

dr inż. Jacek Domińczuk  
Politechnika Lubelska, Instytut Technologicznych Systemów Informacyjnych

## MOŻLIWOŚCI AUTOMATYZACJI MASZYN LABORATORYJNYCH

*W artykule przedstawiono możliwości automatyzacji maszyn laboratoryjnych na przykładzie zrywarki. Zaprezentowano rozwiązania układów sterowania dające możliwość jak najszerzego wykorzystania możliwości maszyny w badaniach wytrzymałościowych. Przedstawiono możliwości zdalnego sterowania i kontroli zespołami wykonawczymi maszyny, jak również możliwość bezpośredniego przetwarzania wyników pomiarów.*

## THE POSSIBILITIES OF AUTOMATION OF LABORATORY MACHINES

*The possibilities of automation of laboratory machines were introduced in the paper by the means of the example of the tensile testing machine. Solutions of control system problem, which enable the widest use of machine for tensile research, were presented. The article shows the possibility of remote controlling as well as controlling specific executive elements of the machine and the possibility of direct processing the measurements results.*

### 1. WPROWADZENIE

Intensywny rozwój badań inżynierskich prowadzonych w laboratoriach sprawia, że stosowane obecnie maszyny laboratoryjne powinny posiadać elastyczne systemy sterowania umożliwiające zmiany konfiguracji parametrów zadanych w jak najszerzym zakresie, zapewniając możliwość ich rozbudowy i dostosowywania do potrzeb programów badawczych. Przy czym system taki powinien być prosty w obsłudze i zapewniać jak największą automatyzację procesów nadzoru i kontroli. Główne wytyczne związane z projektowaniem maszyn i urządzeń zawarto w normach [1, 2]. Ponadto maszyna jak i jej układy kontrolno pomiarowe muszą spełniać wymagania: laboratoryjne, normalizacyjne, metrologiczne oraz bezpieczeństwa. Nowe możliwości techniczne wspomagające badania wykorzystane są w wykonanej w Politechnice Lubelskiej maszynie laboratoryjnej.

