały ułożone.

Podczas układania przewodów PROFINET w jednej trasie kablowej z innymi przewodami, należy układać je jako ostatnie.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.4 Miedziane przewody PROFINET

Połączenie pomiędzy dwoma węzłami PROFINET jest nazywane kanałem PROFINET. W większości przypadków kanały PROFINET składają się z miedzianych przewodów PROFINET. Maksymalna długość kanału miedzianego przewodu PROFINET to 100 m.

1.5 Przewody światłowodowe (FO)

Ponieważ światłowody nie przenoszą prądów ani napięć elektrycznych, są całkowicie odporne na zakłócenia elektromagnetyczne. Dlatego wyznaczanie tras światłowodów jest mniej krytyczne niż dla przewodów miedzianych. Jednakże w przypadku światłowodów musi być zapewniona ochrona mechaniczna. Dodatkowo należy przestrzegać minimalnych średnic zagięcia i siły rozciągania.

Zależnie od odległości, dostępne są różne typy włókien dla przewodów FO. Różne typy włókien pozwalają na zastosowania dla różnych odległości. Tabela 5: Maksymalne długości przewodów FO pokazuje maksymalne długości przewodów dla danych typów włókien. Światłowody wymagają użycia złącz na każdym końcu przewodu. Czasami można wykorzystać dodatkowe złącze dla pojedynczego włókna. Dodatkowe złącza wprowadzają dodatkowe tłumienia sygnałów i mogą ograniczać dopuszczalną długość przewodu. Tabela 1: Symbole wskazujące ważny tekst pokazuje efekt dodatkowego złącza na przewodzie o maksymalnej długości.

Włókno	**Brak dodatkowego złącza**	**Jedno dodatkowe złącze**	**Dwa dodatkowe złącza**
Plastic Optical Fiber (POF)	50 m	43.5 m	37 m
Plastic Cladded Fiber (PCF)	100 m	100 m	100 m
Światłowód wielodomowy	2000 m	2000 m	2000 m
Światłowód jednomodowy	14000 m	14000 m	14000 m

Tabela 5: Maksymalne długości FO

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.5.1 Układanie przewodów światłowodowych PROFINET

Jeśli zostanie przekroczona siła rozciągana, włókna mogą zostać rozciągnięte, co może wprowadzić wysokie tłumienie, zredukować długość życia i/lub spowodować uszkodzenie. Może również spowodować sporadyczne lub ciągłe błędy w komunikacji. Błędy mogą zacząć występować po pewnym czasie, np. po kilku latach od instalacji. Należy zwrócić szczególną uwagę na zapewnienie minimalnego promienia zagięcia przewodów. Przeważnie minimalny promień zagięcia przewodów PROFINET wynosi 15-krotność średnicy przewodu. Należy przestrzegać danych zalecanych przez producentów.

1.5.2 Zabezpieczanie złącz przed zanieczyszczeniami

- Złącza przewodów światłowodowych są czułe na zanieczyszczenia.
- Należy zatykać nieużywane złącza i wtyczki używając dostarczonych zatyczek.
- Przed podłączeniem do urządzenia należy wyczyścić końcówkę złącza. Należy używać tkaniny nie pozostawiającej włókien, nasączonej alkoholem izopropylowym. Tkaninę należy ułożyć na równej i niezbyt twardej powierzchni. Aby wyczyścić złącze, należy przesunąć je po tkaninie w jedną stronę. Jeśli wystąpi taka potrzeba, należy powtórzyć procedurę w innym miejscu tkaniny. Aby upewnić się, czy czyszczenie przyniosło efekt, należy sprawdzić czoło złącza pod mikroskopem.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

1.5.3 Zakłócenia elektromagnetyczne (EMI)

Przewody światłowodowe są odporne na EMI! Dlatego nie jest problemem wspólne układanie przewodów światłowodowych i miedzianych. Jednakże należy szczególnie uważać ponownie układając lub wymieniając światłowody. Nie wolno przekraczać dopuszczalnych sił naciągania.

Używając przewodów FO ze stalowym wzmocnieniem, wzmocnienie powinno być podłączone do uziemienia, aby zapobiec zakłóceniom.

1.5.4 Przewody podziemne / Połączenie budynków

Przewody do układania w ziemi muszą mieć specjalnie odporną budowę. Podczas układania przewodów bezpośrednio w ziemi, należy używać wyłącznie przewodów przeznaczonych do tego przez producenta.

Należy przestrzegać poniższych zapisów podczas układania przewodów w ziemi:

- Należy układać przewód w wykopie około 80 cm pod ziemią. Należy przestrzegać lokalnych przepisów.
- Należy zabezpieczyć przewód przed uszkodzeniami mechanicznymi, np. używając plastikowej rury. Nad rurą umieścić taśmę z ostrzeżeniem.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Jeśli miedziany przewód PROFINET jest układany w tym samym wykopie co inne przewody, należy przestrzegać zapisów z Tabeli 3. Jako separatorów można użyć np. cegieł. Ponieważ przewody światłowodowe są odporne na zakłócenia, bez problemu można układać je obok przewodów innych typów / kategorii.

Podczas wykonywania wykopu należy uważać na ostrzeżenia o innych przewodach lub urządzeniach (np. taśmy ostrzegające o przewodach). Uszkodzenia innych przewodów lub urządzeń (np. przewodów zasilających, rur z gazem) mogą spowodować nie tylko straty materialne, ale także narażać na niebezpieczeństwo utraty zdrowia i życia osób.

Rysunek 2: Układanie przewodów poza budynkiem

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2 Montaż przewodu PROFINET

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.1 Montaż miedzianego przewodu PROFINET

Występuje kilka typów złącz do podłączania miedzianych przewodów PROFINET do węzłów PROFINET: złącza 8-pinowe RJ-45 oraz M12.

Rysunek 3: Ułożenie pinów złącz RJ45 i M12

Dla środowisk IP20 w szafach, wykorzystywane są złącza RJ45. W przypadku zwiększonych wymagań związanych ze zwiększeniem stopnia ochrony (IP65/67) używane są złącza RJ45 z obudową typu push pull lub złącza M12 (D-coding).

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Push Pull RJ45 (IP65/67)

RJ45 (IP20)

M12 (IP65/67)

Rysunek 4: Złącza – rysunek ogólny

Wskazówka: Typ złącza jest określany na podstawie interfejsu węzła PROFINET. Należy wybrać odpowiedni typ złącza, który pasuje do złącza na urządzeniu i wykonaj zalecenia odnośnie montażu.

Dla różnych złącz sposoby podłączenia przewodów są różne, w zależności od producenta. Dlatego nie jest możliwe ogólne opisanie sposobów podłączania przewodów w złączach.

Przewód PROFINET jest 4-żyłowym okrągłym przewodem. Przewody są ułożone w formie tzw. „star-quad”. Tabela 6 zawiera kody kolorów par przewodów.

