

# AKADEMIA MORSKA W SZCZECINIE



WYDZIAŁ NAWIGACYJNY

LABORATORIUM SIECI I MOBILNYCH TECHNOLOGII PRZESYŁU DANYCH  
(LSTPD)

Stanowisko 6 – CANOPEN + światłowód

Ćwiczenie I – prezentacja protokołu

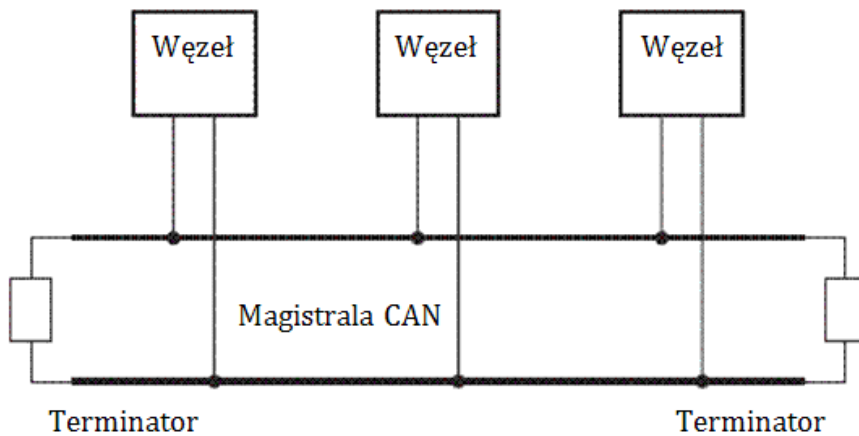
Opracowali:  
mgr inż. Bilewski Mateusz  
mgr inż. Duczkowski Marek  
dr inż. Gucma Maciej

## 1 Informacje wstępne

CAN jest protokołem szeregowej magistrali komunikacyjnej rozwijanym przez firmę Bosch (producent sprzętu elektrycznego w Niemczech) od początku lat 80tych. Następnie CAN został ustandaryzowany, jako ISO -11898 i ISO-11519 oraz zadomowił się, jako standardowy protokół w przemyśle samochodowym. We wczesnych latach przemysłu motoryzacyjnego wykorzystywane były pojedyncze mikrokontrolery używane do sterowania różnych urządzeń i podsystemów elektromechanicznych. Poprzez rozpowszechnienie elektroniki, pojazdy zostały wyposażane w magistralę CAN, dzięki czemu wszystkie sterowniki mogły być kontrolowane z centralnego punktu, a w ten sposób powiększając funkcjonalność przez dodanie modułowości oraz uzyskanie bardziej skutecznego procesu diagnostycznego.

Protokół CAN jest oparty na topologii magistrali, a do komunikacji po szynie CAN wystarczy tani kabel dwużyłowy o impedancji falowej  $120\Omega$ . Szyna ma strukturę multimaster, gdzie każde urządzenie na szynie może wysyłać lub otrzymywać dane. Tylko jedno urządzenie może wysyłać dane w jednej chwili, a pozostałe urządzenia ustawiają się w tryb odbioru. Podczas gdy dwa lub więcej urządzeń próbuje wysyłać dane w tym samym czasie, zostaje dopuszczone jedynie jedno, które posiada najwyższy priorytet, a reszta z powrotem przechodzi w tryb odbioru. Na rysunku 1 została przedstawiony typowy przykład magistrali CAN w samochodzie. Jak widać w typowym pojeździe wyposażonym w magistralę występuje więcej niż jedna szyna CAN z różnymi wariantami szybkości. Wolniejsze urządzenia, takie jak kontrola drzwi, sterownik klimatyzacji, moduły informacyjne mogą być dołączone do magistrali o dowolnej szybkości, jednak ze względu na odporność na zakłócenia z reguły wybiera się wolniejsze prędkości. Urządzenia, które wymagają szybszej odpowiedzi, takie jak system ABS, elektroniczny moduł przepustnicy, moduł kontroli przesyłania, są dołączone do szybkiej szyny CAN.

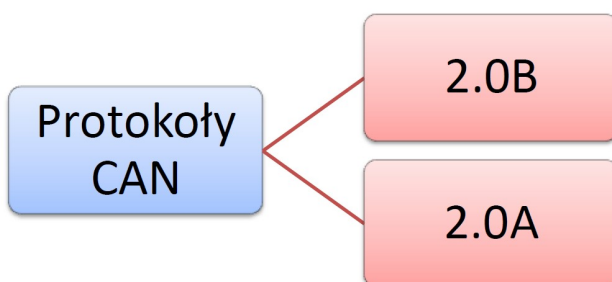
Przemysł motoryzacyjny wykorzystujący szynę CAN spowodował jej masową produkcję, przez co cena samych sterowników CAN znacząco spadła. Ocenia się, że około 400 milionów modułów CAN jest sprzedawanych każdego roku. Implementacja sterowników w strukturę mikrokontrolerów przyczyniło się do redukcji kosztów produkcji. Rysunek 1 przedstawia szynę CAN z trzema terminalami.



