

Karol BEDNAREK*
Tomasz BAŁCHANOWSKI*

ASPEKTY DYDAKTYCZNE ORAZ TECHNICZNE PROJEKTU I BUDOWY STANOWISKA DO BADAŃ SAMOCHODOWYCH UKŁADÓW ZAPŁONOWYCH

W pracy zajęto się dydaktycznymi oraz technicznymi aspektami doboru i organizacji środków przekazu informacji w procesach przekazywania wiedzy. Główną uwagę skupiono na zagadnieniach projektowania i konstruowania stanowisk badawczych, umożliwiających zdobywanie umiejętności praktycznych oraz zrozumienie teoretycznych aspektów przekazywanej wiedzy w zakresie budowy i własności funkcjonalnych układów elektrycznych, elektronicznych i informatycznych stosowanych w przemyśle, pojazdach oraz w innej działalności człowieka. Jako przykład praktyczny przedstawiono oryginalny projekt i realizację fizyczną stanowiska do badań samochodowego układu zapłonowego.

SŁOWA KLUCZOWE: przekazywanie wiedzy, pomoce dydaktyczne, samochodowe systemy elektryczne, dydaktyczne stanowiska badawcze

1. WPROWADZENIE

Samochody w działalności człowieka nie tylko nie są już postrzegane jako luksus, ale w znacznym stopniu stały się nieodzownym elementem jego egzystencji. Z jednej strony usprawniają jego życie prywatne, ułatwiając komunikację z innymi ludźmi, poprawiając komfort organizacji wypoczynku, usprawniając działania zaopatrzeniowe i organizacyjno-administracyjne, dzięki możliwości dotarcia do niemal każdego miejsca, gdzie nie można dojechać komunikacją zbiorową. Z drugiej zaś strony często stają się nieodzownym czynnikiem w jego działalności zawodowej. Zwiększają mobilność w kontaktach z kontrahentami, umożliwiają niemal nieograniczone realizacje fizycznych prezentacji produktów u różnych partnerów biznesowych bądź po prostu pozwalają na szybkie i bezpośrednie dotarcie do miejsca pracy oraz powrót do domu.

Ponieważ liczba użytkowanych pojazdów dynamicznie ciągle rośnie, bardzo ważnym elementem jest rozwój stosowanych w pojazdach układów sterowania pracą silnika, systemów bezpieczeństwa, a także elementów komfortu jazdy. Osiąga się dzięki nim zmniejszenie liczby kolizji w ruchu drogowym oraz

* Politechnika Poznańska.

ogranicza skutki zaistniałych wypadków, a zatem ich ważność jest nie do przecenienia, gdyż może wiązać się ze zdrowiem bądź życiem człowieka.

Wraz ze wzrostem skomplikowania rozwiązań konstrukcyjnych pojazdów i ich podzespołów wzrastają potrzeby przekazywania coraz szerszej i dogłębnej wiedzy związanej z ich własnościami funkcjonalnymi w celu zwiększenia możliwości twórczego projektowania, sprawnego diagnozowania i napraw funkcjonującego w pojazdach osprzętu oraz osiągnięcia jego niezawodnego działania.

W pracy rozpatrzono aspekty dydaktyczne i techniczne, związane z możliwościami przekazywania wiedzy w zakresie budowy, parametrów technicznych i własności funkcjonalnych układów elektrycznych, elektronicznych, informatycznych, a poniekąd także mechanicznych, wykorzystywanych powszechnie w przemyśle, w pojazdach i w ogóle w działalności człowieka. Skomentowano rolę, jaką pełnią środki przekazu dydaktycznego w kształtowaniu poziomu wiedzy i rozumieniu przez odbiorców (uczniów, studentów czy słuchaczy) rozpatrywanych zagadnień. W szczególności skupiono się na roli właściwie opracowanych i skonstruowanych stanowisk laboratoryjnych w zdobywaniu określonych umiejętności praktycznych, ale również w zrozumieniu aspektów teoretycznych przekazywanej wiedzy. Jako przykład praktyczny przedstawiono założenia projektowe, oryginalny projekt oraz opisano fizyczną realizację stanowiska laboratoryjnego do przeprowadzania badań samochodowego układu zapłonowego.