Para	1 (Transmisja danych)	2 (Odbiór danych)
Przewód A	Żółty (TD+)	Biały (RD+)
Przewód B	Pomarańczowy (TD-)	Niebieski (RD-)

Tabela 6: Oznaczenia par przewodów

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Należy zauważyć, że dwa przeciwne druty (przewody) w przewodzie PROFINET tworzą parę używaną razem aby zredukować podatność na zakłócenia elektromagnetyczne, tj. zawsze należy używać jako pary przewodów żółtego i pomarańczowego oraz białego i niebieskiego.

Pary przewodów są obwinięte aluminiową folią pokrytą plastikiem i oplotem składającym się z miedzianych drutów. Szczegółowa struktura przewodu może różnić się zależnie od producenta. Należy zapoznać się ze specyfikacją producenta.

Należy używać jedynie przewodów PROFINET oraz złącz, które są wytypowane w deklaracji producenta PROFINET.

Rysunek 5: Struktura przewodu PROFINET

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Sygnał	Funkcja	Kolor przewodu	Opis pinów	
			RJ45	M12
TD+	Transmisja danych +	Żółty	1	1
TD-	Transmisja danych -	Pomarańczowy	2	3
RD+	Odbiór danych +	Biały	3	2
RD-	Odbiór danych	Niebieski	6	4

Tabela 7: Opis pinów złącza

Aby się upewnić, że ekran jest efektywny przy wysokich częstotliwościach, przewód musi być połączony do lokalnego uziemienia przy każdym urządzeniu. Normalnie połączenie odbywa się za pomocą złącz. Dodatkowo, urządzenie powinno być uziemione.

2.1.1 Ogólne informacje o montażu

Używając złącz z technologią usuwania izolacji należy przestrzegać następujących instrukcji: w przypadku, gdy złącza są demontowane i ponownie montowane, końcówka przewodu powinna zostać odcięta i ponownie przygotowana do montażu. Inaczej występuje możliwość, że nie zostanie zapewniony odpowiedni kontakt.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Technologia usuwania izolacji dla PROFINET składa się z kompatybilnego systemu złącz, przewodów oraz narzędzi do ściągania izolacji. Aby uniknąć problemów, należy używać komponentów należących do jednego systemu w ramach danego producenta.

Czasami narzędzia do ściągania izolacji przeznaczone dla różnych typów przewodów mają takie same obudowy. Jednakże, często występują różnice w mechanizmie tnącym zainstalowanym wewnątrz narzędzia. Mechanizm tnący musi być dopasowany do przewodu/złącza PROFINET, z którym będzie używany. Używanie złego mechanizmu może prowadzić do nieprawidłowego połączenia przewodów danych lub ekranu.

Podczas montażu złącza należy upewnić się, że ekran jest prawidłowo podłączony. Ekran oraz przewody sygnałowe nie mogą się łączyć.

Złącze należy zamykać ostrożnie, inaczej można uszkodzić przewód lub spowodować zwarcie.

Należy zawsze używać takich przewodów PROFINET, które są akceptowane przez producenta złącz do użycia z danymi typami złącz. Dotyczy to w szczególności korzystania z technologii zdejmowania izolacji. Dla aplikacji IP65 należy upewnić się, że średnica przewodu pasuje do złącza w obudowie. Jest to konieczne, aby zapewnić odpowiednie uszczelnienie pomiędzy złączem a przewodem.

2.1.2 Technologia zdejmowania izolacji RJ45

Należy zapoznać się z instrukcją producenta złącz. Instrukcja zawiera informacje o budowie złącza, która może być różna dla każdego producenta.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Technologia zdejmowania izolacji dla PROFINET przeważnie składa się z kompatybilnego system złącz, przewodów oraz narzędzi do ściągania izolacji. Aby uniknąć problemów, należy używać komponentów należących do jednego systemu, w ramach danego producenta.

Takie typy złącz są dostępne u różnych producentów w różnych stylach. Kolejna sekcja pokazuje jako przykład podstawowe kroki do złożenia jednego z rodzajów złącz. Szczegóły procedury montażu mogą różnić się zależnie od producenta. Należy przestrzegać zasad z instrukcji obsługi danego producenta.

- Otworzyć złącze

- Zdjąć izolację przewodu używając narzędzia do zdejmowania izolacji. Narzędzia są sprzedawane do danych średnic przewodów. Należy upewnić się, że została właściwie dopasowana długość ekranu i przewodów. Używając oryginalnych narzędzi PROFINET, długości są dopasowane automatycznie.

- Włożyć przewody do przezroczystej części. Dopasować kolory przewodów do oznaczeń na elemencie.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Zamknąć element.

- Zamknąć obudowę. Należy upewnić się że zapewniono prawidłowe połączenie pomiędzy ekranem a obudową.

- Zablokować obudowę

W technologii zdejmowania izolacji, każdy z producentów oferuje odpowiednie narzędzia do ściągania izolacji. Narzędzia te nie tylko ściągają izolację, ale również przygotowują ekran do odpowiedniego połączenia. Znacznie ułatwiają montaż złącz oraz redukują czas montażu.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.1.3 Montaż złącz M12

4-pinowe złącza M12 są również ważnym typem złącz dla PROFINET. Często są używane są w trudnych warunkach przemysłowych, poza szafami sterowniczymi.

Technologia połączeń różni się w zależności od producenta. Kolejny rozdział skupi się na złączach obiektowych dla PROFINET. Dla przewodów obiektowych PROFINET dostępne są następujące technologie połączeń:

- Technologia zacisków śrubowych
- Technologia zdejmowania izolacji

2.1.4 Technologia zacisków śrubowych M12

Instrukcje producenta:
Należy przeczytać instrukcję producenta złącz. Instrukcje zawierają informacje ważne dla danego typu złącza. Poniższy opis obejmuje podstawową procedurę, ale w żadnej mierze nie zastępuje instrukcji producenta.

Notka:
Złącza M12 przeważnie składają się z kilku części. Stopień ochrony IP może różnić się w zależności od typu złącza. Po otwarciu paczki, należy sprawdzić czy nie brakuje żadnych części.

Podstawowe kroki:

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Otworzyć / rozkręcić złącze.

- Wsunąć nakrętkę, pierścienie oraz inne wymagane elementy obudowy na przewód PROFINET.

- Usunąć izolację przewodu PROFINET zapewniając, że długość ściągnięcia izolacji oraz długość ekranu będą odpowiednia dla używanego złącza (zobacz specyfikacja producenta).

- Usunąć części przewodu i izolacji dopasowując do złącza.

- Włożyć odpowiednio przygotowane przewody do otwartych styków zacisków. Upewnić się, że kolory przewodów odpowiadają kolorom zacisków.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Przykręcić zaciski używając śrubokręta (zachować odpowiedni moment dokręcania).

- Połączyć ekran. Aby to wykonać, przeważne zagina się oplot przewodu na metalową tuleję. Do tulei należy włożyć uszczelkę, aby uszczelnić złącze. Należy upewnić się, że przewody ekranu nie dotykają uszczelki. Sprawdzić, czy nie występuje zwarcie pomiędzy ekranem a przewodami danych.

