



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



MINISTERSTWO
EDUKACJI
NARODOWEJ

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Priorytet III- Wysoka jakość systemu oświaty, Poddziałanie 3.3.2. Efektywny system kształcenia i doskonalenia nauczycieli

Zeszyt naukowy nr 9/2011



MECHATRONIKA

Materiały wybrali i opracowali:

Włodzimierz Jankowski

Mariusz Mosiński



Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna
im. prof. Szczepana A. Pieniążka w Skierniewicach
Wydział Pedagogiczny

www.profesjonalnynauczyciel.pl



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



MINISTERSTWO
EDUKACJI
NARODOWEJ

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Priorytet III- Wysoka jakość systemu oświaty, Poddziałanie 3.3.2. Efektywny system kształcenia i doskonalenia nauczycieli

Zeszyt naukowy nr 9/2011



MECHATRONIKA

Materiały wybrali i opracowali:

Włodzimierz Jankowski

Mariusz Mosiński



Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna
im. prof. Szczepana A. Pięiążka w Skierniewicach
Wydział Pedagogiczny

www.profesjonalnynauczyciel.pl

Mechatronika

Zeszyt naukowy 9

Włodzimierz Jankowski

Mariusz Mosiński

Projekt okładki, skład i łamanie: Gp Studio DTP i Drukarnia, gpdruk.pl

ISSN - 2082-8187

Materiały do przedmiotu Mechatronika
dla studentów studiów podyplomowych
„Profesjonalny nauczyciel zawodu”.

© Copyright by Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna, Skierniewice 2011



Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna

im. prof. Szczepana A. Pieniążka w Skierniewicach

Wydział Pedagogiczny

ul. Mazowiecka 1B, 96-100 Skierniewice

Zeszyt naukowy nr 9/2011

MECHATRONIKA

Materiały wybrali i opracowali:

Włodzimierz Jankowski

Mariusz Mosiński







Spis treści

1. Podstawowe układy sterowania	7
2. Sieci przemysłowe AS-I i Profibus-DP	30
3. Wizualizacja procesów przemysłowych.	62





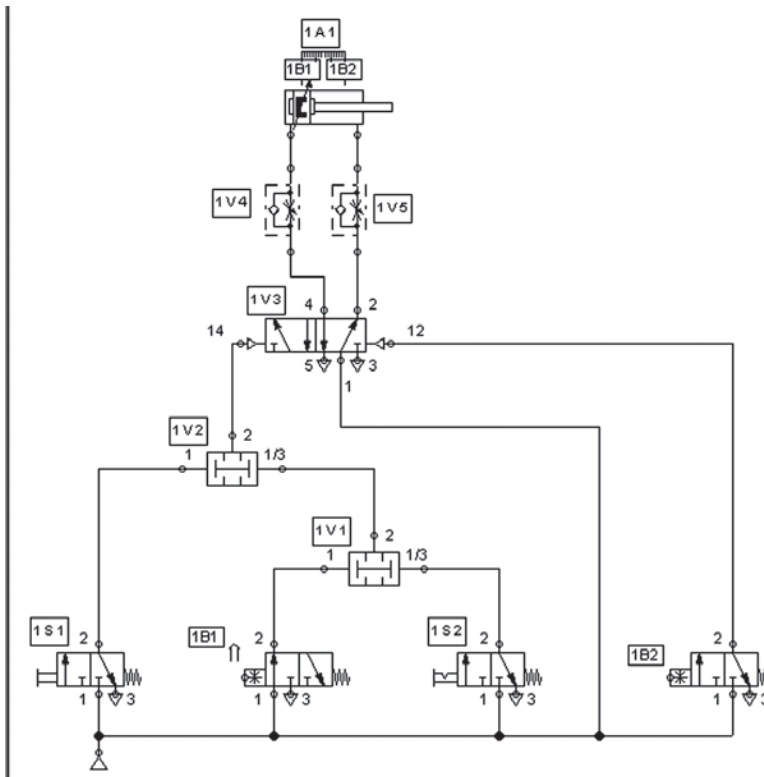
1. PODSTAWOWE UKŁADY STEROWANIA

Pneumatyką określić można ten dział techniki, który zajmuje się budową i zastosowaniami urządzeń wykorzystujących do swego napędu gazy lub pary (najczęściej jest to sprężone powietrze).

Obszary zastosowań urządzeń pneumatycznych są bardzo szerokie. Najważniejsze to:

- napędy liniowe do podawania, przesuwania, podnoszenia elementów,
- napędy udarowe do kucia, wycinania,
- w technice obróbki powierzchniowej do malowania natryskowego czy piaskowania,
- w technice transportowej do transportu materiałów sypkich,
- w diagnostyce i rehabilitacji medycznej.

W tym miejscu przedstawiony jest prosty układ obrazujący przykładowe rozwiązanie dotyczące sterowania pneumatycznego.

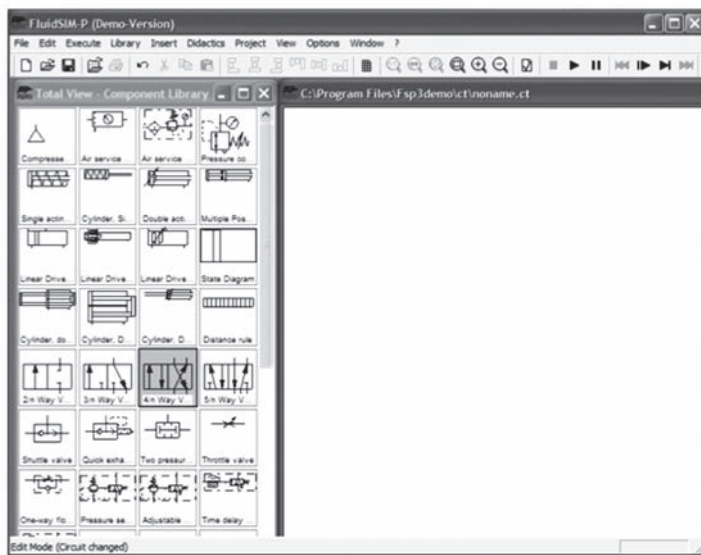


Do analizowania i projektowania układów pneumatycznych wykorzystano oprogramowanie FluidSIM – specjalizowane narzędzie informatyczne do pracy z elementami i systemami sterowania.

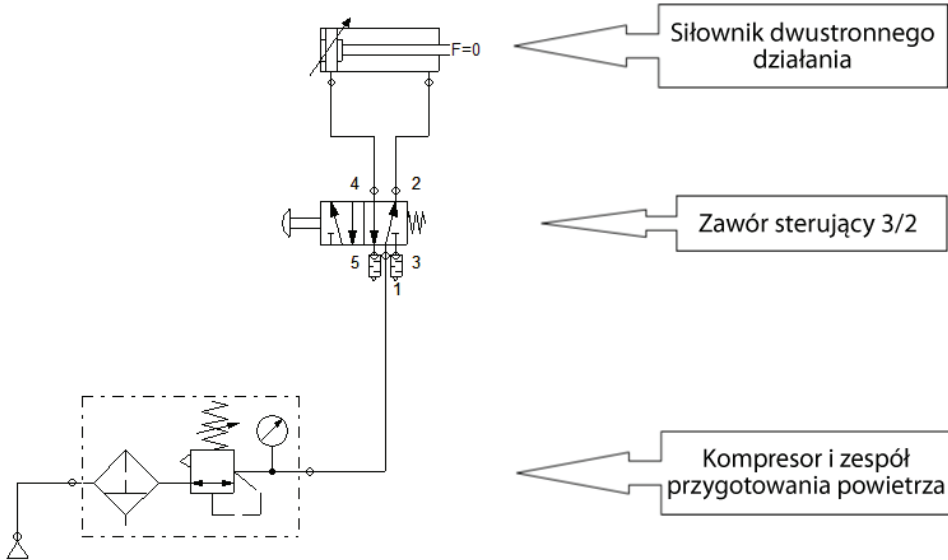
Naszym pierwszym krokiem będzie uruchomienie komputera z dostępem do Internetu, odwiedzenie strony www.fluidsim.com i pobranie oprogramowania FluidSim w wersji pneumatycznej oznaczonej literą P. Pierwsze kroki proponujemy zacząć z oprogramowaniem w wersji 3.0 i taką wersję należy pobrać ze strony firmy Festo Didactic.

Oprogramowanie dostępne w wersji demonstracyjnej jest w pełni funkcjonalne, ale bez możliwości zapisywania plików.

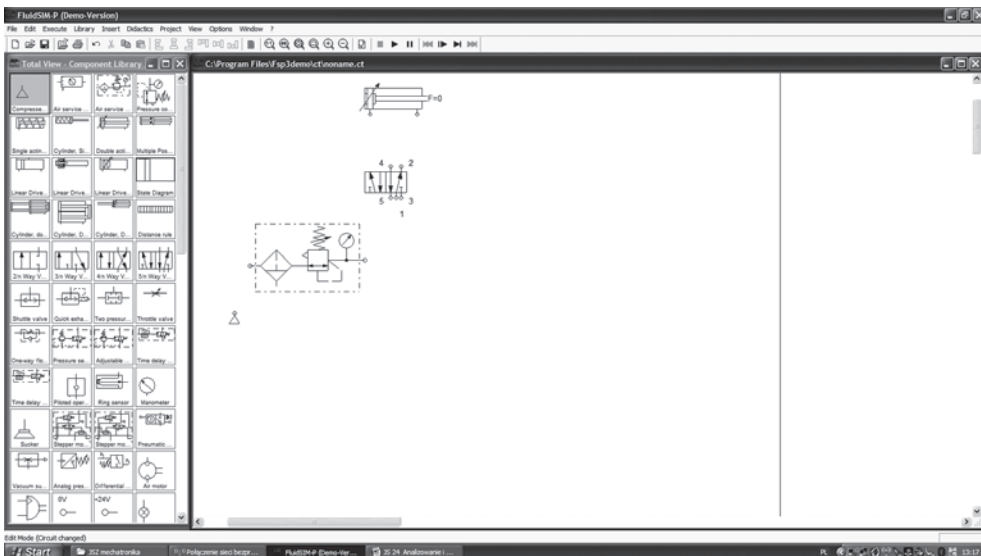
Po uruchomieniu oprogramowania pojawia się okno główne. Należy wybrać nowy arkusz i możemy przystąpić do pracy z analizowaniem działania układów pneumatycznych.



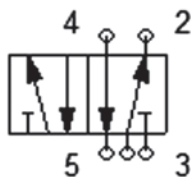
Naszym pierwszym zadaniem będzie przeanalizowanie pracy układu z poniższego rysunku.



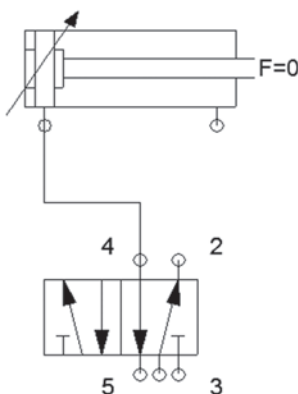
Elementy należy wybrać z biblioteki znajdującej się na lewym pasku aplikacji. Metodą przeciągnij i upuść wybieramy i przenosimy elementy. W wyniku powinniśmy otrzymać rysunek jak poniżej.



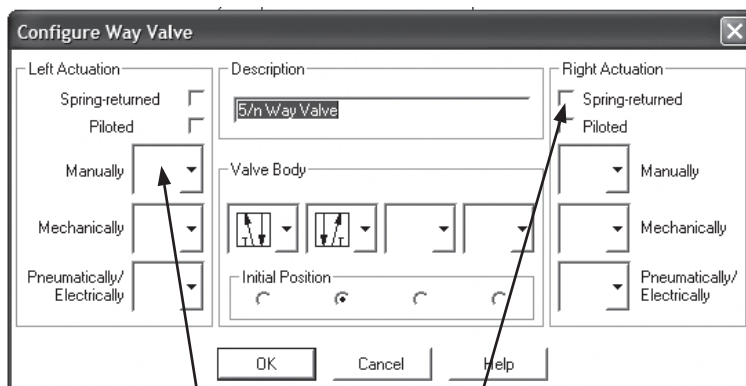
Łączenie elementów odbywa się w równie prosty sposób. Należy najechać myszką na wybrane przyłącze, które zmieni wtedy swój kolor na zielony. Pojawi się celownik jak na rysunku.



Wystarczy przytrzymać lewy przycisk myszy i przeciągnąć go w wybrane miejsce tworząc połączenie.



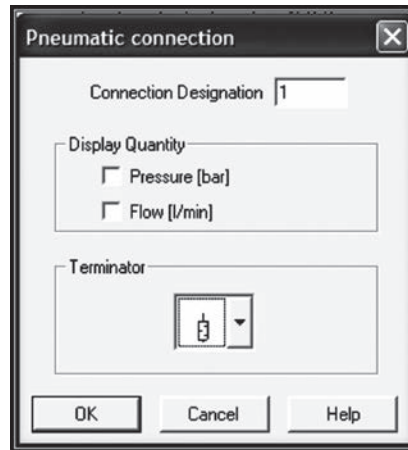
Pozostało jeszcze wybrać rodzaj sterowania elementem. Jak widać zawór załączany jest przyciskiem ręcznym z lewej strony a powrót do pozycji spoczynkowej odbywa się przy pomocy sprężyny powrotnej. Aby to ustawić należy kliknąć dwukrotnie lewym przyciskiem myszy na symbolu zaworu. Otworzy się wówczas okno właściwości elementu.



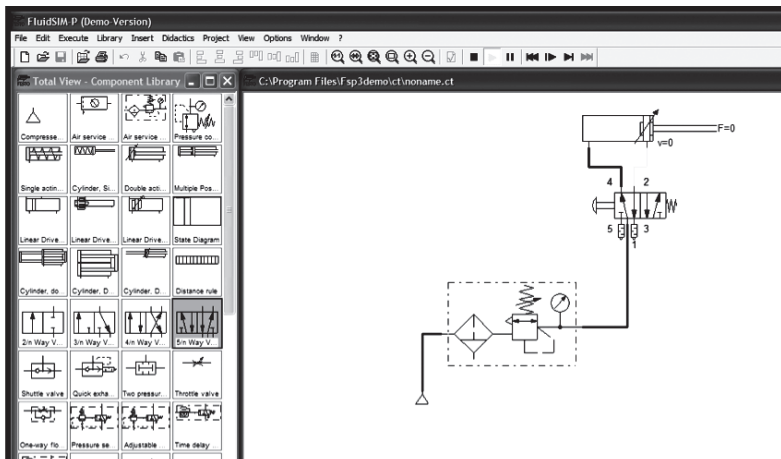
Rozwijając zakładkę „Manually” należy wybrać potrzebny element. Powrót sprężyną wybieramy w tym miejscu.



Przyłącza nr 3 i 5 zaworu sterującego należy zamknąć odpowiednią końcówką tak jak się to robi w fizycznych elementach przemysłowych. W tym celu należy najechać myszką na przyłącze i po naciśnięciu prawego przycisku myszki wybrać zakładkę „Properties...” z menu rozwijanego wybieramy tłumik hałasu jak to wi-
dać na rysunku.

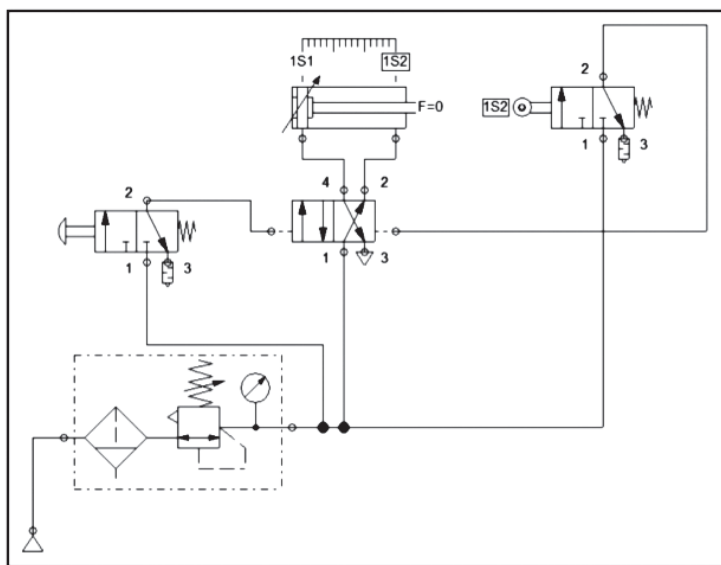


Aby sprawdzić jak układ działa należy nacisnąć przycisk ► znajdujący się na górnym pasku aplikacji lub nacisnąć przycisk F9 na klawiaturze komputera. Uruchomiony zostaje tryb symulacji. Po najechaniu myszką na rysunek zaworu, w miejsce gdzie zostało wybrane sterowanie ręczne, można przestawić element i zobaczyć jak siłownik się wysuwa.

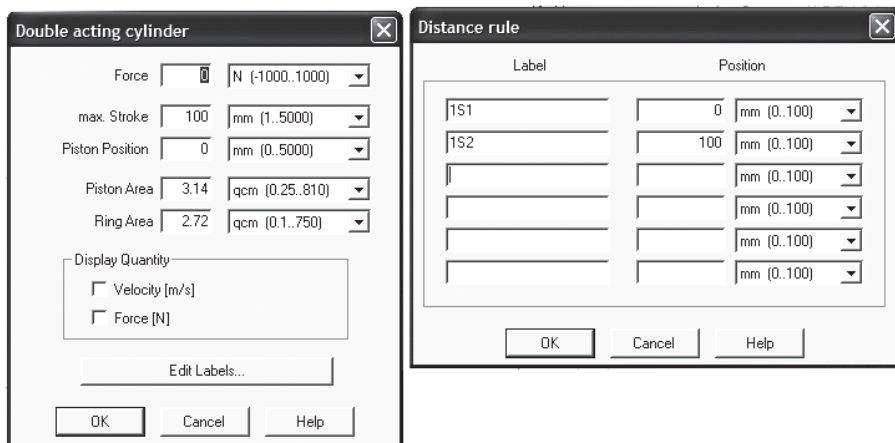


Nasze kolejne zadanie to analiza układu na rysunki poniżej. Pojawiają się nowe

elementy, którymi są wyłączniki krańcowe 1S1 i 1S2



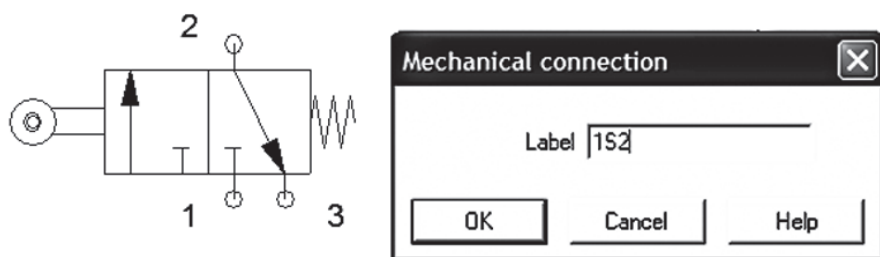
Na początku użyjemy jednego wyłącznika krańcowego informującego, że siłownik się wysunął. Będzie to zawór 3/2 przełączany przyciskiem rolkowym ze sprężyną powrotną. Aby „przymocować” wyłącznik krańcowy do siłownika należy kliknąć na nim dwa razy. Otwiera się wtedy okno „Double acting cylinder”. Następnie wybieramy przycisk „Edit Labels..” w wyniku czego otwiera się okno jak z prawej strony, gdzie należy wpisać oznaczenie krańcówki i na jakim wysunięciu tłoka ją mocujemy. Krańcówka 1S1 informuje, że siłownik nie jest wysunięty.



Potwierdzamy wprowadzone zmiany naciśnięciem przycisku OK. i zamyka-



my okna. Ostatnim krokiem jest najechanie na kółko rolki, dwukrotne kliknięcie na nim oraz wpisanie odpowiedniej wartości w polu Label.

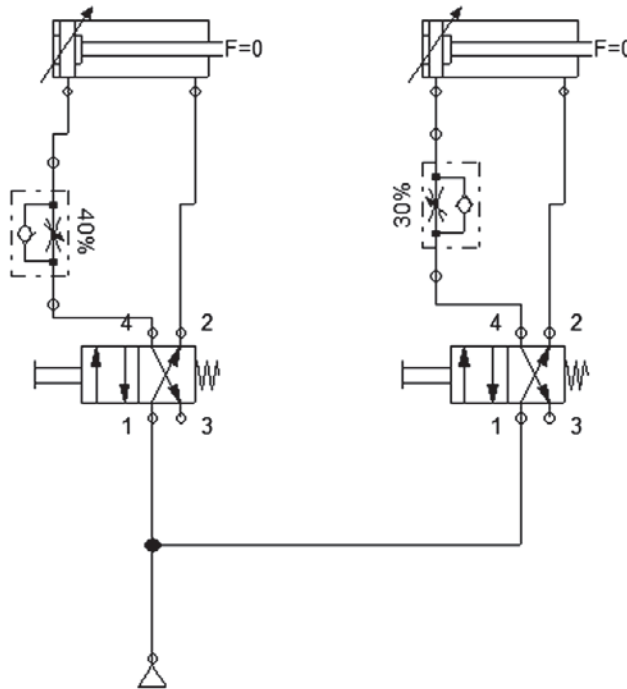


Poprawne połączenie wszystkich elementów i uruchomienie symulatora skutkuje tym, że po naciśnięciu i puszczeniu przycisku sterowania ręcznego siłownik wysuwa się i po osiągnięciu położenia końcowego sam powraca do pozycji wyjściowej.

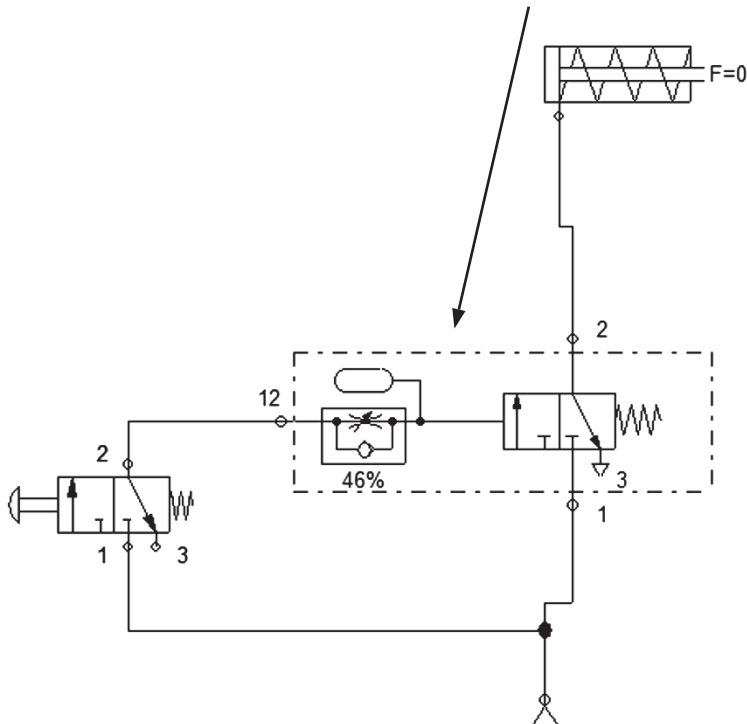
Niejednokrotnie zachodzi potrzeba spowolnienia ruchu siłownika w jedną lub w obie strony. Używamy wtedy zaworu dławiącego lub dławiąco-zwrotnego. Zawór dławiący nie jest dostępny w tej wersji oprogramowania.



