

Wstęp do sterowników PLC

Programowalny sterownik logiczny PLC (Programmable Logic Controller) jest urządzeniem mikroprocesorowym wykorzystywanym do sterowania pracą pojedynczych lub zespołów maszyn, urządzeń i instalacji wykorzystywanych w różnych dziedzinach przemysłu i użytkowanych w domach. Sterownik PLC wykonuje funkcje, które zostały umieszczone w jego pamięci w postaci programu. Algorytm pracy sterownika może być wykonywany cyklicznie lub modyfikowany przez zmianę zawartości pamięci programu. Urządzenie PLC wyposaża się w odpowiednią liczbę układów wejściowych zbierających informacje o stanie obiektu i żądaniach obsługi oraz odpowiednią liczbę i rodzaj układów wyjściowych połączonych z elementami wykonawczymi, sygnalizacyjnymi lub do transmisji danych.

Klasyfikacja sterowników.

Pod względem struktury sprzętowej i programowej rozróżniamy sterowniki:

- a) modułowe (duże i małe),
- b) kompaktowe (mikro-PLC, nano_PLC).

Sterowniki modułowe – składają się z różnych modułów funkcyjnych odpowiedzialnych za realizację zadań takich jak np. komunikacja, zwiększenie ilości wejść/wyjść itp.

Sterowniki modułowe duże – wykorzystywane są do realizacji zadań w automatyzacji rozbudowanych systemów automatyki. Mają duże możliwości i bardzo rozbudowane konfiguracje. Typowy sterownik z tej grupy charakteryzuje się dużym wyborem modułów we/wy, modułów funkcyjnych, standardów komunikacyjnych, zapewnia możliwość pracy wieloprocessorowej, dużą ilość wejść i wyjść analogowych i cyfrowych oraz bardzo krótkie czasy wykonywania instrukcji programowych uzależnione od częstotliwości taktowania zegara systemowego

Sterowniki modułowe małe – stanowią uproszczoną wersję sterowników modułowych dużych, które znajdują zastosowanie przy budowie małych i średnich aplikacji przemysłowych, np. automatyzację maszyn, linii produkcyjnych i montażowych. Są tańsze, ale zachowują dużą funkcjonalność. Mają mniejszą ilość wejść i wyjść niż duży sterownik modułowy oraz mniejsze wymiary poszczególnych modułów.

Sterowniki kompaktowe to grupa sterowników mikro, nano.

PLC mikro są wykorzystywane w procesie sterowania pojedynczymi maszynami i urządzeniami jak również strukturami sterowania takich obiektów jak np. przepompownie, oczyszczalnie ścieków itp. Cechą ich są małe wymiary. W jednej obudowie znajdują się wszystkie elementy składowe potrzebne do uruchomienia sterownika. Liczba wejść/wyjść jest ograniczona do kilkunastu. Istnieje możliwość dołączania do sterownika modułów z

dodatkowymi elementami. Sterowniki te montowane są zwykle na szynie DIN 35mm (TH 35mm).

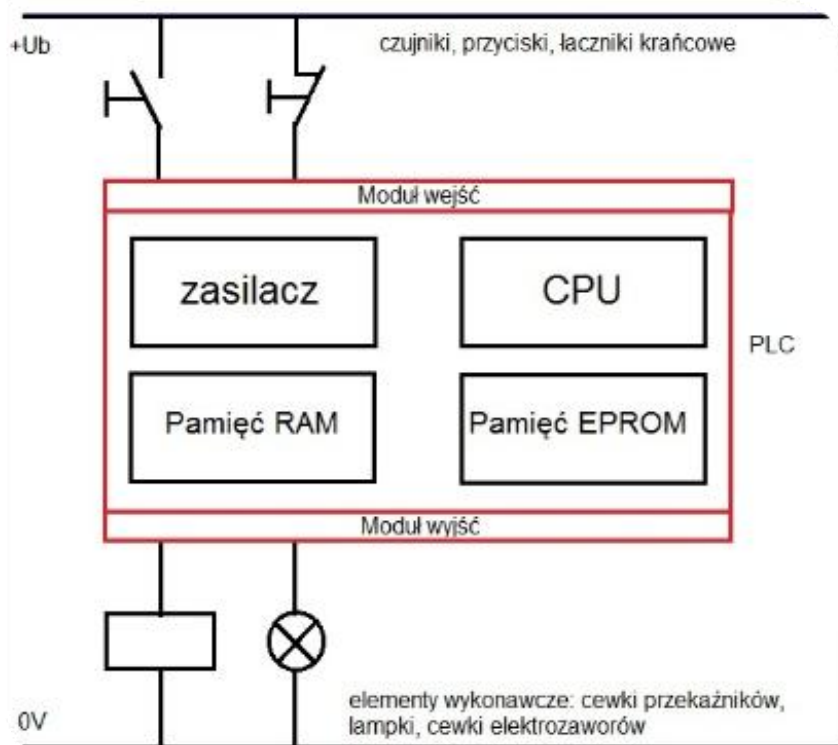
Sterownik typu nano PLC - wykorzystuje się do realizacji najprostszych zadań ze względu na kilkanaście wejść/wyjść w standardowej konstrukcji. Z reguły mają wyjścia przekaźnikowe, które umożliwiają przyłączanie bezpośrednio elementów wykonawczych, albo sterowanie przekaźnikami czy stycznikami. Jeśli przełączanie ma być realizowane szybko - można wykorzystać wyjścia tranzystorowe. Sterowniki te są dość często spotykane w układach sterowania oświetleniem, urządzeniami domowymi, napędami bram wjazdowych.

