

Uniwersalne elektrohydrauliczne stanowisko dydaktyczno-badawcze

Streszczenie: Artykuł poświęcony jest stanowisku elektrohydraulicznemu przeznaczonemu do prowadzenia zajęć dydaktycznych oraz wykonywania badań laboratoryjnych. W referacie zaprezentowano krótki opis stanowiska oraz omówiono jego elementy składowe. Podano również konkretne przykłady zastosowań stanowiska oraz przedstawiono umiejętności, jakie nabywają studenci podczas pracy na nim.

Słowa kluczowe: laboratorium elektrohydrauliki, zdalne sterowanie maszyn hydraulicznych.

Universal electrohydraulic workstation for didactic and research

Summary: The paper presents electrohydraulic workstation designed to lead laboratory classes and conduct research. The paper contains short description of the workstation and its components. Examples of application of the workstation and acquired students skills during training using workstation were discussed in the paper.

Keywords: electrohydraulic laboratory, remote control of hydraulic machines.

1. Wprowadzenie

Ważną gałęzią mechatroniki jest napęd hydrostatyczny, potocznie nazywany hydrauliką siłową, wykorzystujący nowoczesne sterowanie elektroniczne [2]. Ten rodzaj napędu charakteryzuje się bardzo dużą gęstością mocy, co znaczy, że może on przenosić duże ilości energii, zachowując jednocześnie małą masę i wymiary elementów składowych [3]. Hydraulika siłowa jest więc niezastąpiona w maszynach, które przenoszą duże obciążenia.

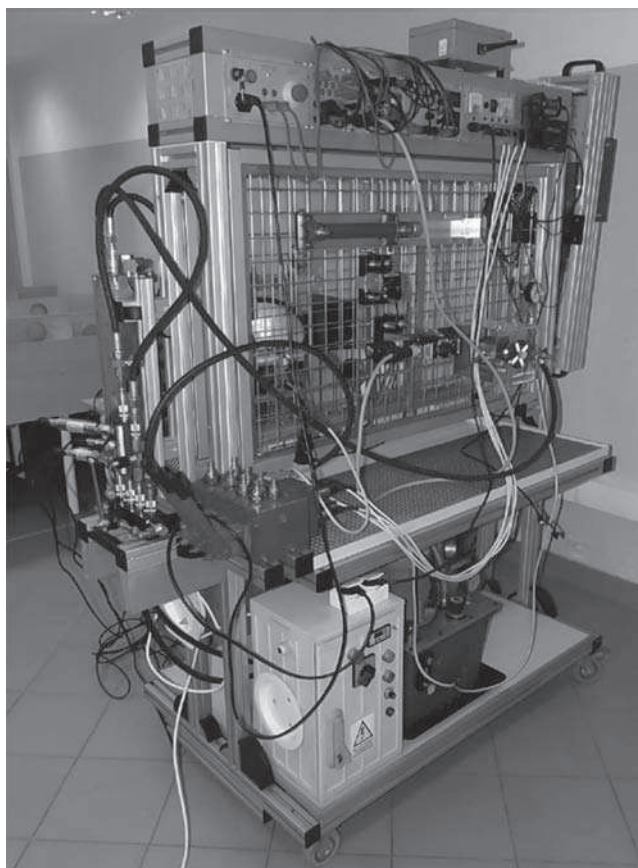
W ciągu ostatniej dekady nastąpił dynamiczny rozwój elektronicznych układów sterowania. Klasyczne zawory sterowane elektrycznie, zawory proporcjonalne oraz serwozawory umożliwiają wykorzystanie nowoczesnych metod sterowania elektronicznego do zmiany parametrów układu hydraulicznego zgodnie z wymaganym procesem pracy maszyny [4].

Prezentowane w niniejszym artykule uniwersalne stanowisko elektrohydrauliczne przeznaczone jest do nauczania nowoczesnej mechatroniki wykorzystującej napęd hydrostatyczny. Stanowisko wyposażone jest w profesjonalną aparaturę pomiarową, dzięki której możliwie jest wykonywanie badań poświęconych napędowi elektrohydraulicznemu.

