



Sebastian STYŁA

ODWZOROWANIE RZECZYWISTYCH WARUNKÓW PRACY UKŁADU ABS W WARUNKACH LABORATORYJNYCH

Streszczenie

Modele laboratoryjne, zarówno fizyczne jak i wirtualne, znajdują szerokie zastosowanie w badaniach naukowych oraz dydaktyce. Odzworowanie rzeczywistych warunków pracy urządzeń jest niezmiernie istotne z punktu widzenia przygotowania przyszłych pracowników do potrzeb rynku pracy. Jest to główną rolą wyższych uczelni technicznych.

W niniejszym artykule przedstawiono problemy, z jakimi można się spotkać podczas tworzenia modeli laboratoryjnych odwzorowujących zasadę działania układu przeciwblokującego koła ABS. W artykule zaproponowano dwa stanowiska służące do zapoznania studentów z budową, zasadą działania oraz komputerowymi metodami badania współczesnych układów ABS. Ponadto opisano przykłady zastosowania w/w modeli w procesie nauczania przyszłych diagnostów samochodowych.

WSTĘP

W ostatnich latach można zaobserwować dynamiczny rozwój wszystkich dziedzin życia, a przede wszystkim związanych z szeroko pojętym rozwojem techniki. Nowe osiągnięcia w dziedzinie elektroniki i informatyki pozwoliły na opracowanie nowych konstrukcji podzespołów oraz nowych urządzeń montowanych we współczesnych samochodach. Przyczynia się to do konieczności podniesienia jakości i efektywności kształcenia przyszłych pracowników branży motoryzacyjnej. Pracodawcy poszukują pracowników w pełni przeszkolonych, posiadających wiadomości teoretyczne oraz doświadczenie praktyczne w obsłudze i diagnostyce poszczególnych obwodów współczesnych samochodów. Dlatego rolą technicznych uczelni wyższych, a także szkół średnich jest zapewnienie słuchaczom odpowiedniego zaplecza dydaktycznego, które będzie odzwierciedlało rzeczywiste procesy zachodzące w omawianych elementach, obwodach lub urządzeniach przemysłowych. Można to uzyskać poprzez wyposażenie laboratoriów w stanowiska badawcze, które dadzą możliwość zapoznania się z danym problemem od strony praktycznej, przy czym, podczas konstruowania takiego stanowiska ważny jest proces: projektowania, budowy i jego walidacji [4, 5]. Ma to na celu wierne odzworowanie poszczególnych zależności i powiązań między elementami danego urządzenia.

Odzworowanie rzeczywistych warunków pracy, w fizycznych modelach laboratoryjnych, wiąże się niekiedy z wysokimi kosztami wykonania. Uzasadnionym wydaje się zatem rozłożenie danego modelu na części i stopniowa jego rozbudowa. Rozwiązaniem może być także tworzenie modeli wirtualnych, symulujących działanie danego urządzenia, z użyciem narzędzi informatycznych [11]. Należy jednak pamiętać, że modele wirtualne powinny

uzupełniać wiadomości teoretyczne, a nie całkowicie zastępować modele fizyczne (rzeczywiste), których rola w szkolnictwie zawodowym jest nieoceniona.

1. UKŁAD PRZECIWBLOKUJĄCY KOŁA ABS

Jednym z układów, do rozwoju którego przyczynił się postęp w dziedzinie elektroniki i informatyki jest układ przeciwblokowania kół ABS. Od ponad pięćdziesięciu lat powstało wiele konstrukcji tego typu [2, 8, 10]. Układy ABS są indywidualnie dobierane dla danej marki, a nawet modelu pojazdu. Różnice polegają m. in. na [1, 3, 6]:

- odpowiednim algorytmie sterowania,
- rodzaju zastosowanych czujników,
- integracji poszczególnych elementów układu w jednej lub wielu obudowach.

Równocześnie z rozwojem samych konstrukcji układów ABS, zmianie uległy sposoby diagnozowania ich stanu technicznego. Obecnie do badania podzespołów elektronicznych ABS stosuje się urządzenia diagnostyczne pracujące w standardzie OBD [9, 12].