Wirtualny sterownik PLC - to sterownik, którego funkcje realizuje specjalny program komputerowy działający na komputerze PC. Stąd też nazwa wirtualny. Komunikacja tego typu sterownika z fizycznymi elementami wejściowymi i wyjściowymi odbywa się poprzez zamontowane w PC specjalne karty wej/wyj. Obecnie coraz częściej można zauważyć współpracę sterownika PLC z robotami, manipulatorami przemysłowymi, integrację z systemami sterowania cyfrowego CNC itp. Stąd też powszechna staje się koncepcja tzw. komputera przemysłowego. W skład takiego urządzenia wchodzi:

- komputer PC – sterownik PLC,
- pulpit operatorski – w postaci wyświetlacza LCD lub ekranu dotykowego.

W przypadku takiego rozwiązania istnieje możliwość wykorzystania narzędzi oferowanych przez różne środowiska programowe np. Windows, systemy CAD-CAM czy inne.

Budowa



Ogólna budowa sterownika PLC

CPU (jednostka centralna, główna, procesor) – to element do którego napisany wcześniej program sterujący jest ładowany, przechowywany i ostatecznie wykonywany. Jest charakteryzowany przez kilkanaście parametrów technicznych wśród których zwykle wymieniane są takie jak: ilość pamięci, szybkość działania, napięcie zasilania. Jednostki centralne firmy Siemens serii S7 300 oznaczane są jako CPU 312 (313) , S7-1200 jako CPU 1211(1214) zaś firmy Fanuc np. IC200 CPU001.

Zasilacz – spotyka się dwa rozwiązania sterowników PLC - z zasilaniem sieciowym 230VAC lub z zasilaniem 24VDC. Zasilacz może być integralną częścią sterownika lub osobnym podzespołem (modułem). Zasilacze z reguły mają małe moce i w związku z tym powinny być wykorzystywane jedynie do zasilania CPU i modułów sterownika. Nie powinny być stosowane do dostarczania energii elektrycznej do innych zespołów sterowania takich jak czujniki, kontrolki, przetworniki.

Pamięć – w jej przestrzeni można wyróżnić kilka obszarów. Jeden z nich jest niedostępny dla użytkownika i znajdują się w nim wewnętrzne procedury sterownika. W pamięci przeznaczonej na dane użytkownika mamy obszar danych wejściowych sterownika, obszar danych wyjściowych i obszar danych niezwiązanych z nimi określany jako obszar pamięci pomocniczej, gdzie przechowywane mogą być dane związane z takimi modułami jak

przełączniki czasowe, liczniki i zmiennymi pomocniczymi - markerami. Dodatkowo sterowniki mają również wbudowane gniazda pamięci Flash dzięki czemu można pracować z programami i danymi o większej objętości.

Moduł komunikacji – służy do sprzęgnięcia sterownika z innymi urządzeniami takimi jak programator lub elementy sieci lokalnej w określonym standardzie np. Profibus, Ethernet za pomocą odpowiedniego złącza w odpowiednim standardzie np. USB, RS232.