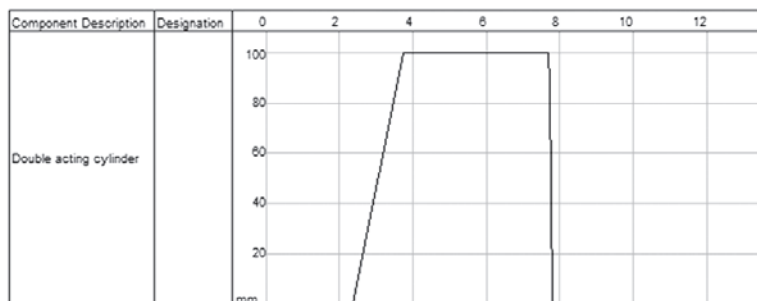
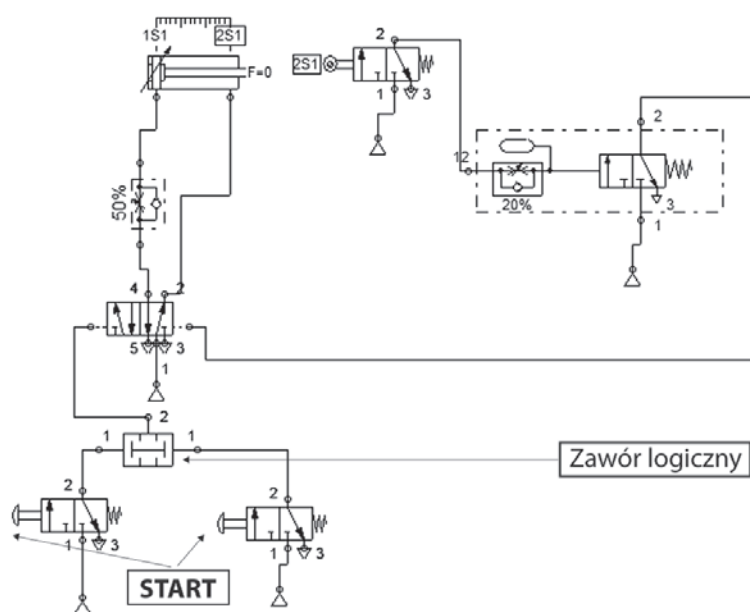
Na schemacie przedstawiono sposoby włączania zaworów dławiąco-zwrotnych w obwody elementów wykonawczych. Różnice pomiędzy nimi to zadanie dla czytelnika. Należy zbudować ten układ w programie i wskazać różnice w działaniu. W celu uproszczenia schematu nie został wrysowany zespół przygotowania powietrza i tłumiki hałasu w zaworach. Należy uzupełnić rysunek o brakujące elementy.



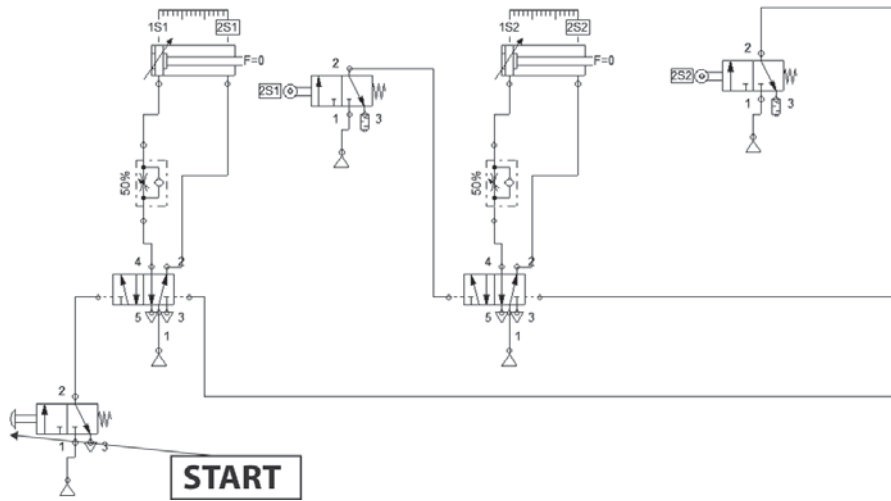
Często zdarza się, że musimy wprowadzić opóźnienie czasowe w pracy elementów. Na przykład siłownik powinien wysunąć się i pozostać w takiej pozycji przez 3s. w takich sytuacjach korzysta się z **elementów czasowych**.



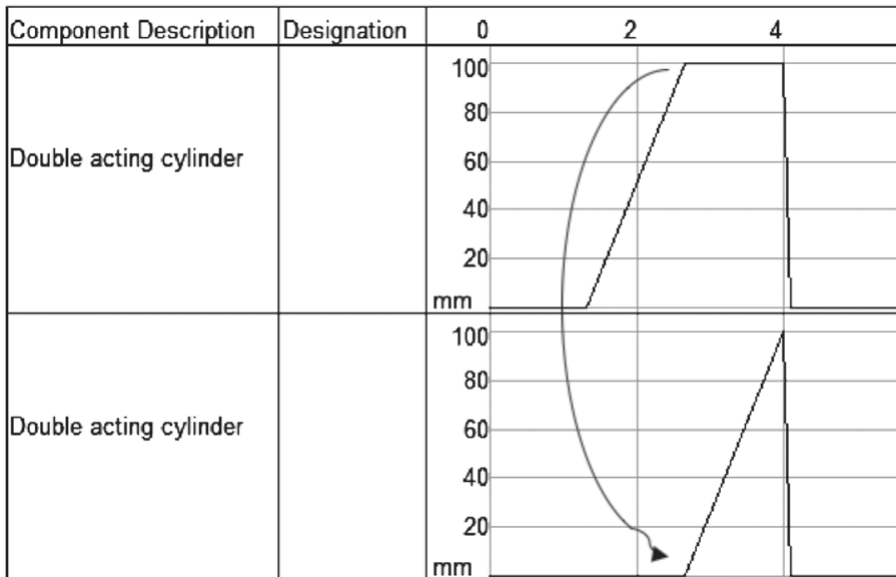
Spróbujemy teraz zbudować układ który będzie realizować pewne skończone działanie technologiczne. Wyobraźmy sobie, że stoi przed nami prasa pneumatyczna. Ma ona działać w ten sposób, że po naciśnięciu przycisku START tłok siłownika wysuwa się wolno, z prędkością ok. 50% prędkości znamionowej. Po osiągnięciu położenia końcowego tłok dociska element obrabiany przez 4s. powrót siłownika następuje samoczynnie z 100% prędkością znamionową. Ze względów bezpieczeństwa urządzenie musi być uruchamiane przez naciśnięcie jednoczesne dwóch przycisków START, czyli należy użyć pneumatycznego zaworu logicznego AND.



Kolejny przykład to wstęp do sekwencyjnych układów sterowania pneumatycznego. Po naciśnięciu przycisku START wysuwa się pierwszy siłownik. Po osiągnięciu położenia końcowego wysuwa się drugi siłownik. Gdy drugi siłownik wysunie się do końca jednocześnie cofają się obydwa siłowniki.



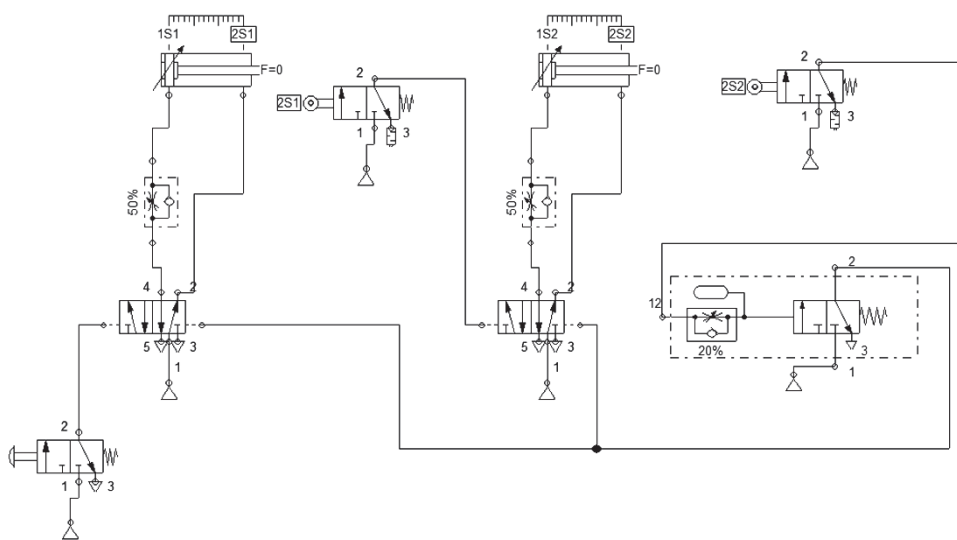
Wymagania stawiane układom pneumatycznym można również sprecyzować w postaci diagramu zaznaczając strzałką te zależności, które są szczególnie istotne dla prawidłowej pracy układu. Poniżej przedstawiono właśnie takie podejście do problemu, a rozwiązaniem jest powyższy schemat.



Przykład ilustrujący takie właśnie podejście do problemu. Układ ma składać się z dwóch siłowników dwustronnego działania i realizować poniższy diagram pracy.

Component Description	Designation	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Double acting cylinder		100										
		80										
		60										
		40										
		20										
		mm										
Double acting cylinder		100										
		80										
		60										
		40										
		20										
		mm										

Być może że rozwiązaniem może być urządzenie, którego schemat przedstawiono poniżej. Sprawdzenie działania i utworzenie diagramu pozostawiamy czytelnikowi.



Sterowanie hydrauliczne

Układy hydrauliczne służą do przekazywania energii mechanicznej z miejsca jej wytwarzania do miejsca zużytkowania za pośrednictwem cieczy roboczej. Ze względu na sposób przekazywania energii wyodrębniamy dwie grupy napędów hydraulicznych:

- hydrokinetyczne - wykorzystujące energię kinetyczną cieczy roboczej,
- hydrostatyczne - wykorzystujące energię ciśnienia cieczy roboczej.



Charakterystyka układów hydrostatycznych:

- 1) bardzo poważną zaletą tych układów jest duża wydajność energetyczna w odniesieniu do jednostki masy lub objętości. Sprowadza się to do faktu iż silnik hydrauliczny w porównaniu do elektrycznego o tej samej mocy jest ok. 10 razy lżejszy i zajmuje ok. 20 razy mniej miejsca,
- 2) w układach tych bardzo łatwo można uzyskać dużą elastyczność ruchową - zmianę ruchu obrotowego na prostoliniowy czy zmienne przełożenia realizowane w sposób bezstopniowy,
- 3) mała bezwładność układów pozwalająca na częste lub gwałtowne zmiany prędkości lub obciążenia – silnik elektryczny ma bezwładność ok. 72 razy większą,
- 4) nie potrzeba dodatkowych sposobów smarowania elementów pracujących,
- 5) łatwość automatyzacji sterowania – praca i zarządzanie układami za pomocą sieci przemysłowych.

Stosowanie rozwiązań hydrauliki siłowej zaczyna się w samochodzie osobowym (układ wspomagania kierownicy, układ hamulcowy) a kończy na urządzeniach pracujących w drogownictwie, kopalniach czy hutach gdzie mamy do czynienia z dużymi siłami czy zmianach parametrów układów pod dużymi obciążeniami

Medium roboczym w układach hydrostatycznych jest ciecz zwana także czynnikiem roboczym lub obiegowym.

CIECZE ROBOCZE

Ciecz w układach hydraulicznych, jej rodzaj i parametry, jest bardzo ważnym czynnikiem ponieważ to od niej zależą parametry układu, jego charakterystyki robocze czy choćby trwałość elementów składowych. W związku z tym musi ona spełniać określone funkcje:

- smarowanie wszystkich elementów będących w ruchu,
- przenoszenie energii,
- przenoszenie sygnałów sterujących,
- uszczelnianie,
- odprowadzenie ciepła.

FILTRY

Najczęstszymi powodami awarii w układach hydraulicznych jest fakt niewystarczającej filtracji cieczy roboczej. Nie trzeba chyba przekonywać, że czysta ciecz robocza bez zanieczyszczeń stałych to większa żywotność elementów ruchomych. Najbardziej niebezpieczne są zanieczyszczenia stałe o wielkości ziarna porównywalnego z luzem pasowania elementów będących w ruchu.

Filtry w układach hydraulicznych możemy montować w gałęziach niskiego lub wysokiego ciśnienia:

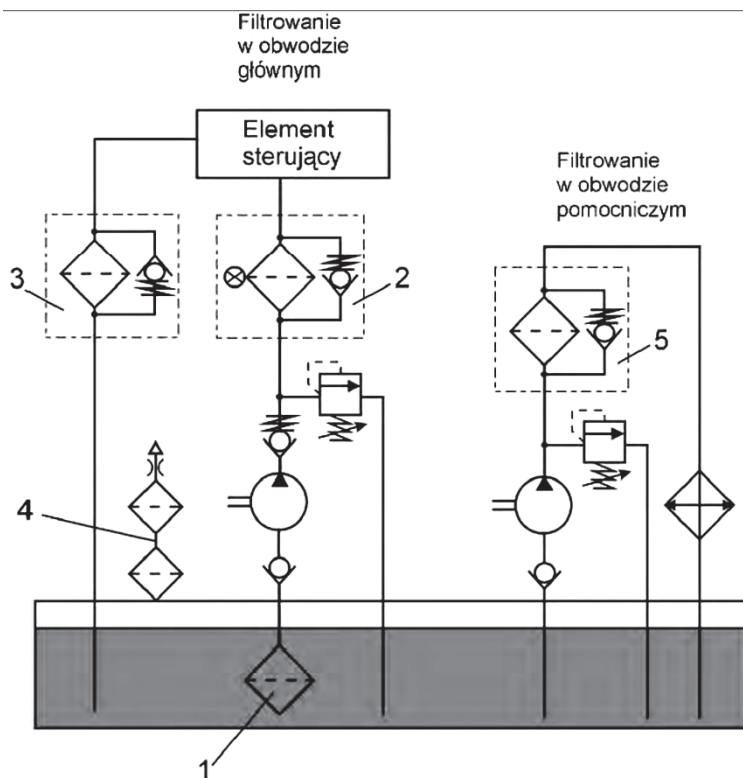
- filtry wysokociśnieniowe – umiejscowione w przewodzie tłocznym pompy lub przed elementem wrażliwym na zanieczyszczenia np. serwozaworem,
- filtry niskociśnieniowe – instalowane w przewodzie ssawnym pompy lub spływowym do zbiornika.

Główne zadania, które powinien spełniać dobry filtr hydrauliczny:

- Ogólna ochrona cieczy roboczej przed zanieczyszczeniami. Stosuje się filtry montowane w linii spływowej z układu, bezpośrednio przed zbiornikiem cieczy lub kompletny układ filtrów w pomocniczym obwodzie filtrującym.
- Ochrona elementów hydraulicznych wrażliwych na zanieczyszczenia. Spełnienie tego zadania możliwe jest gdy filtr jest umiejscowiony możliwie blisko chronionego elementu.
- Ochrona układu hydraulicznego przed zanieczyszczeniami pochodzącymi z otoczenia. Zadanie to spełniają elementy oczyszczające powietrze z cząstek mogących dostać się do zbiornika z zewnątrz. Montowane są zwykle razem z filtrami wlewowymi.
- Ochrona układu hydraulicznego przed skutkami uszkodzeń elementów hydraulicznych. Pojawienie się dużych zanieczyszczeń w układzie może być spowodowane np. erozją zbiornika głównego magazynującego ciecz. Rozwiązaniem jest wstawienia filtra po stronie ssawnej pompy.



Symbol graficzny	Nazwa i opis filtru
	Symbol ogólny, A→B kierunek przepływu cieczy przez filtr (kierunek filtracji)
	Filtr wlewowy, A→B kierunek przepływu cieczy przez filtr (kierunek filtracji)
	Filtr ssawny, A→B kierunek przepływu cieczy przez filtr (kierunek filtracji)
	Filtr powietrza
	Filtr wlewowy z filtrem powietrza
	Filtr z wbudowanym bocznikowym zaworem zwrotnym
	Filtr z zaworem bocznikowym i manometrycznym wskaźnikiem zanieczyszczenia wkładu filtrującego
	Filtr z zaworem bocznikowym i elektrycznym wskaźnikiem zanieczyszczenia wkładu filtrującego
	Filtr z zaworem bocznikowym i optycznym wskaźnikiem zanieczyszczenia wkładu filtrującego
	Filtr podwójny, przełączalny, możliwość wymiany nie pracującego filtra bez przerywania pracy układu hydrostatycznego



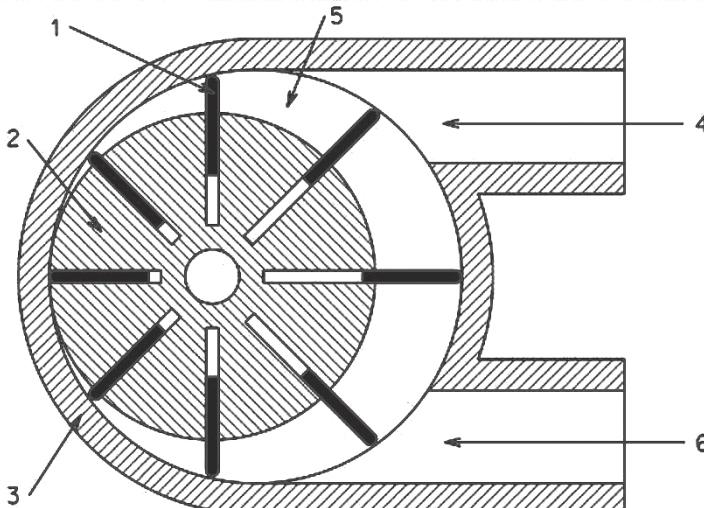
Przykład umiejscowienia filtrów w układzie hydrostatycznym:

- 1) filtr ssawny,
- 2) filtr tłoczny wysokociśnieniowy,
- 3) filtr spływowy,
- 4) filtr wlewowy z filtrem powietrza,
- 5) filtr tłoczny niskociśnieniowy.

POMPY WYPOROWE

Podstawowym elementem każdego układu hydraulicznego jest pompa wyporowa. Jej zadaniem jest zamiana energii mechanicznej na energię ciśnienia cieczy roboczej. Praca pompy polega na przetłaczaniu cieczy roboczej z przestrzeni ssawnej do tłocznej za pomocą elementów wyporowych. Wielkość dawki przetłaczanej cieczy określona jest wielkością komory wyporowej. Warunkiem koniecznym poprawnego działania takiej pompy jest szczelne oddzielenie przestrzeni ssawnej od tłocznej oraz szczelność pomiędzy elementem wyporowym i komorą.

Na rysunku przedstawiono przepływ cieczy roboczej w pompie zębatej o zażębieniu zewnętrznym.



Zasadę działania pompy łopatkowej pokazuje rysunek.

Łopatki (1) osadzone są w mimośrodowym wirniku (2) obracającym się wewnątrz korpusu pompy (3). W czasie obrotu wirnika, łopatki zagarniają ciecz z komory ssawnej (4) do przestrzeni międzyłopatkowej (5) przenosząc ją do komory tłocznej pompy (6).

Symbol graficzny	Nazwa i opis pompy	
	Pompa o stałej wydajności	o stałym kierunku tłoczenia
		o zmiennym kierunku tłoczenia
	Pompa o zmiennej wydajności	o stałym kierunku tłoczenia, bez precyzowania sposobu zmiany wydajności
		o zmiennym kierunku tłoczenia, bez precyzowania sposobu zmiany wydajności
		o stałym kierunku tłoczenia, wyposażona w sterownik skoku zerowego – sterownik po przekroczeniu nastawionego ciśnienia zmniejsza wydajność do minimalnej wartości
		o zmiennym kierunku tłoczenia, wyposażona w ręcznie sterowany mechanizm zmiany wydajności i kierunku tłoczenia

SILNIKI WYPOROWE

Zadaniem silnika wyporowego, którego częściej nazywamy silnikiem hydraulicznym, jest zamiana energii ciśnienia cieczy na energię ruchu obrotowego.

Zasada działania silnika jest odwróceniem zasady działania pompy wyporowej i polega na doprowadzeniu cieczy pod ciśnieniem do komór wyporowych, które zmieniając swoją objętość wymuszają ruch obrotowy elementów obrotowych. Te z kolei wymuszają ruch obrotowy wałka wyjściowego silnika. Ciecz która została pozbawiona energii jest odprowadzana do zbiornika głównego.

Dobierając silnik do danego rozwiązania musimy mieć na uwadze dwie wielkości charakteryzujące te elementy tzn. prędkość wirowania wałka głównego oraz moment obrotowy na wale.

Wyróżniamy dwie grupy silników:

- szybkoobrotowe niskomomentowe 300-3000 obr/min,
- wolnoobrotowe wysokomomentowe 1-200 obr/min.

Stosowanie silników wolnoobrotowych jest bardzo wygodne ponieważ nie potrzeba stosować przekładni mechanicznych przy połączeniu ich z wałkami napędowymi maszyn.

SIŁOWNIKI

Podstawowymi elementami wykonawczymi w układach hydraulicznych są siłowniki, zwane również cylindrami hydraulicznymi.

W siłownikach energia ciśnienia cieczy roboczej zamieniana jest na energię mechaniczną pod postaciami:

- ruchu posuwisto-zwrotnego,
- ruchu obrotowo-zwrotnego, czyli obrotowego o ograniczonym kącie obrotu.

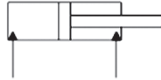
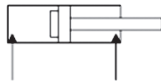
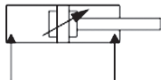

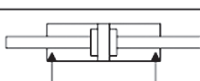






Siłowniki jednostronnego działania możemy podzielić na :

- tłokowe,
- nurnikowe,
- teleskopowe.

Siłowniki dwustronnego działania możemy podzielić na :

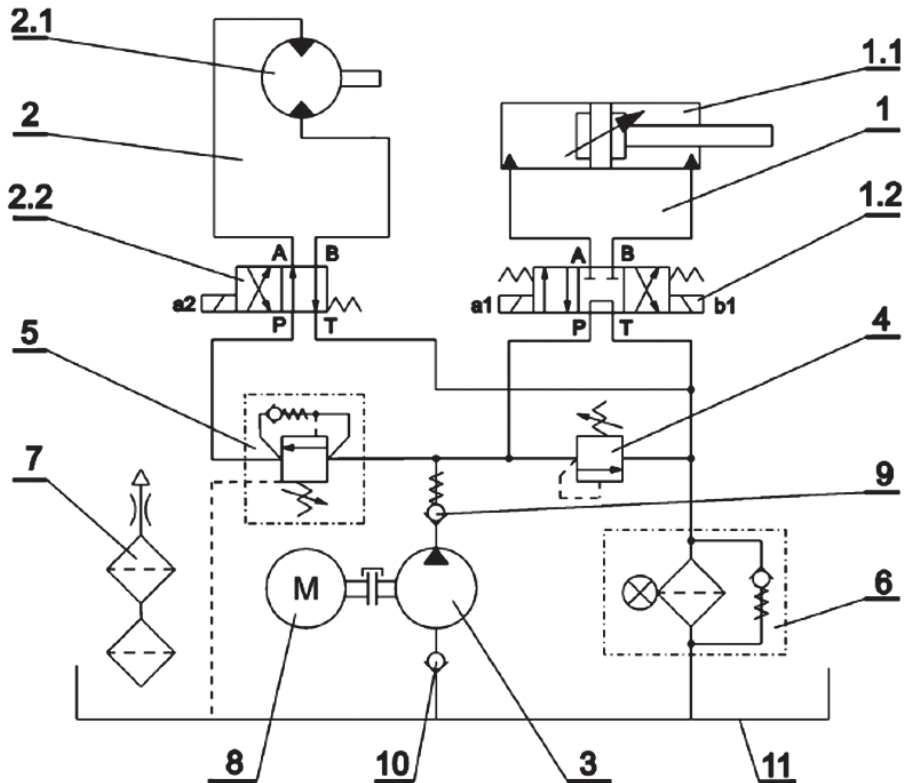
- siłowniki o ruchu prostoliniowo-zwrotnym:
- siłowniki jednotłoczkowe,
- siłowniki dwutłoczkowe,
- siłowniki wielotłokowe.



