

AKADEMIA MORSKA W SZCZECINIE



WYDZIAŁ NAWIGACYJNY

LABORATORIUM SIECI I MOBILNYCH TECHNOLOGII PRZESYŁU DANYCH
(LSTPD)

Stanowisko 4 – PROFINET

Ćwiczenie I – prezentacja protokołu

Opracowali:
mgr inż. Bilewski Mateusz
mgr inż. Duczkowski Marek
dr inż. Gucma Maciej

1 Informacje wstępne [Introduction]

Jednym z nowoczesnych standardów sieci przemysłowych jest Profinet. Łączy on w sobie cechy sieci Profibus DP z uniwersalnością popularnego Ethernetu, pozwalając na kompleksowe rozwiązanie problemów związanych z wymianą danych w systemach przemysłowych.

Podstawową ideą przyświecającą inżynierom z Profibus International – twórcom standardu Profinet, było umożliwienie łączenia ze sobą sieci informatycznych w zakładach przemysłowych z sieciami biurowymi za pomocą kompatybilnych ze sobą i pracujących w jednym standardzie urządzeń. Drugim celem było unowocześnienie sieci Profibus DP poprzez wzbogacenie jej o charakterystyczny dla Ethernetu tryb przesyłu danych. Nowopowstający standard miał spełniać wszystkie te wymagania i być ponadto kompatybilny z różnymi dotychczas stosowanymi urządzeniami automatyki przemysłowej. Oprócz uniwersalności i elastyczności, wymogi stawiane opisywanemu standardowi związane były z jego niezawodnością i możliwością wykonywania niektórych operacji w czasie rzeczywistym.

Główny problem pojawiający się w przypadku nowych standardów – kompatybilność z innymi sieciami – rozwiązano poprzez wprowadzenie urządzeń typuje cykliczne przełączanie. Podstawowy tryb pracy to transmisja zgodnie z protokołem TCP/IP. Jest ona przeznaczona m.in. do przesyłania danych pomiędzy kontrolerami, serwerami i panelami HMI, jak również aplikacjami klienckimi użytkowników komputerów PC, które podłączone są do sieci zakładowej. Przesyłane pakiety tworzone są w oparciu o protokoły TCP lub UDP, umożliwiając dostęp do standardowych funkcji sieciowych, takich jak serwery pocztowe, FTP oraz WWW. Komunikacja z wykorzystaniem TCP/IP charakteryzuje się możliwymi opóźnieniami rzędu 100ms i uwzględnia możliwość zagubienia pakietów oraz zamiany kolejności ich dostarczenia. Parametry te w pełni wystarczają do obsługi paneli operatorskich, ale mogą nie być wystarczające dla urządzeń systemów automatyki i sterowania. W celu osiągnięcia funkcjonalności czasu rzeczywistego i maksymalnych opóźnień rzędu 10ms pakiety trybu rzeczywistego – synchronicznego (SRT) oznaczone są wskaźnikiem priorytetu zgodnym IEEE802.1Q o wartości 6. Przesyłane są one ponadto z pominięciem enkapsulacji warstw IP, TCP lub UDP i wyższych, dzięki czemu czas ich przygotowania i dekodowania skrócony został do minimum. Mała liczba zagnieżdżonych protokołów zmniejsza także wymagania co do mocy obliczeniowej jednostek komunikujących się ze sobą, a więc nie ogranicza ich wydajności.

Trzecim trybem komunikacji jest przesył danych izochronicznych czasu rzeczywistego (IRT), co służy do transmisji pomiędzy sterownikami, czujnikami i urządzeniami

wykonawczymi. Transfer danych odbywa się w warstwie sprzętowej z pominięciem wyższych protokołów i rozpoczynany jest każdorazowo od synchronizacji. Po nadaniu komunikatu IRT następuje przełączenie sieci w tryb otwarty, w którym przesyłane są wszystkie, mniej krytyczne czasowo dane. Taka organizacja ruchu na łączach pozwala na uzyskanie okresów odświeżania rzędu 1ms z dokładnością do 1µs. Za nadawanie i odbiór komunikatów czasu rzeczywistego odpowiadają specjalizowane układy scalone, przez co reszta układów sterujących nie jest obciążana dodatkowymi operacjami.

TCP i UDP to protokoły z rodziny protokołów TCP/IP. Różnica pomiędzy nimi polega na rodzaju transmisji – połączeniowej w przypadku TCP i bezpołączeniowej (pakietowej) dla UDP. W ostatnim z przypadków podczas transmisji nie występuje procedura potwierdzania przesyłanych pakietów. W przypadku protokołu UDP wszystkie pakiety przesyłane są niezależnie, tymczasem w przypadku transmisji TCP przed wysłaniem danych następuje nawiązanie połączenia pomiędzy nadawcą i odbiorcą. Następnie przesyłane są dane, których otrzymanie każdorazowo potwierdza odbiorca, na końcu połączenie jest zamykane – umożliwia to bezbłędną i kompletną transmisję. Niestety opóźnienia związane z tym procesem mogą dyskwalifikować protokół TCP jako metodę transferu danych w przypadku aplikacji o krytycznej zależności od czasu.

