



**FIRMA INNOWACYJNO
-WDROŻENIOWA**

ul. Krzyska 15

33-100 Tarnów

tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

faks: 0146210029, 0146360117

mail: biuro@elbit.edu.pl

www.elbit.edu.pl

**STANOWISKO DO BADANIA TURBINY
REAKCYJNEJ
(PROTOTYP)**



Spis treści

Spis treści	2
Działanie urządzenia	3
Sterowanie	6
Oprogramowanie.....	7
Konfiguracja sieci Modbus.	9
Parametry programu.....	10
Wykres.	11
Zapis danych.	12
Opis techniczny.....	13
Dokumentacja towarzysząca.....	14

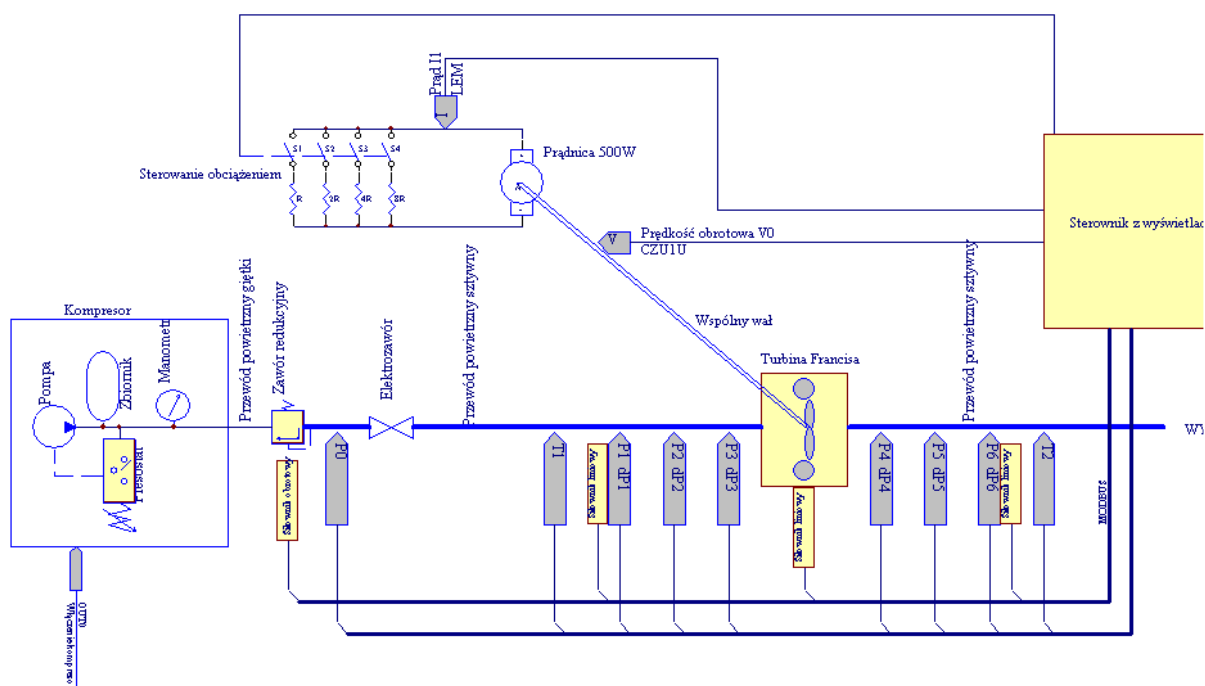
Działanie urządzenia.

Stanowisko służy do przeprowadzania doświadczeń związanych z reakcyjnymi turbinami powietrznymi oraz do określania ich charakterystyk.

Powstało na zlecenie Politechniki Krakowskiej zgodnie z umową KA-2/167/2010.

Zgodnie z poniższym schematem blokowym stanowisko składa się z układu wymuszającego obieg powietrza, trzech wymiennych turbin powietrznych oraz układu generatora prądu wraz ze zmiennym obciążeniem.

W ważniejszych punktach układu znajdują się czujniki pomiarowe. Sterownik posiada możliwość zapisu danych do komputera oraz zdalnego sterowania.



Główną częścią instalacji powietrznej jest wentylator o dużej mocy, sprężarka śrubowa firmy Mahle o wydajności $2.21\text{m}^3/\text{min}$ pozwalająca uzyskać ciśnienie do 10 barów (rys. obok).