Ze względu na charakter badań wykonywanych przez Autora niniejszego artykułu zostaną w nim omówione zagadnienia obejmujące elementy elektroniczne układu ABS, bez zagłębiania się w część mechaniczną i hydrauliczną tych układów. Przedstawione stanowiska zostały wykonane w ramach prac dyplomowych [7, 13] i obecnie wykorzystywane są w kształceniu studentów z przedmiotu „Urządzenia elektroniczne pojazdów samochodowych”.

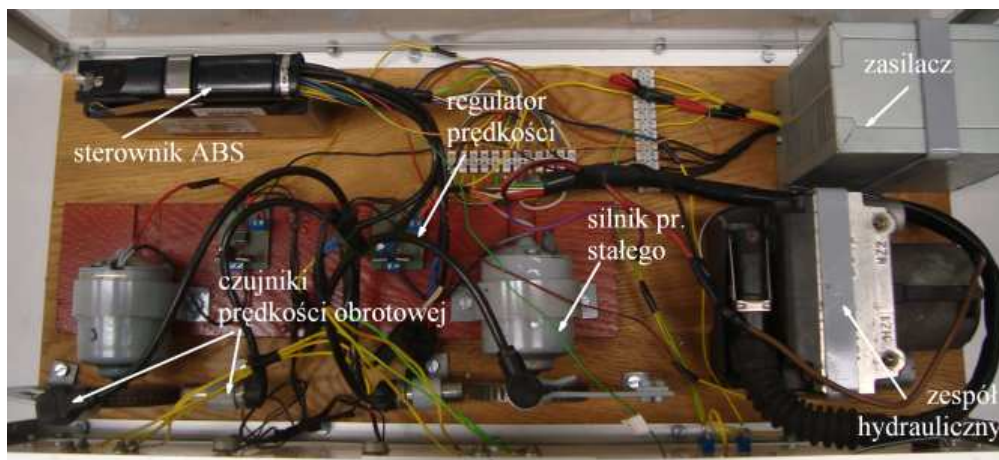
2. MODEL FIZYCZNY UKŁADU ABS

Do budowy stanowiska został użyty rzeczywisty układ ABS 5 firmy Bosch montowany w samochodach Audi A4. Zespół hydrauliczny tego urządzenia składa się z:

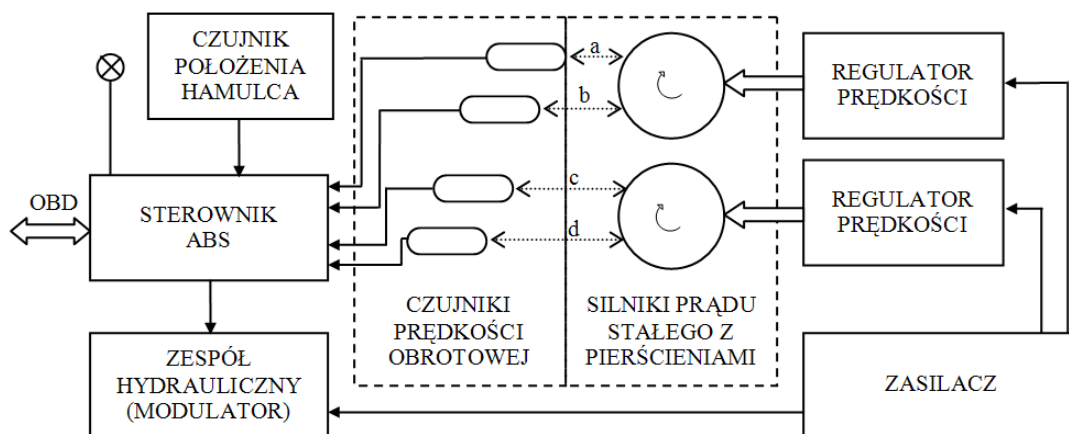
- zaworów elektromagnetycznych 2/2,
- pompy odprowadzającej,
- akumulatora ciśnienia,
- komory tłumiącej.

Ponadto sterownik urządzenia ABS umieszczony jest poza modulatorem i połączony z nim za pomocą wiązki przewodów. Do pomiaru prędkości obrotowej kół wykorzystane zostały w tym rozwiązaniu czujniki reluktancyjne palcowe.