Urządzenia przeznaczone do pracy w sieci Profinet muszą oczywiście być odpowiednio skonfigurowane. Interfejs sieciowy każdego z nich musi mieć nadany numer IP, dzięki czemu będzie mógł przesyłać dane korzystając z TCP/IP. Nadanie numeru odbywa się poprzez specjalnie przygotowany w tym celu protokół DCP (Discovery and Basic Configuration) albo za pomocą opcjonalnie implementowanego DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Wyróżnia się także dwa sposoby opisu zależności pomiędzy elementami systemu – metody te bazują na dwóch opisanych wcześniej podejściach do konstrukcji sieci – zdecentralizowanym Profinet IO oraz komponentowym. Obie metody realizowane są poprzez oddzielne narzędzia i pliki regulujące tryby pracy urządzeń.

Parametry urządzeń Profinet IO opisywane są w XML-owym pliku GSD (General Station Description) zgodnym z normą ISO15745. Są to między innymi dane dotyczące zainstalowanych modułów, teksty komunikatów błędów, a także parametry komunikacyjne urządzenia i parametry wejść i wyjść jego interfejsów. Każde urządzenie jest charakteryzowane ponadto przez unikalny, 32-bitowy identyfikator umożliwiający rozpoznawanie poszczególnych egzemplarzy sprzętu. Wygenerowany plik GSD jest następnie przetwarzany, po czym wgrywany do sterownika IO-Controller. Urządzeniom przypisuje się również komunikaty alarmów, takich jak sygnał podłączenia, odłączenia, statusu, a nawet komunikaty alarmów zdefiniowanych przez użytkownika,

przy czym każdemu z nich można nadać odpowiedni priorytet. W ten sposób poszczególne urządzenia przypisywane są do sterownika już na etapie tworzenia konfiguracji. Dzięki temu w trakcie pracy systemu w razie konieczności wymiany i podłączenia nowego modułu kontroler, po wykryciu zmiany, natychmiast przeprowadzi parametryzację i konfigurację urządzenia.

Inaczej wygląda konfiguracja sieci Profinet opartych na modelu komponentowym. Urządzenia takie opisywane są poprzez XML-owe pliki PCD (Profinet Component Description). Poszczególne komponenty modelowane są za pomocą obiektowej technologii COM, a ich opis generowany przez projektanta maszyny lub procesu. Wygenerowany plik PCD zawiera dane na temat nazwy i identyfikatora komponentu, charakterystykę dostępu do danych komponentu i funkcjonalny opis interfejsów. Plik PCD jest następnie importowany do biblioteki graficznego edytora połączeń w której, wraz z innymi komponentami, łączony jest w spójną aplikację. Dzięki temu inżynier tworzący aplikację traktuje komponenty jako gotowe, sprawne obiekty i nie musi martwić się o oprogramowanie elementów wchodzących w jej skład. Gotowy kod opisujący połączenia i komponenty zapisywany jest w pamięci wszystkich urządzeń, co kończy proces konfiguracji. Warto dodać, że poszczególne pliki PCD mogą być wykorzystywane wielokrotnie i niezależnie od siebie.

Konieczność spełnienia wszystkich założonych wymagań miała też swój wpływ na wybór kabli i połączeń, jakie mogą być wykorzystywane w sieciach Profinet. Podstawowym medium transmisyjnym jest miedziana, ekranowana skrętka kategorii 5D. Pozwala ona na transfer danych klasy Fast Ethernet, czyli z szybkością 100Mb na sekundę z pełnym duplexem. Ponieważ urządzenia przemysłowe często zasilane są napięciem 24V, zalecane jest korzystanie z kabli hybrydowych, które posiadają nie tylko przewody do transmisji danych, ale również linie zasilające. Ze względu na wymagania co do pracy w trudnych warunkach środowiskowych, kable dostępne są jako prefabrykowane elementy ze złączami na obu końcach. Maksymalna długość kabla może wynosić 100m. Oczywiście także złącza muszą być odpowiednio zabezpieczone. Zaleca się stosowanie kabli z końcówkami RJ45 ze stopniem ochrony IP20 dla połączeń w szafach oraz IP65 lub IP67 w przypadku instalacji poza szafami. Dopuszcza się również stosowanie złączy M12D.