Automatyka sprężarki oryginalnej została przerobiona poprzez dołożenie odpowiedniej mocy falownika. Umożliwia to płynną regulację prędkości obrotowej silnika napędowego a co za tym idzie regulację przepływu powietrza.

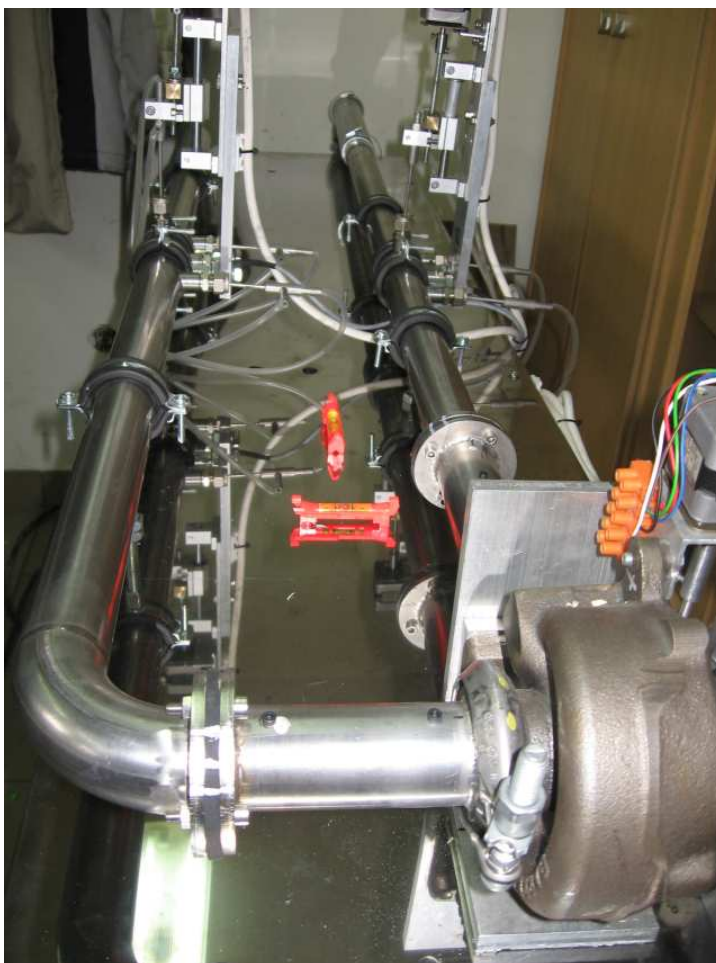
Wylot powietrza ze sprężarki połączony jest giętkim węzłem o średnicy wewnętrznej 35mm ze stanowiskiem pomiarowym. Znajduje się w dolnej części stanowiska i jest on połączony sztywnymi rurami z przewodem powietrznym wlotowym turbiny o przekroju $\varnothing 40$.



Samo stanowisko pomiarowe wykonane zostało jako mobilny metalowy stół z zamocowanymi sztywnymi rurami doprowadzającymi powietrze, w których znajdują się elementy pomiarowe oraz mocowania wymiennych turbin (rys. obok).

Doprowadzone powietrze po przejściu przez turbinę jest odprowadzane poprzez sztywną rurę do atmosfery.

Na każdej z rur dolotowej i wylotowej zamontowany jest identyczny zestaw czujników pomiarowych.



Są to trzy różnicowe czujniki ciśnienia (rurki Pitota) oraz jeden półprzewodnikowy czujnik temperatury.



Wszystkie cztery czujniki zamontowane są w połowie rury sztywnej, w odległości około 60cm od badanej turbiny.

Patrząc zgodnie z ruchem powietrza kolejność czujników jest następująca:

Część wlotowa:

P1 – czujnik ciśnienia o stałym położeniu (ustawiony w osi rury);

P2 – czujnik ciśnienia z układem napędowym służącym do zmiany położenia końcówki pomiarowej od osi rury do ścianki bocznej;

T1 – czujnik temperatury;

P3 – czujnik ciśnienia ruchomy przestawiany ręcznie za pomocą śruby mikrometrycznej.