Inne moduły – zwiększają funkcjonalności i zdolności sterownika PLC np. moduł dodatkowych wejść/wyjść.

Moduł wyjść – umożliwia wyprowadzenie ze sterownika sygnałów wyjściowych w postaci analogowej lub cyfrowej. W praktyce popularne są wyjścia cyfrowe, ponieważ łatwo można wtedy włączać lub wyłączać elementy wykonawcze takie jak cewki przełączników, elektrozaworów i lampki sygnalizacyjne. Wyjścia cyfrowe mogą być wykonane na tranzystorach lub przełącznikach.

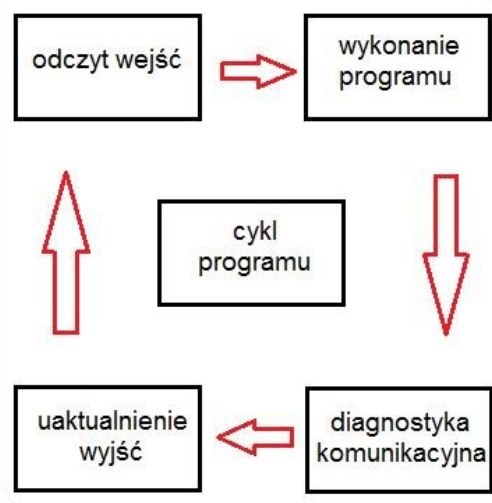
- wyjścia przełącznikowe cechują się separacją układów sterownika od obwodów wyjściowych, małą częstością łączeń i ograniczoną trwałością - co jest istotne przy budowie systemów sterowania opartych na pracy ciągłej;
- wyjścia tranzystorowe można stosować jedynie przy zasilaniu obwodów wyjściowych prądem stałym. Obciążalność tych wyjść jest zdecydowanie mniejsza niż w przypadku wyjść przełącznikowych, ale wyróżnia je bardzo duża częstość łączeń. Można zasilać z nich więc elementy o małej mocy: cewki przełączników, lampki kontrolne, cewki zaworów. Wyjścia analogowe są niezbędne do sterowania pracą układów analogowych np. mocą grzałki.

Moduł wejść - umożliwia wprowadzanie sygnałów wejściowych cyfrowych lub analogowych (należy tu pamiętać że i tak wszystkie sygnały trafiające do CPU muszą mieć postać cyfrową). W praktyce bloki wejściowe mają jedną postać, choć buduje się układy z wejściami cyfrowymi i analogowymi, które są wtedy od siebie odseparowane i odpowiednio oznaczone. Wrażliwość układów sterownika na przepięcia powoduje, że sygnały są podawane na wejścia sterownika przez transoptory, dzięki czemu zapewniona jest galwaniczna separacja wejść. Dodatkowo, aby zabezpieczyć wejścia przed zakłóceniami impulsowymi stosuje się równolegle włączane filtry RC.

Wejścia sterownika mogą być zasilane z własnego lub zewnętrznego źródła zasilania. Wejścia cyfrowe muszą mieć zapewniony odpowiedni poziom sygnałów, aby rozpoznawać je jako logiczne '1' lub '0'.

Wejścia analogowe, na które podawany jest sygnał ciągły muszą być sprzężone z odpowiednimi przetwornikami zapewniającymi przetworzenie sygnału analogowego na cyfrowy dostarczany do CPU. Sygnały analogowe są z reguły dostosowane do określonego poziomu sygnałów.

Zasada działania



Ogólna zasada działania sterownika PLC

Sterownik PLC wykonuje instrukcje wprowadzonego do niego programu zawierającego szereg operacji sterujących pracą danego urządzenia. Istotna przy tym jest kolejność zapisanych instrukcji - sterownik wykonuje bowiem je w takiej kolejności w jakiej zostały zapisane. Aby można było wykonać program sterownik w I etapie pracy odczytuje stany wejść (sygnały podawane na wejścia sterownika np. z czujników) i w oparciu o nie tworzona jest tablica wejść. Następnie obraz ten jest wykorzystywany do realizacji programu i uwzględniany w trakcie realizacji poszczególnych rozkazów. Po wykonaniu ostatniej instrukcji programu tworzony jest tzw. obraz wyjść - odpowiednie sygnały trafiają na wyjście sterownika, a w konsekwencji urządzenia do nich podłączonego. Sterownik działa sekwencyjnie, cyklicznie powtarzając operację tworzenia obrazu wejść, wykonania instrukcji programowych i tworzenia tablicy wyjść.