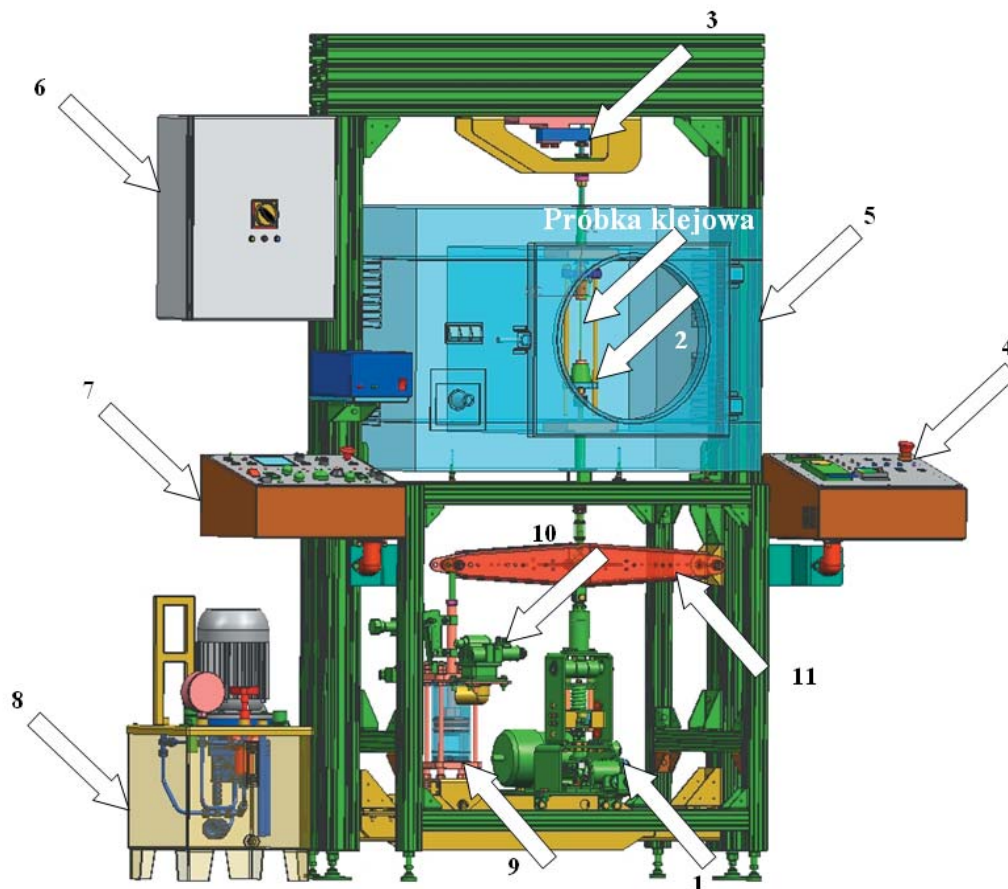
### 2. UKŁADY STEROWANIA I NADZORU

Podczas budowy systemu sterowania zrywarki laboratoryjnej 15S/2D [3, 4] (rys. 1.), która przeznaczona jest przede wszystkim do badania wytrzymałości dynamicznej [5] i statycznej [6] zakładkowych połączeń klejowych, uwzględniono zagadnienia związane z możliwymi do przeprowadzenia eksperymentami badawczymi tj.:

- metodą badań,
- sposobem prowadzenia badań,
- rodzajem i zasadą przygotowania próbek do badań,
- sposobem i warunkami obciążania i odciążania,
- określeniem reżimów technologicznych oraz wyposażenia.

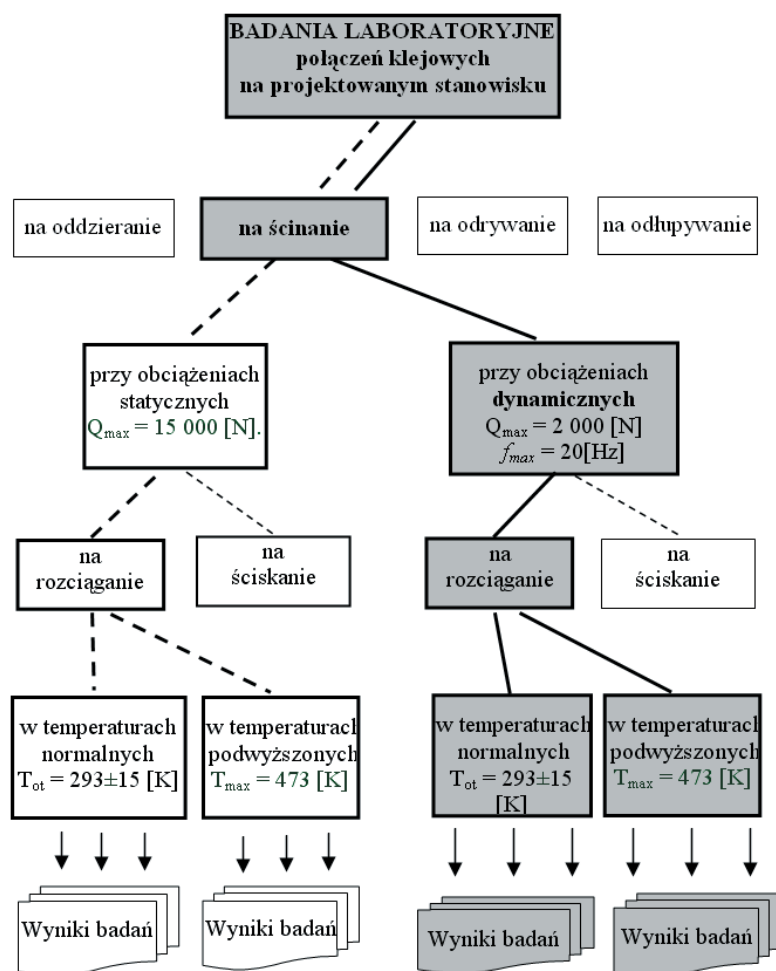
Na rys. 1 zaznaczono elementy funkcyjne wchodzące w skład układu obciążeń dynamicznych.