2. ROLA POMOCY DYDAKTYCZNYCH W PRZEKAZYWANIU WIEDZY

Dobór środków przekazu informacji pod względem rodzaju, jakości i skali ich wykorzystania w dużym stopniu zależy od dziedziny przekazywanej wiedzy. Diametralnie rodzajowo i metodologicznie będą różniły się środki przekazu wykorzystywane w naukach humanistycznych od stosowanych w tzw. naukach ścisłych. Szczególnym obszarem w tym zakresie są nauki techniczne. Dość ewidentnie można w nich wyróżnić przekazywanie wiedzy teoretycznej oraz zdobywanie umiejętności praktycznych. W części teoretycznej przekazywane są również informacje związane z praktycznymi aspektami realizowanych zagadnień. Bardzo pomocne w tych działaniach są wszelkie elementy wizualizacji przedstawianych problemów, czyli właściwie dobrane i skomentowane rysunki, prezentacje multimedialne czy animacje bądź krótkie filmy związane ze zobrazowaniem określonych działań albo współzależności między rozważanymi wielkościami lub obiektami.

W technice niezwykle istotnym aspektem jest zdobywanie przez osoby pozyskujące wiedzę jak najszerszych umiejętności praktycznych. Związane jest to z jednej strony z bardziej dogłębnym zrozumieniem i utrwaleniem przekazywanych informacji teoretycznych, ale z drugiej strony przede

wszystkim z pozyskaniem praktycznych umiejętności pomiarowych, opanowaniem metod diagnozowania, regulacji czy napraw układów i ich podzespołów, a także z rozwojem wyobraźni kształconych osób w celu przyszłego kreatywnego projektowania ciągle bardziej doskonałych rozwiązań konstrukcyjnych opracowywanych urządzeń i systemów.

Najbardziej skutecznym sposobem pozyskiwania wiedzy i umiejętności praktycznych jest realizacja badań fizycznych na rzeczywistych obiektach technicznych oraz na specjalnie skonstruowanych stanowiskach badawczych.

3. SPECYFIKA UWARUNKOWAŃ BUDOWY DYDAKTYCZNYCH STANOWISK BADAWCZYCH UKŁADÓW TECHNICZNYCH

Właściwy, obrazowy przekaz informacji oraz fizyczny, manualny kontakt z analizowanym obiektem technicznym mają nieoceniony wpływ na prawidłowość kształtowania wiedzy i umiejętności odbiorców. W procesie przekazywania wiedzy podczas rozważań budowy i zasad funkcjonowania określonych systemów elektrycznych i elektronicznych mogą istnieć potrzeby:

- a) przeprowadzenia standardowych badań na rzeczywistych układach, w ich naturalnym środowisku pracy – pozwala to na wyrobienie w kształconych osobach właściwych nawyków badawczych, szybkiego diagnozowania i fachowej obsługi rozpatrywanych obiektów, co w rezultacie prowadzi do wypracowania umiejętności efektywnego serwisowania obsługiwanych urządzeń i systemów,
- b) realizacji rozbudowanych badań na specjalnie skonstruowanych stanowiskach badawczych, z nienaturalnym rozdziałem oddziaływań poszczególnych zmiennych (wielkości fizycznych) w celu wyseparowania ich wpływu na funkcjonowanie całego systemu – umożliwia to pełniejsze zrozumienie zależności między określonymi wielkościami, dostarcza dodatkowych informacji w procesie zdobywania wiedzy oraz do działań optymalizacyjnych, prowadząc w konsekwencji do wzbogacenia procesu projektowania kolejnych, bardziej doskonałych rozwiązań konstrukcyjnych rozpatrywanych systemów.

W procesie projektowania i konstruowania stanowiska badawczego należy w pierwszej kolejności dokonać wyboru, jaki charakter ma mieć wytwarzany obiekt: czy przyszli użytkownicy mają zdobywać jak najszerszą wiedzę, z możliwościami realizacji cząstkowych, wyseparowanych badań oddziaływań poszczególnych wielkości na funkcjonowanie badanego systemu, czy przede wszystkim mają posiadać umiejętność realizacji kompleksowych badań technicznych na kompletnym systemie i błyskawicznej oceny stanu technicznego badanego obiektu oraz obsługi serwisowej w celu szybkiego doprowadzenia systemu do pełnej sprawności użytkowej. Od rozstrzygnięcia

tych dylematów i podjętych decyzji będzie zależała pierwotna koncepcja stanowiska badawczego. Specyfikacja oczekiwań w tym zakresie stanowi założenia projektowe.