**Rysunek 1.** Szyna CAN z trzema terminalami.

Protokół CAN jest oparty na protokole CSMA/CD AMP (Carrier -Sense Multiple Access/Collision Detection with Arbitration on Message Priority), który jest podobny do protokołu użytego w sieci LAN Ethernet. Kiedy Ethernet dostrzeże kolizję, wysyłające terminale po prostu przestają transmitować dane i czekają przypadkową ilość czasu, po czym wznawiają próbę wysyłania danych. Protokół CAN rozwiązuje problem kolizji używając mechanizmu arbitrażu, gdzie pierwszeństwo do wysyłania danych przypada terminalowi, któremu nadano najwyższy priorytet. Występują zasadniczo dwa typy protokołów CAN: 2.0A oraz 2.0B (rysunek 2). CAN 2.0A jest wcześniejszym standardem z 11 –bitowym identyfikatorem, natomiast CAN 2.0B jest nowym rozszerzonym standardem z 29-bitowym identyfikatorem.

Sterowniki 2.0B są zupełnie kompatybilne wstecz ze sterownikami 2.0A oraz mogą przyjmować i transmitować wiadomości w obu formatach.

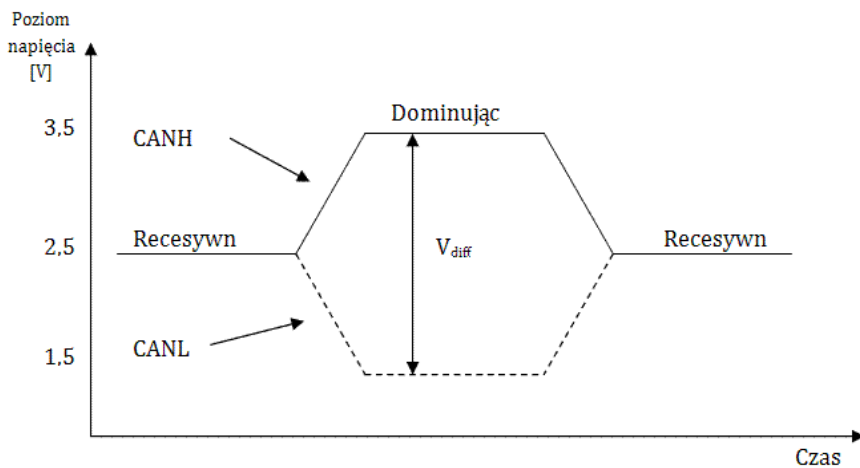


**Rysunek 2.** Rodzaje protokołów CAN.

Są dwa typy sterowników 2.0A. Pierwsze są zdolne wysyłać i odbierać tylko wiadomości 2.0A a pojawienie się wiadomości w formacie 2.0B powoduje wystąpienie flagi błędu. Drugi typ sterowników 2.0A (znany jako 2.0B bierny) wysyła i odbiera dane w formacie 2.0A, ale odebranie wiadomości w formacie 2.0B jest ignorowane.

Niektóre cechy protokołu CAN:

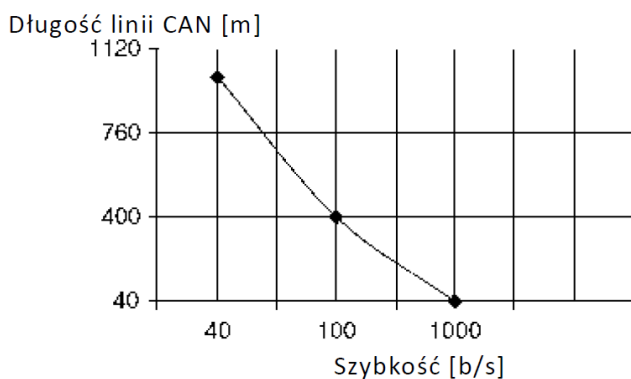
1. Szyna CAN ma budowę typu multimaster. Kiedy magistrala jest wolna, jakiegokolwiek urządzenie podłączone do niej, może rozpocząć transmisję danych.
2. Protokół szyny CAN jest elastyczny. Urządzenia podłączone do magistrali nie mają przypisanych adresów, co oznacza, że dane nie są transmitowane od węzła do innego węzła wykorzystując adresację. Zamiast tego wszystkie terminale w systemie otrzymują każdą wiadomość pojawiającą się na magistrali, a w gestii terminalu pozostaje decyzja czy napływające dane są przydatne i należy je odebrać, czy odrzucić.
3. Pojedyncza wiadomość może być przeznaczona dla konkretnego terminala lub dla wielu terminali w zależności jak zaprojektowany jest system.
4. Inną korzyścią wynikającą z braku adresacji jest to, że nowe urządzenia mogą być bez przeszkód dodawane lub zabierane bez potrzeby jakiegokolwiek konfiguracji.
5. Szyna CAN oferuje transmisję prośby, co oznacza, że jeden terminal na szynie jest w stanie poprosić o informację inne terminale. W ten sposób zamiast oczekiwać, informacja może zostać wysłana do terminala, kiedy jest mu akurat potrzebna. Na przykład w pojeździe, gdzie temperatura silnika jest ważnym parametrem, system może być zaprojektowany tak, aby wartość temperatury była przesyłana w sposób cykliczny. Jednakże bardziej eleganckim rozwiązaniem jest poproszenie o temperaturę, kiedy ta informacja jest potrzebna. Rozwiązanie to znacznie zmniejsza ruch na magistrali.
6. Szybkość komunikacji na magistrali CAN jest jedna dla danej magistrali.
7. Można ustawić dowolną szybkość dla urządzeń dołączonych do szyny.
8. Wszystkie urządzenia na magistrali mają możliwość wykrywania błędów. Urządzenie, które wykryje błąd natychmiastowo powiadamia wszystkie pozostałe urządzenia.
9. Do szyny CAN może być dołączonych jednocześnie wiele terminali i nie ma żadnego logicznego ograniczenia co do ich liczby. W praktyce jednak ta liczba urządzeń podłączonych do szyny jest ograniczona czasem propagacji sygnałów oraz pojemnością magistrali.