- Zamknąć i dokręcić złącze, upewniając się, że przewody wewnątrz złącza nie zostaną poskręcane przy składaniu i dokręcaniu obudowy złącza.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.1.5 Technika ściągania izolacji M12

Instrukcja producenta:
Należy przeczytać instrukcję producenta złącz. Instrukcje zawierają informacje ważne dla danego typu złącza. Poniższy opis obejmuje podstawową procedurę, ale w żadnej mierze nie zastępuje instrukcji producenta.

Główną korzyścią ze stosowania technologii ściągania izolacji jest szybsza i prostsza procedura montażu.

Ogólne kroki:

- Otworzyć / rozkręcić złącze.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Wsunąć na przewód PROFINET nakrętkę, pierścienie i inne wymagane element obudowy takie jak sprężyny kontaktowe.

- Usunąć izolację przewodu PROFINET zapewniając, że długość ściągnięcia izolacji oraz długość ekranu będą odpowiednia dla używanego złącza (zobacz specyfikacja producenta). Nie usuwać izolacji pojedynczych żył.

- Połączyć ekran przewodu. Sprawdzić, czy nie występuje zwarcie pomiędzy ekranem a przewodami danych.

- Włożyć przewody do otwartych styków zacisków. Upewnić się, że kolory żył odpowiadają kolorom zacisków.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Ścisnąć obydwie części złącza.

- Upewnić się, że element odciążenia przewodu oraz pierścień są prawidłowo zamocowane.

- Zamknąć dokręcić złącze, upewniając się, że przewody wewnątrz złącza nie zostaną poskręcane przy składaniu i dokręcaniu obudowy złącza.

W technologii zdejmowania izolacji, każdy z producentów oferuje odpowiednie narzędzia do ściągania izolacji. Narzędzia te nie tylko ściągają izolację, ale również przygotowują ekran do odpowiedniego połączenia. Znacznie ułatwiają montaż złącz oraz redukują czas montażu.

Notka:
Czasami narzędzia do ściągania izolacji przeznaczone dla różnych typów przewodów mają takie same obudowy. Jednakże, często występują różnice w mechanizmie tnącym zainstalowanym wewnątrz narzędzia. Mechanizm tnący musi być dopasowany do przewodu/złącza PROFINET, z którym będzie używany. Używanie złego mechanizmu może prowadzić do nieprawidłowego połączenia przewodów danych lub ekranu

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.1.6 Złącza hybrydowe

Rysunek 6: Złącze hybrydowe

Złącza hybrydowe używają tego samego złącza do zasilania węzłów PROFINET oraz do podłączenia przewodów PROFINET. Takie rozwiązanie skraca czas instalacji. Instalacja może być znacznie uproszczona, jeśli zostaną użyte gotowe przewody, dostępne u producentów w różnych długościach. Jeśli złącze musi być złożone na obiekcie, np. z powodu dopasowania długości lub naprawy, należy przestrzegać zapisów z instrukcji producenta. Styki złącz hybrydowych są przeważnie zaciskane. Narzędzia do zaciskania są dostępne u producentów złącz. Należy używać narzędzi do zaciskania wyspecyfikowanych przez producenta złącz. Prawidłowo zaciśnięte złącza są podstawą wysokiej jakości, trwałego połączenia.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.2 Montaż przewodów światłowodowych

Manuf. instructions

Instrukcje producenta:
Specyfikacje komponentów przewodów FO znajdują się w kartach katalogowych. Zawsze należy przestrzegać zawartych tam informacji.

Montaż gotowych przewodów światłowodowych zależy od typu światłowodu oraz złącza. Ogólnie, montaż wymaga wysokiej precyzji oraz kosztownych narzędzi z malejącą średnicą włókna światłowodu.

2.2.1 Środki ostrożności przy zarabianiu światłowodów

Poniższe sekcje opisują ogólne procedury zarabiania i instalacji dla przewodów światłowodowych.

2.2.2 Zabezpieczanie złącz przed zanieczyszczeniami I uszkodzeniem

- Złącza przewodów światłowodowych są czułe na zanieczyszczenia.
- Należy zakładać zatyczki przeciw kurzowi, aby chronić nieużywane złącza i wtyczki.
- Nie zdejmować zatyczek ochronnych dopóki przewód i złącze nie są gotowe do montażu.
- Jeśli zatyczka jest zdjęta, należy sprawdzić końcówkę złącza.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

UWAGA

Nawet jeśli złącze optyczne jest chronione zatyczką przeciw kurzowi, złącze może być brudne.

Brudne powierzchnie optyczne złącza redukują pewność oraz jakość transmisji sygnału. Należy wyczyścić powierzchnie optyczne złącza przed podłączeniem do urządzenia PROFINET.

Proces kontroli i czyszczenia tulejek czołowych zależy od rodzaju użytych włókien: multimode, single-mode, PCF lub POF. Poniższe instrukcje są zapisami ogólnymi.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.2.3 Inspekcja części czołowej światłowodu

Instrukcje producenta:

Należy zapoznać się z instrukcjami producenta na temat inspekcji światłowodu. Poniższe kroki mogą być wykorzystane jako przewodnik:

Należy upewnić się, że połączenie światłowodowe, które będzie kontrolowane nie jest aktywne. Aby być pewnym, należy fizycznie wyjąć złącze z nadajnika i wyłączyć zasilanie wszystkich komponentów interfejsu. Zabezpieczyć wyposażenie przed ponownym podłączeniem lub włączeniem zasilania podczas inspekcji.

Jeśli podczas inspekcji aktywny nadajnik będzie podłączony do światłowodu mogą wystąpić poważne uszkodzenia wzroku.
Zawsze przed przystąpieniem do inspekcji należy upewnić się, że złącze nie jest podłączone do nadajnika.
Należy pamiętać, że fale o długości 850nm i 1300nm, używane do transmisji optycznych, są niewidoczne dla ludzkiego oka!

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Aby wykonać inspekcję czoła światłowodu pod kątem zanieczyszczeń, wgłębień, zadrapań na włóknie oraz na izolacji, należy użyć optycznej sondy wideo lub ręcznego mikroskopu.

Jeśli zostaną znalezione brudy, wgłębienia lub inne zanieczyszczenia, należy odwołać się do kolejnego paragrafu z procedurami czyszczenia. Poniższe rysunki pokazują podstawowe stany powierzchni.

Rysunek 7: Jakość powierzchni optycznej

2.2.4 Czyszczenie czołowej powierzchni optycznej

Instrukcje producenta:

Należy skorzystać z podręcznika czyszczenia wydanego przez producenta. Kroki opisane poniżej należy traktować jako przewodnik:

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Kolejne kroki opisują ogólne kroki czyszczenia powierzchni czołowej optyki dla złącz:

- Używając niepozostawiającej włókien szmatki, nasączonej alkoholem izopropylowym lub płynem do czyszczenia optyki wyczyścić powierzchnię czołową światłowodu. Przetrzeć lekko ferulę szmatką. Zawsze należy przecierać w jedną stronę, nie tam i z powrotem.
- Ponownie sprawdzić powierzchnię czołową światłowodu korzystając z inspekcji wideo lub mikroskopu. Sprawdzić, czy zanieczyszczenia zostały usunięte. Więcej informacji w poprzednim rozdziale dotyczącym inspekcji.
- Jeśli nadal występują zanieczyszczenia, po powtórnej próbie czyszczenia feruli, styki należy wypolerować lub wymienić. Polerowanie jest oddzielnym krokiem. Musi być wykonywane przez wykwalifikowany personel. Należy skontaktować się z producentem złącza.