Symbol graficzny	Nazwa i opis silownika	
	Silownik dwustronnego działania	jednotłoczkowy bez tłumienia ruchu w skrajnych położeniach tłoka
		jednotłoczkowy z nienastawnym tłumieniem ruchu w lewym skrajnym położeniu tłoka
		jednotłoczkowy z nastawnym tłumieniem ruchu w obu skrajnych położeniach tłoka
		dwutłoczkowy bez tłumienia ruchu w skrajnych położeniach tłoka
		dwutłoczkowy z nienastawnym tłumieniem ruchu w obu skrajnych położeniach tłoka
		dwutłoczkowy z nastawnym tłumieniem ruchu w obu skrajnych położeniach tłoka
		teleskopowy bez tłumienia ruchu w skrajnych położeniach cylindrów i tłoka
		wahliwy bez tłumienia ruchu w skrajnych położeniach
Symbol graficzny	Nazwa i opis silownika	
	Silownik jednostronnego działania	numikowy bez tłumienia ruchu w skrajnych położeniach numnika
		numikowy z tłumieniem ruchu w dolnym położeniu numnika
		teleskopowy bez tłumienia ruchu w skrajnych położeniach cylindrów i tłoka

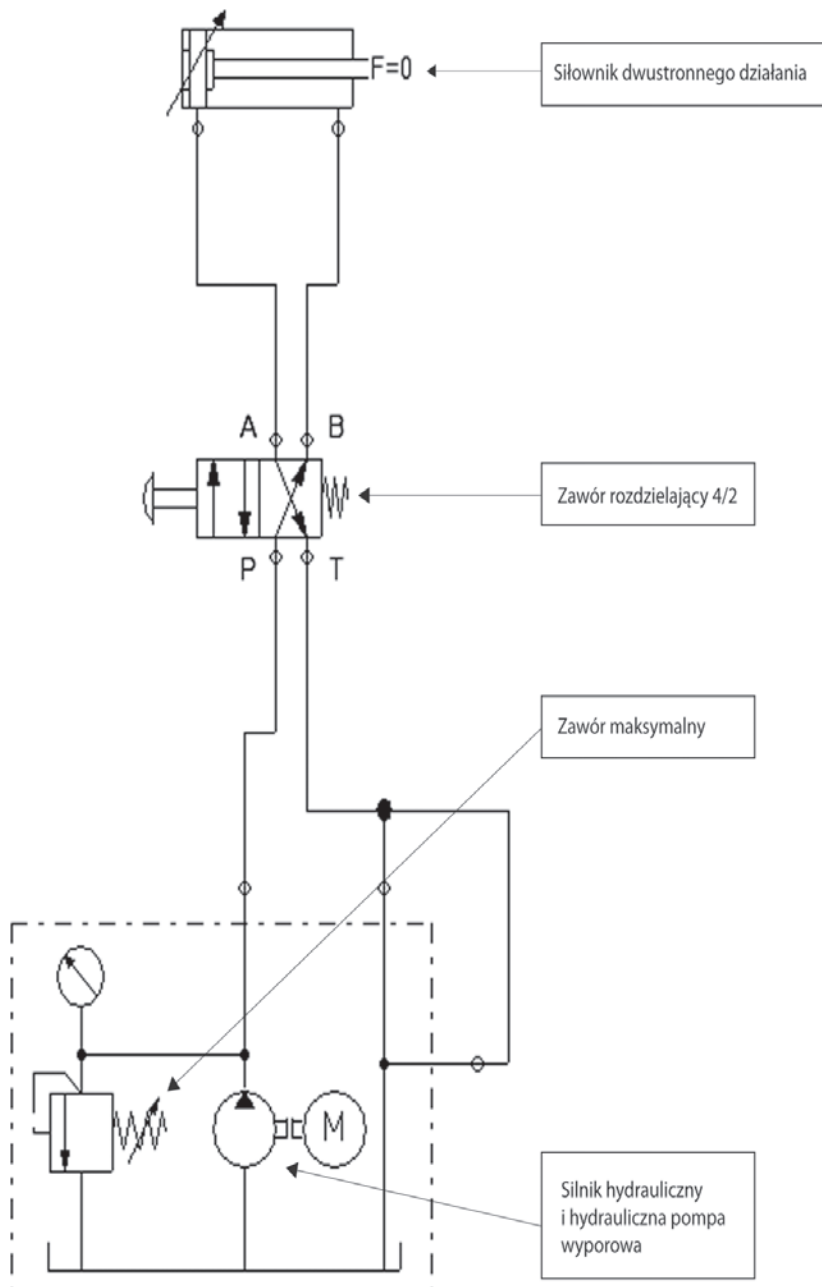
Analizując działanie i projektując układy hydrauliczne należy pamiętać o podstawowej i najważniejszej zasadzie w takich systemach, czyli o zabezpieczeniu całego systemu przed nadmiernym wzrostem ciśnienia cieczy roboczej w obwodzie pompy wyporowej. O ile wypięcie się przewodu w układach pneumatycznych pod ciśnieniem średnio 6-10 atm. jest średnio niebezpieczne to rozerwanie przewodu pod ciśnieniem 200 atm. może mieć konsekwencje nieprzewidywalne. Do ochro-

ny stosuje się zawory oznaczone numerem 4 i 5 na rysunku poniżej.
Przykład prostego układu hydraulicznego zawierający założenia opisywane do-
tychczas.



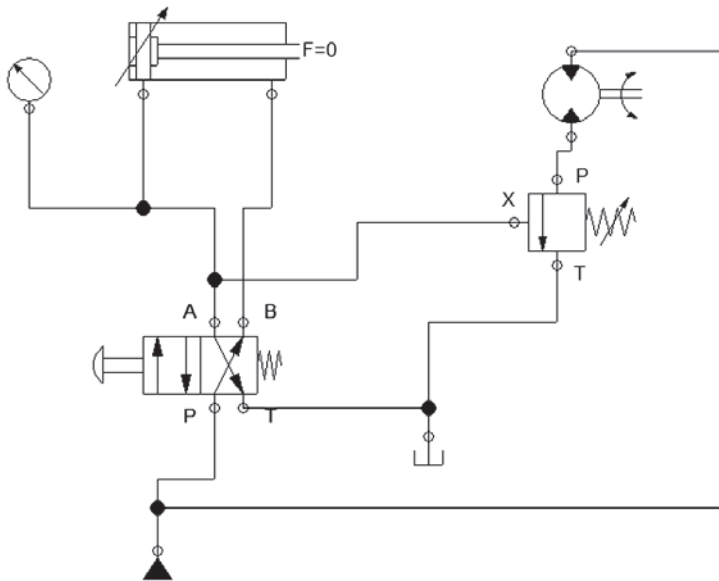
Schemat funkcjonalny układu z dwoma obwodami hydraulicznymi: 1 - obwód główny, 1.1 - siłownik jednotłoczkowy, 1.2 - rozdzielacz 4/3, 2 - obwód pomocniczy zasilany po wzroście ciśnienia w obwodzie głównym, 2.1 - silnik obrotowy, 2.2 - rozdzielacz 4/2, 3 - pompa, 4 - zawór maksymalny, 5 - zawór przyłączający zasilanie obwodu pomocniczego po wzroście ciśnienia w obwodzie głównym, 6 - filtr sphywowy, 7 - filtr wlewowy z filtrem powietrza, 8 - silnik elektryczny, 9, 10 - zawory zwrotne, 11 - zbiornik

Ilustrację funkcjonalną zaworu maksymalnego przeprowadzimy korzystając z oprogramowania FluidSIM w wersji 3.0 dla układów hydraulicznych pobranego w wersji demo ze strony producenta WWW.fluidsim.com.

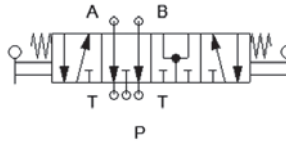
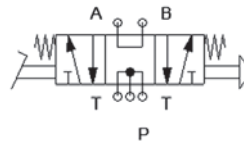


W rozwiązaniu tym wykorzystaliśmy tzw. zespół hydrauliczny zawierający silnik elektryczny, hydrauliczną pompę wyporową i zawór maksymalny z manometrem stanowiący wbudowane zabezpieczenie układu zasilającego.

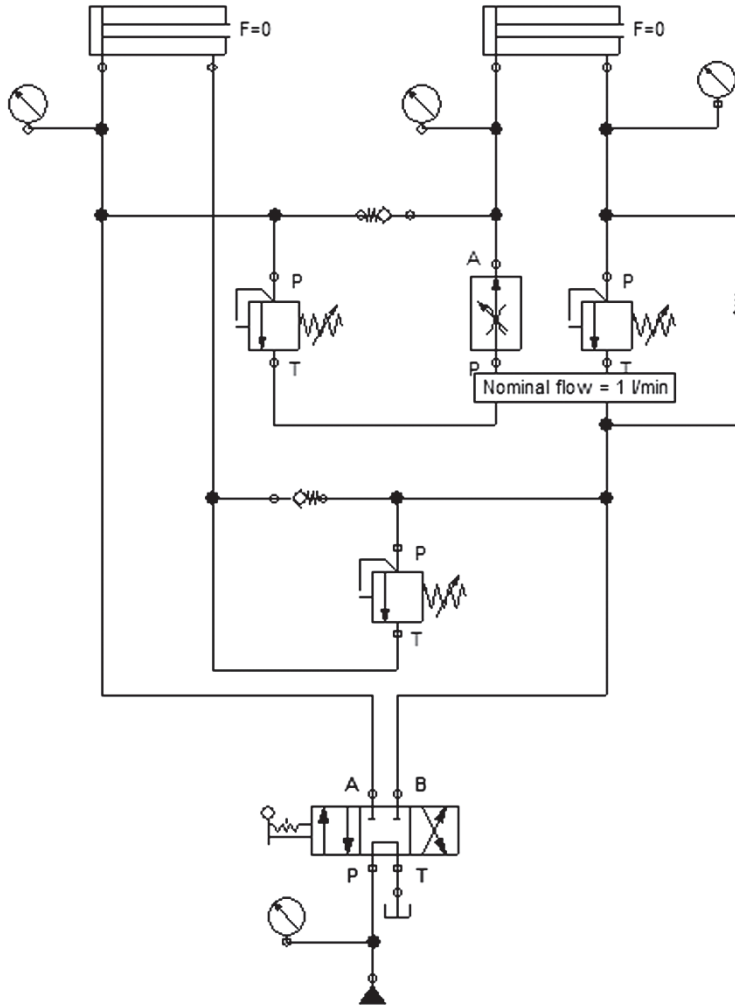
W przykładzie następnym wykorzystamy zawór maksymalny w trochę innym aspekcie funkcjonalnym. Chcemy żeby po wysunięciu się siłownika uruchomił się silnik hydrauliczny stanowiący wskaźnik zadziałania zaworu zabezpieczającego pompę waporową.



Układy hydrauliczne stosuje się najczęściej w urządzeniach, w których mamy do czynienia z przemieszczeniami dużych mas. Niejednokrotnie zależy nam na tym aby siłownik pozostał w takim położeniu w jakim chce pozostawić go operator dźwigu lub koparki i wcale nie musi to być położenie skrajne. Stosujemy wtedy zawory rozdzielające z przynajmniej trzema pozycjami pracy. Przy pomocy takich elementów wymuszamy zatrzymanie siłownika w dowolnym położeniu.

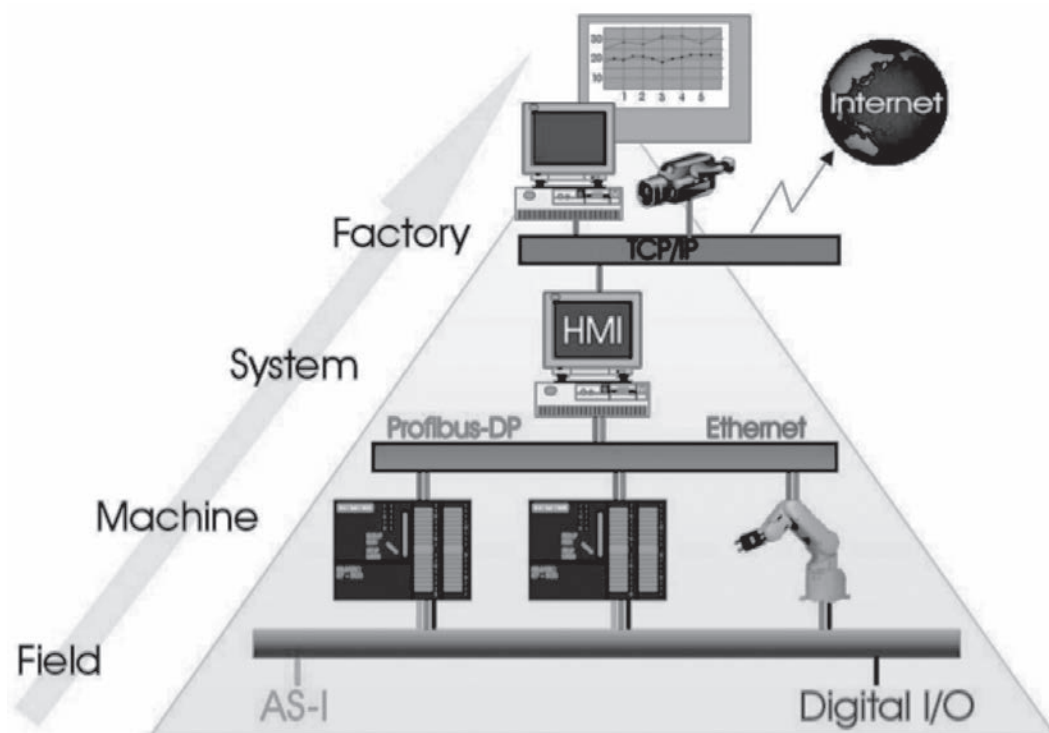


Poniższy przykład ilustruje to co w układach hydraulicznych stosuje się bardzo często a mianowicie wymuszanie kierunku obiegu cieczy roboczej w układzie poprzez zastosowanie zaworów zwrotnych, maksymalnych i dławiących .





2. SIECI PRZEMYSŁOWE AS-I I PROFIBUS-DP.



Procesy produkcyjne składają się z wielu etapów przygotowania i wytwarzania stąd konieczność zbierania danych z wielu punktów procesu jak i zarządzania wieloma elementami produkcji. Sieci przemysłowe nazywane są często sieciami miejscowymi, polowymi (ang. fieldbus) zaliczają się do grupy sieci lokalnych, których rozmiar ograniczony jest do rozmiarów sterowanej instalacji lub hali fabrycznej.

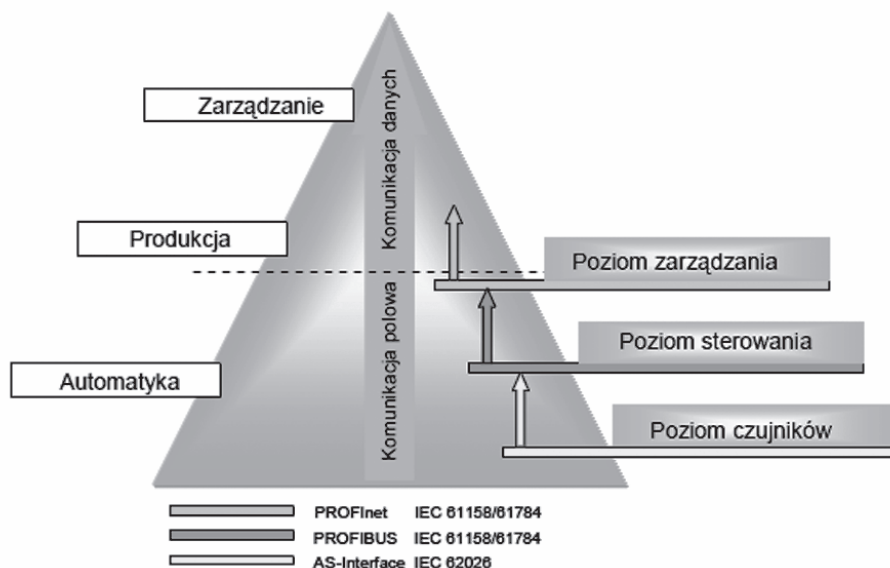
Sieci polowe pozwalają na komunikację przemysłową z wykorzystaniem różnych mediów transmisji, takich jak kabel miedziany, światłowód lub komunikacja bezprzewodowa do połączenia różnych urządzeń polowych (czujniki, elementy wykonawcze, napędy, przetworniki, itp.) z jednostką centralną lub systemem nadrzędnym.

Technologia sieci polowych została rozwinięta w latach 80-dziesiątych, a jej celem było zastąpienie powszechnie stosowanej techniki centralnej okablowania. Z powodu różnych wymagań i preferencji rozwiązań poszczególnych producentów, opracowano liczne systemy sieciowe na rynku. Większość oparto na standardzie IEC 61158 oraz IEC 61784. PROFIBUS jest integralną częścią tych standar-

dów. Ostatnio zaczął rozwijać się systemy komunikacyjne oparte na sieci Ethernet. Stwarza to duże możliwości komunikacyjne pomiędzy różnymi poziomami automatyki i siecią biurową. PROFInet stanowi przykład tego typu sieci opartej na systemie Ethernet. Konieczność koordynowania, rozwoju i dystrybucji systemów sieciowych na rynku zaowocowało powstaniem Organizacji Użytkowników Sieci takich jak PROFIBUS User Organization PNO i równolegle PI dla sieci PROFIBUS i PROFInet.

Zalety użytkowe sieci polowych oraz bezpieczeństwo i pewność w przesyłaniu danych to parametry decydujące o ciągłym doskonaleniu i rozwoju technologii sieci polowych. Niebagatelną sprawą jest również redukcja całościowych kosztów, jak również wzrost wydajności i jakości systemów automatyki opartych na rozwiązaniach sieciowych. Wyraźne zalety są widoczne przy łatwej konfiguracji, okablowaniu, inżynieringu i uruchomieniu sieci, jak również eksploatacja w trakcie normalnej pracy. Główną jednak zaletą jest redukcja kosztów eksploatacyjnych sieci. Mamy również do dyspozycji bogatą diagnostykę i ważne informacje dla służb utrzymania ruchu i serwisu. Sieci polowe znacznie zwiększyły elastyczność i wydajność instalacji, w porównaniu z tradycyjnymi technologiami. Obecnie sieć PROFIBUS wykorzystywana jest praktycznie w większości obiektów przemysłowych zarówno w automatyce procesowej, jak i liniach produkcyjnych.

Możliwość komunikacji urządzeń i systemów oraz spójna technologia przekazywania informacji stanowi podstawę koncepcji komunikacji systemów automatyki. Komunikacja łączy stacje w płaszczyźnie poziomej, jak i pionowej zapewniając dostęp do najniższej komórki obiektu. Hierarchiczny i zorientowany obiektowo system komunikacji, taki jak standard PROFIBUS z możliwością przejścia do innych poziomów np. sieć AS-Interface lub Ethernet (poprzez system PROFInet), stwarza idealne możliwości do tworzenia sieci we wszystkich obszarach produkcji.



Na najniższym poziomie obiektu AS-I sygnały z binarnych czujników i elementów wykonawczych transmitowane są poprzez sieć sygnałową. Daje to prostą i stosunkowo tanią technologię przesyłania danych i zasilania tym samym kablem. AS-Interface stanowi idealne rozwiązanie dla tego typu aplikacji i wymagań.

Na poziomie polowym rozproszone stacje takie jak moduły I/O, przetworniki, napędy, zawory i panele operatorskie komunikują się z systemem automatyki poprzez wydajny system komunikacji PROFIBUS. Transmisja danych procesowych odbywa się cyklicznie, podczas gdy dodatkowe przerwy, dane konfiguracyjne i diagnostyczne przesyłane są acyklicznie na żądanie. PROFIBUS w pełni spełnia te wymagania i daje uniwersalne możliwości komunikacji w automatyce.

Na poziomie sterowania sterowniki programowalne takie jak PLC i IPC komunikują się z innymi systemami IT i siecią biurową poprzez Ethernet, TCP/IP, Intranet oraz Internet. Tego typu informacje wymagają dużych pakietów danych i wydajnej komunikacji. Podobnie jak PROFIBUS, oparty na bazie sieci Ethernet – standard PROFINET, spełnia wymagania stawiane sposobowi wymiany danych z wykorzystaniem stosu TCP/IP.

Zasada działania każdej sieci opiera się na tzw. modelu referencyjnym ISO/OSI, który opisuje komunikację pomiędzy stacjami w systemie sieciowym oraz definiuje zasady transmisji i interfejs wykorzystywany w danym protokole.



W 1983 Międzynarodowa Organizacja dla celów Standaryzacji (ISO) ustanowił model referencyjny OSI (Open Systems Interconnection Reference Model), który definiuje elementy, strukturę i zadania związane z komunikacją. Model został podzielony na siedem warstw

Każda z warstw spełnia specjalne funkcje w procesie komunikacyjnym. Jeżeli jednak system komunikacyjny nie wymaga którejś z funkcji, wtedy odpowiednia warstwa nie jest wykorzystywana i jest pomijana . Model ten zostanie opisany na przykładzie sieci PROFIBUS w dalszej części opracowania.



Budowa sieci AS-Interface.

Magistrala czujników i urządzeń wykonawczych AS-i

Termin „AS-i” to skrót od angielskiego „actuator-sensor-interface”, co można przetłumaczyć jako sieć łączącą urządzenia wykonawcze i czujniki. Taki układ magistrali to układ sieciowy dla najniższego poziomu automatyzacji – poziomu procesowego. Na poziomie procesowym przepływ danych jest bardzo niewielki, gdyż wymiana sygnałów pomiędzy połączonymi urządzeniami (przełącznikami, przyciskami, czujnikami, przekaźnikami pomocniczymi, zaworami elektromagnetycznymi itp.) zachodzi tylko dwustanowo. Niemniej jednak, wymagania dotyczące szybkości transferu danych są bardzo wysokie.

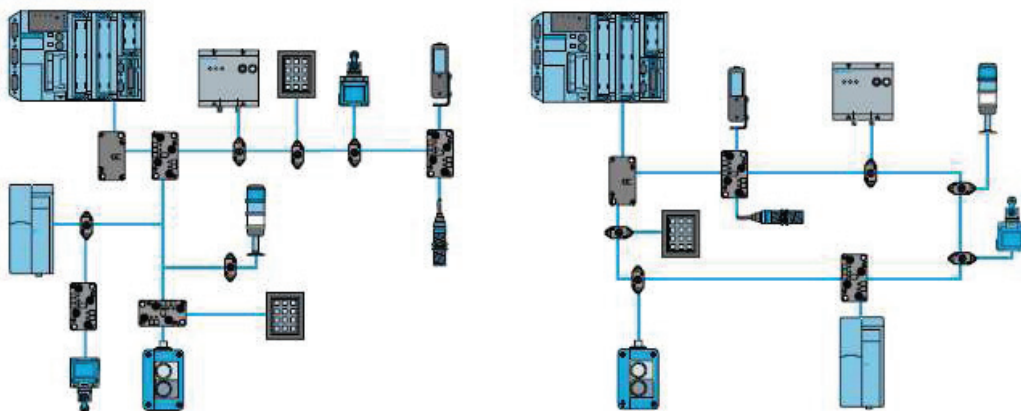
Zarówno mechaniczne, jak i elektryczne specyfikacje dla sieci AS-i zostały przygotowane przez 11 kompetentnych firm, działających na obszarze sensoryki i produkcji urządzeń sterujących. Dzięki temu możliwe było utworzenie niezależnego od producentów standardu czujników i urządzeń wykonawczych. Ponadto, powstało stowarzyszenie AS-i, którego celem jest ocena wszystkich elementów AS-i pod kątem ich kompatybilności ze standardem oraz przyznawanie logo AS-i, gdy ocena wypadnie pozytywnie.

Najważniejsze zalety tego typu rozwiązania to:

- brak wiązek przewodów między czujnikami, urządzeniami wykonawczymi i sterownikami PLC,
- szybki i prosty montaż,
- automatyczne łączenie dzięki złączom cut-and-clamp,
- wysoki poziom ochrony przed zakłóceniami,
- wysoki współczynnik ochrony – IP67, dzięki czemu możliwe są zastosowania lokalne.