W dalszych działaniach pojawiają się zagadnienia dotyczące szczegółów przeprowadzania możliwych do realizacji badań. Uwzględnić w nich należy wszelkie problemy związane z bezpieczeństwem oraz ergonomią przeprowadzanych badań. Odpowiednia dostępność oraz właściwe rozplanowanie rozmieszczenia poszczególnych podzespołów i ich punktów połączeniowych (zacisków) w dużej mierze będą wpływały na osiągnięcie korzystnych warunków realizacji pomiarów i jakość obsługi (przydatność praktyczną) stanowiska, ale w największym stopniu powinny być podporządkowane wszelkim kanonom bezpieczeństwa i higieny pracy.

W końcowym efekcie projektowania istotne jest również uwzględnienie strony estetycznej tworzonego obiektu technicznego, gdyż ma to wpływ na psychologiczną sferę działań przyszłych użytkowników.

4. WYBÓR OBIEKTU DO ZAIMPLEMENTOWANIA

Obiektem, którego zaistniała potrzeba zaimplementowania, jest układ zapłonowy samochodowego silnika spalinowego o zapłonie iskrowym (benzynowego) [1-4].

Przy realizacji projektu stanowiska badawczego należy wziąć pod uwagę, że układ zapłonowy jest obiektem o wielorakich oddziaływaniach: wysokonapięciowych, elektromagnetycznych, jak również mechanicznych. Jest to istotne zarówno ze względu na walory dydaktyczne, jakie trzeba mieć na względzie podczas tworzenia projektu, jak też z uwagi na zagadnienia techniczne, czyli zapewnienie prawidłowości pracy tworzonego stanowiska badawczego.

Ponieważ układ zapłonowy jest jednym z pierwszych układów elektrycznych zastosowanych w pojazdach, więc przeszedł burzliwą drogę ewolucji. Początkowo stosowane były rozwiązania klasyczne, z mechanicznym przerywaczem i mechanicznymi regulatorami kąta wyprzedzenia zapłonu (w zależności od prędkości obrotowej i obciążenia silnika). Następnie pojawiła się cała gama rozwiązań średniej generacji, w których zastosowano elektroniczny element przerywający (moduł zapłonowy) oraz elektryczny czujnik położenia wału korbowego i prędkości obrotowej. We współczesnych rozwiązaniach wyeliminowane zostały mechaniczne regulatory kąta wyprzedzenia zapłonu, a w najnowszych systemach rozdzielacz wysokiego napięcia. Wprowadzono do użytku układy bezrozdzielaczowe w pełni kontrolowane i sterowane za pomocą mikroprocesorowego systemu sterującego. Z uwagi na silną współzależność pracy z systemem wtryskowym oraz wykorzystywanie w większości tych samych czujników (dostarczanych informacji o stanie silnika, jego podzespołów

i otoczenia) dokonano integracji tych systemów i wprowadzono mikroprocesorowe systemy zapłonowo-wtryskowe [2-4].

Systemy wtryskowe podlegają badaniom na odrębnym stanowisku. Przy wyborze układu zapłonowego do zaimplementowania na stanowisku badawczym skupiono się na układzie zapłonowym średniej generacji, ze względu na przejrzystość działania jego elementów, łatwość w zrozumieniu idei funkcjonowania układu zapłonowego oraz niezawodność w porównaniu do układu klasycznego.

5. PROJEKT STANOWISKA DO BADAŃ SAMOCHODOWEGO UKŁADU ZAPŁONOWEGO I JEGO FIZYCZNA REALIZACJA

5.1. Założenia projektowe

Jako główny cel pracy założono wykonanie stanowiska do badania samochodowego układu zapłonowego średniej generacji. Stanowisko badawcze ma być wykorzystywane w uczelnianym laboratorium układów elektrycznych i elektronicznych pojazdów.