2. Opis stanowiska elektrohydraulicznego

Stanowisko elektrohydrauliczne (rys. 1) przeznaczone jest do prowadzenia zajęć dydaktycznych oraz wykonywania badań laboratoryjnych. Uniwersalny charakter stanowiska sprawia, że jego możliwości są bardzo szerokie i obejmują zagadnienia związane z mechaniką płynów, napędem hydrostatycznym oraz nowoczesnymi metodami sterowania elektronicznym napędem hydrostatycznym. Stanowisko wyposażone jest w specjalistyczne urządzenia służące do pomiaru odpowiednich parametrów układu hydraulicznego.

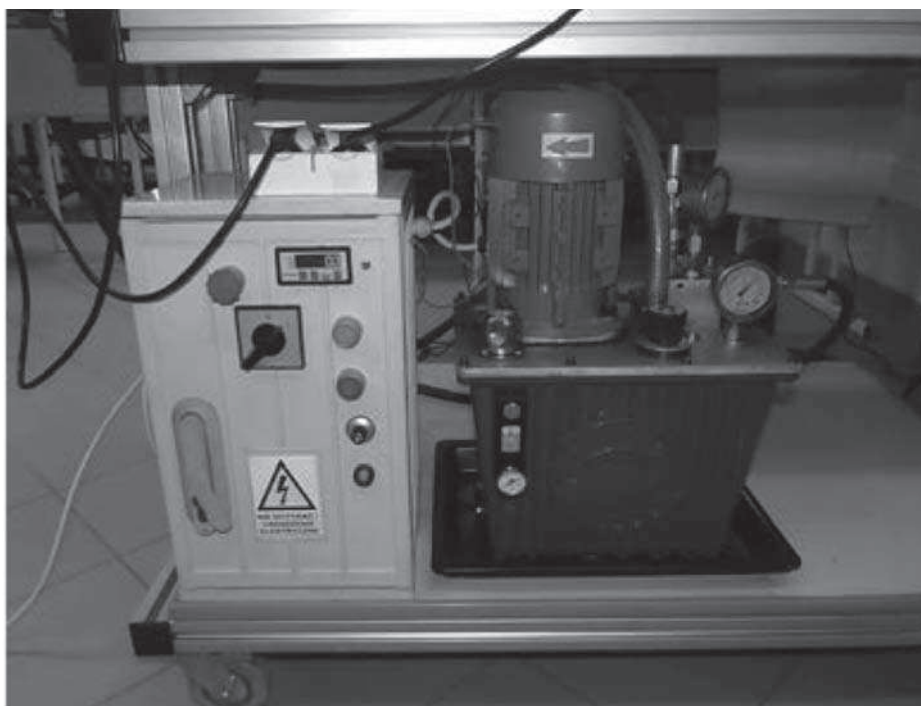
Rys. 1. Stanowisko badawczo-dydaktyczne poświęcone hydraulicznym i elektrohydraulicznym układom napędowym



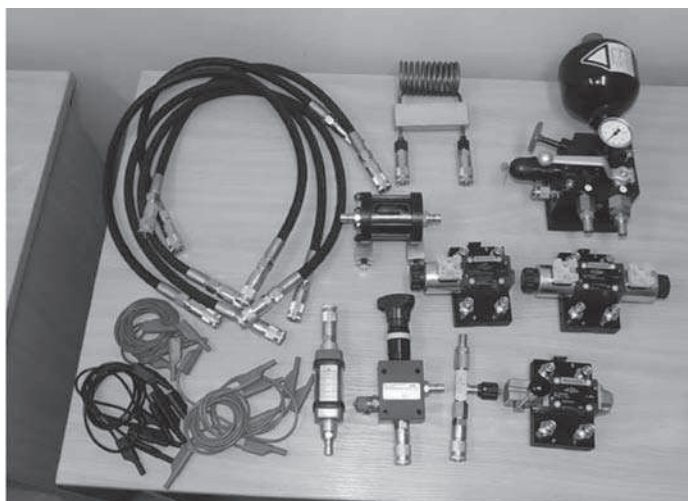
W skład stanowiska wchodzi:

- zasilacz hydrauliczny (rys. 2), wyposażony w pompę napędzaną silnikiem elektrycznym z możliwością zmiany prędkości obrotowej (można zmieniać natężenie przepływu cieczy generowane przez pompę); czynnikiem roboczym jest olej,
- tablica montażowa do montażu elementów hydraulicznych,
- elastyczne przewody hydrauliczne zakończone szybkozłączami (rys. 3),
- elementy hydrauliczne, takie jak: rozdzielacze sterowane elektrycznie i ręcznie, zawory sterujące ciśnieniem i natężeniem przepływu, elementy wykonawcze – silnik i siłowniki, akumulator hydrauliczny (rys. 3),
- elementy do badania zjawisk zachodzących w układach hydraulicznych – np. przewody do badania oporów przepływu, zwężka do badania kawitacji (rys. 3),
- nowoczesny zestaw pomiarowy umożliwiających odczyt i rejestrację podstawowych parametrów układu hydraulicznego, takich jak ciśnienie, natężenie przepływu cieczy, temperatura oleju (rys. 4),
- elementy elektrohydrauliczne o działaniu ciągłym – rozdzielacze proporcjonalne wraz ze specjalnymi układami elektronicznymi służącymi do sterowania tymi elementami; układy wykorzystują klasyczne sterowanie elektryczne, sterowanie za pomocą fal radiowych oraz sterowanie z wykorzystaniem sieci GSM.

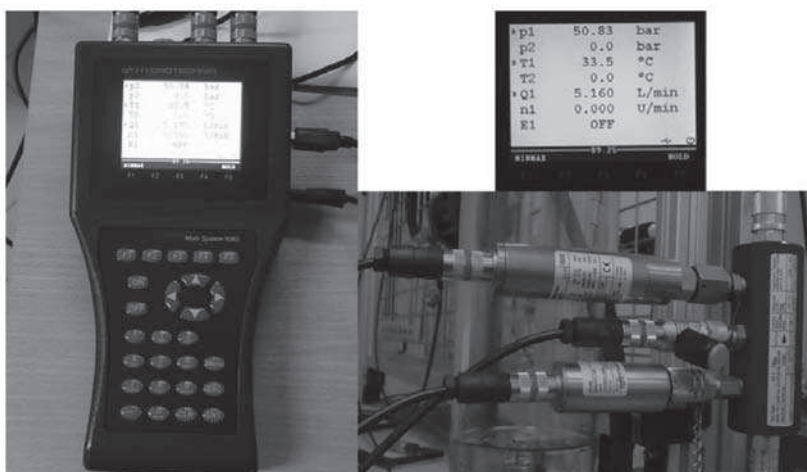
Rys. 2. Zasilacz hydrauliczny obecny na stanowisku badawczo-dydaktycznym



Rys. 3. Przykładowe elementy wyposażenia stanowiska służące do budowy odpowiednich układów hydraulicznych lub elektrohydraulicznych



Rys. 4. Zespół elementów pomiarowych umożliwiających odczyt i rejestrację podstawowych parametrów układu hydraulicznego



Na tablicy montażowej stanowiska można za pomocą specjalnych zatrzasków umieszczać elementy hydrauliczne, elektrohydrauliczne oraz pomiarowe, budując dowolne układy badawcze. Elementy układu hydraulicznego łączone są ze sobą poprzez hydrauliczne przewody elastyczne i szybkozłącza. Montaż jest szybki i czysty. Elementy elektryczne i pomiarowe są łączone z użyciem wtyków bananowych z izolacją, zapewniających szybkość montażu.

Stanowisko służy w szczególności do:

- montażu układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych na podstawie schematów ideowych,

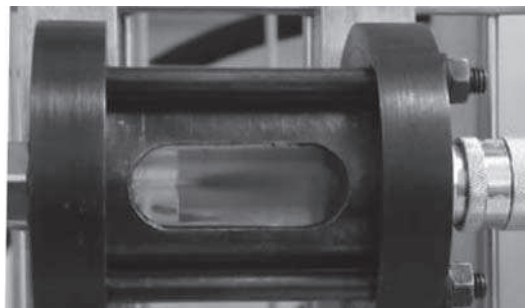
- analizy działania zmontowanych układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych (diagnostyka układów, wykrywanie błędów w układach, ocena jakości pracy układów),
- badania zjawisk zachodzących w układach hydraulicznych (np. zjawisko kawitacji, oporów przepływu),
- wyznaczania charakterystyk statycznych i dynamicznych elementów hydraulicznych i elektrohydraulicznych,
- wyznaczania charakterystyk statycznych i dynamicznych układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych.