2.2.5 Przewód światłowodowy

Szklane i plastikowe światłowody mają specyficzne właściwości:

- Całkowita odporność na zakłócenia elektromagnetyczne.
- Całkowita elektryczna izolacja łączonych urządzeń.
- Przeważnie odporny na “podsłuch”.
- Bardzo małe tłumienia, szczególnie jeżeli wykorzystywany jest światłowód szklany, dzięki temu możliwe większe odległości transmisji.

Dzięki tym właściwością, są szczególnie przydatne do wykorzystywania przy:

- Okablowaniu poza budynkami
- Dużych odległościach
- Środowiskach, w których występują duże zakłócenia elektromagnetyczne

Wyróżnia się następujące kategorie

- Światłowody szklane: jednomodowe (SM) i wielodomowe (MM)
- Plastikowe - Cladded Fiber (PCF)
- Plastikowe - Optical Fiber (POF)

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Poniższe typy przewodów są używane w aplikacjach przemysłowych (Tabela 8 i Tabela 9):

Plastic Optical Fibre (POF) lub Plastic Cladded Fiber (PCF)		
Typ instalacji	stacjonarna lub elastyczna	mocno elastyczna
Oznaczenie przewodu	typ B + typ włókna	typ B + typ włókna
Kolor osłony	zielony	zależny od aplikacji
Kolor przewodu	pomarańcz + czarny	pomarańcz + czarny
Maksymalne tłumienie przy 650 nm Plastic Optical Fiber (POF) Plastic Cladded Fiber (PCF)	 160 dB/km 10 dB/km	10 dB/km

Tabela 8: Przewód światłowodowy plastikowy

Jednomodowye(SM) lub wielomodowy (MM)		
Typ instalacji	stacjonarna lub elastyczna	mocno elastyczna
Oznaczenie przewodu	typ B + typ włókna	typ B + typ włókna
Kolor osłony	zielony	zależny od aplikacji
Kolor przewodu	pomarańcz + czarny	pomarańcz + czarny
Maksymalne tłumienie przy 1300 nm (IEC 60793-1-40/41)	MM: 1.5 dB/km SM: 0,6 dB/km	

Tabela 9: Przewód światłowodowy szklany

Manuf. instructions

Instrukcje producenta:

Wybór odpowiedniego złącza (SC-RJ lub SC-RJ-Push-Pull lub M12 Hybrid Connector) zależy od podłączanego urządzenia, oraz z wymaganiami w zakresie ochrony przed zanieczyszczeniem i wodą (typ ochrony IP) oraz od użytego przewodu.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Dla włókien wielomodowych, przeważnie używane są typy 50/125µm i 62,5/125 µm. Należy zwrócić uwagę: podczas podłączania linii transmisyjnej z innej sekcji, tylko sekcje tego samego typu są łączone razem. W innym przypadku, na połączeniach wystąpią dodatkowe straty, spowodowane różną średnicą włókien światłowodu.

2.2.6 Montaż i instrukcje bezpieczeństwa

- Montaż cienkich włókien światłowodowych wymaga wysokiej precyzji, którą można uzyskać jedynie korzystając ze specjalistycznych narzędzi oraz przeszkolenia.
- Jeśli przewody FO są używane jedynie okazjonalnie, zwykle bardziej opłacalne jest użycie gotowych do podłączeń przewodów. Producenci oferują je w różnych długościach.
- Jeśli przewody FO używane są częściej, producenci złącz oferują konsultacje przy doborze narzędzi oraz szkolenia w zakresie złącz.

Nie wolno zostawiać porozrzucanych odpadków i ścinków z montażu szklanych światłowodów. Cienkie włókna światłowodów mogą powodować zranienia. Należy uprzątnąć wszystkie odpadki.

Złącze do urządzenia PROFINET można włożyć dopiero po zakończeniu kompletnego montażu. Nie do końca zmontowane złącze może uszkodzić interfejs optyczny urządzenia do którego zostanie podłączone.
Prze dopasowaniem złącza optycznego, należy sprawdzić czołową powierzchnię optyczną za pomocą specjalnego narzędzia: powierzchnia musi być czysta. Tzn. bez zadrapań czy zanieczyszczeń. Takie defekty mogą uszkodzić interfejs urządzenia PROFINET i/lub pogorszyć komunikację.

Do montażu szklanych przewodów FO wymagane są specjalne narzędzia. Narzędzia są zoptymalizowane do danego typu złącz i mogą być używane tylko dla określonych typów. Odpowiednie narzędzia, tzw. „pakiety montażowe” są oferowane przez producentów złącz. Wymagane są specjalistyczne szkolenia.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.2.7 Złącze SC-RJ

Do sieci światłowodowych PROFINET (szklanych i plastikowych), przeważnie używane są złącza SC-RJ. Złącze SC-RJ jest złączem duplex. Dwa elementy złącza, do odbioru i transmisji danych są mocowane w ramce i zawsze podłączane oraz odłączane jako całość. Podstawowa wersja złącza jest przeznaczone do użycia w szafach lub pokojach z elektroniką (klasa ochrony IP 20). Dla niekorzystnych warunków środowiskowych lub aplikacji wymagających stopnia ochrony IP65/68, można używać wersji SC-RJ Push/Pull.

Rysunek 8: Złącza SC-RJ i SC-RJ push-pull

Zawsze należy zapoznać się i przestrzegać zapisów z instrukcji producenta. Przestrzegając zasad zawartych w instrukcji producenta oraz używając specjalistycznych narzędzi, tworzone połączenia optyczne będą najwyższej jakości.

Poniższe przykłady pokazują typowe kroki konieczne do montażu złącza dla plastikowego światłowodu. Dla światłowodów szklanych, konieczne są specjalne narzędzia do cięcia światłowodu.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Zdjąć osłonę przewodu FO.

- Rozdzielić dwie żyły z podwójnego przewodu optycznego korzystając z ostrego noża (nie ciągnąć na boki, może to spowodować zniszczenie włókien).

- Usunąć izolację światłowodu (zachować odpowiednią średnicę).

- Wcisnąć komponenty złącza na włókno światłowodu. Włókno powinno wystawać z ferula.

- Włożyć włókno przykręcając lub wciskając do obudowy złącza (użyć zaciskarki zalecanej przez producenta złącza).

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Odciąć włókno wystające z ferula. W przypadku światłowodu szklanego, użyć specjalnego narzędzia.

- Wypolerować światłowód w co najmniej dwóch krokach (polerka wstępna i końcowa) zgodnie z instrukcją. Użyć uchwytu do polerowania aby dopasować złącze do podkładki polerującej i polerować ruchami w kształcie 8.