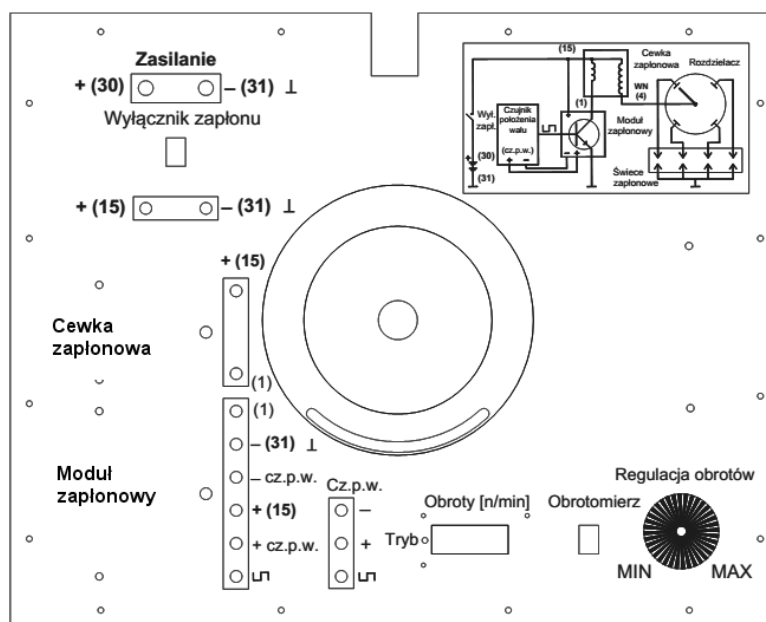
W czasie badań laboratoryjnych, w przeciwieństwie choćby do diagnostyki warsztatowej, pracuje się nie tylko na całym układzie, lecz często działania prowadzone są na konkretnych jego elementach. Takie podejście wymaga, aby układ zapłonowy, zaimplementowany na stanowisku, pracował w sposób identyczny jak w rzeczywistym pojeździe (dzięki czemu może być traktowany jako jeden obiekt), ale również by możliwe było odseparowanie od siebie jego podzespołów i oddziaływań określonych wielkości funkcjonalnych (co z kolei umożliwi ich indywidualne, wielowariantowe testowanie). Aby spełnić te założenia, należy wyprowadzić styki poszczególnych elementów składowych układu zapłonowego na wierzch płyty górnej w formie zacisków i umożliwić dostęp do każdego podzespołu układu w celu wprowadzenia możliwości ich niezależnego diagnozowania.

Projektowane stanowisko ma być wykorzystywane przez studentów w celu poznania zasady działania samochodowego układu zapłonowego oraz metod diagnostycznych, dlatego powinno być ergonomiczne i funkcjonalne, powinno także zapewniać dużą uniwersalność podczas badań oraz bezpieczeństwo obsługi i zgodność z normami [1-7].

5.2. Opis projektu

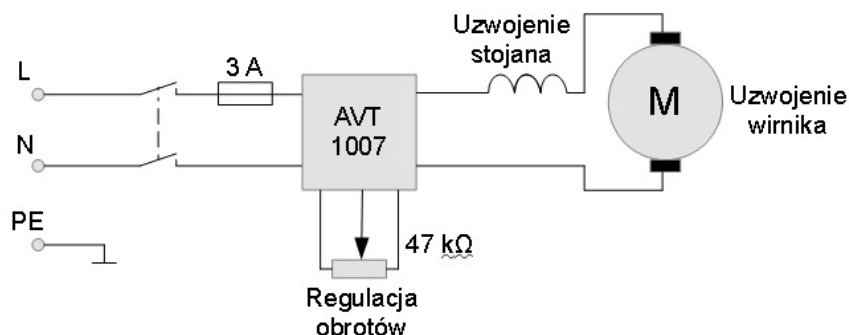
W projekcie zakłada się wykonanie mobilnego stanowiska o zwartej budowie, które przenoszone może być przez jedną osobę. Skrzyniowa obudowa wykonana ze stali malowanej proszkowo zapewnia wymaganą odporność mechaniczną. Płyta górna została wykonana z transparentnego szkła

akrylowego (potocznie nazywanego plexi) o grubości 8 mm, lakierowanego od wewnątrz w celu ochrony nadruku przed uszkodzeniem. Autor zdecydował się na plexi ze względu na łatwość obróbki i odporność na stłuczenie. W centralnej części płyty górnej, pod jej powierzchnią, współosiowo do wału napędzającego aparat zapłonowy umieszczony jest iskiernik obrotowy, złożony z podstawy tarczy wykonanej ze szkła akrylowego oraz z tarczy ze stali nierdzewnej z naniesioną skalą kątową, wykonanej metodą obróbki laserowej. Projekt płyty głównej (górnej) wytwarzanego stanowiska (w którym uwzględniono przyjęte założenia projektowe) zamieszczono na rys. 1.