Część wylotowa:

P4 – czujnik ciśnienia o stałym położeniu (ustawiony w osi rury);

P5 – czujnik ciśnienia z układem napędowym służącym do zmiany położenia końcówki pomiarowej od osi rury do ścianki bocznej;

T2 – czujnik temperatury;

P6 – czujnik ciśnienia ruchomy przestawiany ręcznie za pomocą śruby mikrometrycznej;

Wszystkie te pomiary są czytywane przez sterownik i prezentowane w programie do obsługi stanowiska.

Dodatkowo na samej turbinie zamontowany jest układ napędowy do zmiany kierownic sterujących rozplływem powietrza wewnątrz turbiny (rys.).

Dla zapewnienia warunków identycznych do tych jakie występują w samochodzie w stanowisku przewidziano układ smarowania turbiny zrealizowany na pompie olejowej, która doprowadza olej do odpowiednich króćców w turbinie.

Pompa ta włącza się wraz z uruchomieniem przepływu powietrza.

Olej pomaga smarować łożysko główne turbiny zapobiegając ewentualnemu zatarciu.

Na wale turbiny zamontowany jest czujnik prędkości obrotowej zrealizowany na fotokomórce szczelinowej. Impulsy z tej fotokomórki są zliczane przez sterownik i wyświetlane w programie do obsługi stanowiska.

W stanowisku przewidziano także pomiar mocy wyjściowej generowanej przez przepływ powietrza. Wykonano go przy pomocy prądnicy trójfazowej zasprężonej z wałem turbiny. Mierzone są prąd i napięcie z prądnicy, zaś wyniki prezentowane w programie.



Sterowanie.

Na rysunku obok przedstawiona jest płyta czołowa rozdzielnic służącej do sterowania przebiegiem eksperymentu.

Po włączeniu zasilania przełącznikiem krzywkowym umieszczonym z prawej strony rozdzielnic uaktywnia się wyświetlacz LCD z mierzonymi wartościami oraz zapala się lampka z napisem „ZASILANIE”.

W dolnej części rozdzielnic umieszczono trzy monostabilne przyciski opisane odpowiednio: KOMPRESOR, OBCIĄŻENIE i REZERWA.

Po włączeniu przycisku „KOMPRESOR” uruchamiany jest falownik sterujący sprężarką, pompą wodną i włącza się odpowiednia kontrolka na rozdzielnic. Po uaktywnieniu przycisku należy jeszcze włączyć sam kompresor górnym przyciskiem.

Automatyka zamontowana wewnątrz sprężarki (przełącznik trójkąt/gwiazda zabezpieczenia czasowe) uruchomi sprężarkę po kilkudziesięciu sekundach.

Przełącznik OBCIĄŻENIE włącza w obwód prądnicę baterię rezystorów obciążających o znanych opornościach pozwalając na obciążenie prądnicę dokładnie zdefiniowaną mocą. Stan załączenia obciążenia jest sygnalizowany odnośną kontrolką.

Przełącznik REZERWA został zaprojektowany jako nadmiarowy. Nie jest on wykorzystywany do sterowania.

W razie sytuacji niebezpiecznej należy skorzystać z wyłącznika bezpieczeństwa (tzw. „grzyb”), który rozłącza zasilanie kompresora i wyłącza wszystkie napędy. Wyłącznik bezpieczeństwa jest zdublowany: jeden znajduje się na rozdzielnic a drugi przy turbinie. Kontrolka AWARIA sygnalizuje wciśnięcie tego wyłącznika.

Opis poszczególnych pól wyświetlacza:

- T1 temperatura wlotu w °C;
- T2 temperatura wylotu w °C;
- P1 ciśnienie na wlocie w Pa;
- P2 ciśnienie na wylocie w Pa;



Oprogramowanie.