Drugim typem medium wykorzystywanym do przesyłu danych są światłowody – zarówno jednodomowe, jak i wielomodowe, przy czym te pierwsze pozwalają na maksymalny transfer na odległość 14km, a drugie na 2km. Kable światłowodowe wykorzystywane są tam, gdzie duże odległości lub wysokie natężenie pola elektromagnetycznego nie pozwalają na użycie łączy miedzianych. Transfer w kablach światłowodowych odbywa

się za pomocą dwóch linii w standardzie 100BASE-FX, a interfejsy optyczne powinny być zgodne z ISO9314-3 i ISO9314-4. Dostępne są też kable zakończone wtyczkami hybrydowymi w których dwa włókna szklane służą do przesyłu danych, pozostałe cztery linie miedziane odpowiadają za dostarczenie zasilania.

Do połączenia poszczególnych części sieci wykorzystuje się specjalne przełączniki (switche) przeznaczone do pracy w warunkach przemysłowych. Standardowo regenerują one sygnał, jednocześnie zmniejszając liczbę kolizji danych poprzez kierowanie przesyłanych pakietów tylko na te linie, na których znajdują się ich odbiorcy. W przeciwieństwie do zwykłych przełączników biurowych, modele przeznaczone do sieci Profinet poprawnie reagują na pakiety priorytetowe i nie ograniczają ruchu SRT/IRT. Zazwyczaj zasilane są one także napięciem 24V.

2 Opis stanowiska [Description of laboratory station]

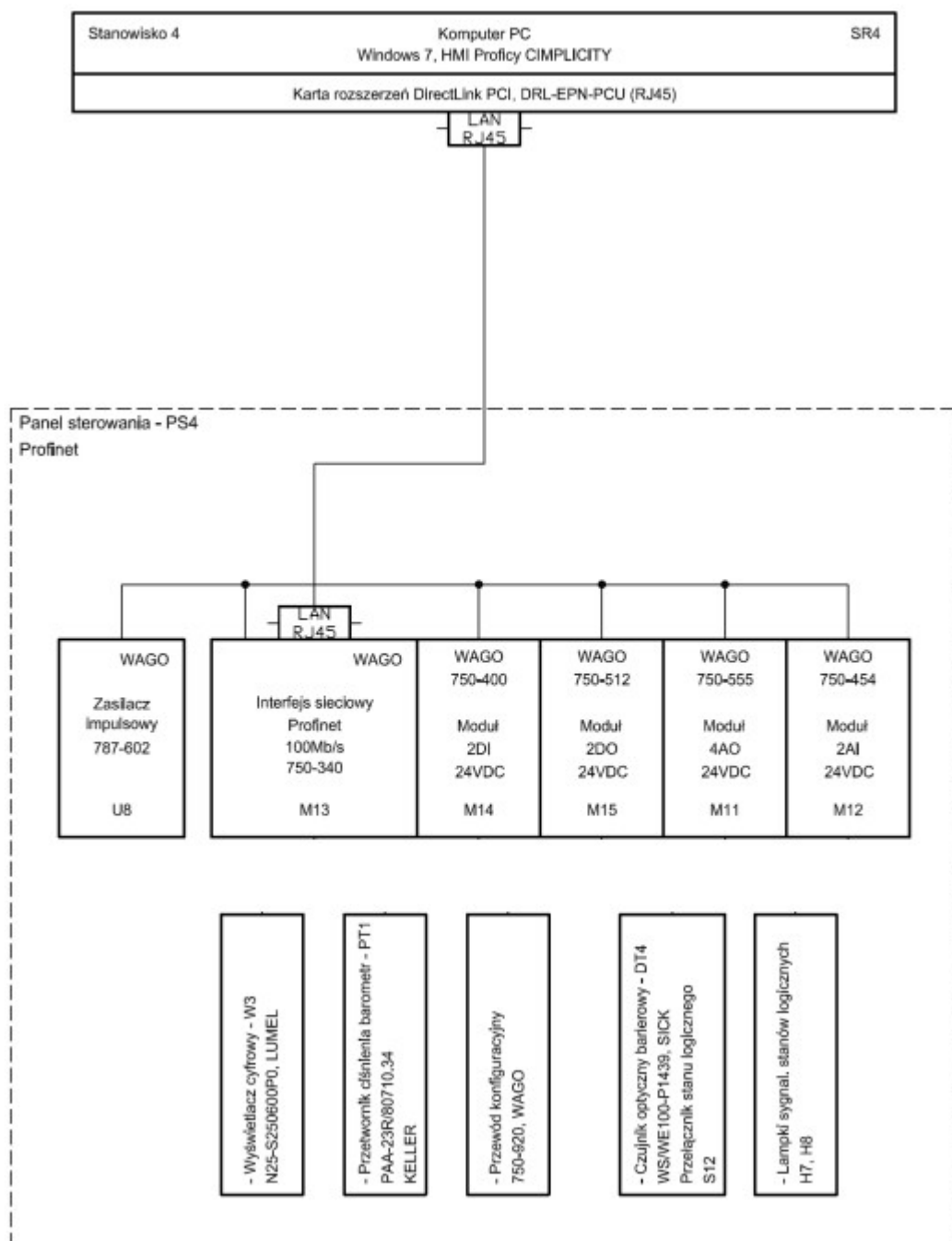
W skład stanowiska laboratoryjnego wchodzi: jedno urządzenie nadrzędne (Master – karta komunikacyjna DirectLink PCI DRL-EPN-PCU, Profinet zainstalowana w komputerze PC), urządzenie podrzędne (Slave – Moduł komunikacyjny WAGO 750-340, oraz moduły I/O niezbędne do komunikacji i sterowania aparaturą znajdującą się na panelu sterowania PS4).