1. Bezwibracyjny generator obciążeń zmiennych,
2. Zespół do mocowania próbek klejowych,
3. Przetwornik tensometryczny połączony z miernikiem służący do kontroli stanu obciążenia,
4. Pulpit sterujący z systemem programowalnego sterowania,
5. Komora grzejna,
6. Skrzynka zasilająca – służy do zasilania i zabezpieczania elementów roboczych zasilanych energią elektryczną,
7. Pulpit sterujący – służy do sterowania cyklem obciążenia, dodatkowo zaopatrzone w układ logiczny sterowania zaworami oraz układy zapewniające bezpieczeństwo użytkownika,
8. Hydrauliczna centralka zasilająca – służąca do zasilania układu wymuszenia obciążenia,
9. Siłownik hydrauliczny – służy do wymuszenia obciążenia próbki klejowej,
10. Zespół zaworów sterujących – umożliwiających ustalenie żądanej prędkości przemieszczenia i zapewnienia stałej siły obciążenia,
11. Układ dźwigniowy – służący do przekazania obciążenia na próbkę.



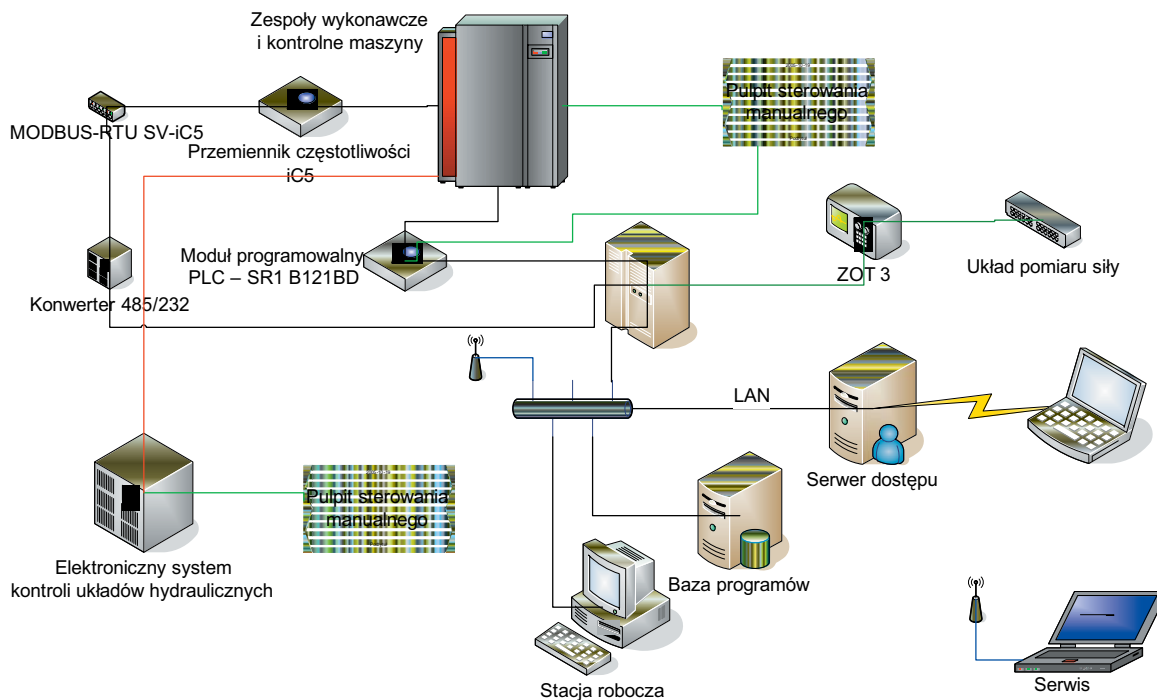
Rys. 1. Widok 3D zrywarki laboratoryjnej

W ramach realizacji projektu w celu zapewnienia poprawności konstrukcji jak i zapewnienia jej technologiczności zebrano, porównano i skonfrontowano jak największą ilość cech i wskaźników związanych z konstrukcją i działaniem połączeń klejowych (rys. 2). Pozwoliło to na zaprojektowanie odpowiednich układów wykonawczych maszyny tj.: układu pomiaru siły, układu sterowania komorą termiczną, układu sterowania zespołem służącym do wywierania obciążeń statycznych, układu zapewnienia bezpieczeństwa pracy, układu gromadzenia danych.