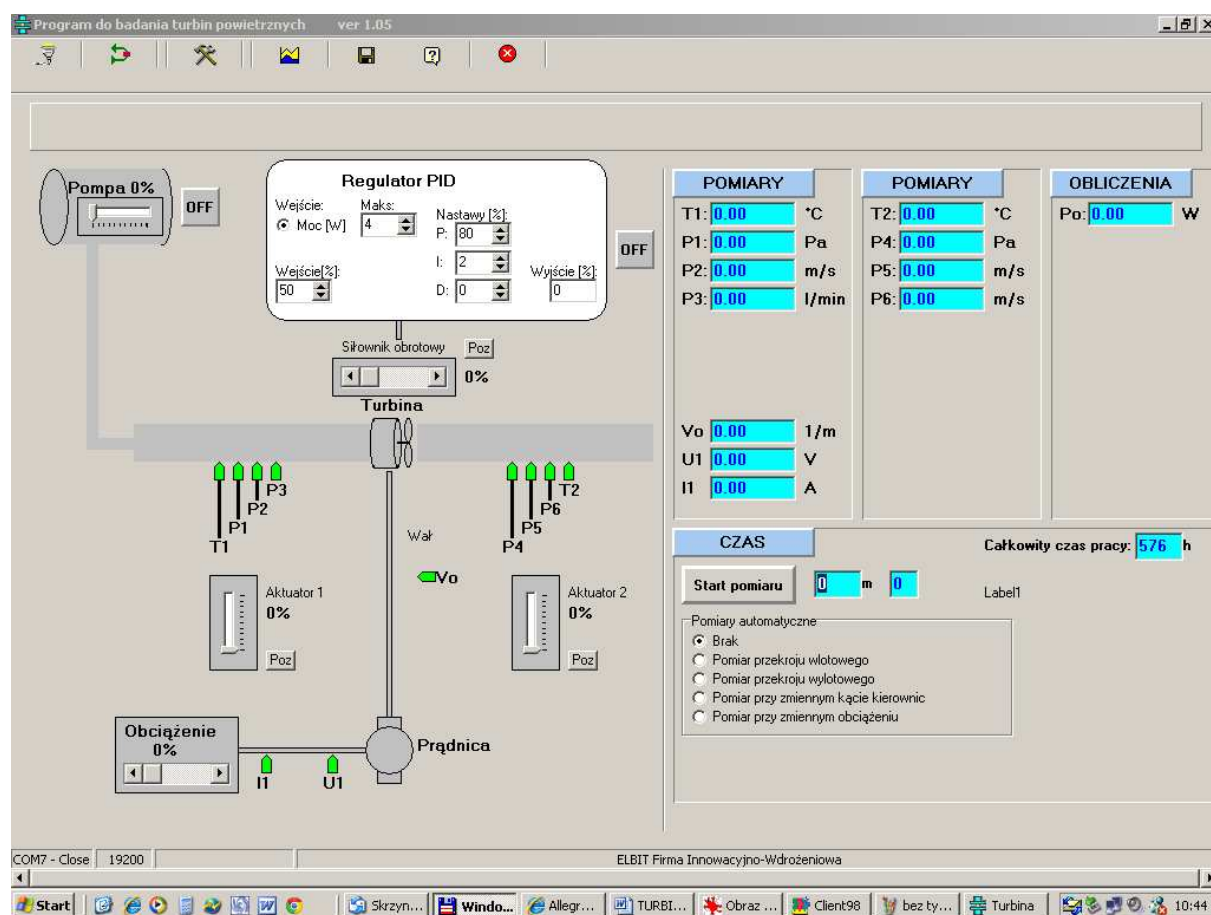
W prawym części skrzynki rozdzielczej, pod wyłącznikiem głównym znajduje się złącze USB do podłączenia komputera.

W stanowisku tym umożliwiono odczyty poszczególnych wartości mierzonych oraz zdalne sterowanie urządzeniem.

Na ekranie schematycznie przedstawiony jest schemat blokowy stanowiska wraz z aktualizowanymi odpowiednimi wartościami pomiarów.

Wszystkie te pomiary są rejestrowane przez program. W każdej chwili można te zarejestrowane pomiary zapisać na dysk.

Przykładowy wygląd ekranu przedstawiono na rysunku:



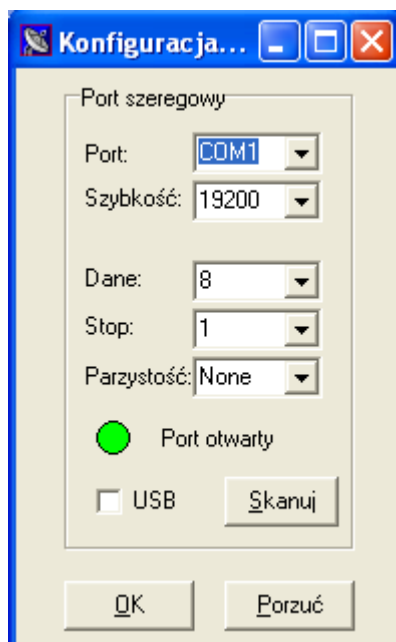
W górnej części okna głównego znajduje się pasek ikon. Ikony te mają następujące znaczenie:

- konfiguracji portu szeregowego;
- konfiguracja sieci Modbus;
- parametry programu;
- wykres;
- zapis danych;
- help;
- wyjście z programu.