Na rysunku 1 przedstawiony został widok kompletnego stanowiska laboratoryjnego, natomiast na rysunku 2 znajduje się jego schemat blokowy.



Rys. 1. Stanowisko laboratoryjne do badania układu ABS 5 firmy Bosch (opracowane na podstawie [7])



Rys. 2. Schemat blokowy stanowiska laboratoryjnego ABS 5 firmy Bosch (opracowane na podstawie [7]): a-d – odległość czujnika od wirującego pierścienia

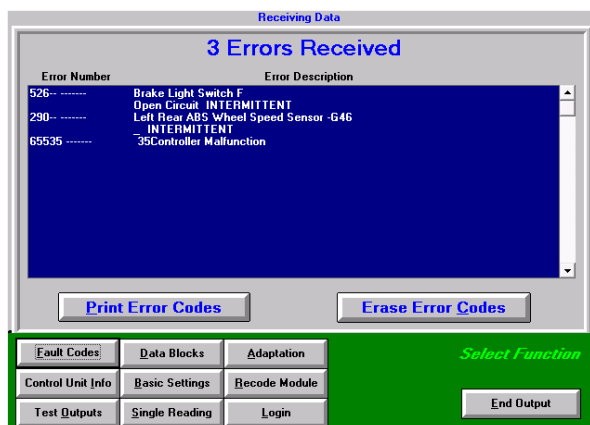
2.1. Diagnostyka podzespołów układu ABS z wykorzystaniem modelu fizycznego

Z wykorzystaniem stanowiska laboratoryjnego możliwe jest przeprowadzenie diagnostyki elektronicznych podzespołów układu ABS. W tym celu konieczne jest użycie interfejsu komunikacyjnego wraz z odpowiednim oprogramowaniem komputerowym. W przedstawionych badaniach wykorzystano interfejs diagnostyczny przeznaczony do samochodów grupy Volkswagen – VAG KKL oraz DeltaScan wraz z komputerowym oprogramowaniem VAG-COM, VCDS, VW Tool, DeltaScan. Różnorodne oprogramowanie pozwala na zapoznanie się ćwiczących z różnymi rozwiązaniami software’u, z którymi mogą się spotkać w przyszłej pracy zawodowej. Ponadto dzięki zastosowaniu rzeczywistych elementów, przeznaczonych do budowy stanowiska, mogą oni poznać budowę układu ABS.

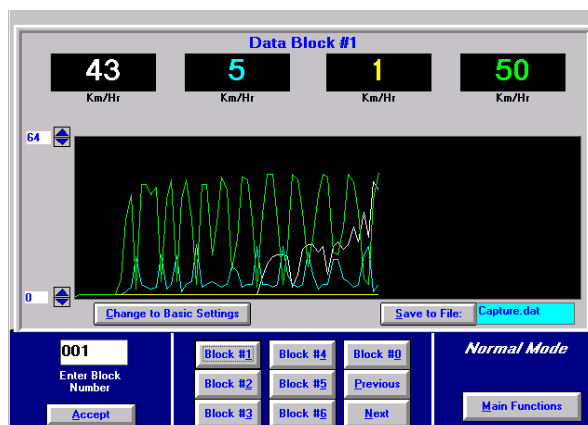
Ćwiczenia laboratoryjne zostały tak opracowane aby zaprezentować studentom procedury diagnostyczne wykonywane podczas badania układów ABS w stacjach serwisowych. Diagnostyka rozpoczyna się od podłączenia interfejsu do złącza diagnostycznego sterownika ABS. Umożliwia to zainicjowanie połączenia między sterownikiem, a urządzeniem diagnostycznym, którym jest komputer stacjonarny lub przenośny. Wyświetlany jest wtedy: numer identyfikacyjny badanego sterownika, numer Bosch, rodzaj zastosowanego układu ABS oraz wersja oprogramowania sterownika.

Kolejnym krokiem jest odczyt kodów błędów. Za pomocą przedstawionego stanowiska laboratoryjnego możliwa jest symulacja błędów układu ABS, które są zapisane w pamięci sterownika (rys. 3). Pozwala to na zapoznanie studentów z diagnostyką uszkodzeń w standardzie OBD i interpretacją uzyskanych wyników. Gdy uszkodzone elementy zostaną naprawione oraz wykasowane z pamięci mikrokontrolera, powyższe kody błędów nie zostaną ponownie wyświetlone, a sterownik będzie wykrywał sprawność tych elementów.