**Rysunek 3.** Stany logiczne magistrali CAN.

Dane na magistrali CAN mogą przyjmować dwa stany: dominujący oraz recesywny. Na rysunku 3, przedstawiony został stan napięć na szynie. Magistrala definiuje logiczny bit 0 jako stan dominujący, a logiczny bit 1 jako recesywny. Podczas gdy na szynie występuje arbitraż, bit o stanie dominującym zawsze zwycięża nad bitem o stanie recesywnym. W stanie recesywnym różnica napięcia pomiędzy liniami CANL i CANH jest mniejsze niż minimalny próg (tj. mniej niż 0,5V na wejściu odbiornika i mniej niż 1,5V na wyjściu nadajnika).

W stanie dominującym różnica napięć pomiędzy liniami jest większa od minimalnego progu. Norma ISO-11898 magistrali CAN wyszczególnia, że urządzenie dołączone do niej musi być w stanie obsłużyć 40 -metrowy kabel dla prędkości wynoszącej 1Mb/s. Możliwe jest zastosowanie dłuższych magistrali przy obniżeniu szybkości przesyłanych danych. Rysunek 4 przedstawia zależność długości szyny od szybkości komunikacji. Dla przykładu na szynie o długości tysiąca metrów można przysyłać dane z maksymalną szybkością 40Kb/s.

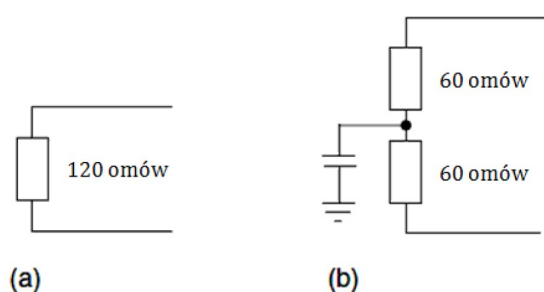


**Rysunek 4.** Zależność długości magistrali od szybkości przysyłanych danych.

Magistrala jest zakończona terminatorami, aby zminimalizować odbicia sygnału na linii. Norma ISO-11898 wymaga, by szyna miała impedancję równą 120 omów. Szyna może być zakończona jedną z następujących metod:

- a) standardowy terminator,
- b) podzielony terminator.

W standardowym zakończeniu, metodzie, która jest najbardziej popularna jest użyty 120-omowy opornik obu końcach szyny został przedstawiony na rysunku 5 (a). W przypadku podzielonego terminatora, końce magistrali są podzielone na dwa pojedyncze rezystory o wartości 60 omów, ten przypadek widać na rysunku 5 (b). Dzięki tej metodzie uzyskuje się mniejszą emisję elektromagnetyczną przez co ta metoda zyskuje coraz większą popularność.



**Rysunek 5.** Metody zakończenia magistrali.

Wiele protokołów sieciowych jest opisywanych za pomocą siedmio - warstwowego modelu OSI (Open Systems Interconnection). Protokół CAN zawiera warstwę łącza danych oraz warstwę fizyczną modelu odniesienia OSI. Warstwa łącza danych składa się z bloku kontroli łącza logicznego oraz bloku kontroli dostępu. Kontrola łącza logicznego zarządza powiadomieniami o przeciążeniach, filtracją oraz kontrolą danych.

Natomiast blok kontroli łącza logicznego zajmuje się zarządzaniem zakapsułkowanych danych, kodowaniem ramek, detekcją błędów oraz szeregowaniem/deszeregowaniem danych. Warstwa fizyczna składa się z bloku sygnalizacji, fizycznego dołączenia do medium oraz odpowiedniego interfejsu.