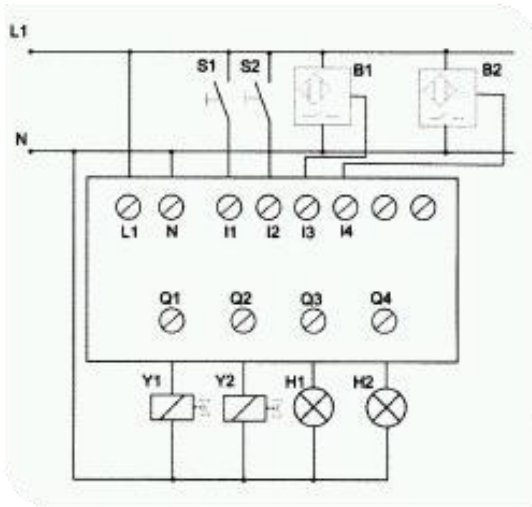
Powyższy opis jest bardzo uproszczony, ponieważ w trakcie pracy sterownik wykonuje jeszcze inne operacje jak choćby obsługa błędów, alarmów, przerwań czy też funkcje diagnostyczne.

Zasady programowania

W celu zaprogramowania sterownika PLC koniecznym jest posiadanie informacji na temat elementów podłączanych na jego wejścia (przyciski, czujniki) oraz elementach na wyjściu (cewki przekaźników, styczników, lampki itp.). Zebranie tych informacji jest w dalszym etapie niezbędne do:

- narysowania schematu połączeń sterownika PLC,
- stworzenia tzw. listy przyporządkowań ,
- napisania programu sterowniczego ,

- załadowania programu sterowniczego do sterownika poprzez programator/komputer ,
- przetestowania programu,
- uruchomienia i sprawdzenia układu rzeczywistego.



Schemat połączenia sterownika PLC

Schemat pokazuje sposób połączenia urządzeń zewnętrznych ze sterownikiem. Najczęściej można spotkać tu trzy obwody prądowe:

- obwód zasilania sterownika,
- obwód zasilania wejść sterownika (czujniki, przyciski),
- obwód zasilania wyjść sterownika (cewki przekaźników, zawory elektromagnetyczne, urządzenia sygnalizacji),

Wejścia i wyjścia określone są symbolem i numerem (w zależności od wersji sterownika numeracja może zaczynać się od 0 lub 1). Wejścia oznaczane są zwykle literą I(input) zaś wyjścia Q (quit).

Dla sterowników firmy Fanuc obowiązują oznaczenia:

- wejście: %I0004 - wejście o adresie 4,
- wyjście: %Q0003 - wyjście o adresie 3

Dla sterowników firmy Siemens obowiązują oznaczenia:

- wejście: %I 0.1 - wejście o adresie 0.1,
- wyjście: %Q 0.2 - wyjście o adresie 0.2

Na schematach, aby nie zamazywać całości figurują oznaczenia wejść I1, I2, ... oraz wyjść Q1, Q2...

Przykład – układ sterujący bramą

Lista przyporządkowania

Lp.	Nazwa	Operand symboliczny	Operand absolutny	Uwagi
1.	Przycisk S1	„do_góry”	I1	1 styk NO
2.	Przycisk S2	„na_dół”	I2	1 styk NO
3.	Przycisk S3	„awaria”	I3	1 styk NZ
4.	Wyłącznik krańcowy S4	„brama_u_góry”	I4	1 styk NO
5.	Wyłącznik krańcowy S5	„brama_na_dole”	I5	1 styk NO
6.	Przełącznik termiczny F1	„zabezpieczenie”	I6	1 styk NZ
7.	Stycznik K1	„lewe_obroty”	Q1	
8.	Stycznik K2	„prawe_obroty”	Q2	

Lista przyporządkowująca

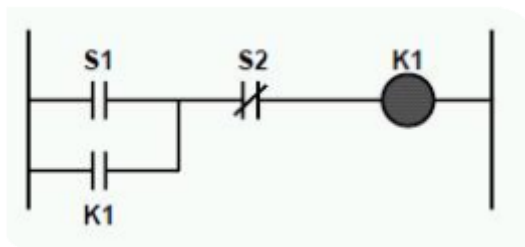
Lista umożliwia określenie:

- czujników połączonych z wejściami oraz ich roli w sterowanym urządzeniu,
- urządzeń połączonych z wyjściami sterownika oraz ich roli w sterowanym urządzeniu,
- jakie funkcje wewnętrzne sterownika (markery, liczniki, moduły czasowe itp.) wykorzystano w programie sterowniczym.