Struktura

Sieć ASI może zostać skonfigurowana w dowolną strukturę rozgałęzioną („drzewo”). Do systemu można włączyć maks. 2 wzmacniacze sieciowe, co pozwala na wydłużenie dystansu do 300 m. Nie wymaga się podłączania rezystorów dopasowujących jak ma to miejsce w przypadku sieci Profibus..



Dane techniczne sieci AS-I:

- maks. 31 elementów AS-i przy rzeczywistej transmisji danych wejściowych/wyjściowych na poziomie 4 bitów,
 - maks. 124 czujników i urządzeń wykonawczych na wejściu/wyjściu,
 - procedura dostępu poprzez cykliczną wymianę w ramach procedury master/slave,
 - maksymalny czas cyklu – 5 ms,
 - zabezpieczenie przed błędami, identyfikacja błędów i powtarzanie zakłóconych telegramów,
 - medium transmisyjne dla danych to prosty przewód dwużyłowy ($2 \times 1,5 \text{ mm}^2$) o maksymalnej energii pomocniczej 2 A dla każdej linii sieci AS-i. Napięcie zasilania to 30 V DC. Sygnał transferu danych jest modulowany. Możliwość wykorzystania dodatkowego źródła energii pomocniczej 24 V DC,
 - podłączanie i montaż elementów sieci AS-i w technice przyłączeniowej
 - moduł slave sieci AS-i ze zintegrowanym obwodem (układem scalonym AS-i), niewymagającym procesora i oprogramowania; dzięki temu przy przetwarzaniu danych prawie całkowicie wyeliminowane jest opóźnienie, a także zredukowana jest ilość urządzeń podporządkowanych,
 - specjalne czujniki i urządzenia wykonawcze AS-i z bezpośrednio zintegrowanymi układami scalonymi AS-i,
 - elastyczna konstrukcja, oferująca między innymi różne opcje instalacji elektrycznej,
 - maks. długość przewodów – 100 m lub 300 m (ze wzmacniakiem).
- Sieć AS-i to system z pojedynczym układem master. Dlatego też w systemie



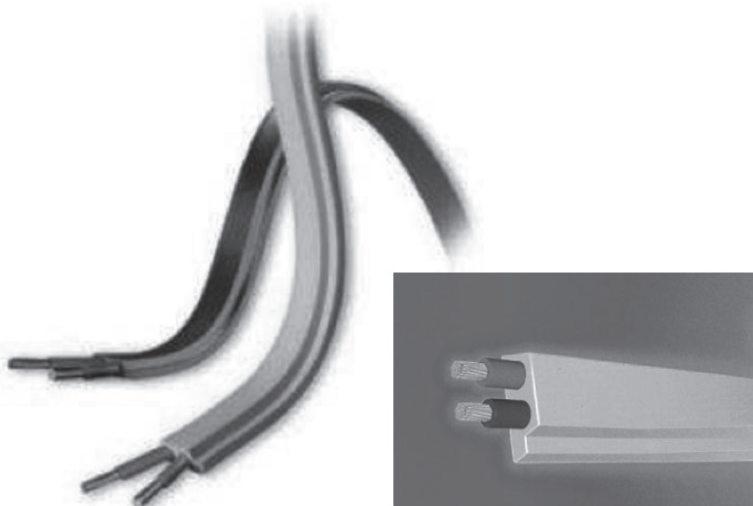
znajduje się zawsze jeden układ master i do 31 modułów slave. Jeżeli konieczna jest większa liczba modułów slave, należy zainstalować kolejną sieć AS-i z układem master.

Podstawowe elementy sieciowe.

Sieć AS-i tworzy się modułowo za pomocą następujących elementów:

- zasilanie 30 V DC bezpośrednio podłączone do przewodu do transmisji danych,
- przewód do transmisji danych sieci AS-i to nieekranowany żółty przewód dwużyłowy; elementy AS-i podłączane są w technice przyłączeniowej, a przewód AS-i jest profilowany, co pozwala uniknąć błędów podczas instalacji.

Kolorem żółtym oznaczono standardowe przewody do przesyłania danych i zasilania urządzeń. Przewody koloru czarnego stosuje się w przypadku stosowania dodatkowego pomocniczego obwodu zasilającego napięciem 30 V. Gdy zachodzi potrzeba zasilania pomocniczego urządzeń napięciem 230V stosuje się kabel w izolacji koloru czerwonego i odizolowanego galwanicznie od otoczenia dodatkową obudową.



Wiąże się to z faktem stosowania spolaryzowanego napięcia zasilającego oraz modulowania przesyłanych sygnałów. Jest to pewien sposób na mechaniczną kontrolę poprawności podłączenia modułu z resztą sieci.

Moduły podłączane są do tego kabla przy pomocy odpowiedniej dwukłowej

złączki, która przebija izolację i wbija się w linkę miedzianą przewodu.



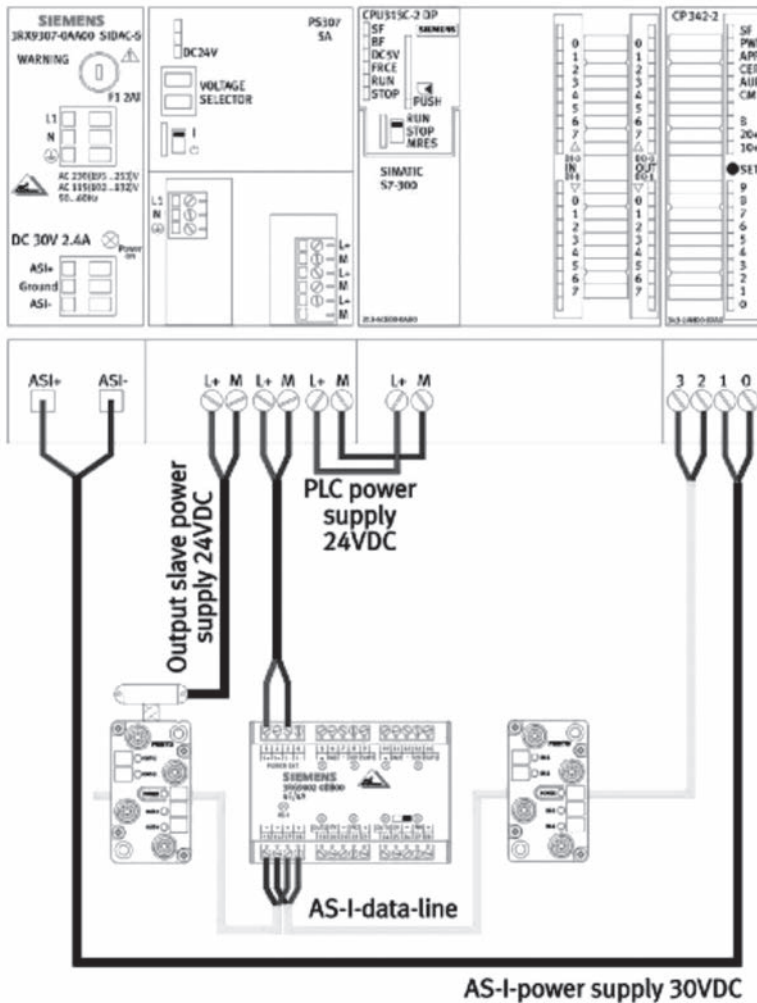
Dodatkowa linia zasilająca.

Jeżeli moduł slave sieci AS-i zużywa ponad 100 mA lub gdy całkowite zużycie wszystkich modułów slave sieci AS-i przekracza 2 A energii pomocniczej dla każdej linii sieci AS-i, wówczas należy zapewnić dodatkowe zasilanie. Również wyjściowe moduły slave sieci AS-i zasilane są przez źródło zewnętrzne w technologii kontroli o standardowej wartości 24 V DC. Jest ono podłączone czarnym przewodem zasilającym sieci AS-i do źródeł energii pomocniczej modułów slave.

W przypadku energii pomocniczej, sieć zasilająca AS-i podłączona jest do nieekranowanego, czarnego przewodu dwużyłowego. Podłączenie do źródła energii pomocniczej ma miejsce za

Przykład podłączenia z 4-bitowym i 8-bitowym modułem slave

Poniższy schemat przedstawia przykład konfiguracji PLC z układem master AS-i, CP 342-2 i CPU 313C-2 DP, a także standardowym źródłem zasilania 24 V DC i źródłem zasilania AS-i 30 V DC.



Elementy sieciowe posiadają kontrolki sygnalizacyjne. Opis sygnalizowania stanów pracy modułów przedstawiono w tabelach poniżej.

Funkcje LED interfejsu zaworu pneumatycznego:

Wyświetlacz LED		
DIODA AS-I (zielona)	DIODA USTERKI (czerwona)	Opis
Włączona	Wyłączona	Zasilanie sieci AS-i podłączone, brak usterek
Wyłączona	Wyłączona	W sieci brak zasilania AS-i
Mruga	Włączona	Nieustawiony adres AS-i (równy zero)
Włączona	Mruga	Zwarcie / przeciążenie na wejściu

Wyłączona	Mruga	Zwarcie / przeciążenie na wyjściu
Mruga	Włączona	Błąd komunikacji sieci (wygaś pakiet kontrolny)
Dioda zasilania pomocniczego (zielona)		Opis
Włączona		Napięcie podłączone
Wyłączona		Napięcie podłączone
Dioda statusu (zielona/żółta)		Opis
Włączona		1 – sygnał na wejściu/wyjściu
Wyłączona		0 – sygnał na wejściu/wyjściu

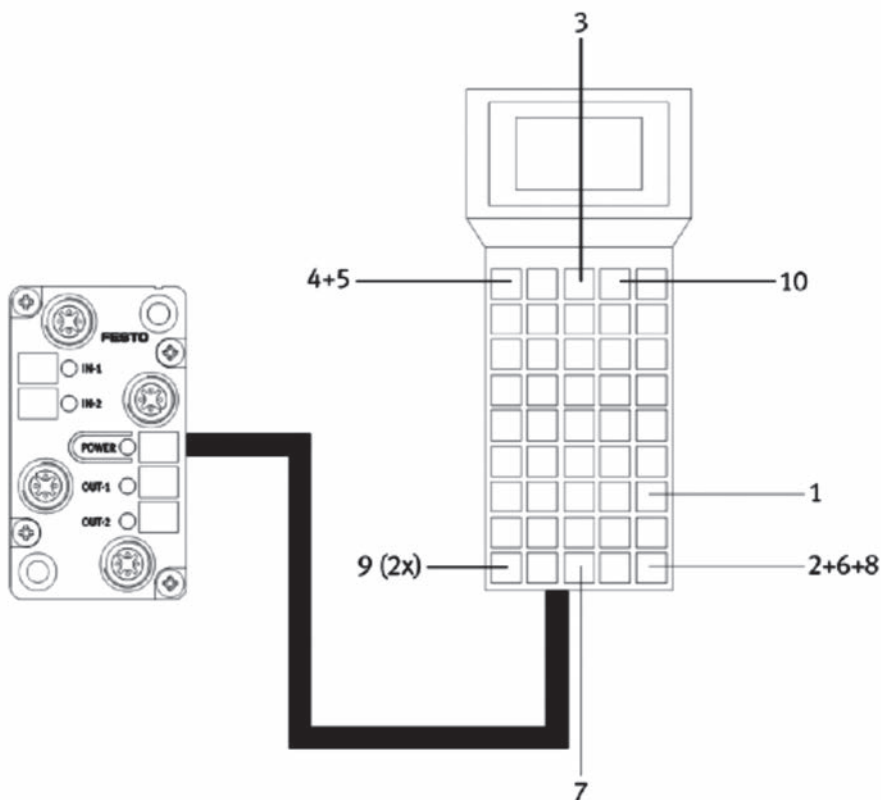
Funkcje przełącznika DIP switch w interfejsie zaworu pneumatycznego:

Ustawienie	Ustawienie przełącznika DIP switch *	
Z napięciem** (ustawienia fabryczne)	 Wł. Wył.	1,2: wyłączone 3,4: włączone
Z napięciem*** (na połączenie „24 V DC” należy założyć zaślepkę typu ASI-SD-FK-BL)	 Wł. Wył.	
* Czarny = wciśnięty ** Wyjścia/zawory zasilane są źródłem dodatkowym (standardowe ustawienie FMS500) *** Wyjścia/zawory zasilane są przez sieć AS-i		



Przypisywanie adresów modułom Slave.

Każdy moduł slave przed podłączeniem musi zostać zidentyfikowany w ramach sieci AS-i za pomocą adresu w zakresie 1-31 dla każdego układu master (CP 342-2). Adres modułu slave można określić na różne sposoby, korzystając z różnych urządzeń. Poniższy schemat prezentuje określanie adresu za pomocą Programming and Service Device (PSG) firmy Siemens.

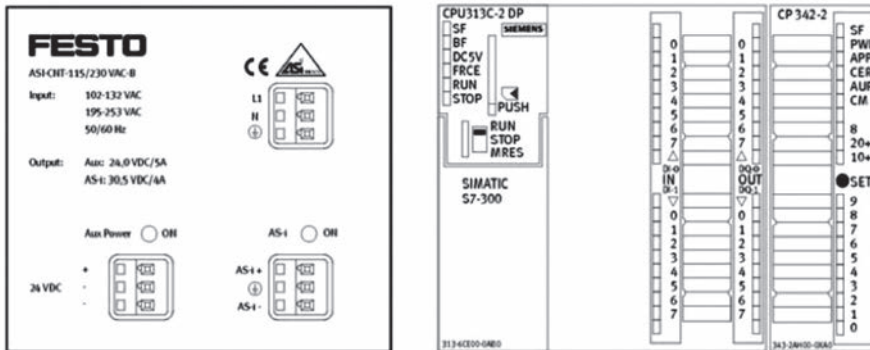


- 1) Włączyć PSG (START)
- 2) Potwierdzić wskazanie (ENTER)
- 3) Wybrać Master (F3)
- 4) Wybrać operację (F1)
- 5) Wybrać nowy adres (F1)
- 6) Potwierdzić adres AS-i (ENTER)
- 7) Wprowadzić nowy adres (2)
- 8) Potwierdzić wprowadzony adres (ENTER)
- 9) Wrócić do menu głównego (2 x ESC)

10) Wyłączyć (F4)

Absolutne adresy sprzętowe w programie S7 PLC

Przypisywanie adresów wejściowych i wyjściowych modułów slave w ramach sieci AS-i zależy od zainstalowanego PLC oraz ustawienia modułów PLC. Poniższy przykład odnosi się do standardowej konfiguracji zainstalowanego sprzętu w modelu Festo FMS500 z siecią AS-i.



Zakres adresów modułów slave w sieci AS-i w ramach tej instalacji sprzętu PLC to:

- Adresy bajtów wejściowych – 256...271
- Adresy bajtów wyjściowych – 256...271

Zakres adresów zależy od umiejscowienia przewodu układu master AS-i. Zakres ten można sprawdzić w konfiguracji sprzętu, co stanowi część rozdziału „Programming”.

Moduły slave w sieci AS-i nie są bezpośrednio adresowalne w programie, ponieważ traktowane są jak urządzenia peryferyjne. Dlatego też poniższa część programu jest absolutnie niezbędna do zaadresowania modułów slave w ramach bloku organizacyjnego. W poniższym przykładzie wykorzystane są adresy standardowo stosowane w Siemens S5 PLC – bajty 64-79 na jeden układ master. To ułatwia przejście z modelu S5, w którym zakres adresów jest stały, do modelu S7, w którym zakres adresów można dowolnie wybierać:

- | | | |
|---|--------|---|
| L | PID256 | załaduj peryferyjne, podwójne słowo wejściowe 256 |
| T | ID64 | zmień na podwójne słowo wejściowe 64 |
| L | PID260 | załaduj peryferyjne, podwójne słowo wejściowe 260 |



T	ID68	zmień na podwójne słowo wejściowe 68
L	QD64	załaduj podwójne słowo wyjściowe 64
T	PQD256	zmień na peryferyjne, podwójne słowo wyjściowe 256
L	ID68	załaduj podwójne słowo wyjściowe 68
T	PID260	zmień na peryferyjne, podwójne słowo wyjściowe 260

Podwójne słowa wejściowe/wyjściowe składają się z 4 bajtów:

ID 64 = IB 64, IB 65, IB 66, IB 67

ID 68 = IB 68, IB 69, IB 70, IB 71

QD 64 = QB 64, QB 65, QB 66, QB 67

QD 68 = QB 68, QB 69, QB 70, QB 71

Ładowane i przekazywane mogą być również pojedyncze bajty, na przykład:

L PIB 256

T IB 64

L PIB 257

T IB 65

itd.

T QB 64

L PQB 256

T QB 65

L PQB 257

Adresy peryferyjne i adresy modułów slave

Adresy peryferyjne bitów wejściowych i wyjściowych dotyczą adresów modułów slave, do których podłączone są czujniki i/lub urządzenia wykonawcze. Poniżej znajduje się lista maksymalnych danych wejściowych i wyjściowych wykorzystywanych w ramach jednego układu master.

	7	6	5	4	3	2	1
Adres PLC	Bit				Bit		

PIB/PQB 256	Flagi	adres modułu slave 1
PIB/PQB 257	adres modułu slave 2	adres modułu slave 3
PIB/PQB 258	adres modułu slave 4	adres modułu slave 5
PIB/PQB 259	adres modułu slave 6	adres modułu slave 7
PIB/PQB 260	adres modułu slave 8	adres modułu slave 9
PIB/PQB 261	adres modułu slave 10	adres modułu slave 11
PIB/PQB 262	adres modułu slave 12	adres modułu slave 13
PIB/PQB 263	adres modułu slave 14	adres modułu slave 15
PIB/PQB 264	adres modułu slave 16	adres modułu slave 17
PIB/PQB 265	adres modułu slave 18	adres modułu slave 19
PIB/PQB 266	adres modułu slave 20	adres modułu slave 21
PIB/PQB 267	adres modułu slave 22	adres modułu slave 23
PIB/PQB 268	adres modułu slave 24	adres modułu slave 25
PIB/PQB 269	adres modułu slave 26	adres modułu slave 27
PIB/PQB 270	adres modułu slave 28	adres modułu slave 29
PIB/PQB 271	adres modułu slave 30	adres modułu slave 31

Ponieważ oprogramowanie dołączone do zestawu może zawierać oznaczenia modelu S5 więc tabela poniżej przedstawia te adresy celem łatwiejszego przetransponowania ich w razie potrzeby na serię S7.

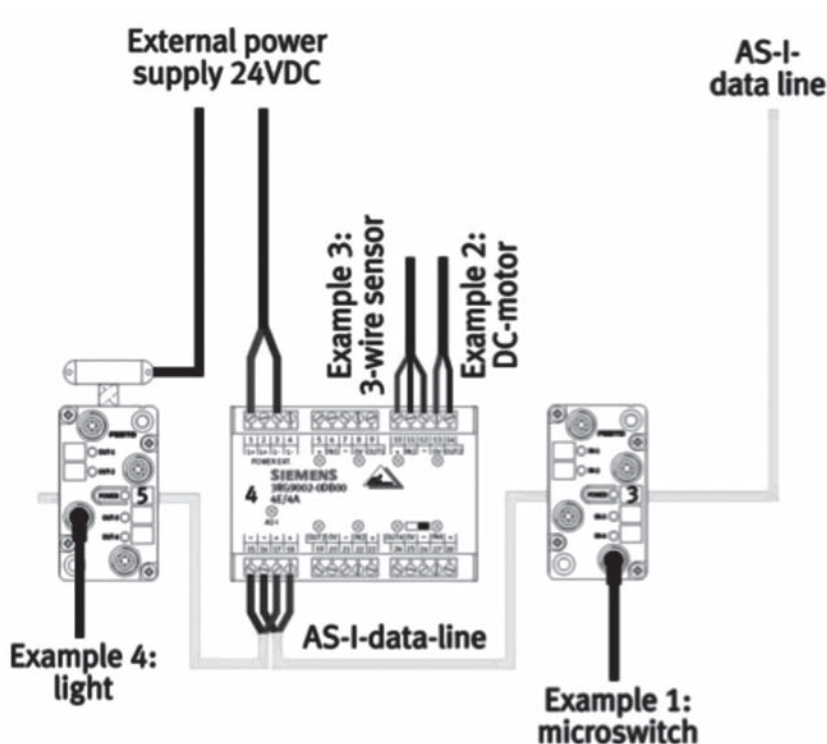
	7	6	5	4	3	2	1	0
Adres PLC	Bit				Bit			
IB/QB 64	Flagi				adres modułu slave 1			
IB/QB 65	adres modułu slave 2				adres modułu slave 3			



IB/QB 66	adres modułu slave 4	adres modułu slave 5
IB/QB 67	adres modułu slave 6	adres modułu slave 7
IB/QB 68	adres modułu slave 8	adres modułu slave 9
IB/QB 69	adres modułu slave 10	adres modułu slave 11
IB/QB 70	adres modułu slave 12	adres modułu slave 13
IB/QB 71	adres modułu slave 14	adres modułu slave 15
IB/QB 72	adres modułu slave 16	adres modułu slave 17
IB/QB 73	adres modułu slave 18	adres modułu slave 19
IB/QB 74	adres modułu slave 20	adres modułu slave 21
IB/QB 75	adres modułu slave 22	adres modułu slave 23
IB/QB 76	adres modułu slave 24	adres modułu slave 25
IB/QB 77	adres modułu slave 26	adres modułu slave 27
IB/QB 78	adres modułu slave 28	adres modułu slave 29
IB/QB 79	adres modułu slave 30	adres modułu slave 31

Wyszukiwanie adresów elementów peryferyjnych.

Zakres adresowania elementów sieci i umiejętność wyszukiwania określonych bitów przypisanych czujnikom lub elektrozaworom jest ważną umiejętnością w sytuacjach związanych z programowaniem i uruchamianiem sieci. Przedstawione przykłady dokładnie ilustrują sposób określania adresów. Rysunek przedstawia fragment instalacji sieci AS-I zestawu MPS500.