- Profinet Master zainstalowany na komputerze PC. Karta komunikacyjna DirectLink Profinet wraz z oprogramowaniem konfiguracyjnym - konfigurowany przez użytkownika, umożliwiając sterowanie jednostkami podrzędnymi typu Slave. Konfiguracja odbywa się w oprogramowaniu konfiguracyjnym OPC server „Console” karty Woodhead. Wizualizacja procesu komunikacji typu Profinet odbywa się z poziomu oprogramowania HMI Proficy CIMPLICITY, które komunikuje się z OPC serwerem jako OPC client.
- Moduły Profinet Slave - konfigurowany przez użytkownika, sterowany zdalnie przy pomocy poleceń z jednostki Master. Interfejs sieciowy Profinet firmy WAGO posiada unikalny adres urządzenia niezbędny do komunikacji konfigurowany przez użytkownika. Połączenie pomiędzy kartą DirectLink (Master) a modułem komunikacji Profinet (Slave) odbywa się poprzez dedykowany przewód komunikacyjny zakończony wtyczkami RJ-45 odpowiednimi do tego rodzaju wymiany danych typu WAGO 750-975. Do komunikacji z Masterem oraz sterowania urządzeniami znajdującymi się na panelu PS4 wykorzystane zostały następujące rodzaje modułów:
 - Moduł M13 WAGO 750-340 – Interfejs sieciowy komunikacji Profinet. Moduł zapewnia pracę w trybie nadawanie/odbior sterowanym przez komputer PC,

oraz pracę z automatycznym załączaniem przez komputer. Moduł posiada unikalny adres w sieci oraz odpowiednią złączkę RJ-45 do komunikacji Profinet typu WAGO 750-975.

- Moduł M14 WAGO 750-400 – Moduł 2 wejść dyskretnych.
- Moduł M15 WAGO 750-512 – Moduł 2 wyjść dyskretnych.
- Moduł M16 WAGO 750-555 – Moduł 4 wyjść analogowych.
- Moduł M17 WAGO 750-454 – Moduł 2 wejść analogowych.

Wszystkie moduły zasilone są napięciem stałym 24VDC z zasilacza modułowego U8 typu WAGO 787-602 znajdującego się z tyłu panelu sterowania. Zasilacz zabezpieczony jest wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym F4 (nad prądowym) CLS6 C6 umieszczonym również na tylnej szynie. Zasilanie jak również komunikacja i wymiana danych pomiędzy modułami odbywa się po magistrali zasilającej i magistrali danych znajdujących się po bocznych stronach obudowy modułów.



Rys.1 Schemat blokowy stanowiska nr 4, komunikacja Profinet.

Załączenie panelu sterowania odbywa się poprzez ustawienia łącznika S4 w pozycję „1”. Instalacja zasilająca zobrazowana jest na schemacie nr A-62. Wszystkie urządzenia znajdujące się na przedniej stronie panelu sterowania zasilane są z zabezpieczonych obwodów 24VDC listwy Q1 ÷ Q4 znajdującej się na tylnej szynie. Obwody sygnalizacyjne i pomiarowe wyprowadzone są na listwę X1 znajdującą się również na tylnej szynie panelu PS4.

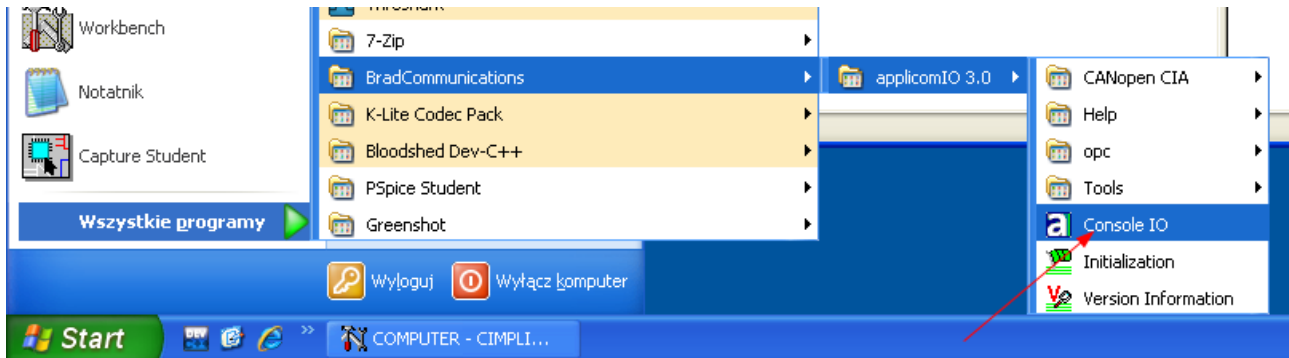
3 Przebieg ćwiczenia [Exercise]

1. Zapoznać się z budową stanowiska oraz elementami aktywnymi takimi jak czujniki, lampki, wyświetlacze i przetworniki.

[You should read how the laboratory station work. Get the information about active elements like lights, displays and converters.]