Lista przyporządkowań może zawierać także krótki opis, komentarz dotyczący warunków sterowania urządzenia, ułatwiający zrozumienie działania układu sterowniczego.

Przy tworzeniu listy przyporządkowań stosuje się tzw. operandy. Można tu wyróżnić:

- **operandy symboliczne** - są przypisywane adresom absolutnym elementów użytych w programie; nazwy ich są nadawane przez użytkownika np. S1 - oznaczenie przycisku, Y1 - oznaczenie cewki zaworu,
- **operandy absolutne** (adresowanie absolutne) - są związane z numerami, adresami odpowiednich wejść/wyjść sterownika, do których przyłączony jest dany element (czujnik, cewka elektrozaworu) np. I1, Q2 itp.



Pisanie i testowanie programu dla sterownika PLC

Aby napisać program sterujący, trzeba znać chociaż jeden z języków programowania (IL, FBD, LD..). Napisać go można nawet na kartce papieru. Częściej jednak realizuje się to poprzez specjalne edytory lub oprogramowanie dedykowane przez producenta danego sterownika. Oprogramowanie tego typu umożliwia nie tylko wprowadzanie samego programu, ale także inne użyteczne funkcje, jak choćby sprawdzenie kodu pod względem składni, czy przesłanie go do sterownika PLC.

Należy przy tej okazji pamiętać, że schematy stykowe zapisane w języku LAD, FBD pokazują jedynie stany logiczne na poszczególnych wejściach i wyjściach. Na ich podstawie nie można wnioskować jakie zestyki: zwiernie czy rozwiernie są przyłączone na wejścia, ponieważ sygnał 1 może wystąpić zarówno przy zamkniętym łączniku zwiernym jak i otwartym łączniku rozwiernym. Dlatego też, należy jednoznacznie określić rodzaje zestyków w liście przyporządkowań.

Rodzaje języków

Norma IEC 61131-3 definiuje pojęcia podstawowe związane ze sterownikami PLC, zasady ogólne, model programowy i model komunikacyjny (wymiana danych między elementami oprogramowania) oraz podstawowe typy i struktury danych. Określono w niej dwie grupy języków programowania : **języki tekstowe i graficzne**.

IEC 61131-3 specyfikuje składnię języka i znaczenie wymienionych języków programowania.