Konfiguracja portu szeregowego.

Okno to pozwala na ustawienie wszystkich potrzebnych parametrów portu szeregowego do komunikacji ze sterownikiem.

Po aktywizacji okno wygląda następująco:



Kolor lampki w oknie ustawień portu określa poprawność konfiguracji i otwartość portu.

Możliwe są następujące ustawienia parametrów:

Port - określa numer portu, do którego podłączony jest sterownik tarcz. Można ustawiać następujące wartości: NONE, COM1, COM2, COM3, COM4. Po wciśnięciu przycisku OK następuje automatyczna próba otwarcia ustawionego portu i w przypadku niepowodzenia wyświetlany jest odpowiedni komunikat. Aktualny numer i stan otwarcia portu wyświetlane są w linii paska informacyjnego.

Szybkość - określa szybkość portu w bitach/sekundę. Możliwe są ustawienia: 110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 56000, 57600, 115200, 128000, 256000. Uwaga: nie wszystkie układy UART akceptują wszystkie podane wyżej szybkości.

Dane - określa długość słowa danych. Możliwe są ustawienia: 4, 5, 6, 7, 8 bitów. Uwaga: nie wszystkie układy UART akceptują długość 4.

Stop - określa ilość bitów stopu. Możliwe ustawienia: 1, 1.5, 2 bity stopu. Uwaga: nie wszystkie układy UART akceptują długość 1.5.

Parzystość - określa rodzaj kontroli parzystości. Możliwe ustawienia: Even, None, Odd, Space (zachowano oryginalną pisownię).

Standardowe ustawienia wymagane przez sterownik to 1200, 8, 1, N.

Konfiguracja sieci Modbus.

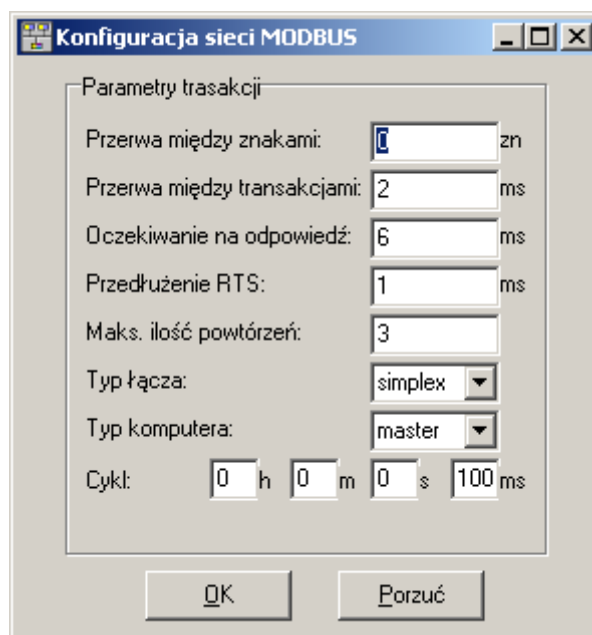
Komputer sterujący komunikuje się ze sterownikiem poprzez połączenie szeregowe w standardzie Modbus. Poprawne ustawienie parametrów pracy magistrali ModBus można dokonać w tym okienku.

Są tutaj dostępne następujące opcje:

Przerwa między znakami - czas (mierzony ilością znaków), po którym przerwa w odbiorze komendy zostanie uznana jako przerwanie transakcji.

Przerwa między transakcjami - czas (w milisekundach) pomiędzy kolejnymi transakcjami wysyłanymi do sieci ModBus. Czas transakcji rozumiany jest jako czas nadania paczki + czas oczekiwania na odbiór + czas odbioru paczki.