W celu pełnej realizacji badań diagnostycznych wykorzystywane oprogramowanie umożliwia obserwację przebiegów czasowych badanych elementów (rys. 4). Daje to możliwość obserwacji wpływu wyżej wymienionych uszkodzeń na działanie całego obwodu przeciwblokowania kół pojazdu.



Rys. 3. Kody błędów układu ABS (program VW Tool)



Rys. 4. Przebiegi czasowe prędkości obrotowej poszczególnych kół (program VW Tool)

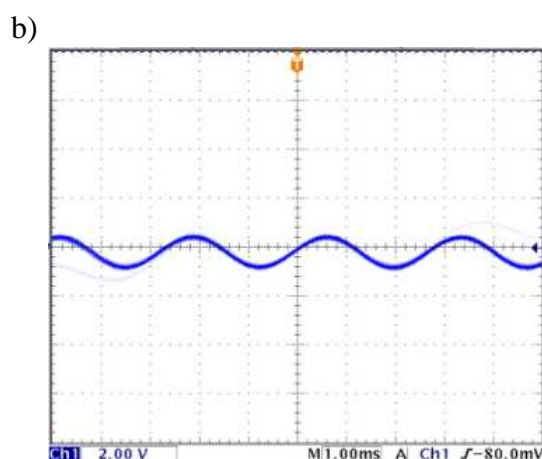
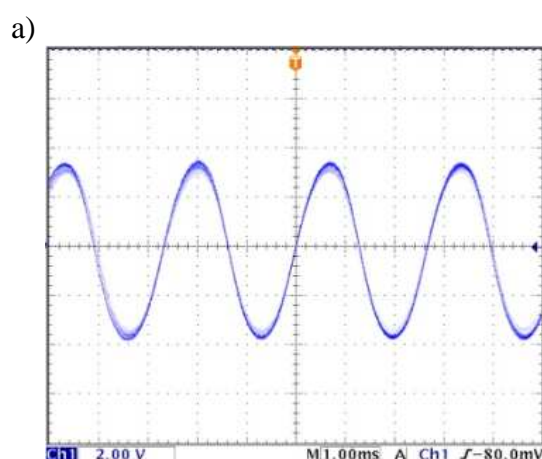
W modelu laboratoryjnym występują reluktancyjne czujniki prędkości obrotowej mierzące prędkość kół pojazdu (ich poślizg). Generują one sygnały sinusoidalne przesyłane do jednostki sterującej układem ABS. Częstotliwość tego sygnału przenosi informację o prędkości obrotowej kół. Podstawowym badaniem wykonywanym przy tego typu czujnikach jest pomiar rezystancji oraz obserwacja przebiegu z wykorzystaniem oscyloskopu. Rezystancja czujnika porównywana jest z wartością podaną przez producenta.

W ramach przeprowadzanych ćwiczeń laboratoryjnych możliwa jest obserwacja:

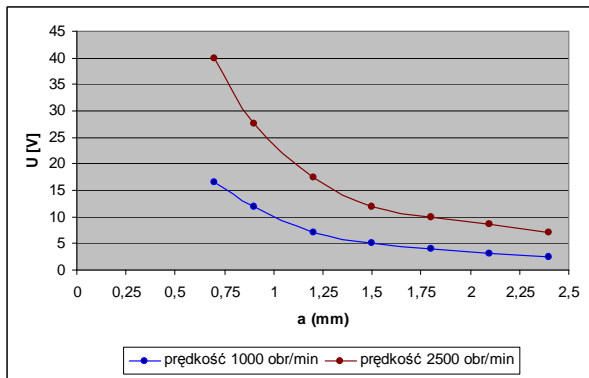
- wpływu na wartość i kształt generowanego sygnału odległości między czujnikiem a wirującym pierścieniem ferromagnetycznym (rys. 5);
- wpływu na wartość i kształt generowanego sygnału kąta ustawienia czujnika względem wirującego pierścienia ferromagnetycznego;

oraz wyznaczenie następujących charakterystyk:

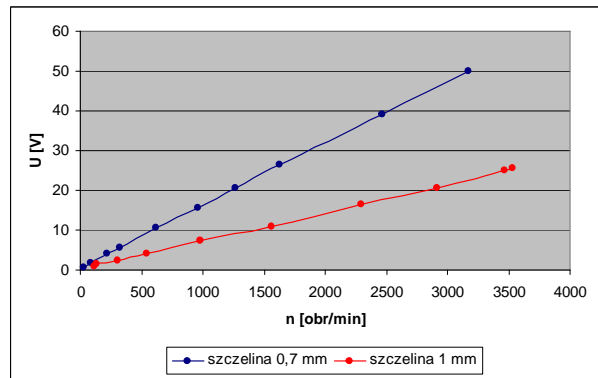
- częstotliwości generowanego sygnału w zależności od prędkości obrotowej koła;
- napięcia wyjściowego czujnika w zależności od odległości między czujnikiem a wirującym pierścieniem ferromagnetycznym (rys. 6);
- napięcia wyjściowego czujnika w zależności od prędkości obrotowej koła (rys. 7).



Rys. 5. Oscylogramy sygnału generowanego przez reluktancyjny czujnik prędkości obrotowej koła: a) sygnał poprawny, b) za duży odstęp czujnika od wirującego pierścienia



Rys.6. Charakterystyka napięcia wyjściowego czujnika w zależności od odległości między czujnikiem a wirującym pierścieniem

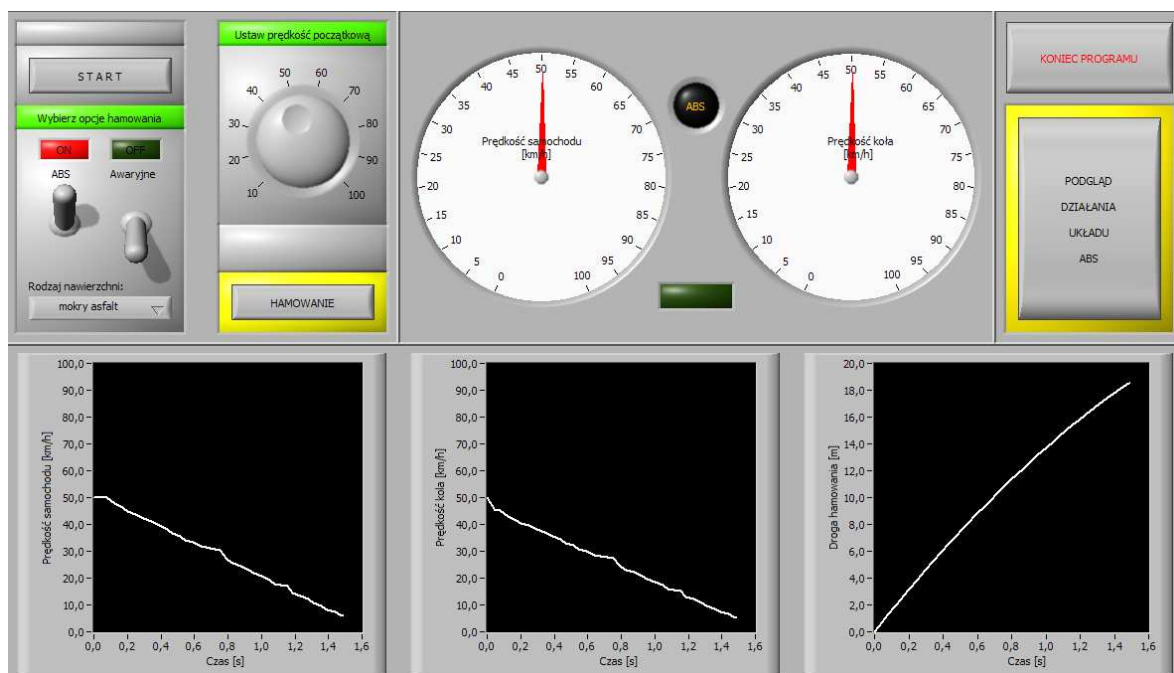


Rys.7. Charakterystyka napięcia wyjściowego czujnika w zależności od prędkości obrotowej koła

3. MODEL WIRTUALNY UKŁADU ABS

Przedstawiony model fizyczny, oprócz niewątpliwych zalet, ma także wady. Główną z nich jest brak możliwości odwzorowania dynamicznych warunków pracy układu ABS. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest brak możliwości odwzorowania w warunkach laboratoryjnych oddziaływania nawierzchni jezdni na opony pojazdu. Zbudowane stanowisko fizyczne nie uwzględnia: masy pojazdu, rodzaju nawierzchni oraz dynamicznie zmieniających się warunków drogowych.