- Usunąć wszystkie ślady materiałem ściernym.

- Sprawdzić jakość powierzchni optycznej przenośnym mikroskopem. Upewnić się, że powierzchnia jest wolna od zanieczyszczeń, resztek lub uszkodzeń.

Dobra powierzchnia

- Sprawdzić poprawność montażu złącza mierząc tłumienie przewodu z podłączonymi złączami. (Aby uzyskać więcej szczegółów zobacz Przewodnik PROFINET)

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Zabezpieczyć złącze zakładając zatyczkę.

- Aby uzyskać złącze duplex, należy włożyć do ramki dwie części złącza SC-RJ. Podczas wkładania do ramki części odbiorczej i nadawczej przestrzegać zaleceń producenta. Jako podpowiedź, na przewodach PROFINET FO naniesiono znaczniki, które wskazują kierunek transmisji.

.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.2.8 Optyczne złącze hybrydowe M12

Optyczne złącze hybrydowe M12 zawiera dwa złącza optyczne (dla danych) I dwa opcjonalne złącza elektryczne (do zasilania urządzeń, AWG 20). Złącza optyczne M12 są dostępne dla światłowodów wielodomowych (MM), jednomodowych (SM), POF oraz PCF.

Rysunek 9: Hybrydowe złącze M12

Zawsze należy zapoznać się i przestrzegać zapisów z instrukcji producenta. Przestrzegając zasad zawartych w instrukcji producenta oraz używając specjalistycznych narzędzi, tworzone połączenia optyczne będą najwyższej jakości.

Poniższy opis przedstawia typowe kroki potrzebne do połączenia złącza hybrydowego. W przypadku światłowodów szklanych, niezbędne są specjalne narzędzia do cięcia włókien światłowodowych.

Przygotowanie przewodu

- Nałożyć na przewód zakrętkę, uszczelnienie i inne niezbędne elementy obudowy.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Zdjąć zewnętrzną koszulkę oraz 2.4 mm koszulkę włókna. Zdjąć izolację włókien zgodnie z instrukcją producenta.

Klejenie

- Używając strzykawki wstrzyknąć klej do miejsca styku.

- Do miejsca styku włożyć włókno, i zasłonić wystające włókno zatyczką.

- Poddać klej polimeryzacji (utwardzanie).

UWAGA: Dla POF, jeśli wymagana jest szybka instalacja a budżet może zaakceptować wyższe koszty spowodowane stratami, krok klejenia i polerowania można zastąpić cięciem.

Montaż

- Usunąć wystające włókno.

- Włożyć styki do wtyczki upewniając się, że włókna przechodzą pomiędzy dwoma złączami.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Uwaga: krosowanie wymaga, żeby para włókien wychodziła poza przewód. Krosowanie zapewnia, że nadajnik na jednym końcu przewodu jest podłączony do odbiornika na drugim końcu. System zabezpieczający (klucz) umieszczony we wtyczce i gnieździe, zapewnia krosowanie przy podłączeniu przewodu. Jako dodatkowe ułatwienie, przewody PROFINET zawierają oznaczenie kierunku przepływu danych.

- Skręcić elementy obudowy i uszczelnić złącze.

Polerowanie

- Umieścić ferule i wtyczkę w narzędziu do polerowania.
- Polerować przyciskając wtyczkę I przesuwając narzędzie po papierze polerskim w 2 krokach: polerowanie zgrubne i końcowe.
- W przypadku dużej produkcji można skorzystać z automatycznego procesu polerowania.

Inspekcja części czołowej

- Sprawdzić część czołową mikroskopem, upewniając się, że na powierzchni nie ma zanieczyszczeń ani uszkodzeń.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Pomiar optyczny

- Należy zmierzyć tłumienie przewodu orz złącz, aby upewnić się, że poszczególne kroki montażu zostały wykonane poprawnie (zobacz Przewodnik uruchamianie PROFINET).

2.2.9 Inne złącza FO

Złącza światłowodowe występujące w fabrykach, to w wielu przypadkach złącza BFOC/2,5. Złącze to jest również znane pod nazwą „ST®-Connector". Ten typ złącz był wykorzystywany w przemyśle przez wiele lat i nadal jest dostępny dla wszystkich typów włókien PROFINET (plastikowe oraz szklane).

Rysunek 10: Złącze BFOC (ST)

Złącze ST jest złączem dla pojedynczego przewodu z zamknięciem bagnetowym. Ponieważ obydwa włókna są podłączane indywidualnie, należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe podłączenie włókna nadawania i odbioru.

Montaż złącza jest kompatybilny z montażem złącza SC-RJ.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.3 Uziemianie i połączenia wyrównawcze

Dobre uziemienie i połączenia wyrównawcze mają istotny wpływ na odporność sieci PROFINET na zakłócenia elektromagnetyczne. Aby zredukować wpływ zakłóceń elektromagnetycznych, uziemienie ekranu przewodu PROFINET powinno być wykonane na obydwu końcach każdego przewodu (tj. na każdym urządzeniu). Połączenia wyrównawcze zapewniają taki sam potencjał w całej sieci PROFINET, zabezpieczając przed występowaniem prądów wyrównawczych, które mogą mogłyby płynąć przez ekran przewodu PROFINET. Podstawowe informacje na temat uziemiania oraz połączeń wyrównawczych przedstawiono poniżej:

Instrukcje producenta:
Przeważnie dokumentacje producenta zawierają ważne informacje opisujące jak w najlepsza sposób podłączyć węzeł PROFINET do uziemienia i połączenia wyrównawczego.

2.3.1 Uziemienie ochronne

Główną rolą uziemienia ochronnego jest ochrona ludzi przeciw śmiertelnemu porażeniu prądem przy wystąpieniu uszkodzenia. Uziemienie ochronne chroni również urządzenia, maszyny oraz wyposażenie zakładów przed poważnymi zniszczeniami występującymi przy uszkodzeniach. Stelaż, obudowa lub szafa z wyposażeniem elektrycznym powinien być podłączony do uziemienia ochronnego za pomocą przewodu uziemiającego, który może przenieść pełen prąd zakłóceniowy.

Uziemienie ochronne jest oznaczane poniższym symbolem:

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Ponieważ uziemienie ochronne jest częścią ogólnego system elektrycznego, nie jest szczegółowo opisane w niniejszym dokumencie. Zawsze należy przestrzegać odpowiednich standardów i przepisów!

Notka:

Niektóre węzły PROFINET są wyposażone w złącze uziemienia ochronnego. Są to głównie węzły PROFINET, z dodatkowym zasilaczem z wyższego napięcia. Należy wykonać połączenie uziemienia ochronnego zgodnie z zaleceniami dla danego urządzenia.

2.3.2 Uziemienie funkcjonalne

Uziemienie funkcjonalne używane jest, aby sprowadzić zakłócenia elektromagnetyczne do uziemienia. Zwiększa odporność transmisji danych na zakłócenia. Uziemienie funkcjonalne używane jest do uziemiania ekranów przewodów oraz obudów urządzeń aby sprowadzać zakłócenia do uziemienia.