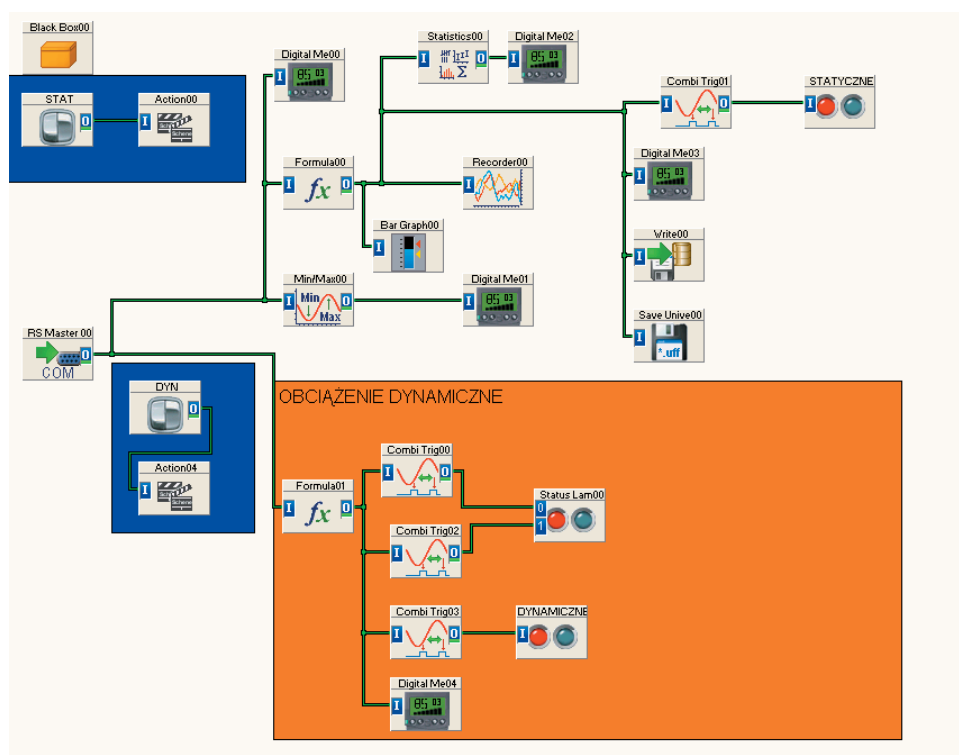
Rys. 2. Ścieżki badań przewidywanych do wykonywania na projektowanym stanowisku laboratoryjnym

Sterowanie maszyną odbywa się poprzez pulpity sterujące, które po sprzężeniu z komputerem dają możliwość nie tylko manualnego lecz również zdalnego sterowania częstotliwością obciążeń, jak również ustalania programu pracy generatora w funkcji czasu. Zastosowany programator daje możliwość zliczania ilości wykonanych cykli obciążeń. Maszyna wyposażona jest w kompleksowy system zabezpieczeń opartych na czujnikach pozycji, czujnikach przemieszczeń, czujnikach stanu. Posiada również wszystkie wymagane przez normy zabezpieczenia. Zaprojektowany system sterowania umożliwia kontrolę maszyny oraz jej sterowanie przy wykorzystaniu łączy internetowych (rys. 3).