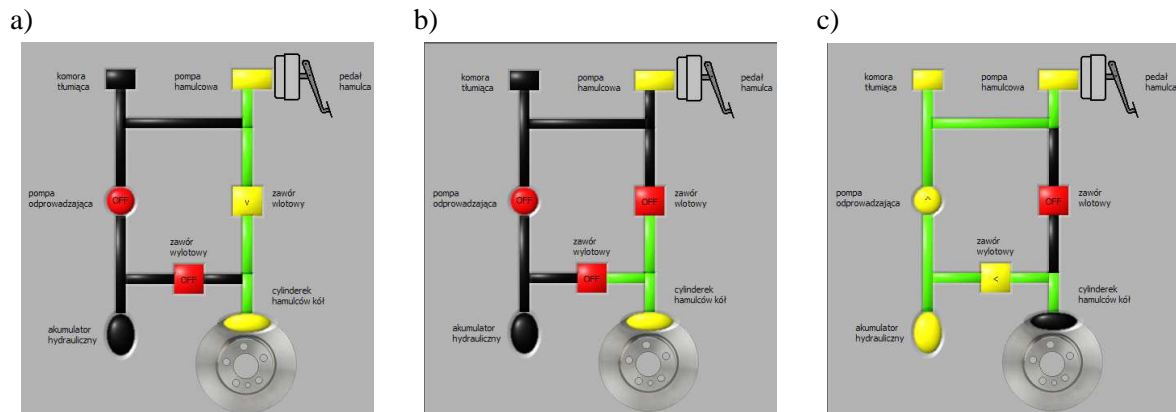
W celu rozwiązania powyższych problemów został wykonany model wirtualny (symulacyjny) z wykorzystaniem oprogramowania komputerowego LabView. Jest to język programowania graficznego często nazywany językiem G [14]. Za jego pomocą zbudowano model symulacyjny odzwierciedlający zasadę działania układu ABS. Na rysunku 8 przedstawiono panel czołowy programu.



Rys. 8. Widok panelu czołowego modelu wirtualnego do badania układu ABS [13]

W programie zostały uwzględnione współczynniki przyczepności opon samochodu do nawierzchni drogi, a także zakres działania ABS w przedziale 10 – 30% wartości poślizgu. Za pomocą modelu można wybrać rodzaj nawierzchni: suchy lub mokry asfalt, śnieg i lód. Daje to możliwość porównania prędkości koła, drogi hamowania oraz czasu hamowania na różnych typach drogi. Program umożliwia obserwację wyników w formie charakterystyk. Symulacja pozwala na wykonanie badań dla pojazdów wyposażonych w układ ABS i bez niego.

Aby jeszcze lepiej zapoznać studentów z zasadą działania układu przeciwblokującego koła ABS, model wirtualny został wzbogacony o podgląd faz działania modulatora hydraulicznego (rys. 9).



Rys. 9. Zasada działania zespołu hydraulicznego (modulatora) ABS w trzech fazach pracy [13]:
a) wzrostu ciśnienia, b) stałego ciśnienia, c) spadku ciśnienia

PODSUMOWANIE

Rozwój bazy dydaktycznej średnich szkół zawodowych oraz technicznych uczelni wyższych uwarunkowany jest w głównej mierze potrzebami rynku pracy. Ciągły rozwój techniki wymusza adekwatną modernizację programu kształcenia oraz wyposażanie laboratoriów w sprzęt dostosowany do potrzeb zarówno pracodawców, jak i oczekiwania słuchaczy. Odpowiednio zaprojektowane i wykonane modele laboratoryjne powinny odzwierciedlać rzeczywiste warunki pracy badanych elementów oraz w jasny sposób przedstawiać procesy i zależności występujące w danym urządzeniu. Dzięki temu, przyszli absolwenci mogą zdobyć kompletną wiedzę, którą będą mogli wykorzystać w przyszłej pracy zawodowej.