Przykład 1:

Mikroprzełącznik podłączony jest do modułu slave numer 3 przy IN4:

- znajdź adres urządzenia slave 3 (druga kolumna/drugi wiersz)
- IN4 oznacza czwarty możliwy bit z 4 bitów (bit 0 – bit 3) = bit 3 co daje adres absolutny = I 65.1

Przykład 2:

Silnik DC podłączony jest do modułu slave numer 4 przy OUT2:

- znaleźć adres urządzenia slave 2 (pierwsza kolumna/trzeci wiersz)
- OUT2 oznacza drugi możliwy bit z czterech bitów (bit 4 – bit 7) = bit 5 co daje adres absolutny = Q66.5

Przykład 3:

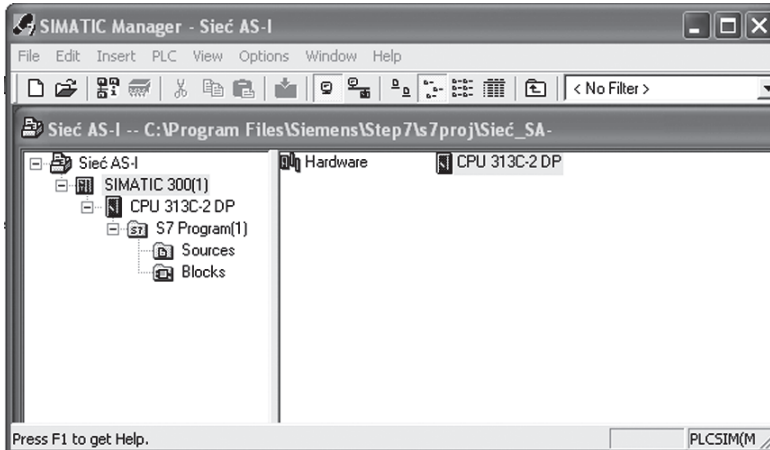
Czujnik 3-przewodowy podłączony jest do modułu slave numer 4 przy IN2:

- znaleźć adres urządzenia slave 4 (pierwsza kolumna/trzeci wiersz)
- IN2 oznacza drugi możliwy bit z czterech bitów (bit 4 – bit 7) = bit 5 co daje adres absolutny = I66.5

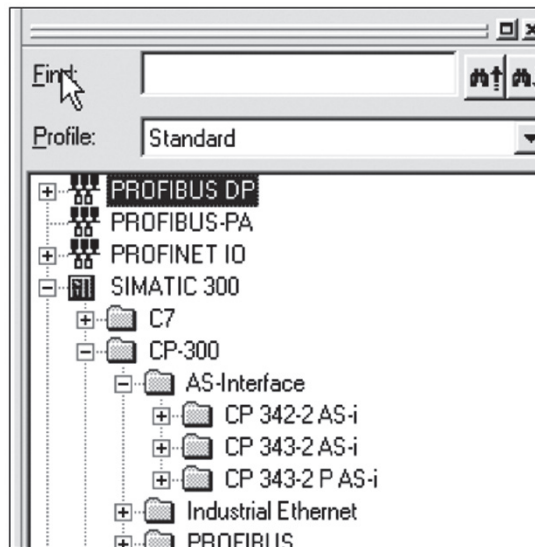


Konfigurowanie sieci AS-I

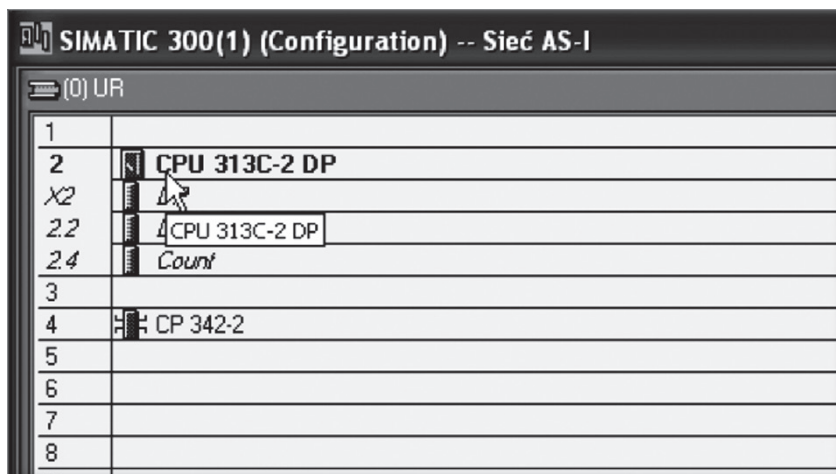
Krok 1. Korzystając z oprogramowania Simatic Manager otwieramy nowy projekt pod nazwą np. „Sieć AS-I”. Wstawiamy do projektu dowolny sterownik serii S7-300.



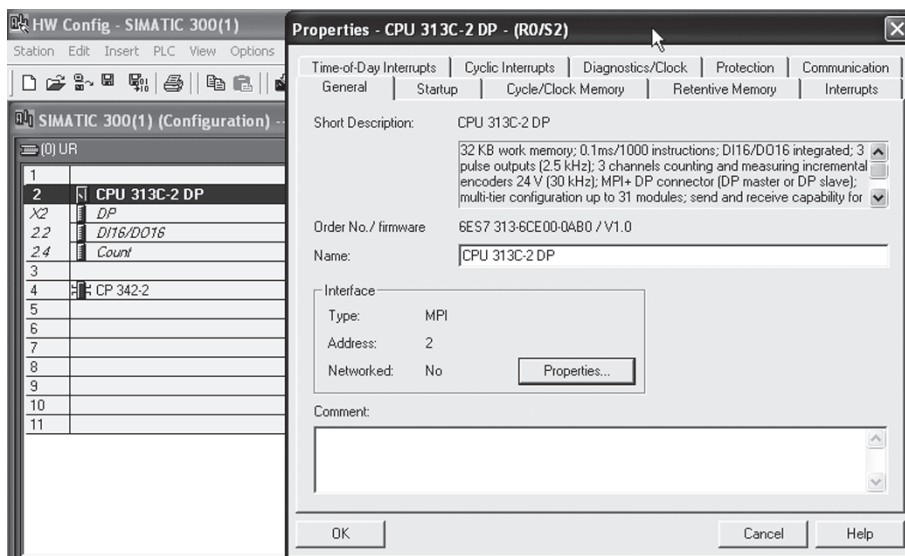
Krok 2. Do zarządzania siecią AS-I potrzebny będzie moduł CP 342-2 AS-i dostępny w bibliotece standardowej.



Krok 3. Umieszczamy moduł na pierwszym wolnym i możliwym slotcie.



Krok 4. Pozostaje jeszcze tylko zmienić ustawienia komunikacji poprzez kabel MPI poprzez dwukrotne kliknięcie na linii CPU 313 i uruchomienie zakładki **Properties**.





Sieć PROFIBUS

Przesyłanie danych i praca sieci polowych opiera się o tzw. model ISO/OSI wspólny dla wszystkich rozwiązań sieciowych. Składa się on z siedmiu warstw, z których każda odpowiada za inny wycinek sieciowego przesyłania danych. Zajmiemy się tylko tymi elementami, które są wykorzystywane w opisywanych rozwiązaniach.

W modelu ISO/OSI warstwa 1 definiuje “fizycznie” sposoby transmisji danych zarówno pod kątem elektrycznym, jak i mechanicznym. Włączając w to typ kodowania i zastosowany standard transmisyjny (RS485). Warstwa 1 nazywana jest warstwą fizyczną. PROFIBUS określa różne wersje warstwy 1, czyli technologie transmisyjne. Wszystkie wersje bazują na międzynarodowym standardzie i są zawarte w PROFIBUS w normach IEC 61158 oraz IEC 61784.

PROFIBUS wykorzystuje tylko warstwy 1, 2 oraz 7.

Nadajnik	Odbiornik	Opis i zastosowanie danej warstwy	
7	7	Warstwa aplikacji	Interfejs dla programów aplikacyjnych poprzez komendy - read, write
6	6	Warstwa prezentacji	Reprezentacja (kodowanie) danych dla analizy i interpretacji w następnej warstwie
5	5	Warstwa sesji	Tworzenie oraz anulowanie chwilowego połączenia stacji; synchronizacja procesu komunikacji
4	4	Warstwa transportu	Kontrola transmisji danych dla warstwy 5 (błąd przesyłania, błąd w paczce danych)
3	3	Warstwa sieci	Tworzenie oraz anulowanie połączenia, unikanie kolizji w sieci
2	2	Warstwa danych	Opisuje protokół dostępu do sieci (Medium Access Control, MAC) oraz zabezpieczenie danych
1	1	Warstwa fizyczna	Definiuje medium (hardware), kodowanie i prędkość transmisji danych

Medium transmisji

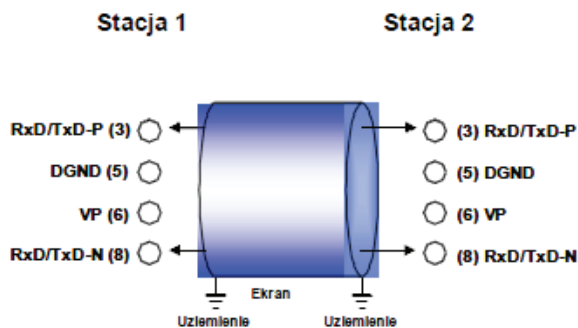
Technologia transmisji RS485 zasadniczo jest bardzo prosta i stosunkowo tania. Najczęściej stosowana jest dla zadań, które wymagają dużej prędkości transmisji przesyłanych danych. Orientacyjne parametry opisano poniżej.

Prędkość transmisji [KBit/s]	Maksymalna odległość [m]
9.6; 19.2; 45.45; 93.75	1200
187.5	1000
500	400
1500	200
3000; 6000; 12000	100

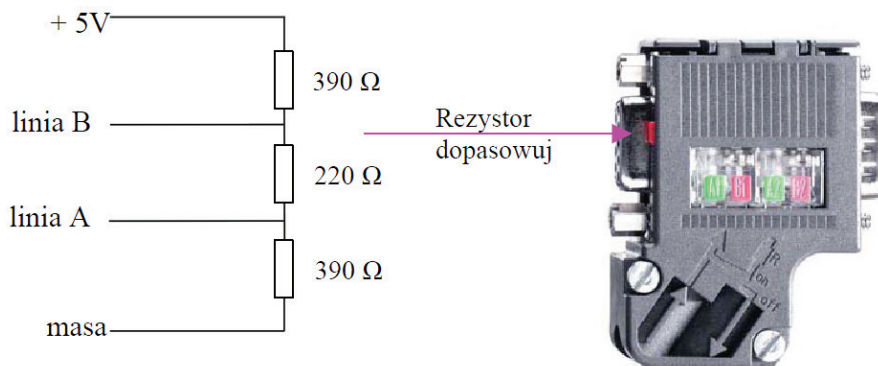
Wartości te odnoszą się dla kabla typu A z parametrami:

Impedancja	135 to 165 Ω
Pojemność	≤ 30 pf/m
Rezystancja	≤ 110 Ω /km
Średnica drutu	> 0.64 mm
Przekrój rdzenia	> 0.34 mm ²

Jako kable transmisyjne wykorzystuje się dwużyłowe ekranowane przewody miedziane. Technologia RS485 jest prosta w użyciu. Nie wymaga dużej wiedzy w celu zainstalowania przewodu. Struktura sieci pozwala na dołączanie i rozłączanie stacji lub uruchamianie następnych segmentów sieci.



Ważną rzeczą jest aby zapewnić poprawną transmisję danych konieczne jest dopasowanie sieci PROFIBUS w celu uniknięcia zakłóceń stosując rezystory zamykające magistralę. Dla sieci PROFIBUS RS 485 (kabel miedziany) dopasowanie linii stanowią trzy rezystory, jak podano na rysunku poniżej.



Dopasowanie linii może być dostępne w różnej formie

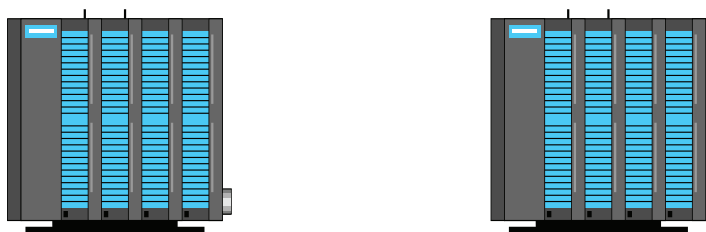
- jako terminator wbudowany we wtyczce (patrz rysunek powyżej)
- jako układ terminujący wbudowany w samym urządzeniu PROFIBUS

Rezystor zamykający linię (terminator), który wbudowano w stacjach PROFIBUS lub we wtyczkach PROFIBUS bardzo często można załączać (ON) lub wyłączać (OFF). Może to spowodować, że w segmencie sieci PROFIBUS będzie załączonych zbyt dużo rezystorów terminujących. Należy pamiętać o tym aby segment PROFIBUS był rezystory terminujące załączone były tylko na końcach segmentu i nigdzie więcej.

Każdy dodatkowy rezystor segmentu może prowadzić do zakłóceń sygnału PROFIBUS i do złej pracy sieci. We wtyczkach 9-pin Sub-D przełącznik posiada dodatkowo drugą funkcję izolacji “wychodzącego” kabla ze wtyczki. Należy użyć wejścia dla kabla “wchodzącego” – strzałka na wtyczce do środka - na końcu segmentu PROFIBUS. W takim wypadku tylko jeden kabel PROFIBUS jest podłączony, a rezystor terminujący jest załączony (ON). Jeżeli użyto niewłaściwe wejście we wtyczce wtedy stacja PROFIBUS i dopasowanie linii nie będą podpięte właściwie do segmentu.

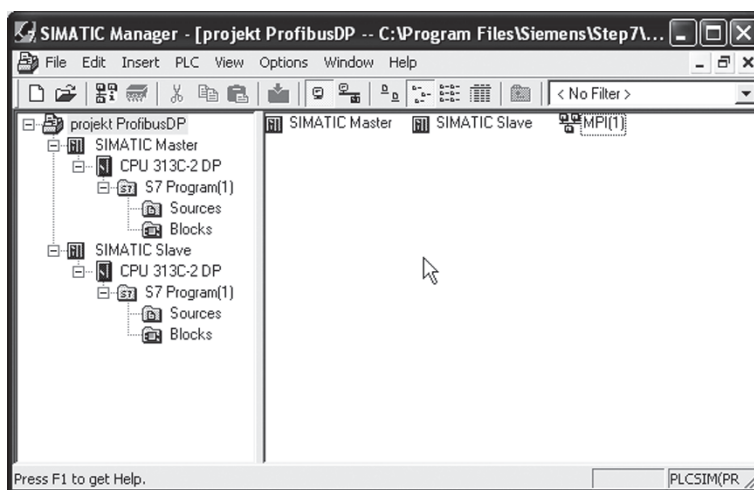
Konfigurowanie sieci Profibus-DP.

Spróbujmy zbudować sieć i nawiązać połączenie pomiędzy dwoma sterownikami S7-300 korzystając z sieci polowej połączenia zrealizowanego przy pomocy sieci Profibus-DP.



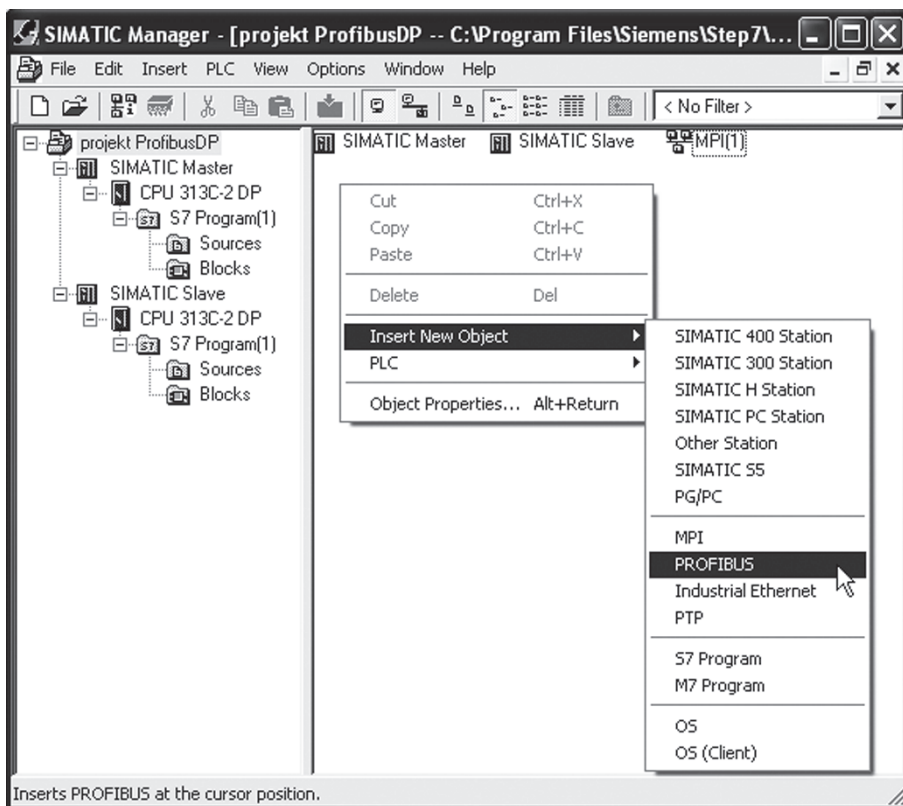
Krok 1. Stworzenie projektu zawierającego dwa sterowniki PLC

Otwórz nowy projekt w programie Simatic Manager i wybierz sterownik z oznaczeniem DP w opisie procesora np. CPU 313C-2 DP jak na rysunku poniżej. Projekt winien zawierać dwa sterowniki. Dla wygody i porządku do jednej stacji dodajemy słowo Master, do drugiej Slave. Efekt pokazuje poniższy rysunek.

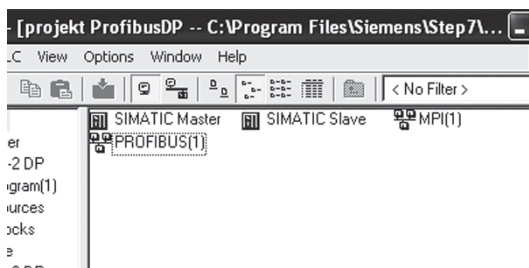


Krok 2. Wstawienie połączenia typu Profibus do projektu

Umieść kursor myszy na wolnej przestrzeni prawego okna pod nazwami stacji. Pod prawym przyciskiem myszy pojawi się menu rozwijane jak na rysunku poniżej. Wybierz pole **PROFIBUS** i zatwierdź.



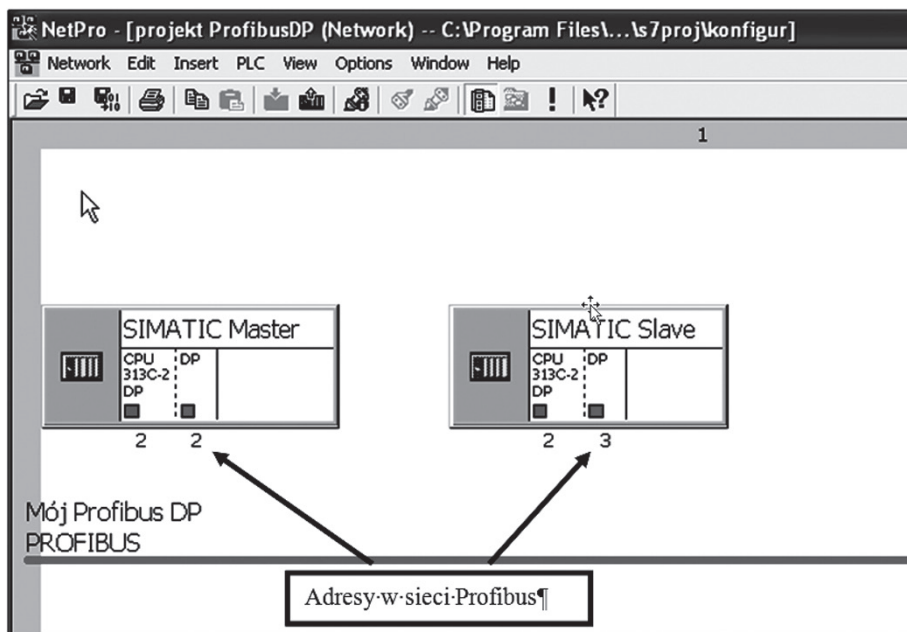
Pojawi się nowy element o domyślnej nazwie **PROFIBUS(1)** realizujący połączenie w naszej budowanej sieci. Aby lepiej zobrazować to połączenie zmienimy jej nazwę na np. „Mój Profibus DP”.



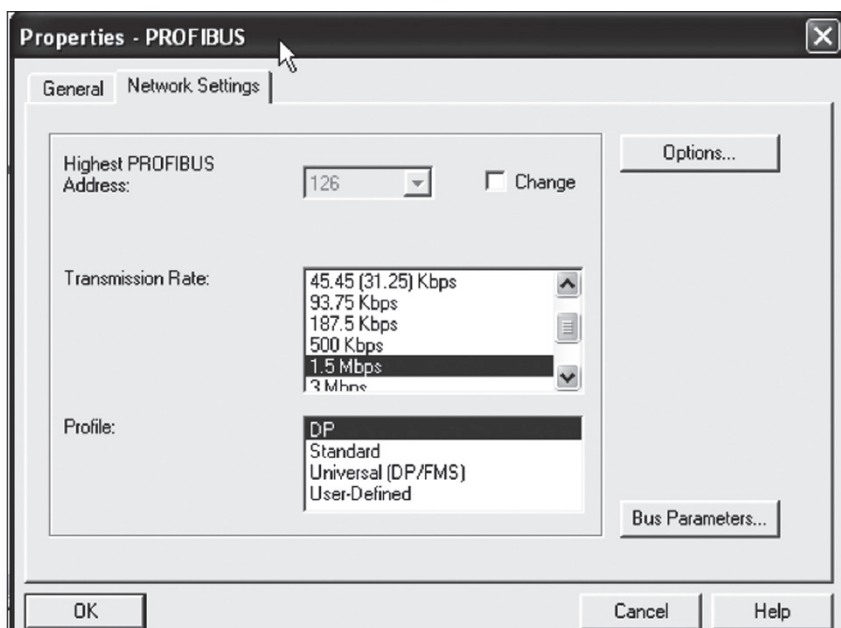
Krok 3. Konfigurowanie połączenia

Klikając prawym przyciskiem myszy na obiekcie „Mój Profibus DP” otwiera się okno oprogramowania konfigurowania sieci. Na rysunku widać jak system przydzielił sterownikom adresy 2 i 3. W przypadku małej ilości sterowników istnieje nie wielka szansa powtórzenia adresu sieciowego. Gdyby jednak tak się

stało, system wychyci taki błąd podczas próby zapisania ustawień.



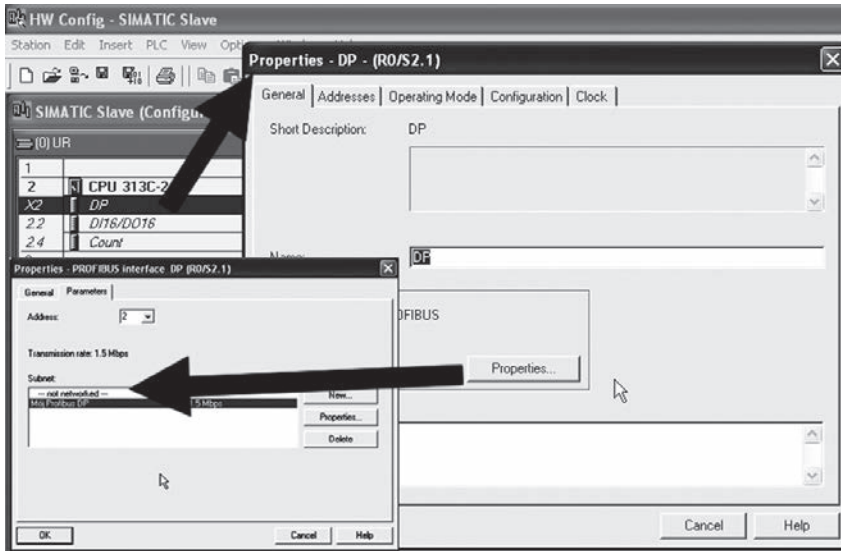
Najechanie na różową linię ilustrująca połączenie i kliknięcie na niej dwa razy otwiera okno „**Properties**” (właściwości). W zakładce „**Network Settings**” istnieje możliwość skonfigurowania szybkości przesyłania danych w polu „**Transmission Rate**”.