Zasadniczo są cztery ramki wiadomości CAN. Ramki danych oraz zdalne są ustawiane przez użytkownika, natomiast dwie pozostałe są ustawiane przez sprzętowy kontroler CAN. Ramka danych występuje w dwóch formatach: standardowym (mającym 11-bitowy identyfikator ID) oraz rozszerzonym (mającym 29-bitowy ID). Ramka danych używana jest przez transmitujące urządzenie by wysyłać dane do urządzeń odbierających. Ramka ta jest najważniejszą ramką obsługiwaną przez użytkownika.

## 2 Opis stanowiska

W skład stanowiska laboratoryjnego wchodzi: jedno urządzenie nadrzędne (Master – karta komunikacyjna DirectLink PCI DRL-CNO-PCU, CANopen zainstalowana w komputerze PC), urządzenie podrzędne (Slave – Moduł komunikacyjny WAGO 750-337, oraz moduły I/O niezbędne do komunikacji i sterowania aparaturą znajdującą się na panelu sterowania PS5).

- CAN Master zainstalowany na komputerze PC. Karta komunikacyjna DirectLink CANopen wraz z oprogramowaniem konfiguracyjnym - konfigurowany przez użytkownika, umożliwiający sterowanie jednostkami podrzędnymi typu Slave. Konfiguracja odbywa się w oprogramowaniu konfiguracyjnym OPC server „Console” karty Woodhead. Wizualizacja procesu komunikacji typu CANopen odbywa się z poziomu oprogramowania HMI Proficy SIMPLICITY, które komunikuje się z OPC serwerem jako OPC client.
- Moduły CAN Slave - konfigurowany przez użytkownika, sterowany zdalnie przy pomocy poleceń z jednostki Master. Interfejs sieciowy CANopen firmy WAGO posiada unikalny adres urządzenia niezbędny do komunikacji konfigurowany przez użytkownika. Połączenie pomiędzy kartą DirectLink (Master) a modułem komunikacji CANopen (Slave) odbywa się poprzez dedykowany przewód komunikacyjny zakończony wtyczkami odpowiednimi do tego rodzaju wymiany danych typu WAGO 750-963. Do komunikacji z Masterem oraz sterowania urządzeniami znajdującymi się na panelu PS5 wykorzystane zostały następujące rodzaje modułów:
  - Moduł M18 WAGO 750-337 – Interfejs sieciowy komunikacji CANopen. Moduł zapewnia pracę w trybie nadawanie/odbiór sterowanym przez komputer PC, oraz pracę z automatycznym załączaniem przez komputer. Połączenie modułu obrazuje schemat A-69. Moduł posiada unikalny adres w sieci oraz odpowiednią złączkę do komunikacji CAN typu WAGO 750-963.
  - Moduł M19 WAGO 750-400 – Moduł 2 wejść dyskretnych.
  - Moduł M20 WAGO 750-512 – Moduł 2 wyjść dyskretnych.
  - Moduł M21 WAGO 750-555 – Moduł 4 wyjść analogowych.
  - Moduł M22 WAGO 750-454 – Moduł 2 wejść analogowych.

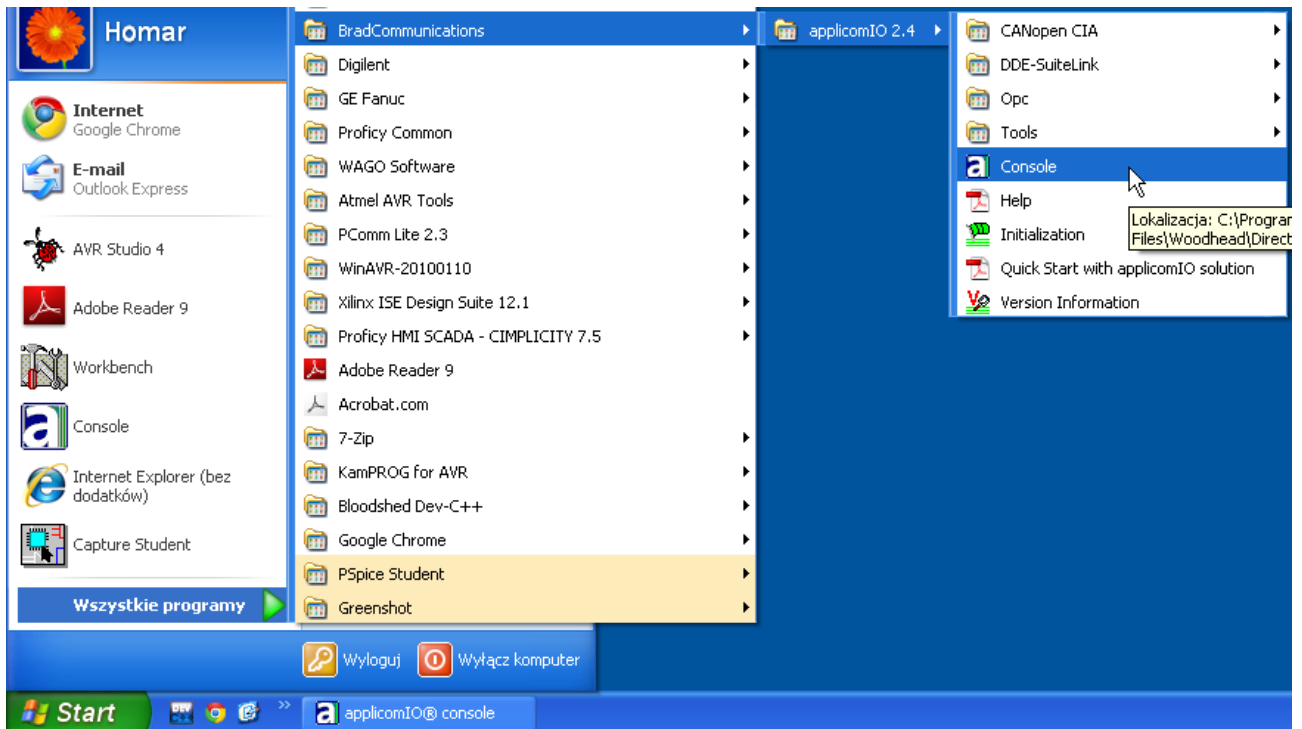
Wszystkie moduły zasilone są napięciem stałym 24VDC z zasilacza modułowego U10 typu WAGO 787-602 znajdującego się z tyłu panelu sterowania. Zasilacz zabezpieczony jest wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym F5 (nadprądowym) CLS6 C6 umieszczonym