Zaprezentowane w niniejszym artykule stanowiska laboratoryjne odwzorowują rzeczywiste warunki pracy układu przeciwblokowania kół pojazdów ABS. Daje to możliwość szybkiego zapoznania się przez studentów z zasadą działania, budową oraz sposobami diagnozowania tego typu układów. Należy jednak pamiętać, że modele wirtualne powinny wspomagać proces dydaktyczny, a nie całkowicie zastępować modele fizyczne, co jest coraz częściej widoczne w szkolnictwie technicznym. Dzięki zajęciom praktycznym studenci mogą zweryfikować swoje wiadomości teoretyczne uzyskane podczas wykładów.

Przedstawione modele pozwalają także na wykonanie wielu badań naukowych mających na celu weryfikację nowych procedur sterowania układami ABS, co przyczynia się do rozwoju tych urządzeń pod kątem szybkości i dokładności działania.

REPRESENTATION OF ACTUAL WORK THE ABS SYSTEM IN A LABORATORY CONDITIONS

Abstract

Laboratory models, both physical and virtual, are widely used in research and teaching. Representation of the actual working conditions of equipment is very important for the staff to prepare for future labor market needs. This is the main role of technical universities.

This paper presents the problems that you may encounter when creating a laboratory model of the ABS system. This paper proposes two positions used to familiarize students with the construction, principle of operation and computer testing methods of ABS systems. In addition, examples of models described in the learning process of future automotive diagnosticians.

BIBLIOGRAFIA

1. Bosch: *Czujniki w pojazdach samochodowych*. Informator techniczny Bosch, WKŁ, Warszawa 2010.
2. Bosch: *Konwencjonalne i elektroniczne układy hamulcowe*. Informator techniczny Bosch, WKŁ, Warszawa 2006.
3. Bosch: *Układy bezpieczeństwa i komfortu jazdy*. Informator techniczny Bosch, WKŁ, Warszawa 2001.
4. Flasza J., Barasiński A.: *Stanowisko laboratoryjno-dydaktyczne do osiowania elektromaszynowych urządzeń napędowych, projekt na bazie programu Inventor firmy autodesk*. Logistyka 6/2011, s. 939-946.
5. Flasza J., Drab M.: *Systemy mechatroniczne w przemyśle w aspekcie stanowiska laboratoryjnego wspomaganego komputerowo*. Logistyka 6/2010, s. 801-811.
6. Gajek A., Juda Z.: *Czujniki. Mechatronika samochodowa*. WKŁ, Warszawa 2008.
7. Gospodarczyk M.: *Koncepcja i wykonanie stanowiska dydaktycznego do badania układu przeciwblokującego ABS*, praca dyplomowa pod kierunkiem W. Pietrzyka, Politechnika Lubelska, Lublin 2010.
8. Herner A., Riehl H. J.: *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*. WKŁ, Warszawa 2011.
9. Kaporuk J.: *Pokładowe systemy diagnostyczne OBD i EOBD oraz sieci transmisji danych, część 1 i 2*. Poradnik serwisowy nr. 4-5/2010, Instalator Polski, Warszawa 2010.
10. Kierylak W.: *ABS w samochodach Daewoo*. Poradnik serwisowy nr. 3/2004, Instalator Polski, Warszawa 2004.
11. Lachowski J.: *Wykorzystanie modelowania komputerowego w realizacji zajęć dydaktycznych z mechaniki*. Logistyka 6/2010, s. 1837-1845.
12. Merkiś J., Mazurek St.: *Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych OBD*. WKŁ, Warszawa 2007.
13. Tarnowski K.: *Symulacyjny model wybranego sterownika samochodowego wykorzystujący oprogramowanie LabView*, praca dyplomowa pod kierunkiem W. Pietrzyka, Politechnika Lubelska, Lublin 2011.
14. Tłaczała W.: *Środowisko LabVIEW w eksperymencie wspomaganym komputerowo*. WNT, Warszawa 2002.

Autor:

mgr inż. Sebastian STYŁA – Politechnika Lubelska