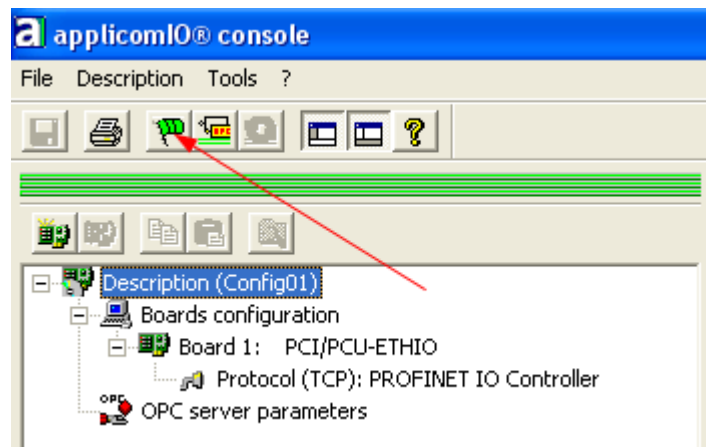
2. Uruchomić program Console .

[Run Console.]



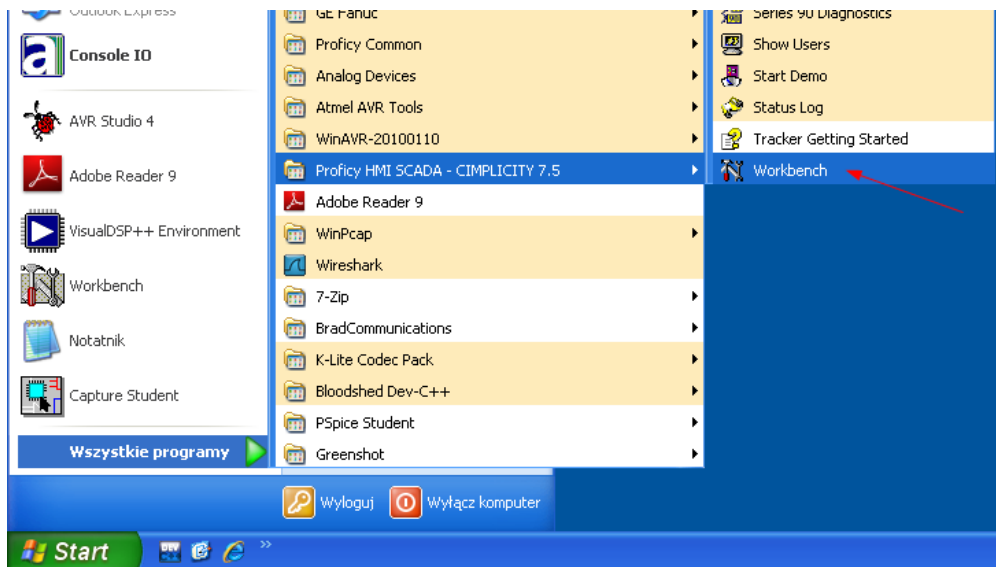
3. Uruchomić obsługę protokołu (Board Initialization).

[Run Board Initialization.]

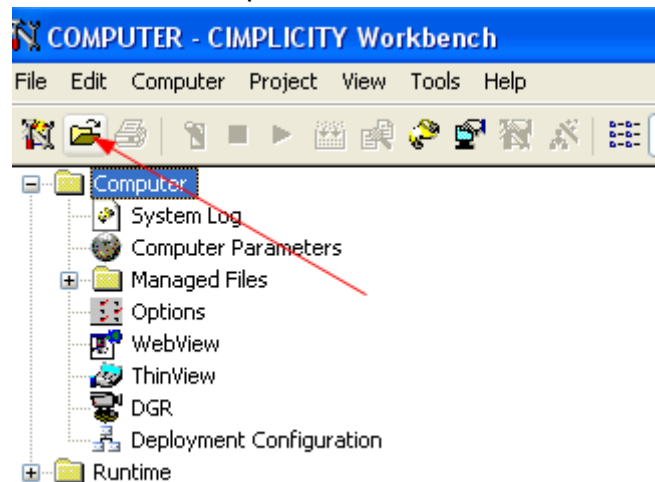


4. Uruchomić środowisko Proficy Cimplicity HMI/WORKBENCH.

[Run Proficy Cimplicity HMI/WORKBENCH.]