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.

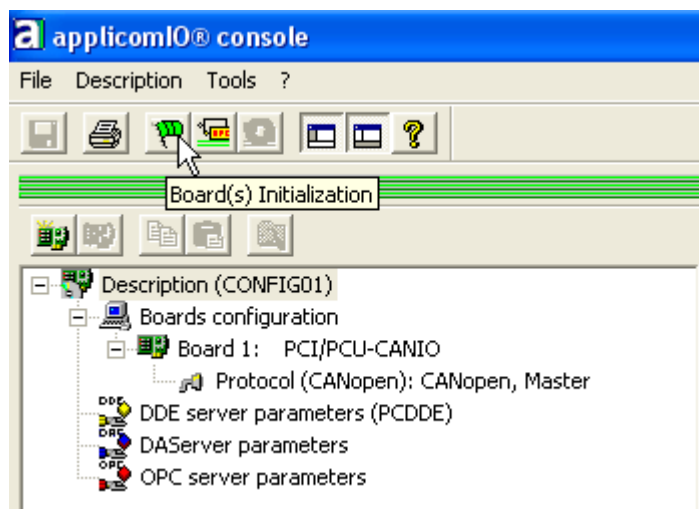


### 3 Przebieg ćwiczenia

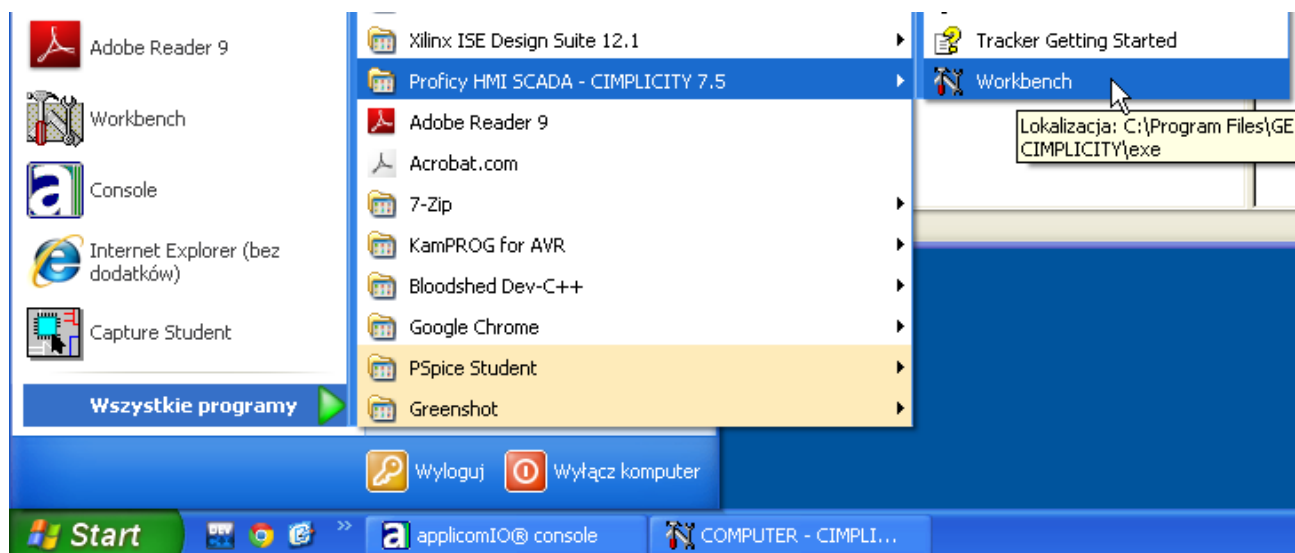
1. Zapoznać się z budową stanowiska oraz elementami aktywnymi takimi jak czujniki, lampki, wyświetlacze i przetworniki.
2. Narysować schemat połączeń wszystkich elementów.
3. Podłączyć elementy aktywne do odpowiednich modułów.
4. Po akceptacji połączeń przez prowadzącego uruchomić program symulacyjny.
5. Uruchomić program Console.