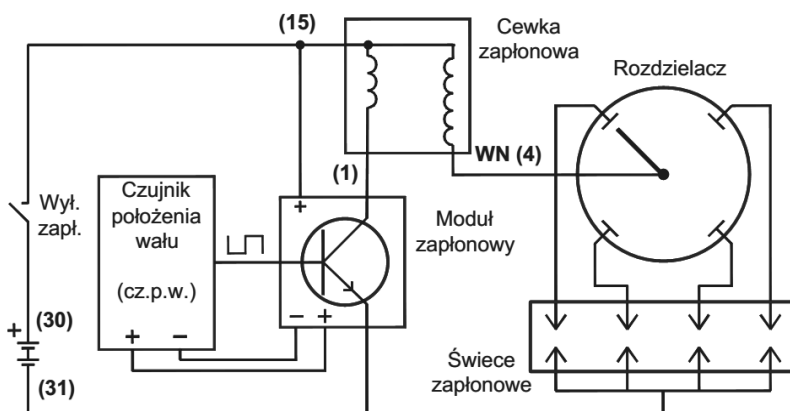
Rys. 1. Schemat wykonawczy płyty górnej stanowiska

Obroty aparatu zapłonowego są dwukrotnie mniejsze niż wału silnika, a więc powinny być płynnie regulowane w zakresie 500 – 3000 obr/min. Autor stanowiska zdecydował się na zastosowanie łatwo dostępnego silnika uniwersalnego, wykorzystywanego w sprzęcie AGD. Aby uzyskać zadowalające obroty, zastosowano przekładnię z paskiem wieloklinowym. Silnik zasilany jest z sieci 230 V za pośrednictwem regulatora obrotów pochodzącego z oferty firmy AVT (model AVT 1007). Jest to regulator sterujący kątem załączania triaka za pomocą specjalistycznego układu U2008. Potencjometr regulacji obrotów umieszczono na górnym panelu, w sąsiedztwie wyświetlacza cyfrowego obrotomierza (model AVT 5260). Schemat układu napędowego zastosowanego w stanowisku zamieszczono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat układu napędowego zastosowanego w stanowisku badawczym

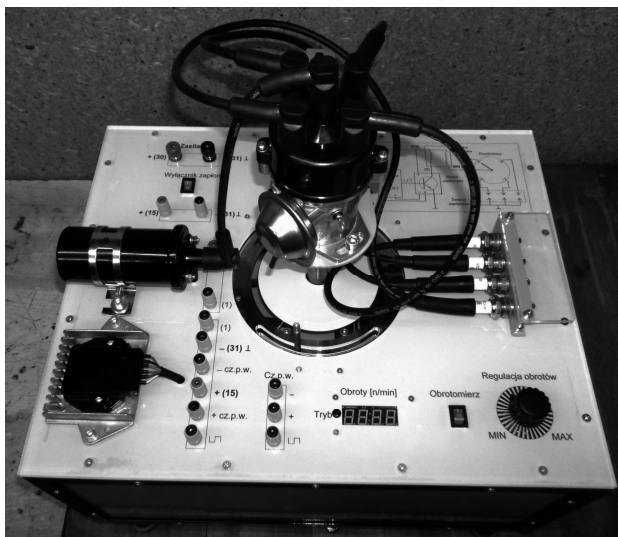
Zastosowany układ zapłonowy (rys. 3) pochodzi z Łady Samary 1.5L. Składa się z cewki zapłonowej butelkowej o jednym wyprowadzeniu wysokiego napięcia, tranzystorowego modułu zapłonowego 6-stykowego oraz aparatu zapłonowego z czujnikiem hallotronowym, regulatorem odśrodkowym, regulatorem podciśnieniowym i rozdzielaczem mechanicznym. Przewody zapłonowe łączące kopułkę rozdzielacza z cewką zapłonową oraz świecami również pochodzą z Łady Samary 1,5L. Świece zapłonowe rosyjskiej produkcji to model A17ДВ, o znamionowej szczelinie 0,5 mm.



Rys. 3. Schemat wykorzystanego układu zapłonowego

Widok skonstruowanego według opisanego projektu stanowiska do badań samochodowego układu zapłonowego przedstawiono na rys. 4.

Szerszy opis oraz szczegóły dotyczące przyjętych założeń projektowych i przedstawionego projektu zawarto w pracy [1].