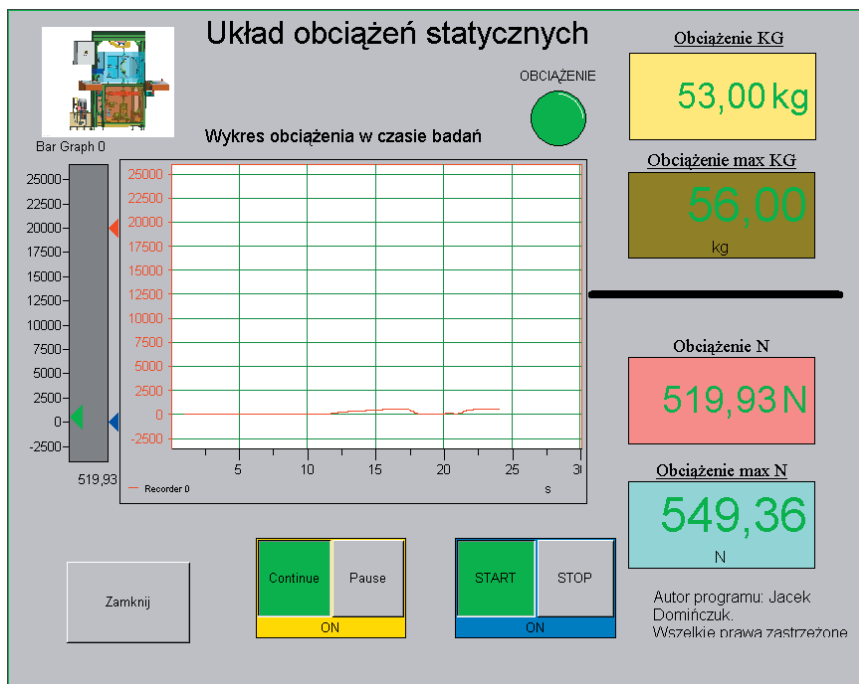


Rys. 3. Schemat układu sterowania i nadzoru

Pomiar siły obciążania próbki realizowany jest przez przetwornik tensometryczny dołączony do miernika pozwalającego na transmisję danych do komputera. Układ ten pozwala na pomiar siły obciążenia do 25000 N. Do gromadzenia wyników pomiarów został napisany specjalny program (rys. 4, 5.), który zapewnia zapisywanie wyników pomiarów w wybranej formie dającej możliwość bezpośredniego przetwarzania przez program Statistica [7, 8].

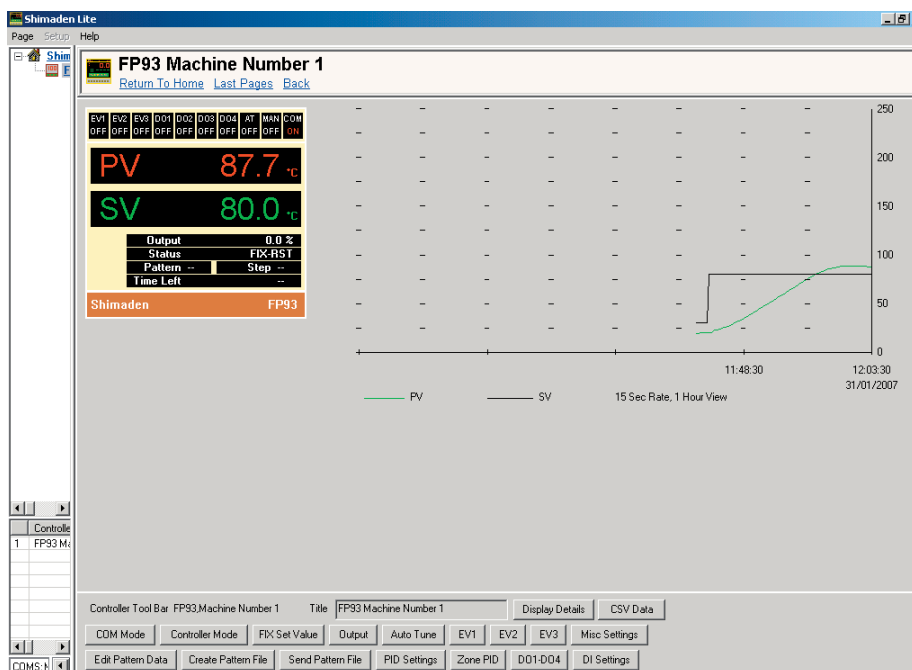


Rys. 4. Struktura programu do gromadzenia danych z pomiarów obciążenia badanej próbki



Rys. 5. Okno programu do gromadzenia danych pomiaru siły

Pomiar temperatury w komorze grzejnej jest realizowany przy wykorzystaniu zaadaptowanego układu kontrolno pomiarowego opartego na sterowniku programowalnym. Takie rozwiązanie powoduje, że przebieg zmian temperatury jest rejestrowany i nadzorowany przy wykorzystaniu odpowiedniego oprogramowania. Jest to szczególnie przydatne przy badaniach długotrwałych gdzie istnieje możliwość kontroli stanu termicznego komory w dogodnym dla badacza momencie [rys. 6.].