Manuf. instructions

Instrukcje producenta:

Przeważnie dokumentacje producenta zawierają ważne informacje opisujące jak w najlepsza sposób podłączyć węzeł PROFINET do uziemienia i połączenia wyrównawczego.

Niektóre węzły PROFINET zawierają zacisk podłączenia uziemienia funkcjonalnego. Taki zacisk oznaczony jest symbolem uziemienia funkcjonalnego. Zacisk uziemienia funkcjonalnego węzła PROFINET należy podłączyć z systemem uziemienia funkcjonalnego używając możliwie najkrótszego przewodu o dużej średnicy. W wielu przypadkach, cała metalowa konstrukcja systemu jest używana jako uziemienie funkcjonalne. Inne urządzenia używają elementów montażowych jako uziemienia funkcjonalnego. Dlatego szynę DIN systemu powinno się podłączyć do uziemienia funkcjonalnego.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Do uziemiania węzłów PROFINET należy używać przewodów miedzianych o odpowiednim przekroju (co najmniej 2.5 mm²). Przewody uziemiające mają przeważnie żółto-zieloną izolację. W niektórych krajach oznaczenie żółto-zielone jest obowiązkowe (w USA jedynie kolor zielony).

Uziemienie funkcjonalne jest oznaczane poniższym symbolem:

Symbol uziemienia funkcjonalnego

2.3.3 Połączenia wyrównawcze

Połączenie wyrównawcze jest stosowane aby zapewnić jednakowy potencjał uziemienia w całym systemie. Dzięki temu zapobiega się przepływom prądów wyrównawczych przez ekrany przewodów PROFINET. Jako szyny połączeń wyrównawczych do wyrównywania potencjałów w systemie i pomiędzy komponentami systemu używa się przewodów miedzianych lub pręta uziemiającego.

- Podłączyć przewód połączeń wyrównawczych do zacisków uziemienia lub szyny uziemiającej przez odpowiednio dużą powierzchnię.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Połączyć wszystkie ekrany i uziemienia (jeśli istnieją). Jak wskazuje nazwa, połączenie wyrównawcze zapewnia, taki sam potencjał we wszystkich miejscach fabryki. Zapobiega to powstawaniu prądów wyrównawczych płynących przez ekrany przewodów PROFINET.

- Podłączyć obszar montażu (np. szyny montażowe) z przewodem połączeń wyrównawczych.
- Połączyć system połączeń wyrównawczych fabryki z systemem połączeń wyrównawczych budynku, w tak wielu miejscach jak to możliwe.

- Jeśli komponenty są powlekane, usunąć powłokę z miejsc styku przed wykonaniem połączenia.

- Po instalacji, wszystkie odkryte miejsca styku powinny być zabezpieczone przez korozją, np. wykorzystując pokrycie bazującą na cynku farbą lub lakierem.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Wszystkie miejsca połączeń wyrównawczych powinny być zabezpieczone przed korozją. Ochrona taka może być osiągnięta przy używając antykorozyjnych związków lub przez lakierowanie lub malowanie obszarów styku po montażu.

- Należy używać śrub samoblokujących lub połączeń zaciskowych. Należy upewnić się, że połączenie nie rozłączy się przypadkowo.

- Do elastycznych połączeń wyrównawczych należy używać przewodów z zaciśniętą tulejką końcową lub tulejką oczkową. Nie wolno cynować końcówek przewodów (już niedopuszczalne).

- Połączenie wyrównawcze należy zainstalować tak blisko przewodu PROFINET jak to możliwe.

- Należy połączyć wszystkie części metalowych tras kablowych. Do łączenia należy wykorzystywać specjalne elementy łączeniowe dostępne u producentów tras. Należy upewnić się, że elementy łączeniowe są wykonane z takiego samego materiału co trasy.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Metalowe trasy kablowe należy podłączać do połączeń wyrównawczych tak często jak to możliwe.

- Należy używać elastycznych pasów uziemiających przy złączach kompensacyjnych lub połączeniach przegubowych. Pasy uziemiające są przeważnie dostępne u producentów przewodów.

- Jeśli do połączeń pomiędzy budynkami lub częściami budynków wykorzystywane są przewody światłowodowe, dopóki przewody nie zawierają metalu, nie wymagane są połączenia wyrównawcze, ponieważ przewody światłowodowe są odporne na zakłócenia elektromagnetyczne.

2.3.4 Podłączanie ekranów przewodów do złącza połączeń wyrównawczych

Ekran jest ważną częścią miedzianych przewodów PROFINET. Ekranuje przewody danych od zakłóceń elektromagnetycznych występujących w otoczeniu. Aby upewnić się, że ekran może prawidłowo spełniać swoją funkcję, musi być podłączony do systemu połączeń wyrównawczych fabryki. Ogólne zasady podłączania ekranów miedzianych przewodów PROFINET do systemu połączeń wyrównawczych przedstawiono poniżej:

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.3.5 Dla węzła PROFINET

- Połączenie wyrównawcze jest realizowane poprzez odpowiednie połączenia oraz przez podłączanie przewodu do szyny połączeń wyrównawczych.

2.3.6 Dla wejścia do szafy

- Przy wejściu do szafy należy podłączyć ekran przewodu PROFINET do szyny połączeń wyrównawczych w poprzek dużego obszaru, możliwie blisko punktu wejścia do szafy. Zapobiega to wprowadzeniu do szafy zakłóceń pojawiających się na przewodzie PROFINET.

- Zainstalować szynę połączeń wyrównawczych za mocowaniami odciążającymi przy wejściu do szafy.
- Rozdział 2.3.7. zawiera informacje jak podłączyć ekran do szyny połączeń wyrównawczych.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

2.3.7 Wykonywanie połączenia pomiędzy ekranem przewodu a szyną połączeń wyrównawczych

Jest kilka sposobów podłączania z dużym obszarem styku ekranów przewodów oraz szyny połączeń wyrównawczych. Poniższy rysunek przedstawia trzy opcje połączeń. Zaproponowane podejścia sprawdzają się w codziennej pracy.

Rysunek 11: Możliwe połączenia pomiędzy ekranem a szyną połączeń wyrównawczych

! Należy upewnić się, że przewód PROFINET nie został zgnieciony przez połączenie pomiędzy ekranem a szyną połączeń wyrównawczych. Należy użyć zacisków do ekranu przeznaczonych dla odpowiednich średnic przewodów. Jakiekolwiek odkształcenia mogą spowodować pogorszenie się elektrycznych właściwości przewodu PROFINET.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Należy zachować poniższe zasady przy podłączaniu ekranu:

- Zdjąć izolację przewodu PROFINET tylko na wymaganej przez połączenie długości. Przewód PROFINET jest wrażliwy na mechaniczne uszkodzenia w miejscach, w których zdjęto izolację.