Oczekiwanie na odpowiedź - maksymalny czas pomiędzy nadaniem paczki wysyłanej, a odbiorem paczki odbieranej. Jeśli przerwa na linii jest dłuższa od tego czasu, wystąpi błąd przekroczenia czasu oczekiwania.



Przedłużenie RTS – wydłużenie czasu trwania sygnału RTS – sterownik magistrali musi udzielić odpowiedzi na zapytanie komputera w określonym czasie, przed wygaśnięciem sygnału RTS. Sygnał RTS jest wykorzystywany do pracy z portem szeregowym do zapewnienia prawidłowego transferu danych. Kontroler portu szeregowego zapala sygnał RTS, wysyła instrukcję, odbiera odpowiedź od urządzenia docelowego. Odpowiedź musi dotrzeć przed wyłączeniem sygnału RTS. W przeciwnym wypadku program uzna, że nie otrzymał odpowiedzi od urządzenia. Wydłużenie tego czasu spowoduje dłuższe oczekiwanie na odpowiedź, ale i spowolni transmisję na porcie szeregowym.

Maks. ilość powtórzeń - maksymalna ilość powtórzeń transakcji w przypadku wystąpienia błędu transmisji.

Typ łącza - określa typ łącza sieci ModBus. Dla sieci typu duplex nie występuje konieczność sterowania przepływem informacji. Dla łącza typu simplex (możliwe jednoczesne wysyłanie tylko w jedną stronę) włączane jest sterowanie przy pomocy sygnału RTS (występującego w porcie szeregowym).

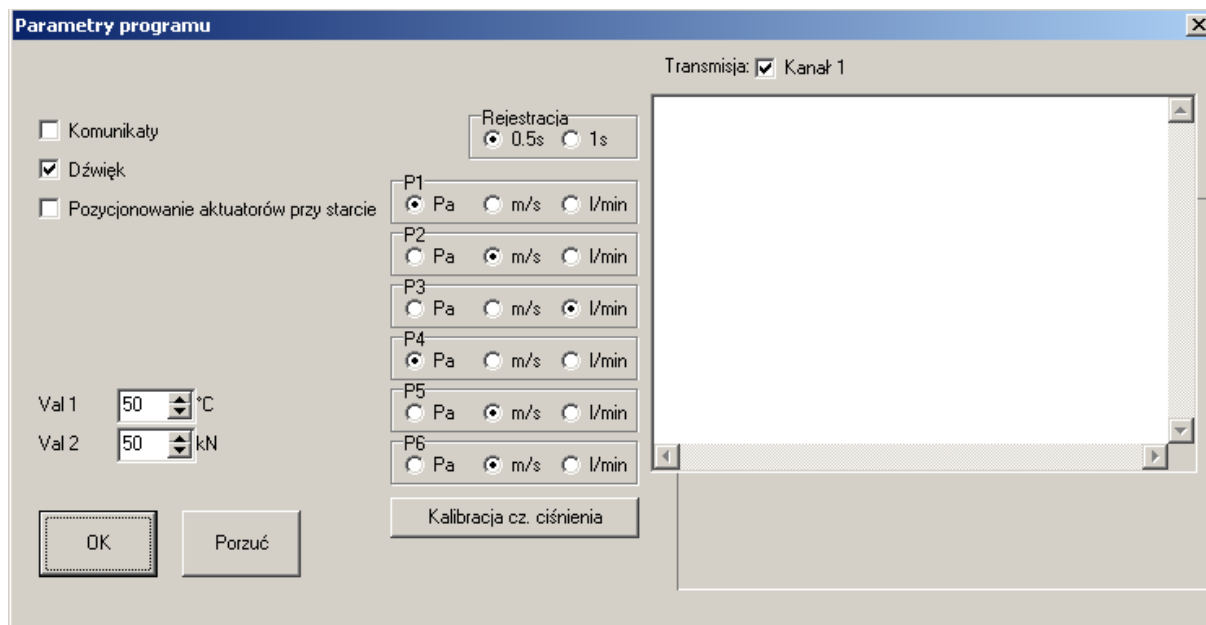
Typ komputera - określa czy program MBUS steruje siecią ModBus jako master (możliwość generowania własnych zapytań), czy jako jednostka slave (odpowiadanie tylko na zapytanie komputera typu master).

Cykl – nie wykorzystane.

Parametry programu.