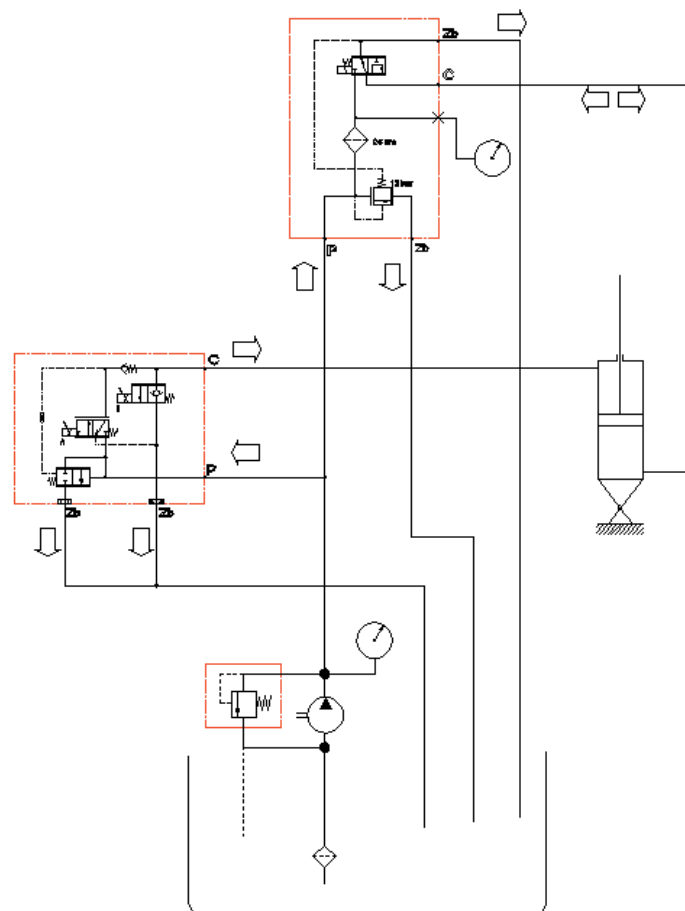
Rys. 6. Widok okna programu kontrolującego i rejestrującego zmiany temperatury

W przypadku badań połączeń klejowych obciążonych dynamicznie oprócz znajomości zakresu sił obciążających, temperatury pracy połączenia, bardzo ważne jest posiadanie wiedzy o częstotliwości oraz ilości zrealizowanych cykli obciążeń próbki. Częstotliwość obciążeń w omawianej zrywance może być odczytywana ze wskaźnika umieszczonego na pulpicie sterującym, bądź też określona na podstawie zadanej częstotliwości na falowniku. Częstotliwość tę można dowolnie zmieniać w zakresie 0÷24 Hz.

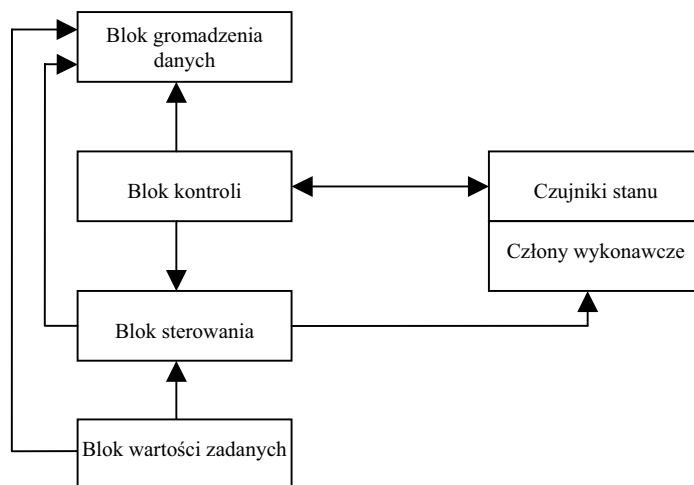
Ilość cykli przepracowanych przez połączenie rejestrowane jest przez sterownik PLC i przekazywane do komputera. Zastosowanie sterownika programowalnego pozwala ponadto na definiowanie przez użytkownika stanów, którym odpowiadać będzie określona reakcja maszyny np. zatrzymanie po wykonaniu określonej liczby cykli.

Napęd układu obciążeń statycznych realizowany jest przez układ hydrauliczny (rys. 7). Sterowanie układem realizowane jest z pulpitu operatora zapewniającego możliwość ustawienia określonych parametrów pracy, tj.: prędkości zrywania, położenia układu dźwigniowego, kierunku pracy (obciążanie, odciażanie). Schemat układu sterowania elementami roboczymi modułu obciążeń statycznych przedstawiono na rys. 8.