OK

Nie

- Należy uważać, aby nie uszkodzić ekranu podczas ściągania izolacji przewodu PROFINET.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Nie można wykorzystywać połączenia ekranu jako odciążenia przewodu. Spowoduje to pogorszenie kontaktu pomiędzy ekranem a szyną połączeń wyrównawczych. Wyjątek: elementy instalacji zaprojektowane specjalnie do takich zastosowań.

- Należy zamocować przewód PROFINET przez i za miejscem podłączenia ekranu. Przewód PROFINET, który jest w tym miejscu wrażliwy, będzie dzięki temu chroniony przed wyginaniem i zagięciami. Należy zwrócić szczególną uwagę na zaciski odciążające, gdy kabel ma być przesuwany.

- Należy używać jedynie połączeń dopasowanych do średnicy przewodu ze zdjętą izolacją.
- Nie podłączać szyny połączeń wyrównawczych do powierzchni pokrytych. Odpowiednie są np. powierzchnie galwanizowane lub chromowane.
- Używać materiałów instalacyjnych ocynkowanych lub galwanizowanych. Takie materiały zapewniają ochronę przed korozją oraz ciągły, pewny styk.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Połączenie pomiędzy ekranem a szyną połączeń wyrównawczych należy wykonywać tylko w przypadku ekranu w postaci oplotu ekranującego. Przewody PROFINET są wyposażane również w dodatkowy ekran foliowy. Nie można używać go do wykonywania połączeń. Aby zwiększyć stabilność, przeważnie jest on na jednej ze stron pokryty plastikiem. Pokrycie plastikiem daje efekt izolacji.

OK

Nie

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Strona została celowo pozostawiona jako pusta

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

3 Łączenie węzłów PROFINET

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

3.1.1 Wyładowania elektrostatyczne (ESD)

Komponenty elektroniczne są niezwykle wrażliwe na wysokie napięcia. W przypadku, gdy wyładowanie elektrostatyczne przechodzi przez komponent lub obwód, komponent może zostać uszkodzony. Węzły PROFINET zawierają wrażliwe obwody elektroniczne, które mogą zostać uszkodzone przez wyładowania elektrostatyczne. Dlatego, podczas obsługi komponentów PROFINET, należy przestrzegać poniższych środków ostrożności, aby zabezpieczyć się przed uszkodzeniem komponentów.

- Należy dotknąć uziemionej metalowej części przed obsługą jakichkolwiek komponentów lub urządzeń PROFINET. Spowoduje to przeniesienie ładunków z ciała.

- Nie należy dotykać wtyczek / gniazd lub połączeń śrubowych komponentów i urządzeń.

- Podczas obsługi złącz należy dotykać jedynie obudowy.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Przed rozpoczęciem prac z przewodami PROFINET, należy odłączyć od węzłów wszystkie przewody PROFINET. Przed podłączeniem do węzła, należy wykonać kompletne podłączenie złącz na obydwu końcach przewodów PROFINET.

- Jeśli przewody są podłączane bezpośrednio, należy dotykać izolacji, a nie przewodów.

3.1.2 Łączenie węzłów PROFINET za pomocą wtyczek

Węzły PROFINET są przeważnie wyposażane w przewody miedziane ze złączami 8-pin RJ-45 lub M12.

Jest to bardzo prosty sposób podłączenia. Do podłączenia można do złącza można wykorzystać gotowe przewody PROFINET. Podłączając przewód, jednocześnie podłączany jest ekran PROFINET.

Poniższe instrukcje dotyczą wszystkich typów złącz przewodów miedzianych. Użyte oznaczenia złącz mają jedynie symboliczne znaczenie.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Ze względu na konstrukcję, normalnie nie jest możliwe aby niewłaściwie podłączyć wtyczkę. Jednakże, przed łączeniem komponentów należy sprawdzić, w jaki sposób gniazdo i wtyczka pasują do siebie. Dzięki temu można uniknąć uszkodzenia złącza. Jest to szczególnie istotne przy użyciu okrągłych złącz np. M12.

- Należy dotykać jedynie obudowy wtyczek.

- Jeśli przewody są podłączane bezpośrednio, należy dotykać izolacji, a nie przewodów.

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

- Nie należy używać nadmiernej siły przy podłączaniu wtyczek.

- Jeśli złącza nie pasują do siebie, należy sprawdzić, czy nie są uszkodzone.
  Piny łączące mogą być wygięte. W takim przypadku, należy wymienić uszkodzone złącze

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Strona została celowo pozostawiona jako pusta

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

4 Terminy i definicje

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Glossary

Komunikacja *(Communication)*

W przypadku PROFINET, elektroniczny przesył danych cyfrowych od jednego użytkownika sieci do drugiego.

DIN

Deutsches Institut für Normung (Niemiecki Instytut Standaryzacji) (www.din.de)

EN (Normy Europejskie; European Standard)

Zatwierdzone i stosowane w krajach europejskich normy. Wiele ze norm IEC zostało adaptowanych jako europejskie normy EN.

Niebezpieczeństwo *(Hazard)*

IEC 61508-4 potencjalne źródło niebezpieczeństw. Termin obejmuje niebezpieczeństwa pojawiające się w krótkim czasie dotyczące osób (np. ogień i eksplozje), a także takie niebezpieczeństwo, które ma długoterminowy wpływ na zdrowie osób (np. odpadki toksyczne).

Włókno szklane / włókno optyczne (Glass fiber / optical fiber)

Linia transmisyjna (komunikacyjna) wykonana ze szkła lub plastiku, przeznaczona do transmisji promieni światła. Włókna optyczne są w przeciwieństwie do przewodów miedzianych odporne na zakłócenia elektromagnetyczne i mogą być stosowane na dłuższych odcinkach.

IEC

Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna
(International Electrotechnical Commission) (siedziba główna w Genewie, CH)

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

IP Stopień ochrony obudowy (protection types by housing (IP-Code))

Stopień IP zgodnie z IEC 60529 określa klasę ochrony zapewnianej przez obudowę urządzeń elektrycznych, np. IP 67.

Pierwsza cyfra wskazuje na ochronę osób przed włożeniem niebezpiecznych części i ochronę wewnętrznych części przed penetracją obcych ciał stałych.

0 – Brak ochrony

1 – Ochrona przed ciałami o wielkości ponad >50 mm, np. ręce

2 – Ochrona przed ciałami o wielkości ponad >12 mm, np. palce

3 – Ochrona przed ciałami o wielkości ponad >2.5 mm, np. narzędzia i przewody

4 – Ochrona przed ciałami o wielkości ponad >1 mm, np. cienkie przewody

5 – Ochrona przed wnikaniem pyłu (dozwolone ograniczone wnikanie)

6 – Ochrona przed wnikaniem pyłu (całkowita)

Druga cyfra oznacza ochronę wewnętrznych komponentów przed wnikaniem wody.