W oknie tym zgrupowano większość ważniejszych parametrów procesowych i ustawień urządzenia.

Okno parametrów wygląda jak na rysunku poniżej:



Znaczenie poszczególnych pól:

Komunikaty – funkcja wyłączona;

Dźwięk – uaktywnia sygnał dźwiękowy przy wystąpieniu sytuacji awaryjnych;

Pozycjonowanie aktuatorów przy starcie – włącza funkcję ustawiania położenia zerowego wszystkich trzech napędów liniowych przy każdym starcie programu.

Rejestracja – wybór interwału rejestracji między wartościami 0.5 i 1s.

P1 ÷ P6 – wybór funkcji przeliczania odpowiednich wartości zmierzonych. Wyświetlić w oknie głównym można: ciśnienie (w Pa), prędkość powietrza (w m/s) lub przepływ (w l/min).

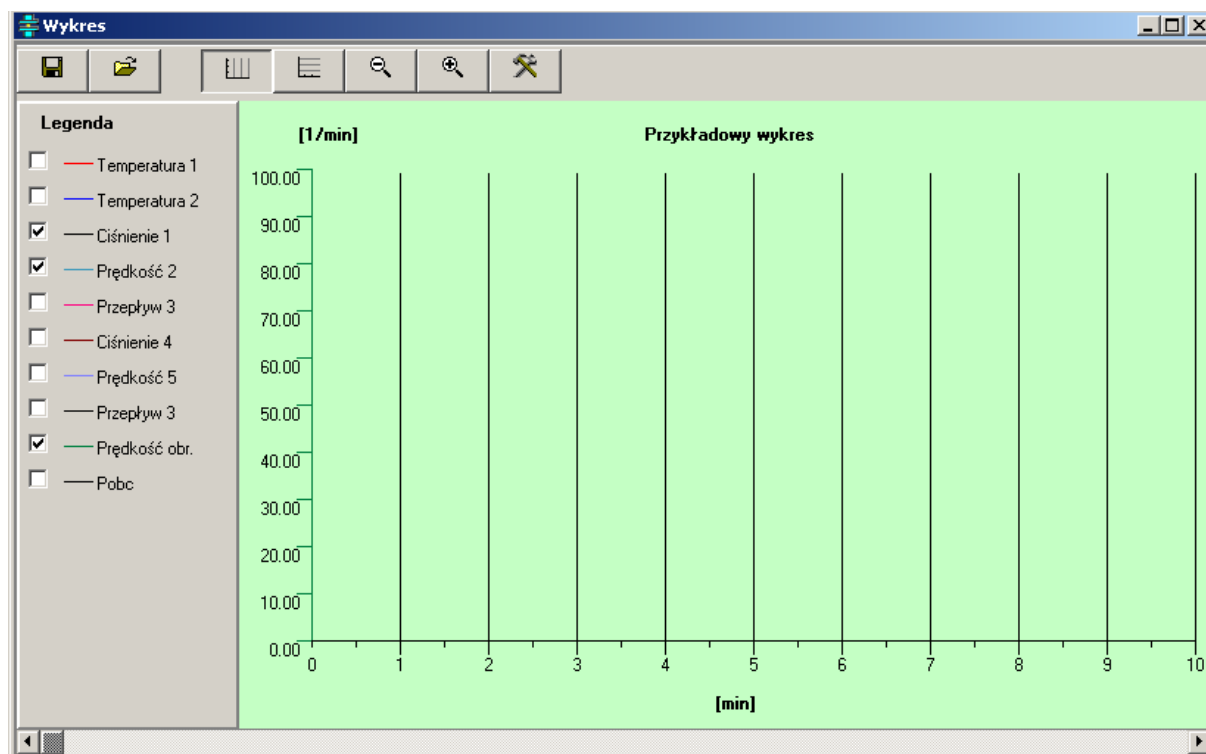
Kalibracja czujników ciśnienia – przycisk ten uaktywnia funkcję kalibracji wszystkich czujników ciśnienia. Polega ona na dokonaniu kilkudziesięciu pomiarów i po uśrednieniu przyjęcie wyniku jako wartość zerową. Kalibracji należy dokonywać przy wyłączonym kompresorze.

Val1 i Val2 – wartości serwisowe.