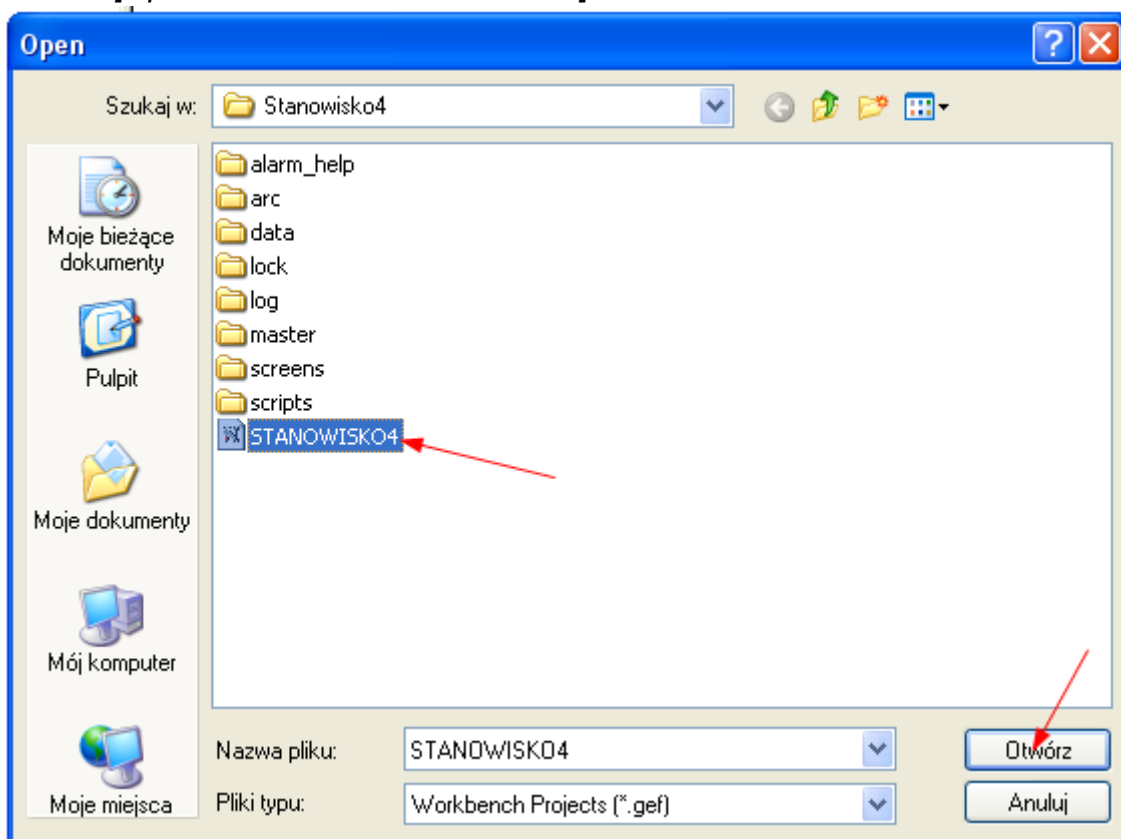
5. Wybrać menu otwierania plików.



[Choose for menu: open file.]

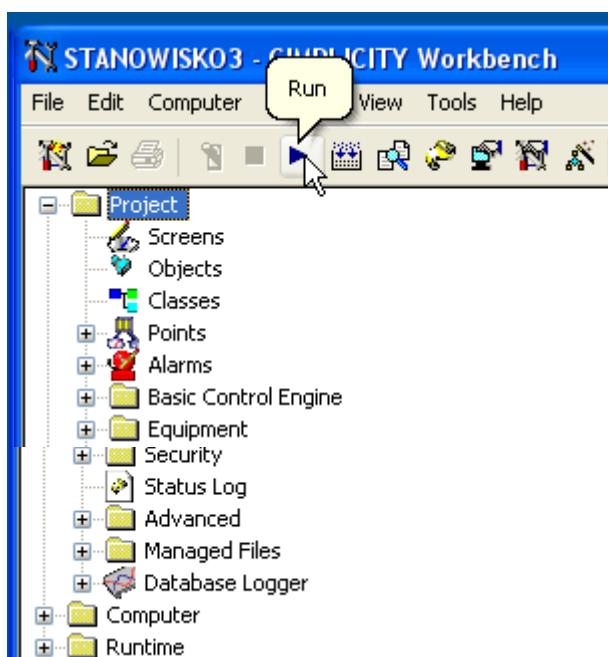
6. Otworzyć plik STANOWISKO4.GEF.

[Open file: STANOWISKO4.GEF.]