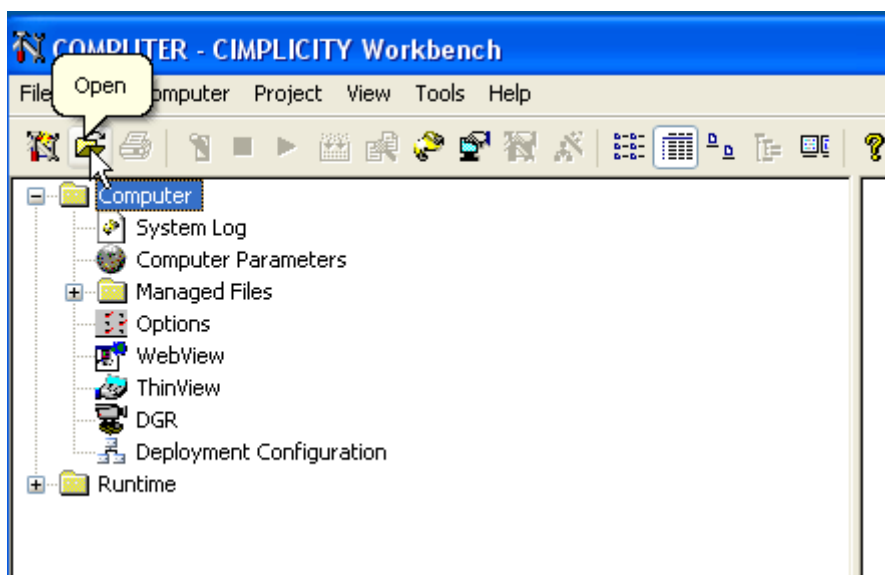
6. Uruchomić obsługę protokołu (Board Initialization).



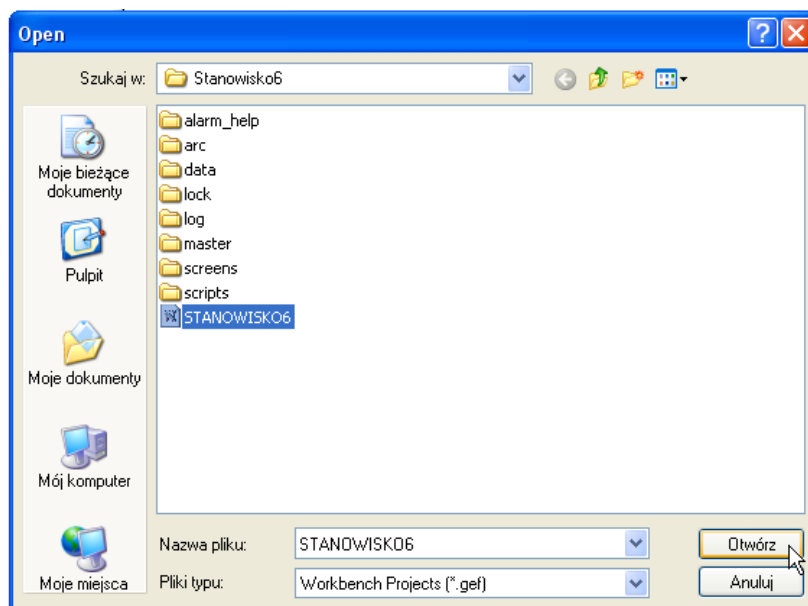
## 7. Uruchomić środowisko Proficy Cimplicity HMI/WORKBENCH.