Uczestnicy zajęć laboratoryjnych realizowanych na uniwersalnym stanowisku elektrohydraulicznym nabywają umiejętności tworzenia schematów ideowych układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych, zaplanowania badań, przeprowadzenia badań na zmontowanym układzie oraz wyciągnięcia odpowiednich wniosków. W dalszej pracy zawodowej mogą podjąć próbę powtórzenia badań na układach rzeczywistych maszyn w różnych urządzeniach przemysłowych, m.in. w maszynach w kopalniach rud miedzi.

3. Przykłady wykorzystania stanowiska dydaktycznego do zajęć dydaktycznych oraz badań

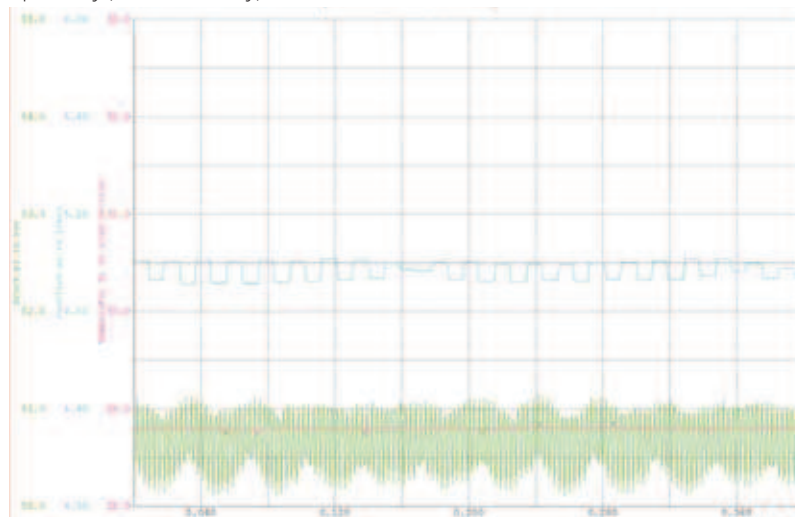
Na stanowisku elektrohydraulicznym można realizować ćwiczenia laboratoryjne dotyczące mechaniki płynów. Przykładem takiego ćwiczenia może być badanie zjawiska oporów przepływu i obserwacja zjawiska kawitacji podczas przepływu oleju przez kryzę. Rysunek 5 przedstawia kryzę przeznaczoną do tego typu badań.

Rys. 5. Kryza do obserwacji kawitacji i badań oporów przepływu



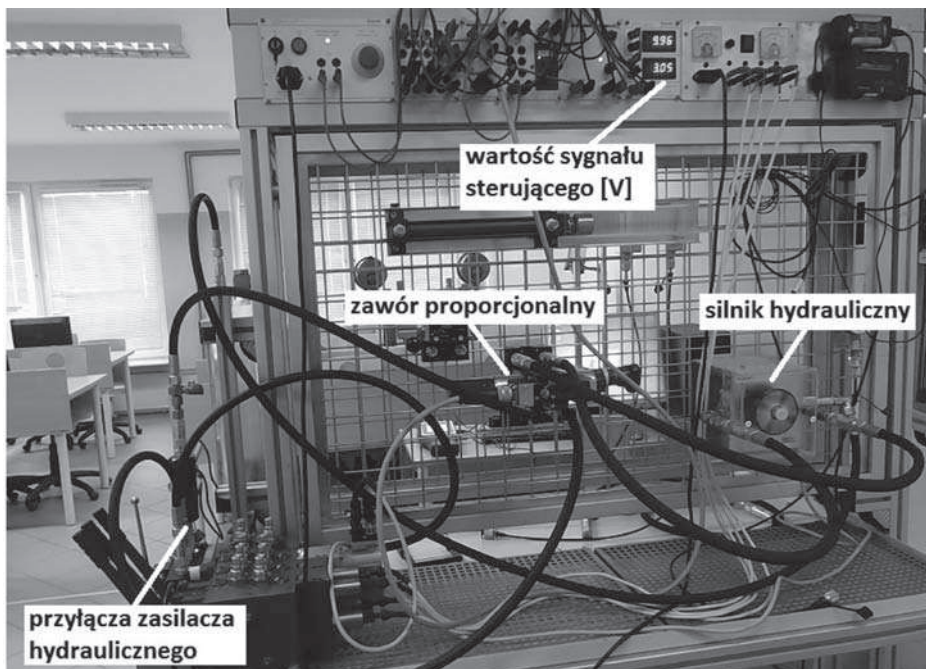
Innym przykładem badań laboratoryjnych, które można zrealizować na opisywanym stanowisku są pomiary charakterystyk statycznych i dynamicznych elementów hydraulicznych i elektrohydraulicznych. Na rysunku 6 przedstawiono zrzut z ekranu komputera przedstawiający oprogramowanie współpracujące z aparaturą pomiarową podczas pomiaru pulsacji ciśnienia pompy.