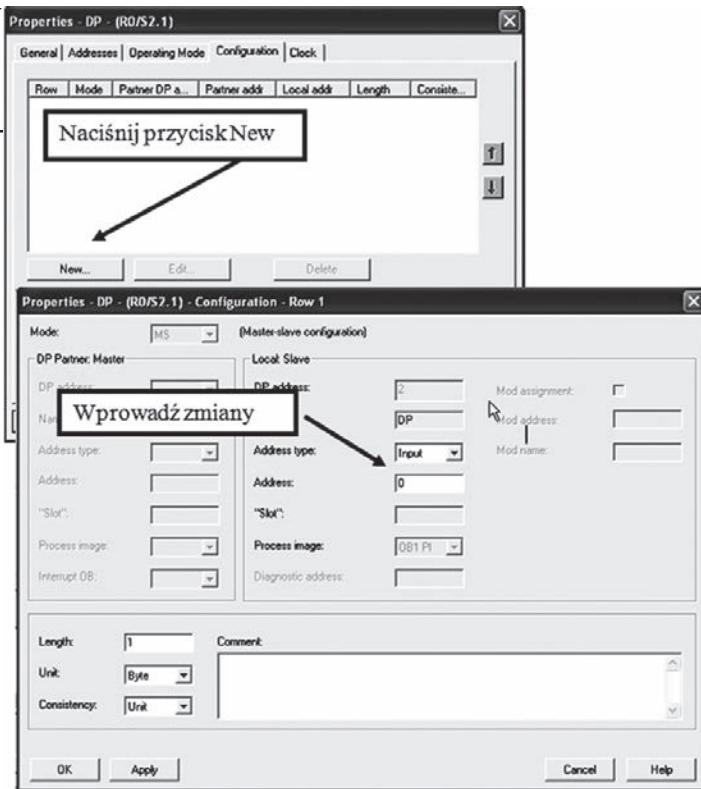


Krok 4. Podłączenie sterownika Slave do sieci

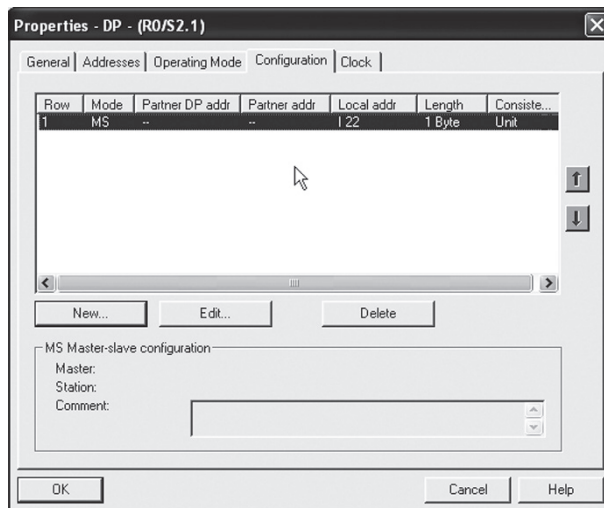
Po zapisaniu wszystkich zmian (system wygeneruje okno z informacją o błędach, które po prostu należy zamknąć) otwieramy okno „**Properties DP**” klikając dwukrotnie lewym przyciskiem myszy. W zakładce „**General**→**Properties**→**Sub-net**” wskazujemy na podłączenie do sieci „**Mój Profibus DP**” i potwierdzamy przyciskiem **OK**.



Następnie wybieramy zakładkę „**Configuration**” (konfigurowanie). W polu „**Local Slave**” rozwijamy pole wyboru „**Adres Type**” (typ adresu) i wybieramy „**Input**” (wejście). Zakładamy w tym miejscu, że nasz sterownik PLC będzie otrzymywał sygnały sterujące od sterownika typu Master. Zmienimy jeszcze adres w polu „**Address**” na 22, aby lepiej było widać co robimy.

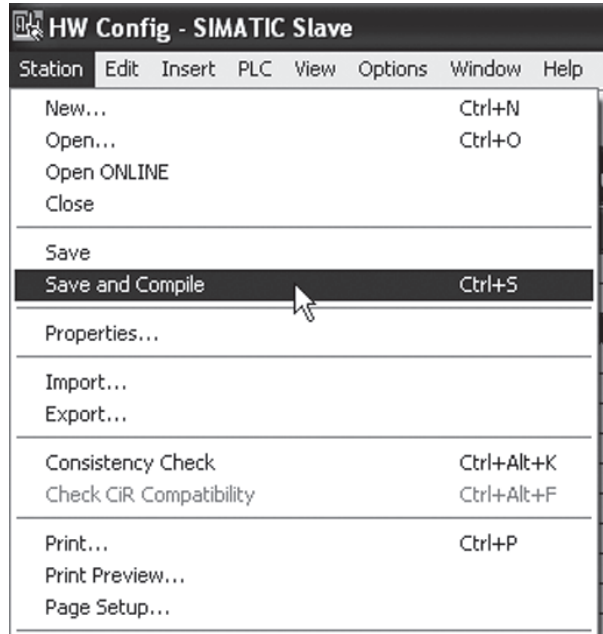


Zatwierdź zmiany przyciskiem „**Apply**”. Przenoszą się one do okna właściwości ustawień połączenia „**Properties DP**”. Widać wyraźnie adres **I 22**, o długości jednego bajta, jako lokalny obszar pamięci do współpracy ze sterownikiem Master, natomiast jeszcze nigdzie nie widać skąd wygnąły będą płynąć.



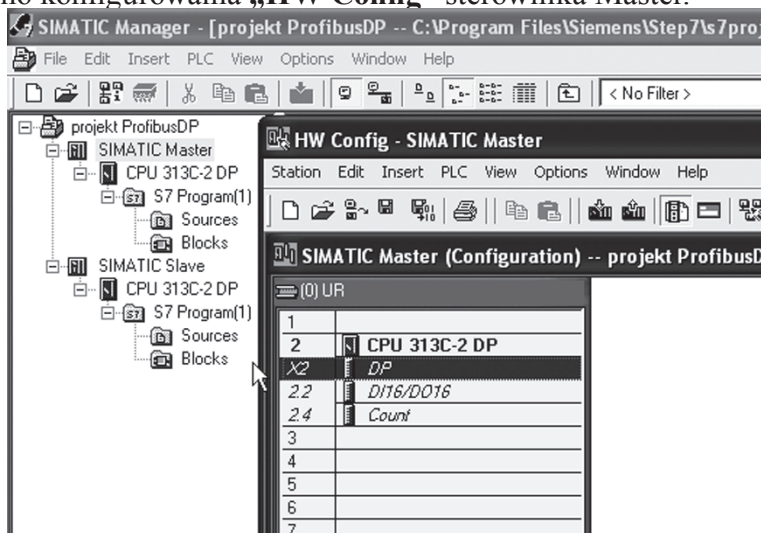


Po zatwierdzeniu przyciskiem **OK**, należy zapisać i skompilować zmiany – polecenie „**Save and Compile**” w zakładce „**Station**” (rysunek poniżej).

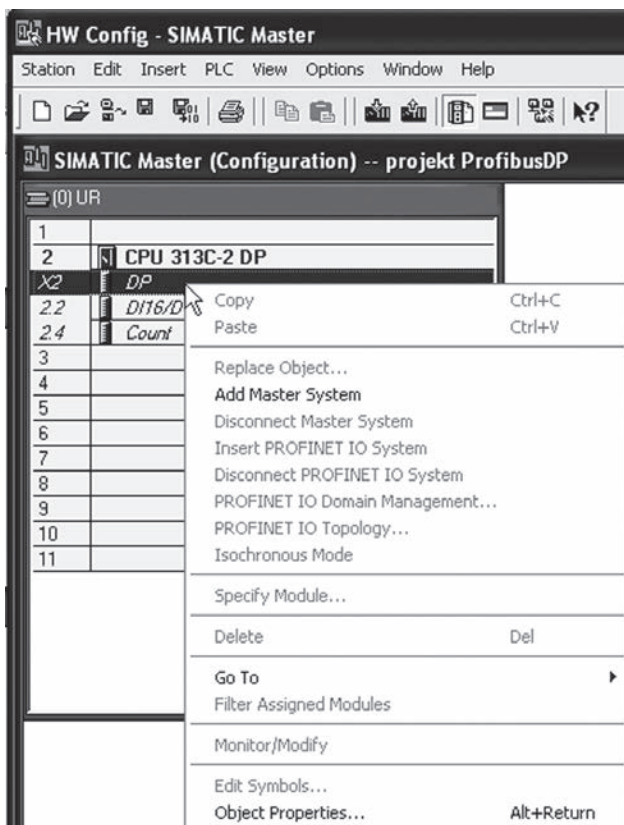


Krok 5. Podłączenie sterownika Master do sieci

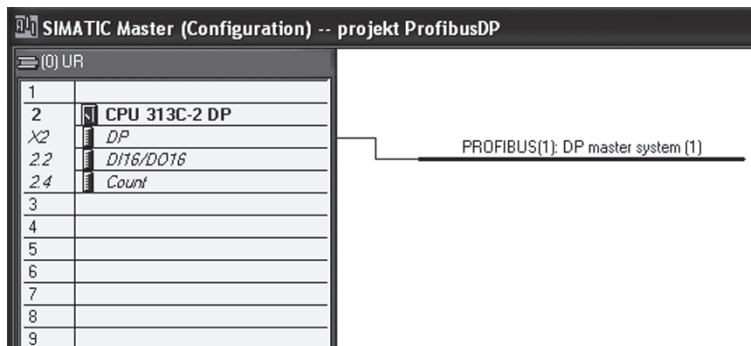
Otwórz okno konfigurowania „**HW Config**” sterownika Master.



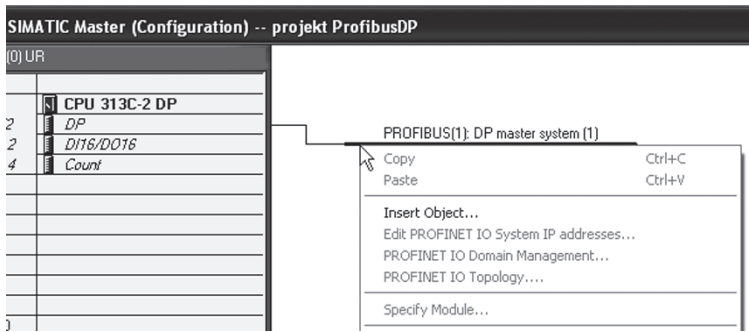
Utwórz połączenie typu Master rozwijając prawym przyciskiem myszy menu na slotie z modulem DP



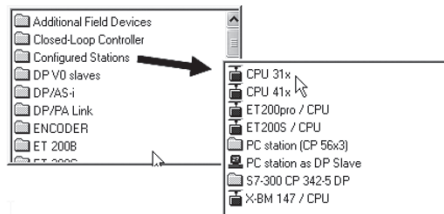
Pojawi się dodatkowa linia ilustrująca poprawnie nawiązane połączenie.



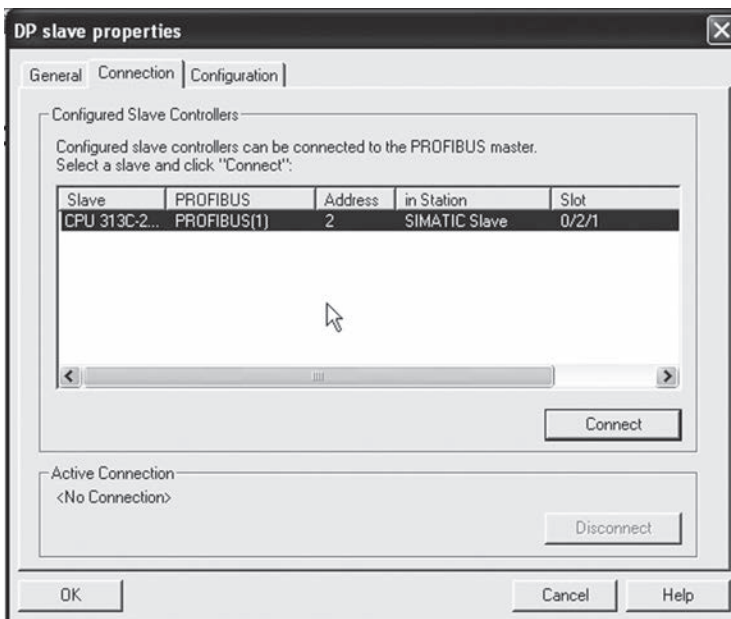
Rozwiń menu na właściwościach połączenia i wybierz zakładkę „**Insetr Object**”.



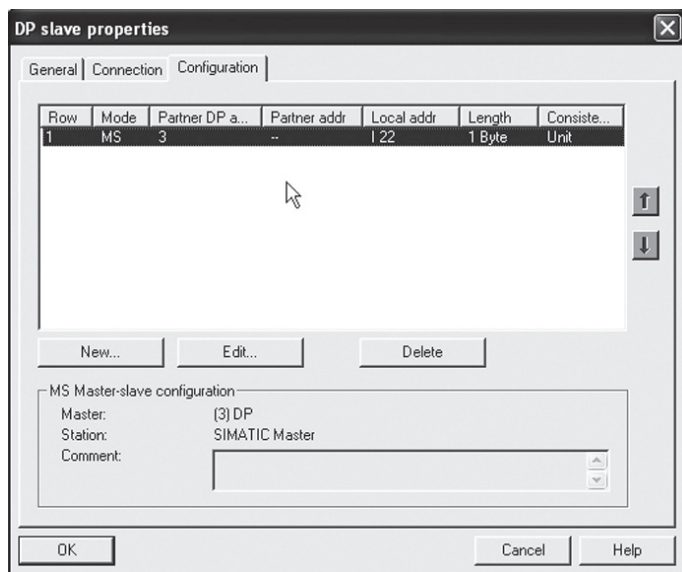
Po rozwinięciu wybierz „**Configured Stations**”, następnie „**CPU 31x**” ponieważ stacja Slave jest typu CPU 313.



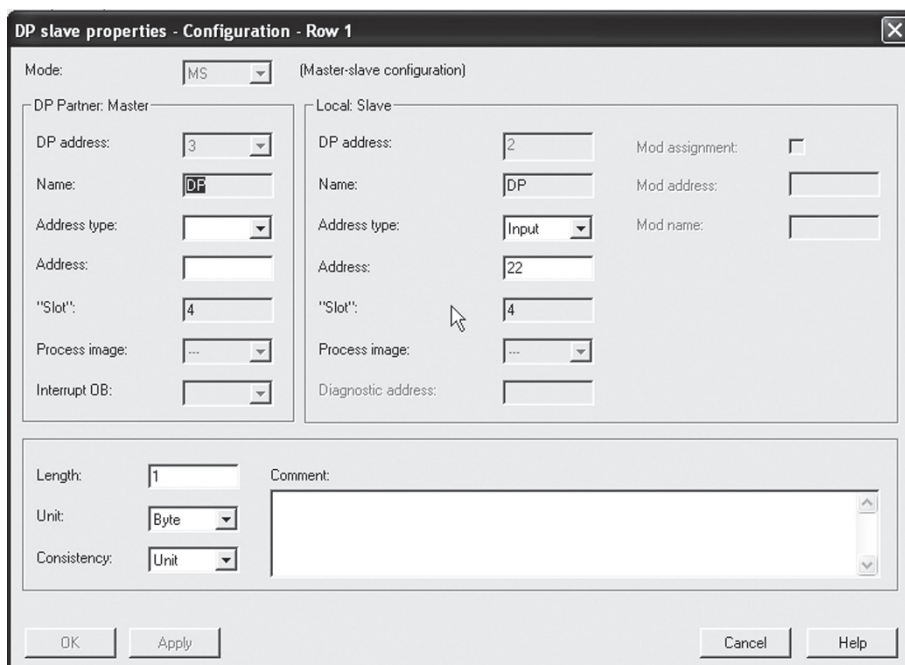
Pojawiają się dostępne stacje w następnym oknie. W naszym przypadku jest tylko jedna. Wybór stacji potwierdzamy przyciskiem „**Connect**” (połączenie).



Następnie wybierz zakładkę „**Configuration**” oraz naciśnij przycisk „**Edit..**”.



Otwiera się okno właściwości połączenia, które pojawiło się już w konfigurowaniu wejścia I22 sterownika Slave. Wtedy lewa strona okna „DP Partner Master” była niezapełniona i nieaktywna.



Teraz ustawiamy brakujące wyjścia generujące sygnały dla stacji Slave. W polu „Adres Type” z menu rozwijanego wybierz „Output” i adres wyjścia np. 22.

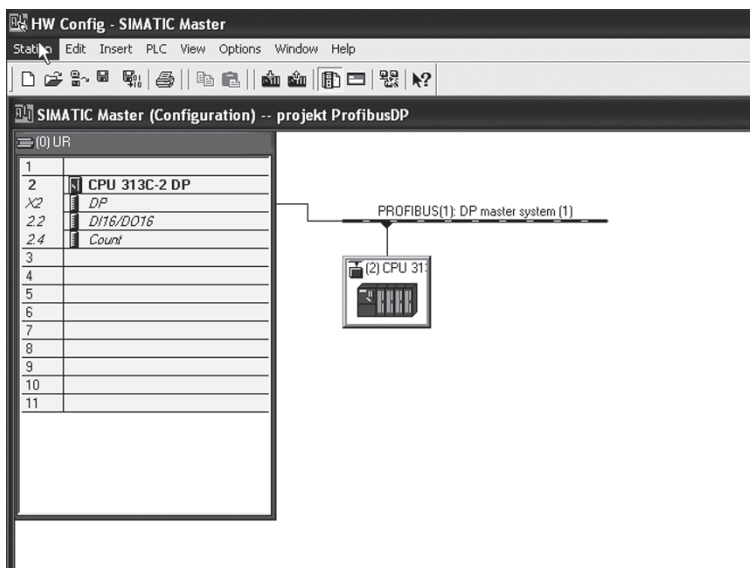


DP slave properties - Configuration - Row 1

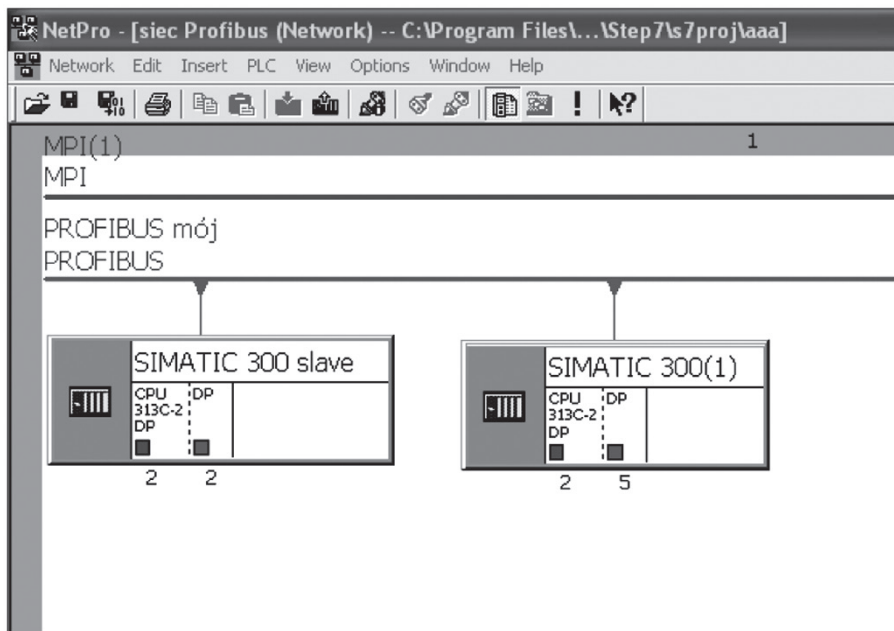
Mode: (Master-slave configuration)

DP Partner: Master	Local: Slave
DP address: <input type="text" value="3"/>	DP address: <input type="text" value="2"/>
Name: <input type="text" value="DP"/>	Name: <input type="text" value="DP"/>
Address type: <input type="text" value="Output"/>	Address type: <input type="text" value="Input"/>
Address: <input type="text" value="22"/>	Address: <input type="text" value="22"/>
"Slot": <input type="text" value="4"/>	"Slot": <input type="text" value="4"/>
Process image: <input type="text" value="..."/>	Process image: <input type="text" value="..."/>
Interrupt DB: <input type="text" value=""/>	Diagnostic address: <input type="text" value=""/>

Zatwierdź ustawienia przyciskiem „**Applay**” i potwierdź wyjście przyciskiem **OK**. Poprawne skonfigurowanie i skompilowanie ustawień skutkuje brakiem okien powiadamiających o błędach. Ikona przedstawiająca stację Slave i połączenie powinny wyglądać jak na rysunku poniżej.



Poprawie skonfigurowane połączenie powinno wyglądać jak na rysunku poniżej - sterowniki są połączone z linią oznaczającą symbolicznie połączenie sieciowe.

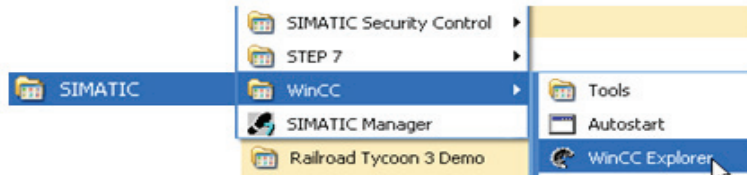




3. WIZUALIZACJA PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH.

Uruchomienie oprogramowania WinCC

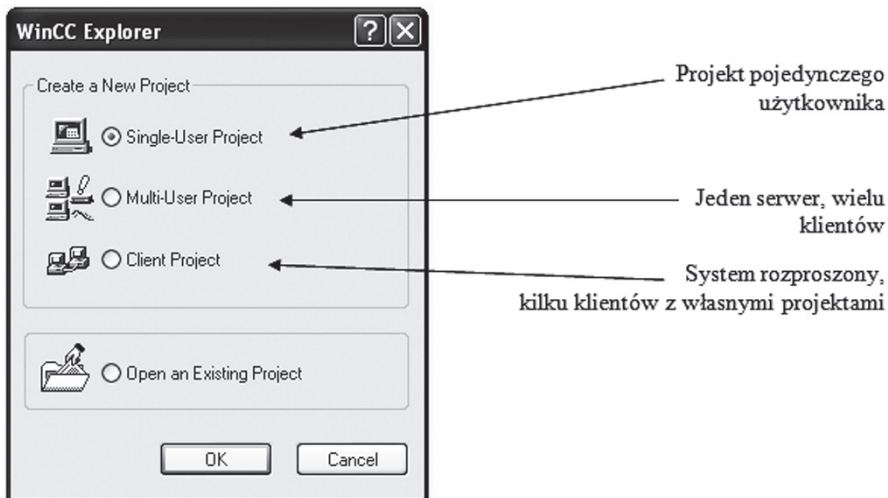
Aby uruchomić środowisko WinCC należy kliknąć na przycisku „Start” na pasku zadań Windows. Następnie wybrać SIMATIC à WinCC à WinCC Eksplorator (ilustracja poniżej).



Rys.1. Uruchomienie oprogramowania WinCC

Utworzenie nowego projektu WinCC

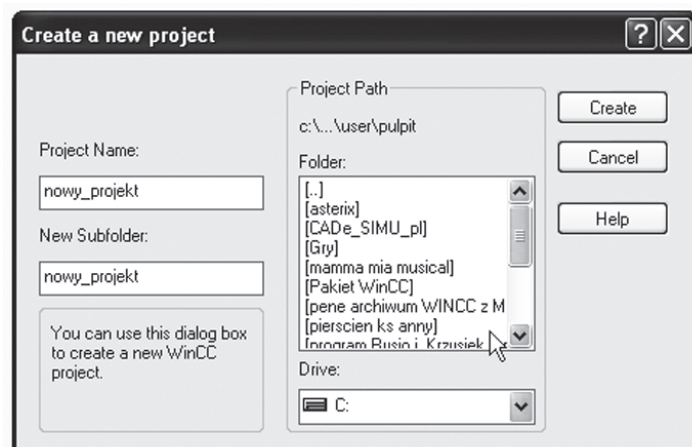
Przy pierwszym uruchomieniu WinCC otwarte zostanie okienko dialogowe, które udostępnia wybór jednej z trzech możliwości:



Utworzenie projektu o nazwie „nowy_projekt”

Należy wybrać opcję „Single-User project” i potwierdzić wybór przy pomocy przycisku „OK”. Jako nazwę projektu wprowadzić np. „nowy_projekt” i wybrać

ścieżkę dostępu do zapisania plików. Można również wprowadzić w tym miejscu własną nazwę podkatalogu. Domyślnie jako nazwa podkatalogu przyjęta zostanie nazwa projektu.