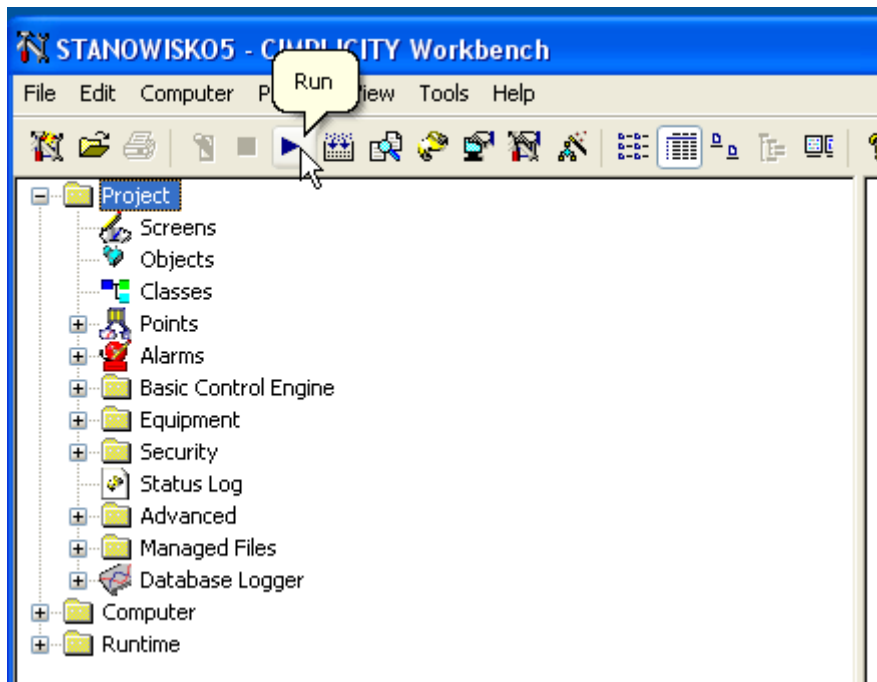
## 8. Wybrać menu otwierania plików.



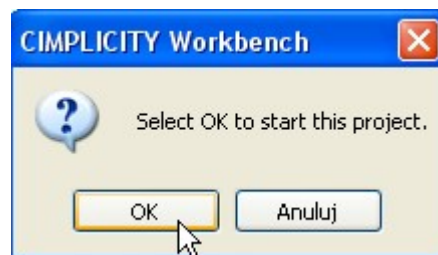
## 9. Otworzyć plik STANOWISKO6.GEF.



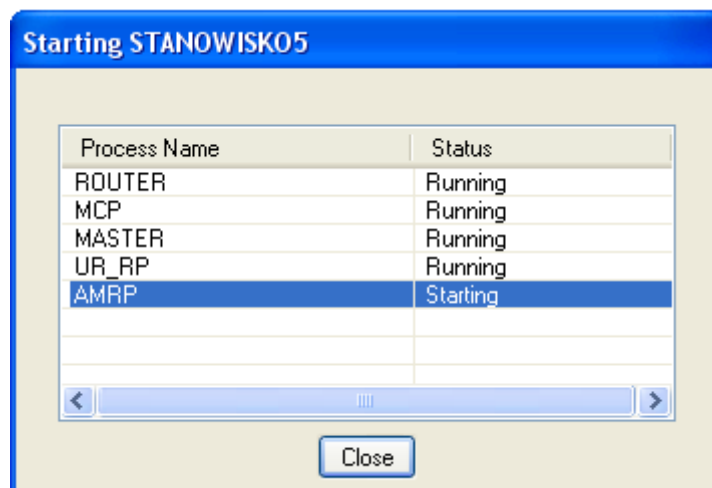
10. Uruchomić symulację przyciskiem Run.



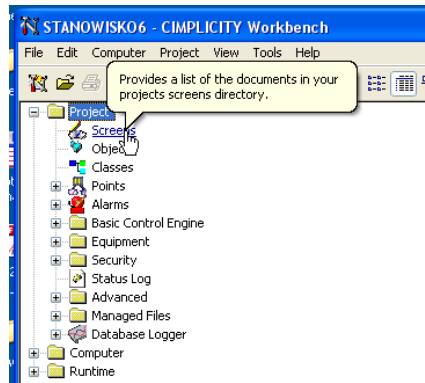
11. Potwierdzić przyciskiem OK.



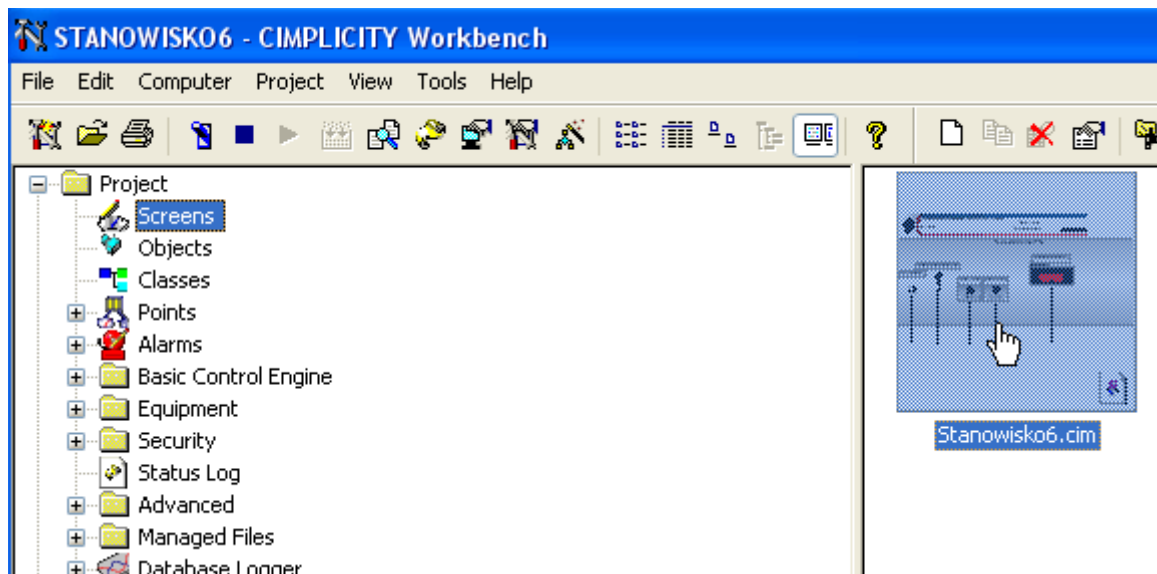
12. Powinno nastąpić uruchamianie poszczególnych modułów.