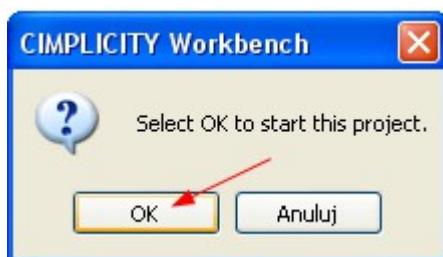
7. Uruchomić symulację przyciskiem Run.

[Run the simulation.]



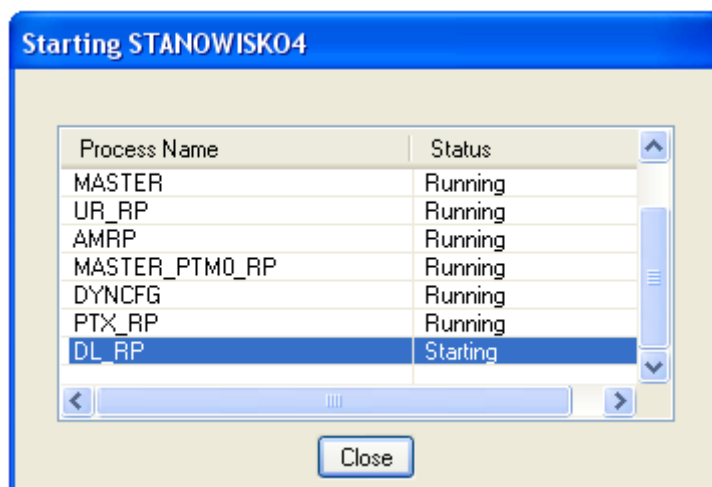
8. Potwierdzić przyciskiem OK.

[Confirm with OK.]



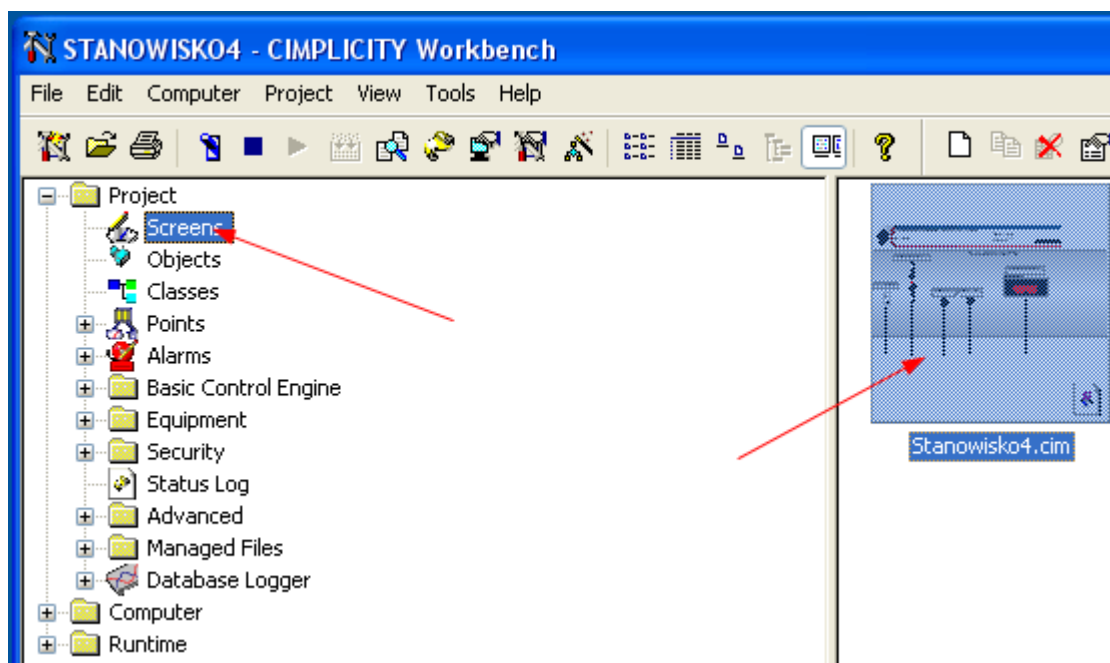
9. Powinno nastąpić uruchamianie poszczególnych modułów.

[The modules should be run.]



10. Wybrać zakładkę SCREENS. Dwa razy kliknąć „Stanowisko4.cim”.

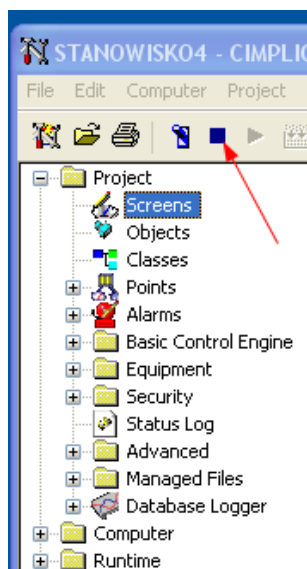
[Select the tab: SCREENS. Double click „Stanowisko4.cim”.]