Zastosowanie sterowalnego zaworu redukującego ciśnienie w centralce zasilającej układ hydrauliczny, zapewnia możliwość nastawiania wartości siły obciążania i zmiany jej w trakcie pracy w sposób ciągły przy wybranej metodzie obciążeń próbek.



Rys. 7. Schemat układu hydraulicznego zrywarki



Rys. 8. Schemat układu sterowania elementami roboczymi modułu obciążeń statycznych

W celu zapewnienia możliwości badania wytrzymałości połączeń w podwyższonych temperaturach zrywarkę zaopatrzone w komorę termiczną, której układ sterowania oparto na regulatorze programowalnym, który pozwala na współpracę z komputerem. Daje to możliwość śledzenia zmian temperatury w czasie, zapisywania wyników pomiarów jak i programowania zmian temperatury dla czterdziestu poziomów. Ponadto zrywarkę zaopatrzone w szereg czujników stanu pozwalających na bezpieczne jej użytkowanie.

### 3. PODSUMOWANIE

Zbudowany system sterowania i nadzoru układów obciążeń zrywarki laboratoryjnej 15S/2D daje możliwość dostosowywania oprogramowania sterownika PLC w zależności od rodzaju badań jakie mają być prowadzone na maszynie. Daje to możliwość wszechstronnego wykorzystywania zrywarki, jak również jej modernizacji i rozbudowy tak aby dostosować jej możliwości do potrzeb konkretnego planu badań. Otwarta architektura systemu sterowania sprawia, że maszyna może być wszechstronnie wykorzystywane nie tylko do badań związanych z wytrzymałością adhezyjną połączeń klejowych, ale również wszędzie tam gdzie mamy konieczność sprawdzenia wytrzymałości materiałów i połączeń na obciążenia dynamiczne i statyczne w zakresie przewidzianym dla maszyny.

Układ sterowania zapewnia między innymi:

- możliwość rejestracji siły obciążającej badany obiekt,
- możliwość programowania przebiegu zmian obciążeń termicznych w funkcji czasu,
- możliwość zadawania obciążeń w przedziale częstotliwości 0÷24 Hz,
- możliwość zdalnego sterowania pracą generatora między innymi poprzez sieć LAN,
- możliwość kontrolowania przebiegu pracy generatora w tym monitowanie zakończenia cyklu badawczego jak i ewentualnych nieprawidłowości w jego pracy,
- możliwość pracy maszyny bez nadzoru człowieka zgodny z wcześniej zaprogramowanym cyklem (nadzór sprawowany jest przez komputerowy system kontroli),
- możliwość przeprowadzenia zdalnego testu maszyny i jej diagnostyki,

- możliwość gromadzenia wyników pomiarów na dysku komputera wraz z możliwością wstępnej obróbki statystycznej,
- monitowanie o nieprawidłowościach w ustawieniach maszyny jak również nieprawidłowej jej pracy.

## LITERATURA

1. PN-EN 292-1: Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania. Podstawowa terminologia, metodologia. PKN.
2. PN-EN 292-2: Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania. Zasady i wymagania techniczne. PKN.
3. Kisała A., Domińczuk J.: Stanowisko laboratoryjne do badań wytrzymałości doraźnej połączeń klejowych. Postępy w technikach wytwarzania i konstrukcji maszyn. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin 2005, s. 24-30.
4. Domińczuk J., Kisała A.: Wytrzymałość dynamiczna połączeń klejowych – stanowisko badawcze. Postępy w technikach wytwarzania i konstrukcji maszyn. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin 2005, s. 31-36.
5. PN-ISO 9653: Kleje. Metoda badania wytrzymałości na ścinanie udarowe połączeń klejowych. PKN.
6. PN-EN 1465:2003: Kleje - Oznaczanie wytrzymałości na ścinanie przy rozciąganiu połączeń na zakładkę materiału sztywnego ze sztywnym. PKN.
7. Wątroba J., Kowalski T., Demski T. Data Mining i jego realizacja w Statistica Data Miner Statsoft Polska, <http://www.statsoft.pl/czytelnia>.
8. Sokołowski A.: Metody stosowane w Data Mining. Statsoft Polska, <http://www.statsoft.pl/czytelnia>.