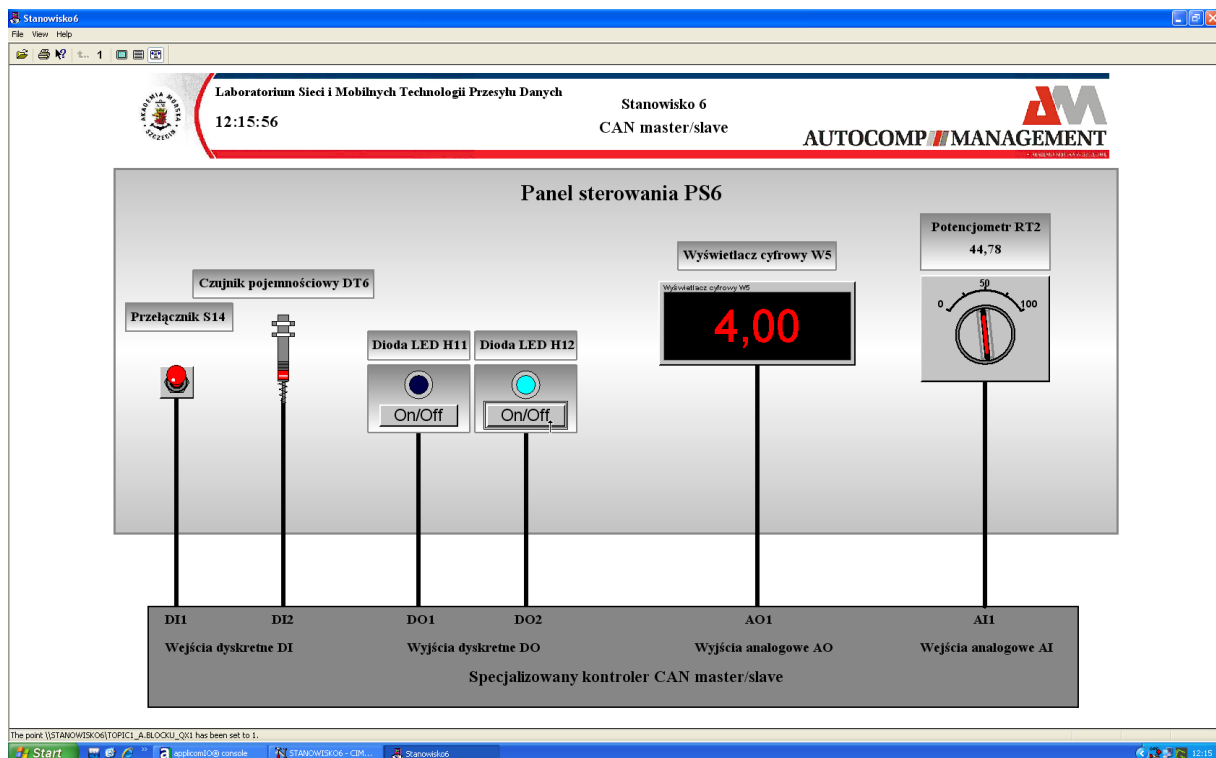
13. Wybrać zakładkę SCREENS.



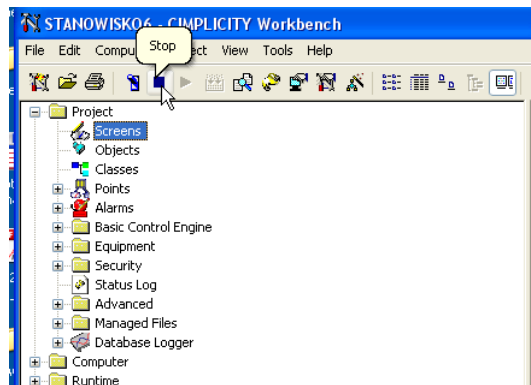
14. Dwa razy kliknąć na „Stanowisko6.cim”.



15. Sprawdzić działanie elementów aktywnych. Uzupełnić połączenia na schemacie.



16. Wyłączyć symulację.



17. Potwierdzić wyłączenie przyciskiem OK.