Rys. 6. Przykładowe przebiegi czasowe ciśnienia (kolor zielony), natężenia przepływu (kolor niebieski) i temperatury (kolor czerwony)

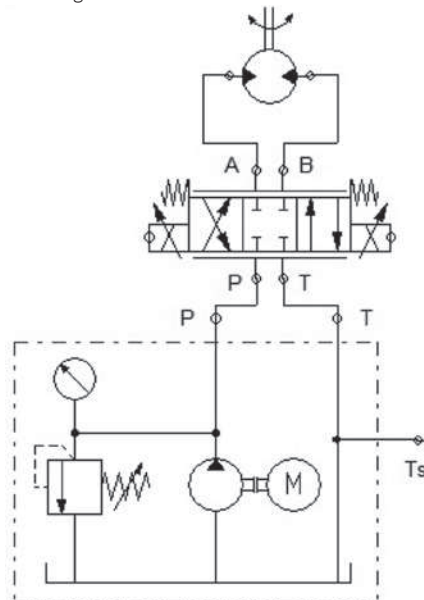


Na stanowisku elektrohydraulicznym można budować dowolne układy hydrauliczne i elektrohydrauliczne oraz analizować ich działania. Na rysunku 7 przedstawiono przykładowy układ elektrohydrauliczny, a na rysunku 8 schemat ideowy tego układu.