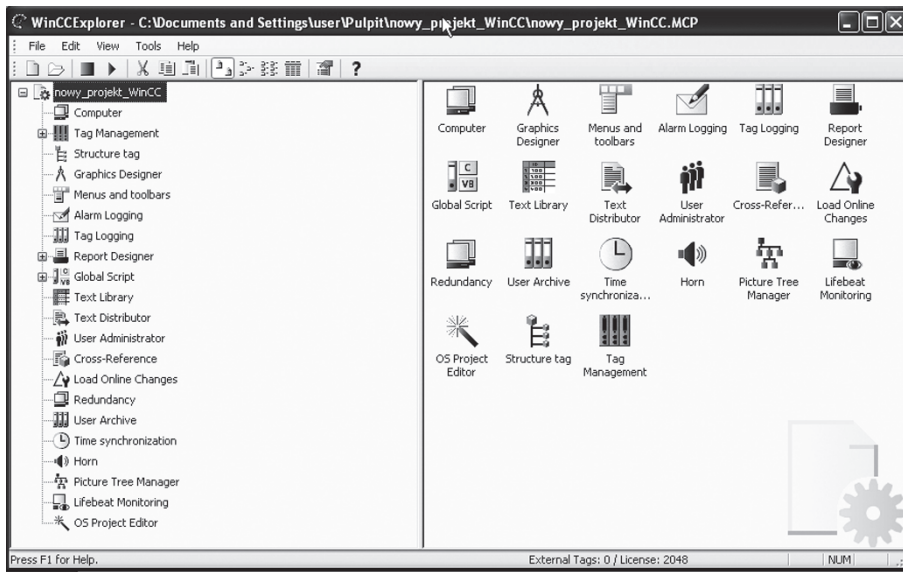


Rys.2. Nadanie nazwy i lokalizacja projektu.


Przy otwieraniu już istniejącego projektu wyświetlone zostanie okienko „Open”, przy pomocy którego należy wyszukać odpowiedni plik z rozszerzeniem „mcp” (Master Control Program).

Przy następnym uruchomieniu WinCC automatycznie zostanie otwarty projekt, który był przetwarzany jako ostatni. Jeśli projekt ten przy zakończeniu pracy WinCC był aktywny, to zostanie on otwarty również w stanie aktywnym.

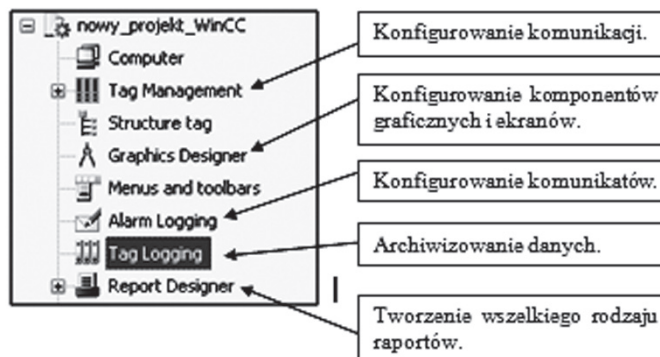
Główne okno programu WinCC Control Center przedstawiony został na ilustracji poniżej (faktyczny wygląd okienka dialogowego może wyglądać odmiennie w zależności od wyboru narzędzia po stronie lewej).



Rys.3. Okno dialogowe WinCC Control Center

W lewej części okienka widoczny jest pień drzewa hierarchicznego, które udostępnia narzędzia używane w poszczególnych krokach projektowania. Ukryte elementy drzewa oznaczone są ikoną . Aby je rozwinąć i wyświetlić ich zawartość wystarczy kliknąć lewym przyciskiem myszy na tym elemencie.

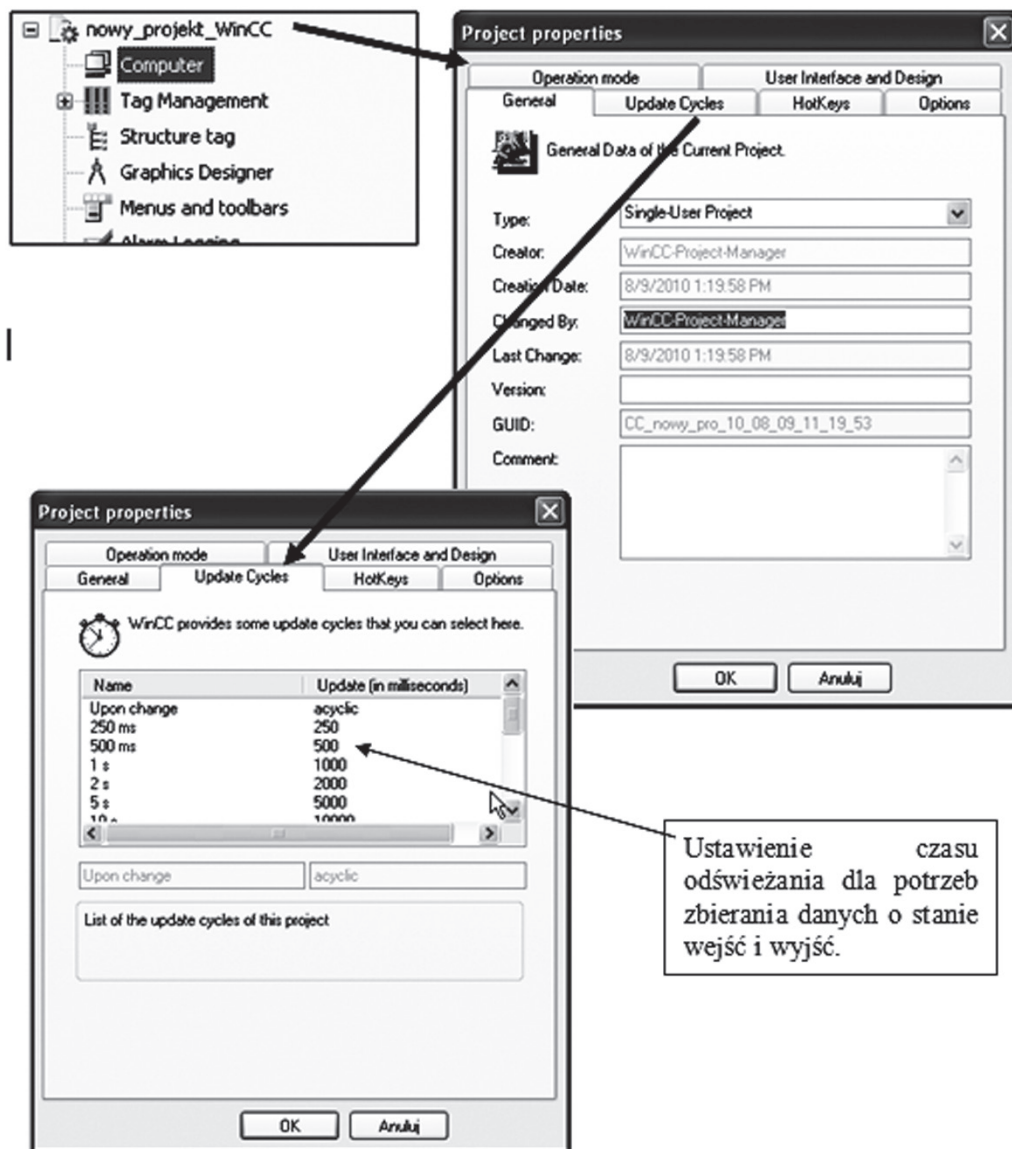
Poniżej opisano ważniejsze narzędzia zaimplementowane w pakiecie WinCC.



W lewej części okna kliknąć na napisie „Computer”. W prawej części okna powinien zostać wyświetlony serwer wraz z nazwą komputera. Kliknąć prawym przyciskiem myszy na tym komputerze i z menu kontekstowego wybrać polecenie „Properties” (właściwości). W następującym okienku dialogowym można ustalić właściwości WinCC Runtime, tzn. informacje o tym jakie programy mają być uruchamiane, jaki język ma być wykorzystywany, jakie przyciski mają być nieak-

tywne, jak również właściwości grafiki.

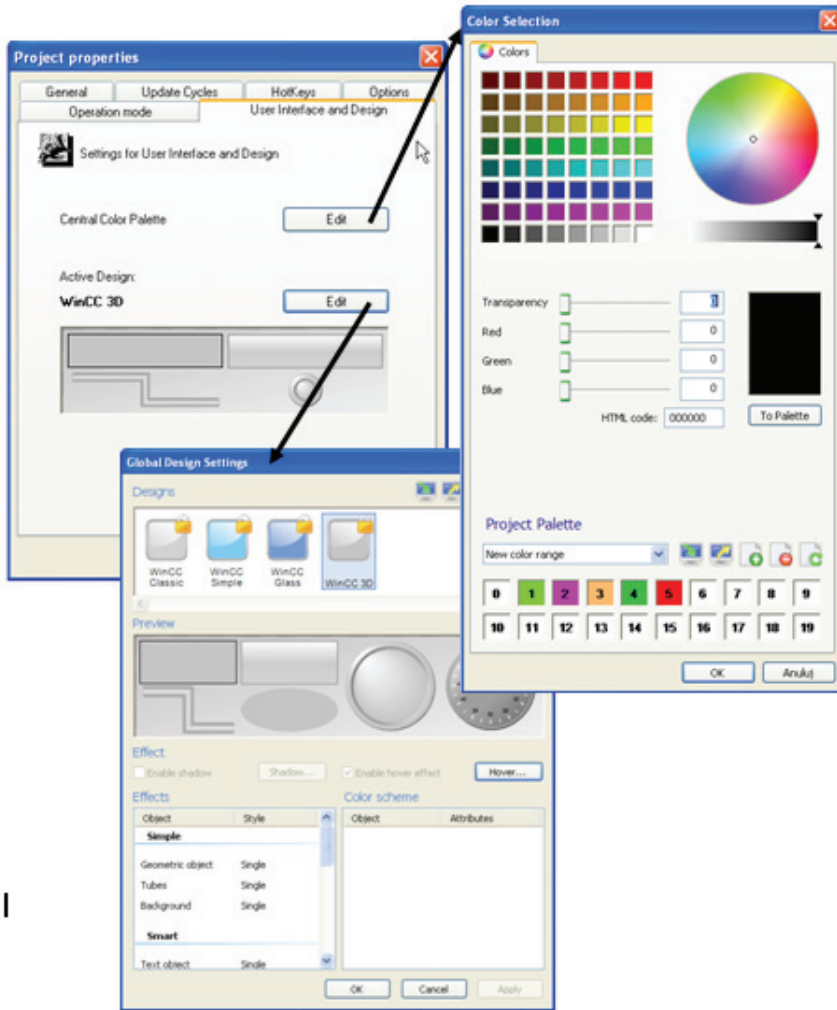
Na rysunku poniżej przedstawiono sposób ustawienia odświeżania zmiennych czyli aktualizowania ich wartości.



Rys.4. Ustawienie czasu odświeżania wartości zmiennych.



Następnie ustawmy wygląd interfejsu użytkownika i paletę barw z jakiej będziemy korzystać.



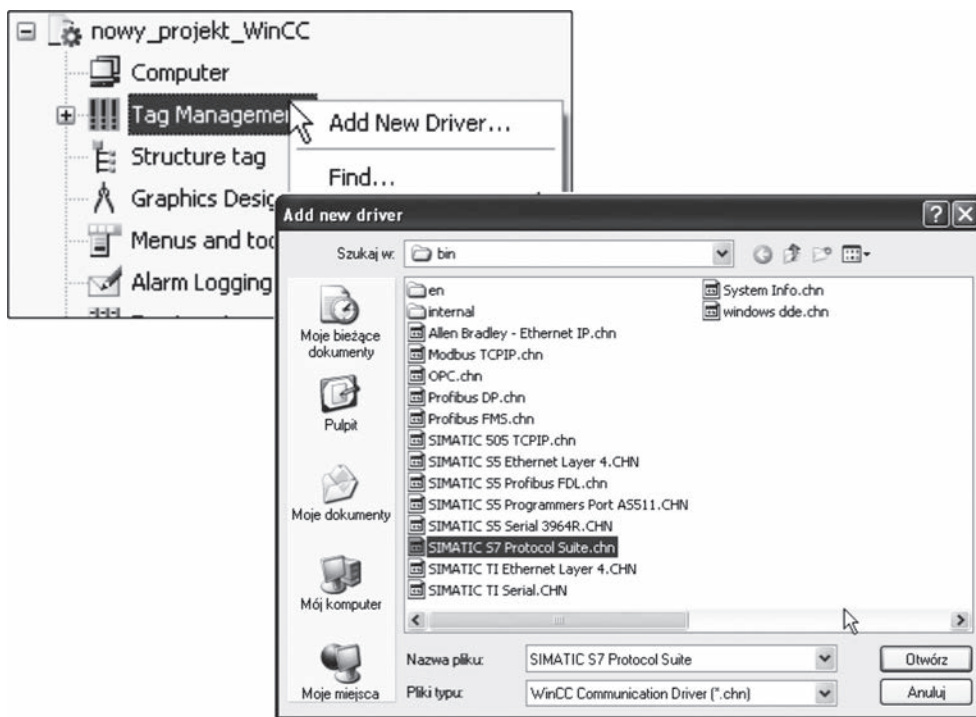
Rys.5. Ustawienie wyglądu i zakresu kolorów dla obiektów graficznych projekcie.

Dodawanie sterowników PLC

Pierwszym krokiem jaki musimy zrobić będzie nawiązanie komunikacji pomiędzy serwerem WinCC a sterownikiem PLC użytym w projekcie. Skonfigurujemy połączenie przy pomocy kabla MPI łącząc aplikację z wirtualnym sterownikiem zaimplementowanym w module S7-PLSIM oprogramowania Simatic Manager do obsługi sterowników S7-300 Siemens.

W tym celu na zakładce Tag Manager, naciskając prawy przycisk, myszy dodajemy nowy Driver w celu połączenia obiektów.

Aby dodać sterownik PLC należy kliknąć na zakładce „Tag Management” (zarządzanie zmiennymi), używając prawego przycisku myszy. Następnie z menu kontekstowego należy wybrać napis „Add new Driver” (dodaj nowy sterownik) (zobacz ilustracja poniżej).



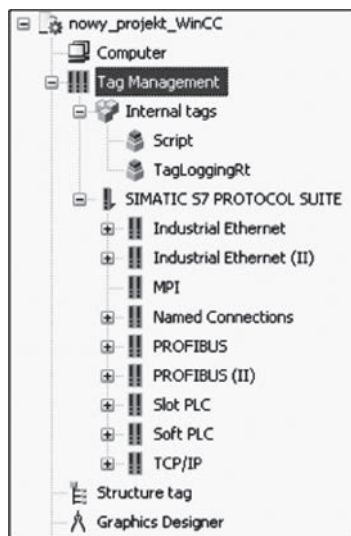
Rys.6. Dodawanie sterownika do projektu

W okienku dialogowym „Add new Driver” należy wybrać jeden z wyświetlanych sterowników - i potwierdzić kliknąjąc na przycisku „Open” (otwórz). Wybrany sterownik zostanie wyświetlony poniżej wiersza „Tag Management”.

Aby utworzyć nowe połączenie należy kliknąć na ikonie „

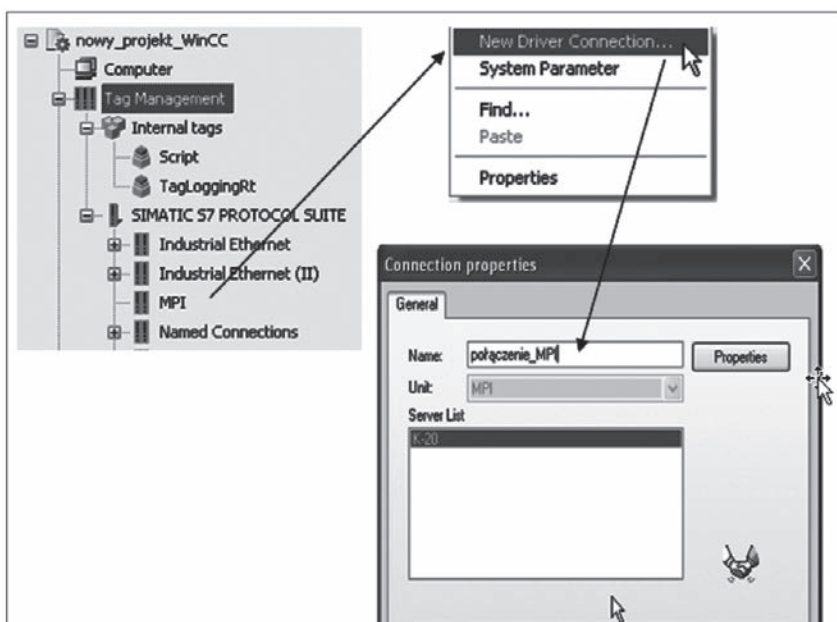


świecącym sterowniku - zostaną wtedy wyświetlone wszystkie dostępne typy połączeń do przesyłania danych



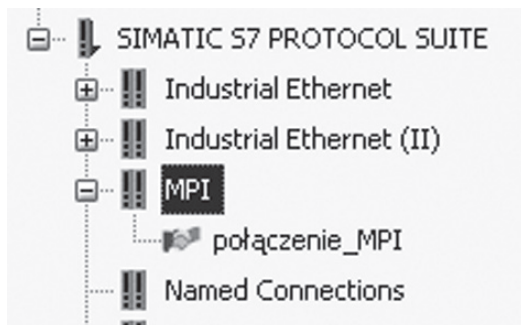
Rys.7. Dostępne typy połączeń sieciowych.

Następnie należy kliknąć prawym przyciskiem myszy na zakładce **MPI** i z menu kontekstowego wybrać polecenie "New Driver Connection" (nowe połączenie). W polu „Name” (nazwa) należy wpisać dowolną nazwę połączenia np. „połączenie_MPI”.



Rys.8. Tworzenie nowego połączenia.

Operacja powinna zakończyć się dodaniem nowego połączenia z wykorzystaniem protokołu MPI. Po rozwinięciu zakładki pojawia się nazwa połączenia wprowadzona przed chwilą. W naszym przypadku kanał komunikacyjny nazywa się „połączenie_MPI”.



Rys.9. Utworzenie nowego połączenia typu MPI.

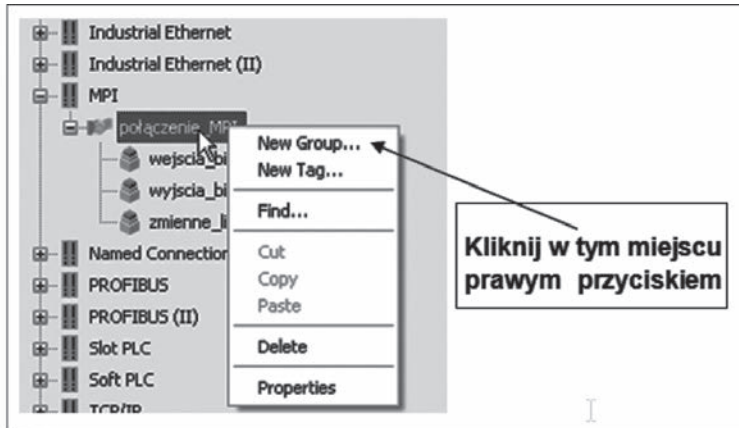
Definiowanie zmiennych procesowych.

Zmiennymi określa się miejsce w pamięci sterownika PLC, komputera lub innego podobnego urządzenia. Oprogramowanie WinCC wykorzystuje zmienne do animacji obrazów procesu - jak np. poziomu napełnienia zbiornika wodnego, zapalenia lampy kontrolnej, przełączenia przełącznika.

W wykorzystywanym przez nas projekcie Quickstart używamy jedynie zmiennych wewnętrznych. Zmienne wewnętrzne są to miejsca w pamięci używanej przez WinCC, które pełnią taką samą funkcję jak PLC. Ponieważ w projekcie wykorzystujemy tylko nazwy zmiennych, zmienne te można później łatwo skojarzyć do prawdziwej jednostki PLC. Miejsca na zmienne w pamięci PLC określa się mianem zmiennych procesu. Wszystkie zmienne można wyświetlać w grupach lub pojedynczo.

Tworzenie grupy zmiennych:

Grupy zmiennych przyporządkowane są logicznemu połączeniu PLC. Aby utworzyć nową grupę zmiennych należy prawym przyciskiem myszy kliknąć na utworzonym połączeniu PLC i z menu kontekstowego wybrać napis „**New Group**” (nowa grupa) (zobacz ilustracja poniżej).



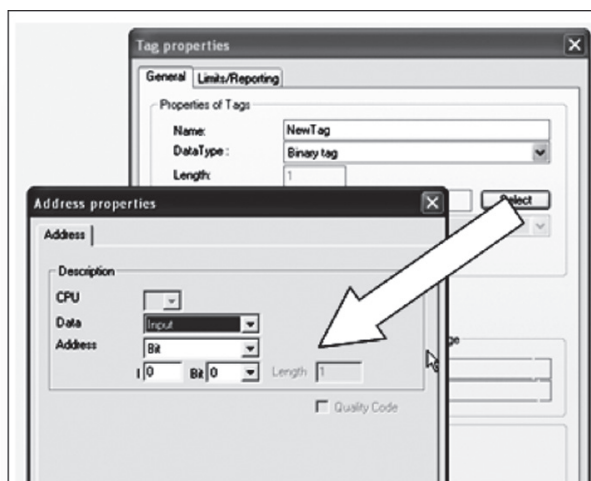
Rys.10. Tworzenie nowej grupy zmiennych.

Następnie w wyświetlonym okienku dialogowym „Properties of tag group” (właściwości grupy zmiennych) w polu „Name” (nazwa) wprowadzić nazwę grupy i kliknąć na przycisku „OK”.



Rys.11. Tworzenie nazwy nowej grupy zmiennych.

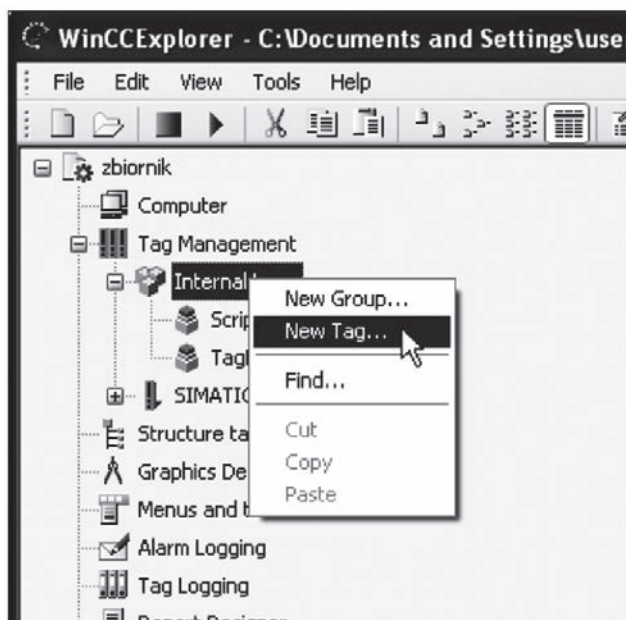
Grupa zmiennych zostanie wyświetlona przy określonym połączeniu PLC. W naszym przypadku przy połączeniu MPI Aby dodać nowe zmienne należy wybrać polecenie „New Tag” (nowa zmienna).