11. Sprawdzić działanie elementów aktywnych. Uzupelnic połączenia na schemacie.

[Check modules. Complete electric circuit.]

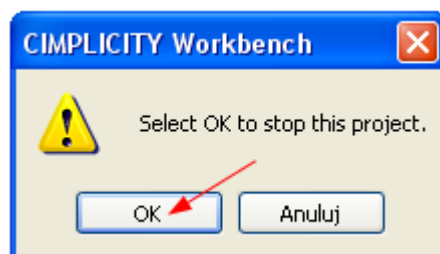
12. Wyłączyć symulację.

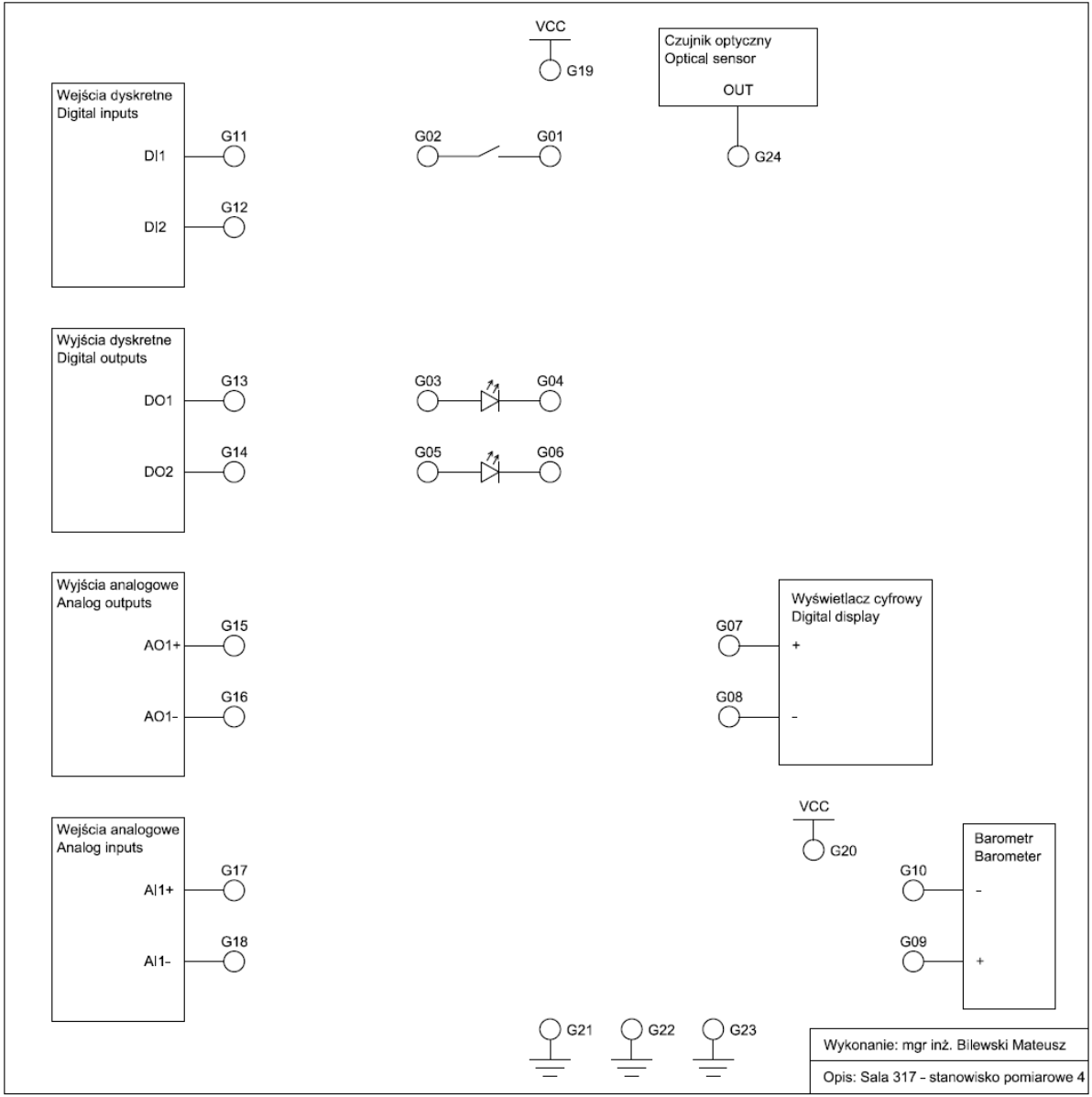


[Stop the simulation.]

13. Potwierdzić wyłączenie przyciskiem OK.

[Confirm with OK.]





Wykonanie: mgr inż. Bilewski Mateusz
 Opis: Sala 317 - stanowisko pomiarowe 4