Rys. 7. Przykładowy układ elektrohydrauliczny zmontowany na stanowisku

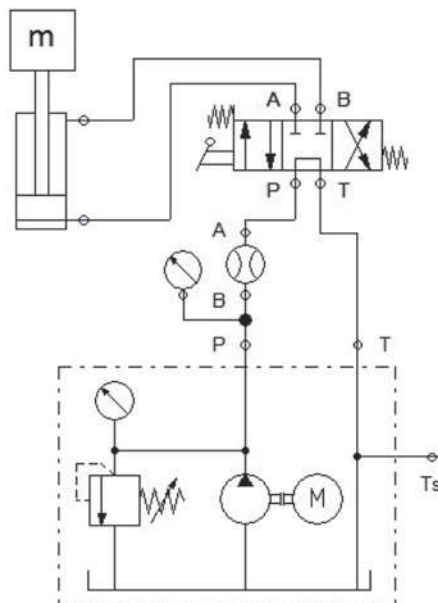


Rys. 8. Schemat ideowy zmontowanego układu



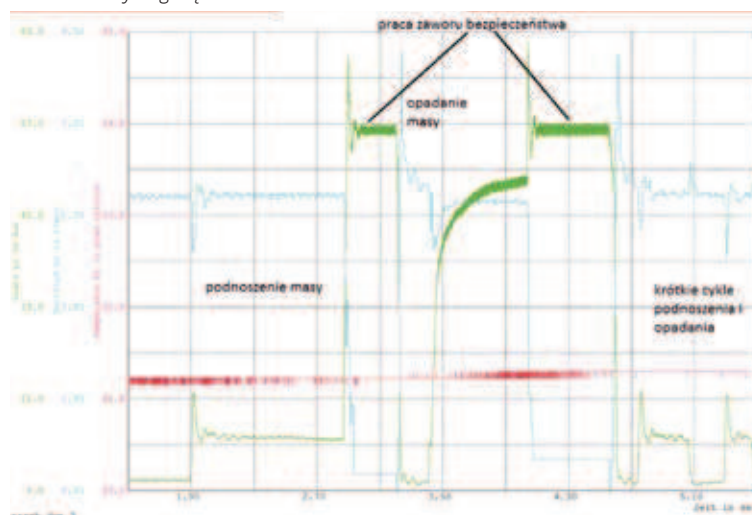
Opisywane stanowisko można wykorzystać do wyznaczania charakterystyk dynamicznych układów hydraulicznych bądź elektrohydraulicznych. Rysunek 9 przedstawia schemat ideowy przykładowego prostego układu hydraulicznego ze zminiaturyzowanym siłownikiem obciążonym niewielką masą.

Rys. 9. Schemat ideowy układu hydraulicznego, na którym realizowano pomiary dynamiczne



Na rysunku 10 przedstawiono przykład badania dynamiki tego układu poprzez rejestrację czasowych przebiegów ciśnienia i natężenia przepływu podczas przesuwania masy w górę i w dół za pomocą rozdzielacza sterowanego ręcznie. Pomiar był wykonywany w linii hydraulicznej między pompą a rozdzielaczem. Na rysunku opisano poszczególne fazy cyklu pracy. Z przebiegów czasowych można odczytać np. maksymalne chwilowe ciśnienie w momencie rozpoczęcia ruchu masy w górę lub maksymalne chwilowe ciśnienie podczas otwarcia zaworu bezpieczeństwa.

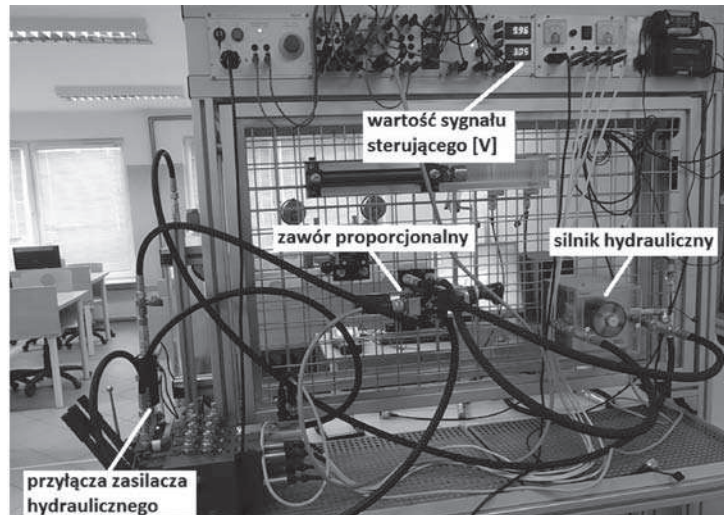
Rys. 10. Przebiegi czasowe ciśnienia (kolor zielony), natężenia przepływu (kolor niebieski) podczas przemieszczania masy w górę i w dół



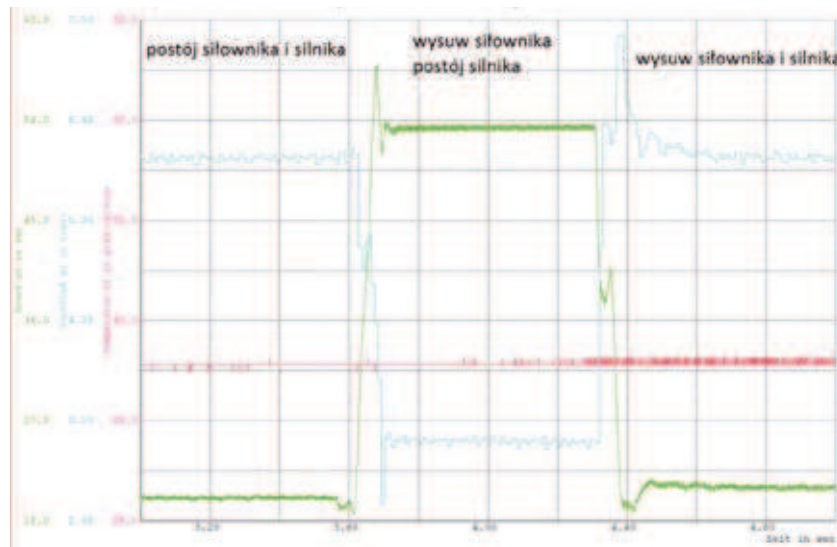
Przykładem badań laboratoryjnych realizowanych na stanowisku elektrohydraulicznym mogą być również badania nowoczesnych metod zdalnego sterowania maszynami hydraulicznymi. Na rysunku 11 przedstawiono zdjęcie układu z siłownikiem i silnikiem hydraulicznym. Obydwa elementy były sterowane zdalnie: siłownik za pomocą fal radiowych, silnik za pomocą sieci GSM.