Języki tekstowe

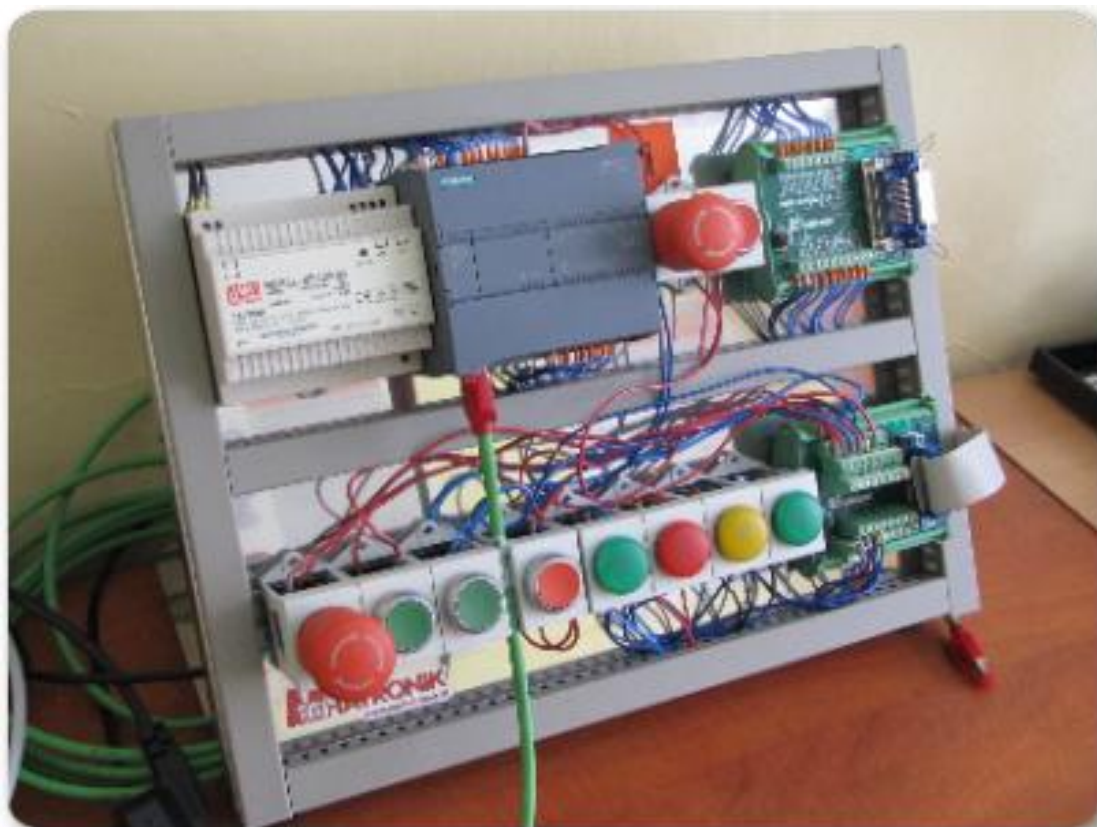
- **Język IL** - (lista rozkazów) stanowi odpowiednik języka niskiego poziomu, zbliżonego do języka maszynowego, języka typu assembler. Zbiór instrukcji charakterystycznych dla tego języka obejmuje operacje logiczne, arytmetyczne, operacje relacji, jak również funkcje przerzutników, timerów, liczników itp. Programy realizowane w tym języku wykonywane są z bardzo krótkimi czasami, ale są dość trudne i złożone w pisaniu, wymagają dużej wiedzy programistycznej.
- **Język ST** – (tekst strukturalny) jest odpowiednikiem języka algorytmicznego wysokiego poziomu. Tworzenie programu jest tu zdecydowanie prostsze niż w przypadku języka IL. Programista ma dostęp do wielu gotowych struktur, instrukcji o określonej składni podobnych np. do występujących w języku Pascal lub C++. Często, aby uzyskać gotowy efekt wystarczy użyć jednej instrukcji lub kilku, których nazewnictwo zaczerpnięte jest często z języka angielskiego. Programy wykonywane w tym języku muszą zostać przetłumaczone na język maszynowy poprzez tzw. translator lub interpreter.

Języki graficzne

- **Język LD** – (schemat drabinkowy) powstał jako odpowiedź na potrzeby inżynierów branży elektrotechnicznej i mechanicznej. Oparty jest na podobieństwie do stykowych obwodów przekaźnikowych, w którym oprócz symboli styków, cewek i połączeń między nimi, dopuszcza się także użycie funkcji (np. arytmetycznych, logicznych, porównań, relacji) oraz bloków funkcjonalnych (np. przerzutniki, timery, liczniki).
- **Język FBD** – (funkcjonalny schemat blokowy) to język bazujący na schemacie przepływu sygnału dla obwodów logicznych wykorzystujących połączenia bramek logicznych AND, OR itd. a także funkcji i bloków funkcjonalnych, charakterystycznych dla języka LD.

Często też, cykl działania poszczególnych elementów biorących udział w procesie sterowania sekwencyjnego (swego rodzaju program) opisuje się za pomocą grafów zawierających kolejne kroki, etapy i warunki przejścia między nimi. W celu otrzymania odpowiedniej struktury programu można wykorzystać SFC, w którym definicje akcji dla poszczególnych kroków oraz warunki przejścia programuje się w jednym z języków IL, ST, LD, FBD.

Stanowiska PLC



Stanowiska do programowania sterowników PLC

Stanowiska są wyposażone w sterowniki Siemens 1200 oraz zestaw przycisków oraz lampek, dzięki którym można przeprowadzić symulację działania różnych czujników oraz odbiorników. Dzięki oprogramowaniu TIA Portal możliwe jest zaprogramowanie odpowiedniego działania układu. Stanowisko umożliwia współpracę z zestawami MecLab oraz oprogramowaniem FluidSim. Możliwe jest więc wszechstronne wykorzystanie posiadanych przez nas elementów elektropneumatycznych. Całość uzupełnia mobilny zestaw komputerowy.