Rys.12. Dodawanie nowych zmiennych do grupy zmiennych

Tworzenie zmiennych wewnętrznych:

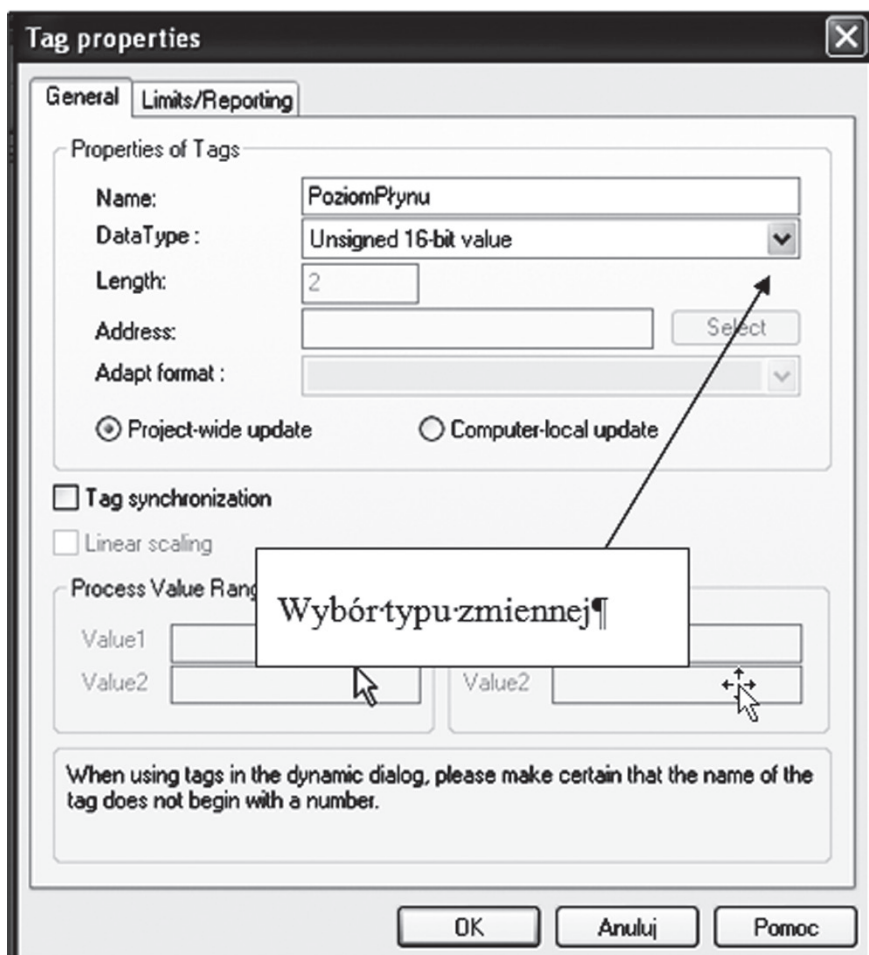
Aby utworzyć nową zmienną należy dwukrotnie kliknąć na zakładce „Tag Management” (zarządzanie zmiennymi). Następnie prawym przyciskiem myszy wybrać „Internal tags” (zmiennie wewnętrzne) i z menu kontekstowego wybrać polecenie „New Tag” (nowa zmienna) .



Rys.13. Zakładanie zmiennej wewnętrznej

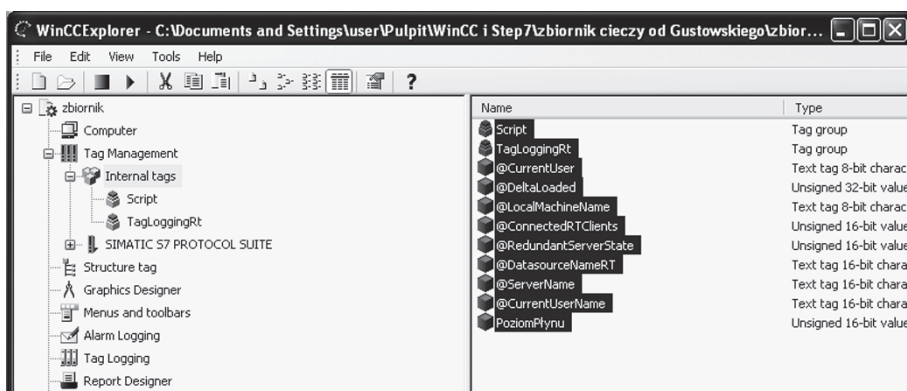


W okienku dialogowym „Tag properties” (właściwości zmiennej) wprowadzić nazwę zmiennej „PoziomPlynu” i z listy typów zmiennej wybrać zakładkę „Unsigned 16-bit value” (wartość 16bitowa bez znaku) a następnie potwierdzić wybór klikając na przycisku „OK” (ilustracja poniżej).



Rys.14. Właściwości zmiennej wewnętrznej

Wszystkie utworzone zmienne wewnętrzne wyświetlane są w prawej części okna programu WinCC Control Center.

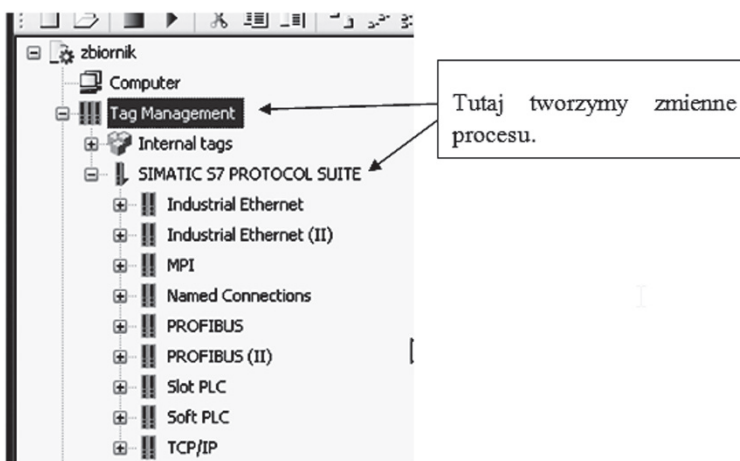


Rys.15. Lista zmiennych wewnętrznych projektu.

W ten sposób można utworzyć dowolną zmienną. W celu dodania następnych zmiennych wystarczy powtórzyć opisane wcześniej kroki. Zmienne można również korzystać z operacji kopiowania, wycinania i wklejania przy operacjach na zmiennych. Polecenia te można wybrać z menu kontekstowego, wyświetlanego po kliknięciu prawym przyciskiem myszy na wybranej zmiennej, lub przy pomocy standardowych kombinacji przycisków Microsoft (Ctrl+c = kopiowanie, Ctrl+v = wklejanie).

Tworzenie zmiennych procesu

Przed utworzeniem zmiennych procesu najpierw należy zainstalować odpowiedni sterownik i utworzyć połączenie (zobacz „Dodawanie sterowników PLC”).

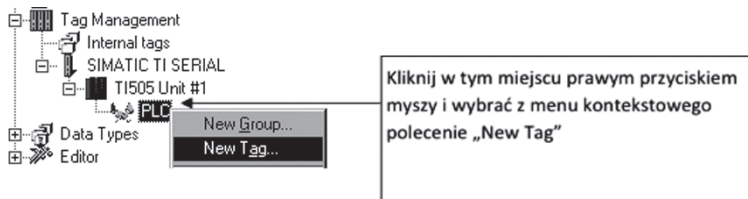


Rys.16. Miejsce tworzenia zmiennych procesu



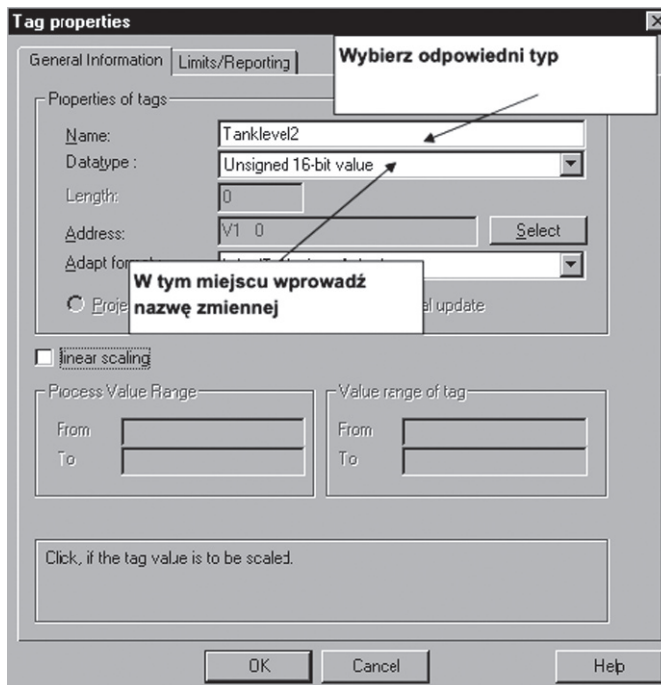
Można również skopiować już utworzone zmienne wewnętrzne i utworzyć dla nich połączenie. Należy zwrócić uwagę, że zmienne można kopiować do połączenia tylko przy pomocy poleceń kopiowania i wklejania. Zmienne nie można kopiować przy pomocy przeciągania i upuszczania.

Aby utworzyć zmienną procesu należy prawym przyciskiem myszy kliknąć na odpowiednim połączeniu i z menu kontekstowego wybrać polecenie „New Tag” (nowa zmienna).



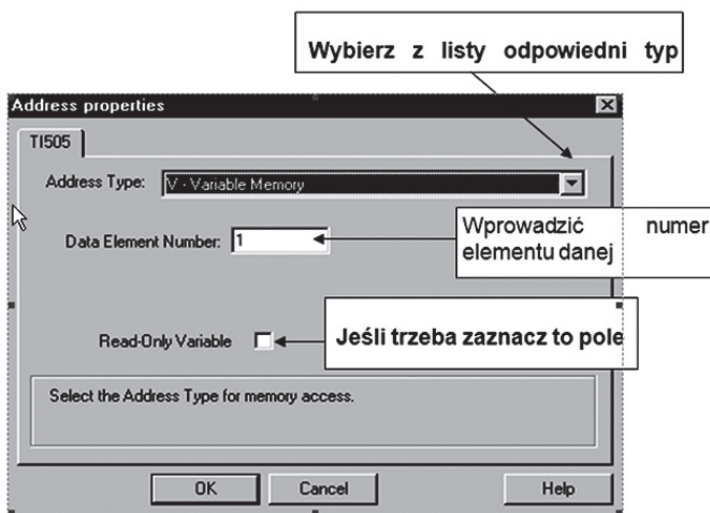
Rys.17. Zakładanie zmiennej procesu

Następnie w wyświetlonym okienku dialogowym „Tag properties” (właściwości zmiennej) wprowadzić dowolną nazwę zmiennej i listy typów danych wybrać odpowiedni typ. Dokonanie wyboru potwierdzić przyciskiem „OK”.



Rys.18. Utworzenie zmiennej procesu

Kliknąć na przycisku „Select” (znajdującym się obok pola adresowania), aby wyświetlić okienko dialogowe „Address Properties” (właściwości adresu). Następnie z listy „Address” (typ adresowania) wybrać odpowiedni typ i w polu Data Element Number (numer elementu danej) wprowadzić odpowiedni numer. Jeśli trzeba zaznaczyć pole „Read-Only Tag” (zmienna tylko do odczytu). Na koniec kliknąć na przycisku „OK” .

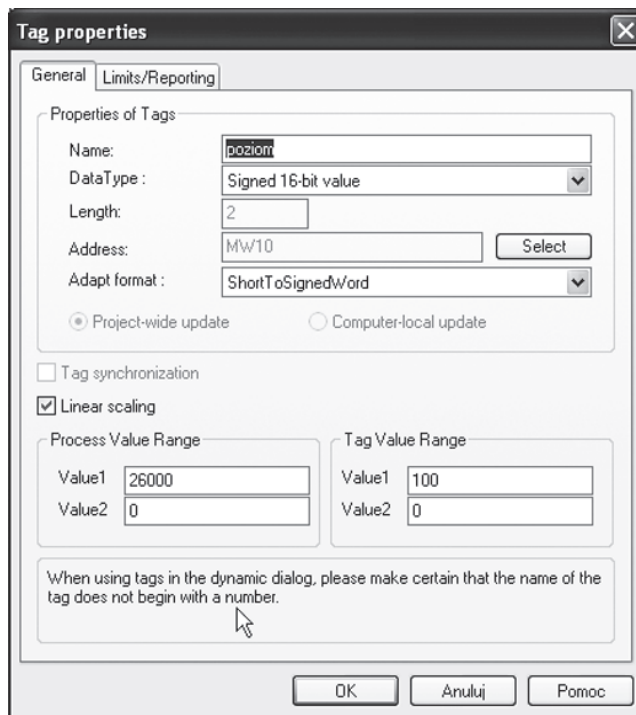


Rys.19. Okno dialogowe „Address properties ”

Skalowanie liniowe

Funkcję skalowania liniowego „linear scaling” można zastosować tylko do zmiennych procesu („zmiennych zewnętrznych”).


Utworzyć zmienną procesu, tak jak zostało to opisane powyżej i zaznaczyć pole „linear scaling” w okienku dialogowym „Tag properties”. Zostaną wtedy uaktywnione pola „Process Value Range” (zbiór wartości procesu) i „Tag Value Range” (zbiór wartości zmiennej). Wprowadzić w wymienionych polach odpowiednie zakresy (np. zbiór wartości procesu „From” (od): -20 „To” (do): 20 mA, a zbiór wartości zmiennej „From”: 0 „To”: 100). Po dokonaniu wyboru kliknąć na przycisku „OK” (rysunek poniżej).

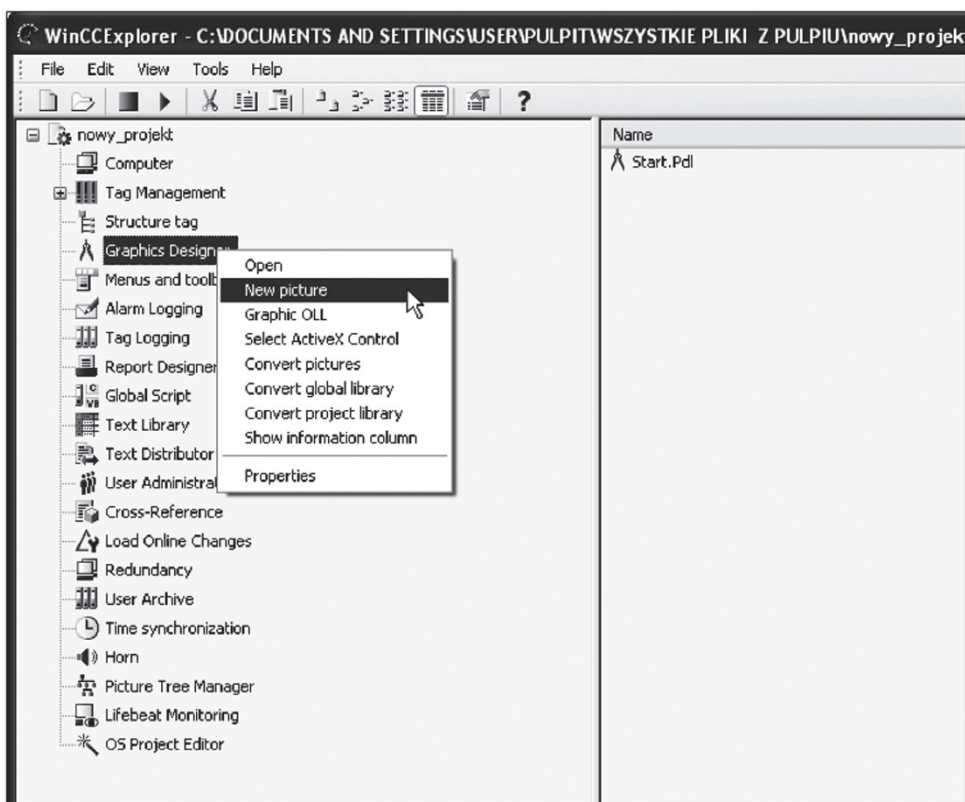


Rys.20. Ustawianie parametrów funkcji skalowania liniowego

Tworzenie ekranów z obrazami procesów

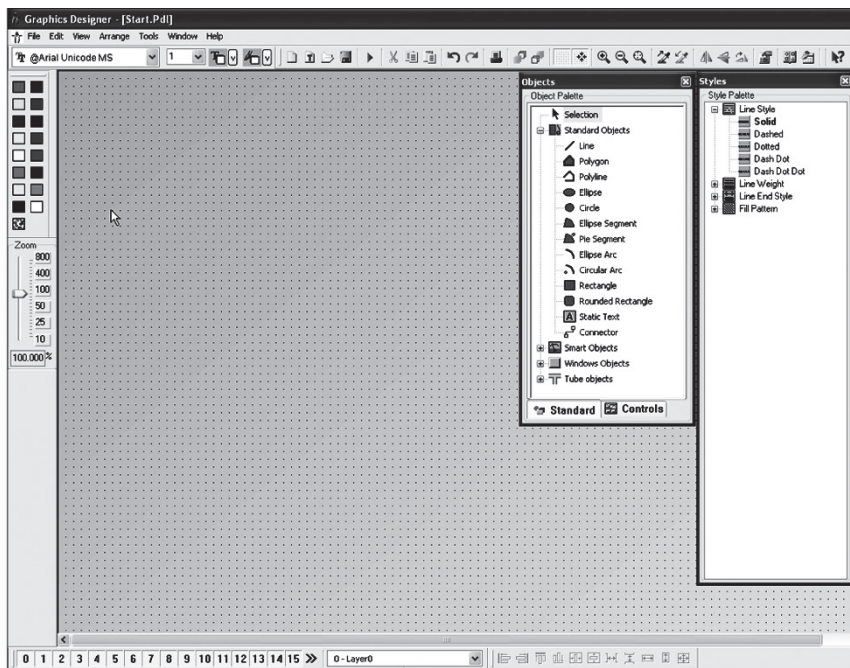
Kolejnym krokiem będzie tworzenie obrazów procesu dla naszego projektu. Miejsce, gdzie można wykazać się własną pomysłowością i kreatywnością. Aby utworzyć obraz procesu należy otworzyć program Graphics Designer wykonując następujące kroki:

- 1) Lewa część okna Control Center: kliknąć na ikonie  „Editor”, aby rozwinąć gałąź edytorów i prawym przyciskiem myszy kliknąć na napisie **„Graphics Designer”** w celu wyświetlenia menu kontekstowego.
- 2) W menu kontekstowym wybrać polecenia „New picture” (nowy obraz) - zostanie utworzony nowy plik „.pdl” (Picture Description File - plik opisu obrazu) o nazwie „Start” i wyświetlony w prawej części okna Control Center .



Rys.21. Graphics Designer: tworzenie nowego obrazu

- 3) Prawa część okna Control Center kliknąć prawym przyciskiem myszy na nazwie „Start.pdl”. Z menu kontekstowego wybrać polecenie „Rename picture” (zmień nazwę obrazu) i w następnym okienku dialogowym wprowadzić nazwę „START.pdl”.Efekt widoczny jest na rysunku powyżej.
- 4) Aby otworzyć obraz „START.pdl” (otworzyć go w edytorze Graphics Designer) należy dwukrotnie kliknąć na „START.pdl” lub kliknąć prawym przyciskiem myszy na „START.pdl” i z menu kontekstowego wybrać polecenie „Open”. Okno główne programu Graphics Designer wygląda jak na ilustracji poniżej.



Rys.22. Okno główne programu Graphics Designer

Aby zoptymalizować pracę z programem Graphics Designer zalecamy dostosowanie wyglądu ekranu do powyższej ilustracji.


Aby zmienić rozmiar palety obiektów i palety styli, najpierw należy przeciągnąć je na pulpit roboczy (wciśnięty przycisk myszy W przy krawędzi palety). Następnie należy przesunąć wskaźnik myszy na krawędź palety i upewnić się, czy wskaźnik zmienił się w czarną dwukierunkową strzałkę. Przy wciśniętym przycisku myszy \leftarrow W przesunąć krawędź palety zmieniając jej rozmiar.

Tworzenie graficznych obiektów procesu




Wszystkie gotowe obiekty graficzne, które wykorzystamy w naszym przykładzie, znajdują się w bibliotece WinCC Library.

Otworzyć obraz „SART.pdl” i wstawić do niego następujący obiekt biblioteczny „Tanks” (zbiornik) w następującej kolejności:

- 1) W programie Graphics Designer kliknąć na pasku menu na „View” (**widok**)

à „Library” (biblioteka) lub na pasku narzędzi na ikonie . Zostanie wyświetlony obiekt Library (biblioteka) z własnym paskiem narzędzi i folderem obiektów.

2) Kliknąć dwukrotnie na „Global Library” (biblioteka globalna) i następnie na folderze „User Objects” (obiekty użytkownika) w prawym oknie. Kliknąć dwukrotnie na folderze „Tanks” (zbiorniki).

3) Na pasku narzędzi kliknąć na ikonie , aby wyświetlić przegląd dostępnych zbiorników. Ikony  i  służą do powiększania symboli zbiorników.



1. Pasek narzędzi w oknie Graphics Designer Library


4) Kliknąć na napisie „Tank1” i przeciągnąć go na pulpit roboczy. Przy pomocy czarnych bloków otaczających symbol zbiornika można go powiększyć. Należy kliknąć na tych blokach i przesunąć je, aż zbiornik osiągnie pożądany rozmiar.


Wstawić jeszcze symbol przewodu rurowego (Object-Library (biblioteka użytkownika) à User Objects (obiekty użytkownika) à Pipe 3D (rura trójwymiarowa)) oraz symbole zaworów (Object-Library (biblioteka użytkownika) à Valves 3D (zawory trójwymiarowe)).

Obiekt „Static Text” (tekst statyczny)

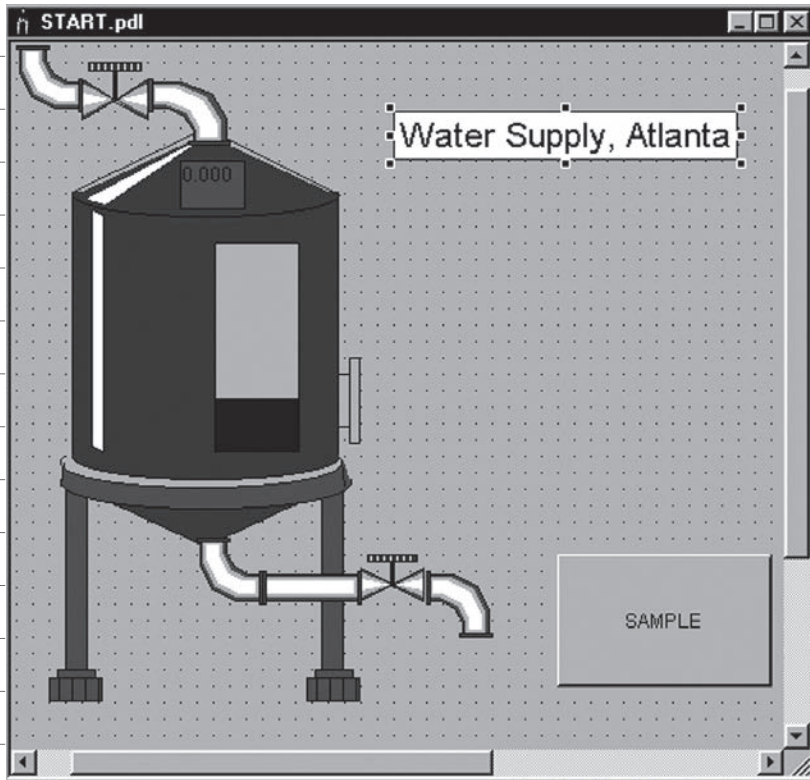
1) Wybrać z palety obiektów symbol „Standard-Objects” (obiekty standardowe) à „Static Text” (tekst statyczny).

2) Ustawić obiekt w prawym górnym rogu pulpitu roboczego i ustawić jego rozmiar .

3) Wprowadzić tytuł ”Zbiornik na wodę”(zaopatrzenie w wodę, Atlanta) i ustalić wielkość czcionki na „20”. W tym celu należy kliknąć na strzałkę obok okienka zmiany wielkości czcionki  i wybrać z listy liczbę „20”.

4) Aby obramować i zaznaczyć tekst kliknąć na nim i przesunąć czarne bloki W, aż do osiągnięcia pożądanej wielkości.

Powinniśmy uzyskać efekt jak na rysunku poniżej.



Rys.23. Ekran główny „START.pdl”

Wskazówka



A series of horizontal dashed lines spanning the width of the page, providing a template for handwritten notes.



A series of horizontal dashed lines for writing.



Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna
im. prof. Szczepana A. Pieniążka w Skierniewicach
Wydział Pedagogiczny, ul. Mazowiecka 1B; 96-100 Skierniewice
www.profesjonalnynauczyciel.pl

ISSN - 2082-8187