Celem badań było oszacowanie, jak duże opóźnienie czasowe ma metoda sterowania poprzez sieć GSM w stosunku do metody sterowania falami radiowymi. Do dwóch sekcji rozdzielacza proporcjonalnego (sterującej siłownikiem oraz sterującej silnikiem) zostały wysłane sygnały sterujące w taki sposób, że w tej samej chwili wychylono dźwignię zdalnego sterowania w pulpicie operatora (sieć GSM) oraz w przenośnym urządzeniu sterującym (fale radiowe). Rysunek 12 przedstawia czasowe przebiegi natężenia przepływu płynącego z pompy oraz ciśnienia na pompie. Z wykresu można odczytać moment rozpoczęcia ruchu przez siłownik (natężenie przepływu spada, a ciśnienie rośnie, gdyż przy siłowniku obecny był zawór zwrotno-dławiący) oraz moment rozpoczęcia ruchu przez silnik (natężenie przepływu rośnie, a ciśnienie spada, gdyż silnik nie był obciążony). Na tej podstawie można oszacować czas opóźnienia, który wynosi mniej niż 0,8 s.

Rys. 11. Układ elektrohydrauliczny wykorzystujący dwa rodzaje zdalnego sterowania – za pomocą fal radiowych oraz za pomocą sieci GSM



Rys. 12. Przebiegi czasowe ciśnienia (kolor zielony), natężenia przepływu (kolor niebieski) podczas zdalnego rozruchu siłownika i silnika hydraulicznego



4. Podsumowanie

Uniwersalne elektrohydrauliczne stanowisko dydaktyczno-badawcze przeznaczone jest do nauczania mechatroniki, w której obecne są układy hydrauliki siłowej wykorzystujące nowoczesne metody sterowania elektronicznego. Opisane w referacie przykłady ćwiczeń laboratoryjnych realizowanych na stanowisku bliskie są zagadnieniom związanym z maszynami górnictwami. Napęd w nich zastosowany wymaga możliwości przenoszenia

dużych sił, tak więc hydraulika siłowa idealnie się do nich nadaje. Maszyny górnicze często pracują w warunkach niebezpiecznych dla człowieka. Dzięki zastosowaniu zdalnego sterowania z wykorzystaniem sieci GSM bądź fal radiowych człowiek może sterować maszynami, znajdując się w bezpiecznym miejscu [1]. Maszyny górnicze pracują przemieszczając duże masy. Przedstawione ćwiczenie badania dynamiki układu hydraulicznego pozwala studentom zrozumieć zjawiska zachodzące w układzie hydraulicznym podczas takiej pracy [1].

Możliwości opisywanego stanowiska są bardzo szerokie. W niniejszym artykule zaprezentowano tylko niektóre przykłady jego wykorzystania. Stanowisko ma charakter uniwersalny. Można na nim w prosty sposób budować układy hydrauliczne i elektrohydrauliczne o różnym stopniu złożoności i wykonywać na nich odpowiednie pomiary w zależności od potrzeb. Warto dodać, że stanowisko jest ciągle rozbudowywane o nowe elementy.

Literatura

1. Palczak E., *Dynamika elementów i układów hydraulicznych*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich – Wydawnictwo, Wrocław 1999.
2. Schmid D. (pod kier.), *Mechatronika*, REA, Warszawa 2002.
3. Stryczek S., *Napęd hydrostatyczny*, t. 1 *Elementy*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995.
4. Tomasiak E., *Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.