Do celów serwisowych w oknie parametrów wstawione jest również okno podglądu danych na magistrali Modus.

Wykres.

W każdej chwili - nawet w trakcie rejestracji - można podglądać zarejestrowane dane w postaci graficznej na wykresach. Służy do tego ikonka „Wykres” dostępna w głównym oknie. Po jej uaktywnieniu pojawia się okno jak na poniższym przykładzie:



Lewy panel (Legenda) służy do włączania rysowania poszczególnych parametrów. Jeśli włączymy dwa lub więcej różnych parametrów do wyświetlenia, na wykresie pojawi się odpowiednia ilość skal osi odciętych. W tym przypadku Komenda sterująca włączaniem siatki Y działa tylko na ostatnią oś.

Zapis danych.

Po naciśnięciu tej ikonki wszystkie dane są zapisywane na plik dyskowy o nazwie „dane.csv”. Zapis zarejestrowanych danych w formacie tekstowym odbywa się każdorazowo przy wyłączeniu rejestracji przyciskiem „Stop pomiaru”. Wszystkie zarejestrowane dane są zapisywane na plik dyskowy o nazwie „daneyymmddhhnn.txt”. Gdzie yy oznacza rok zapisu, mm miesiąc, dd dzień, hh godzinę i nn minutę. Zapis następuje bez kontroli nadpisywania, tzn., że po każdym zapisie należy zmienić nazwę pliku z danymi.

Przykładowo plik o nazwie Dane1010091345.txt został zarejestrowany o godz. 13.45 09.10.2010r. Przykładowa rejestracja przedstawiona jest poniżej:

```
1, 116, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
2, 117, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
3, 118, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
4, 119, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
5, 120, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
6, 121, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
7, 122, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
8, 123, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
9, 124, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
10, 125, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
11, 126, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
12, 127, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
13, 128, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
14, 129, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
15, 130, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
16, 131, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
17, 132, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
18, 133, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
19, 134, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
20, 135, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
21, 136, 67, 99.9, 99.9, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 6.9, 3.5
```

Pierwsza kolumna to numer rekordu rejestracji, druga to sekunda rejestracji, a następne to odpowiednio:

- T1 temperatura w °C;
- T2 temperatura w °C;
- P1 ciśnienie w Pa;
- P2 ciśnienie w Pa;
- P3 ciśnienie w Pa;
- P4 ciśnienie w Pa;
- P5 ciśnienie w Pa;
- P6 ciśnienie w Pa;
- V0 prędkość obrotowa 1/min
- Uobc napięcie obciążenia w V;
- Iobc prąd obciążenia w A;
- Pobc moc obciążenia w W;
- F wysterowanie falownika w %;
- A1 położenie aktuatora 1 w %;
- A2 położenie aktuatora 2 w %;
- A3 położenie aktuatora 3 w %;

Opis techniczny

Podstawowe dane stanowiska:

Waga stanowiska bez kompresora	ok. 70kg
Waga kompresora	ok. 140kg
Wymiary (szer. X głęb. X wys.)	200x50x140

Instalacja elektryczna

Napięcie robocze	400 VAC
Zasilanie	Trójfazowe
Długość kabla zasilającego	ok. 8m
Moc układu z kompresorem	19kW
Zewnętrzna temperatura pracy:	5÷40°C
Wilgotność:	do 50%

UWAGA!

W urządzeniu występują wysokie napięcia. Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność, a każdy przypadek niewłaściwego działania należy zgłaszać do producenta!

W urządzeniu mogą wystąpić wysokie ciśnienia. Zabrania się ograniczania wylotu z turbiny ciałami obcymi mogącymi spowodować wzrost ciśnienia wewnątrz układu.

W urządzeniu występują wirujące części maszyn.

Uruchamianie turbiny należy przeprowadzać tylko z założoną przezroczystą osłoną.

Dokumentacja towarzysząca

Spis załączonych rysunków:

0115.0.2.0200	SCHEMAT BLOKOWY
0115.0.2.0201	INSTALACJA ELEKTRYCZNA
0115.0.2.0202	INSTALACJA ELEKTRYCZNA CD
0115.0.2.0203	INSTALACJA ELEKTRYCZNA CD

Gwarancje i dokumentacje ruchowe ważniejszych zainstalowanych w stanowisku podzespołów.