0 – Brak ochrony

1 – Ochrona przed kroplami wody spadającymi pionowo (z kondensacji)

2 – Ochrona przed kroplami padającymi pod kątem 15° od pionu

3 – Ochrona przed kroplami padającymi pod kątem 60° od pionu

4 – Ochrona przed kroplami padającymi ze wszystkich stron

5 – Ochrona przed strumieniem wody z dowolnego kierunku

6 – ochrona przed silnymi strumieniami wody lub zalewaniem falą z dowolnego kierunku np. do użycia na pokładach statków

7 – Ochrona przed zanurzeniem w wodzie na głębokości od 15 cm do 100 cm

8 – Ochrona przed zalaniem przy ciągłym zanurzeniu

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Transmisja optyczna (Optical transmission)

ISO/IEC 8802-3 (100BASE-FX): fizyczna transmisja o następujących właściwościach:

Włókno optyczne wykonane z kwarcu (szkła) lub plastiku

- Duże odległości, niezależne od prędkości transmisji
- Odporność na zakłócenia elektromagnetyczne
- Elektrycznie izolowane stacje
- Topologie gwiazdy, pierścienia, linii oraz mieszane
- Możliwość łączenia do segmentów sieci elektrycznych
- Możliwe typy włókien optycznych (wielomodowe włókno szklane, jednomodowe włókno szklane, włókno plastikowe, PCF włókno szklane)

PROFINET

Standard przemysłowy sieci Ethernet stosowany w automatyce. Wyróżnia się dwie różne wersje (typy):

PROFINET CBA (Component Based Automation) do łączenia w sieć rozproszonych systemów

PROFINET IO (Input Output) do komunikacji z czujnikami i elementami wykonawczymi wykorzystując centralny system sterowania

Przewód PROFINET (PROFINET cable)

Przewód do cyfrowej transmisji danych, wykonanie miedziane lub światłowodowe.

Komponenty PROFINET (PROFINET components)

Wszystkie komponenty sieci PROFINET (np. przewody, złącza, kontrolery/interfejsy, repeatery, itd.)

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO, PROFIBUS User Organization)

PNO jest regionalną organizacją PROFIBUS & PROFINET International (PI). W Polsce istnieje organizacja regionalna pod nazwą Profibus PNO Polska (www.profibus.org.pl) PI ma autoryzację PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO Niemcy) do zakładania Komisji Technicznych (TC) I Grup Roboczych (WG) w celu definiowania i utrzymywana niezależnych od producentów standardów PROFIBUS/-NET. PNO zostało założone w 1989 roku. PNO jest organizacją typu non –profit z siedzibą w

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Karlsruhe w Niemczech. Członkowie PROFIBUS & PROFINET International są uprawnieni do uczestnictwa w komisjach technicznych i grupach roboczych PNO. Członkowie mogą odgrywać aktywną rolę w utrzymywaniu oraz rozwoju sieci PROFIBUS. Poprzez to sieć i technologia PROFIBUS ma zagwarantowaną niezależność od producentów. Więcej informacji można znaleźć na stronach internetowych www.PROFIBUS.com lub www.PROFINET.com

Węzeł PROFINET (PROFINET-Node)

Urządzenie komunikujące się z innymi urządzeniami korzystając z przewodu PROFINET (kontroler, urządzenie)

Programator (Programming device)

W ofertach różnych producentów dostępnych jest wiele typów urządzeń programujących lub oprogramowania.

Programatory z pojedynczymi rozkazami: użyteczne do małych modyfikacji istniejących programów.

Specjalny sprzęt komputerowy i oprogramowanie dostarczane przez producentów danych języków oprogramowania, takich jak „Język Drabinkowy”, zawierający specjalne funkcje dla aplikacji automatyki lub dla środowisk przemysłowych. Programatory mogą być rozbudowywane do narzędzi deweloperskich, w taki sposób, że można używać ich na wszystkich etapach uruchomienia.

Oprogramowanie przeznaczone dla komputerów PC, zapewnia możliwość używania standardowych komputerów PC, laptopów jako programatora. Specjalne karty sprzętowe, np. interfejs PROFINET, wymagane są aby rozbudować sprzęt do funkcji narzędzi deweloperskich.

Switch

Urządzenie pracujące jako aktywny punkt w topologii gwiazdy, przeznaczone do podłączania urządzeń PROFINET. Switch analizuje przychodzące pakiety danych I przekierowuje je do portu na którym zarejestrowany jest odbiornik..

Więcej terminów z zakresu PROFINET znajduje się w słowniku PI dostępnym na stronach www.PROFINET.com, należy szukać hasła "Glossary".

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

Indeks alfabetyczny

E

elektrostatyczne wyładowania.....86

M

M12 podłączenie wtyczki
technologia ściągania izolacji 54
M12 technologia zacisków śrubowych 51
Montaż przewodu PROFINET 43
montaż przewodów światłowodowych 64
podłączanie ekranu przewodu do szyny połączeń wyrównawczych 78
przewód światłowodowy 58, 62
środki ostrożności przy zarabianiu światłowodów 58
złącze hybrydowe 57
technologia ściągania izolacji 48, 54
M12 45
M12 złącze 51
M12 hybrydowe złącze światłowodowe 69
M12 technologia zacisków śrubowych 51
oznaczenia par przewodów 45
opis pinów 44
PROFINET przewód światłowodowy 44
właściwości przewodu światłowodowego 62
Push Pull RJ45.....45
RJ45.....45
instrukcje bezpieczeństwa dla przewodów światłowodowych 64
struktura przewodu PROFINET.....46

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

P

Podłączanie węzłów PROFINET 85
Wtyczka.....87
Podłączanie wtyczki
technologia ściągania izolacji 48
Połączenia wyrównawcze 73, 75
podłączanie ekranu przewodu 80
podłączanie węzła PROFINET.....79
uziemienie funkcjonalne 74
uziemienie ochronne 73
wprowadzanie do szafy 79

Przewód światłowodowy - montaż
BFOC(ST) 72
M12 hybrydowe złącze optyczne 69
SC-RJ złącze ….....65

U

Układanie przewodów PROFINET 15
dodawanie przewodów 38
elastyczne przewody PROFINET 34
FO złącza przewodów 40
FO złącza przewodów, czyszczenie czoła 61
FO złącza przewodów, kontrola optyczna 60
FO - EMI …….....41
łączenie budynków 41
mechaniczna ochrona przewodów PROFINET 27
narzędzia do wyciągania 32
obciążanie ciśnieniem 33
ochrona złącz FO …….....58
odciążanie 33
odkształcanie 34

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone

odstępu między przewodami 17
ograniczenia temperaturowe 30
ostre krawędzie 38
pętla – formowanie 37
prowadzenie przewodów poza budynkami 23
prowadzenie przewodów Profinet 16
prowadzenie przewodów w budynkach 21
prowadzenie przewodów w szafach 19
przechowywanie i transport 29
przewody elektryczne 29
przewody miedziane 16
przewody podziemne.....41
przewody podziemne..... *Zobacz* Prowadzenie przewodów poza budynkami
przewody światłowodowe 25, 39, 40
przewody wleczone i podwieszane 35
średnica zagięcia 36
siła naciągania 31

Uziemianie.....zobacz Połączenia wyrównawcze

© Copyright by PNO 2009 – wszystkie prawa zastrzeżone