Rys. 4. Widok skonstruowanego stanowiska badawczego

5.3. Problematyka kompatybilności elektromagnetycznej

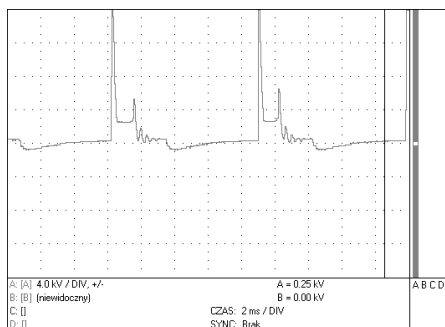
Zbudowane stanowisko powinno spełniać określone wymagania kompatybilności elektromagnetycznej. Głównym źródłem zaburzeń w urządzeniu są: powstające wysokie napięcie oraz wyładowania iskrowe, powodujące powstanie pola elektromagnetycznego oraz zaburzeń przewodzonych. Aby ograniczyć zakłócenia zainstalowano filtry ferrytowe oraz filtry LC w obwodach zasilania, rozprowadzono dodatkową masę w układzie zapłonowym, zastosowano skręcane i ekranowane przewody sygnałowe oraz pełne ekranowanie iskiernika obrotowego [5].

6. REALIZACJA BADAŃ NA SKONSTRUOWANYM STANOWISKU LABORATORYJNYM

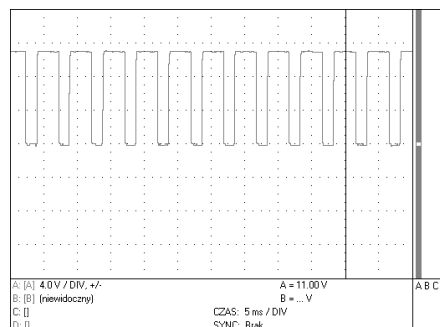
Na opracowanym i wykonanym stanowisku badawczym można przeprowadzić badania: cewki zapłonowej (ciągłości i rezystancji uzwojeń, rezystancji izolacji oraz napięć strony pierwotnej i wtórnej), aparatu zapłonowego (charakterystyk regulatora odśrodkowego i podciśnieniowego, rozdzielacza wysokiego napięcia), czujnika położenia wału korbowego i prędkości obrotowej (Halla) oraz poprawności pracy kompletnego układu. Szczegóły zamieszczono w [1].

Na rys. 5 oraz 6, jako przykładowe, przedstawiono wyniki badań oscyloskopowych napięcia strony wtórnej cewki zapłonowej (przy

wykorzystaniu sondy wysokonapięciowej) oraz sygnału napięciowego generowanego przez czujnik (Halla) położenia wału korbowego i prędkości obrotowej.



Rys. 5. Przebieg oscyloskopowy napięcia strony wtórnej cewki zapłonowej



Rys. 6. Zarejestrowany oscyloskopowo sygnały napięciowy z czujnika Halla

7. UWAGI PODSUMOWUJĄCE I WNIOSKI

Osoby zajmujące się obiektami technicznymi (jak np. układy elektryczne i elektroniczne w pojazdach) powinny rozumieć działanie obsługiwanego systemu, a także znać metody diagnostyczne i badawcze służące lokalizowaniu awarii oraz poznaniu i ocenie prawidłowości zależności funkcjonalnych pomiędzy elementami składowymi układu.

Właściwie dobrane i należycie opracowane pomoce dydaktyczne w postaci laboratoryjnych stanowisk badawczych są wręcz nieodzownym elementem w procesie kształtowania wiedzy teoretycznej oraz w osiągnięciu umiejętności praktycznych w zakresie budowy, własności funkcjonalnych, poznania metod diagnozowania, napraw i projektowania obiektów technicznych.

Podczas projektowania stanowiska badawczo-diagnostycznego konieczny był kompromis między potrzebami dydaktycznymi a techniczno-praktyczną stroną jego funkcjonalności.

LITERATURA

- [1] Bałchanowski T., Stanowisko do badań układu zapłonowego samochodowego silnika spalinowego, praca dypl. inżynierska, promotor: Bednarek K., Politechnika Poznańska, Poznań 2015.
- [2] Pacholski K., Elektryczne i Elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych, cz. 2, WKŁ, Warszawa, 2013.
- [3] Gołębiowski J., Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych, Ćwiczenia laboratoryjne, Politechnika Łódzka, Łódź 2005.

- [4] Herner A., Riehl H., *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa, 2013.
- [5] Charoy A., *Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych. Zasady i porady instalacyjne*, cz. 1 – 4, z serii: *Kompatybilność elektromagnetyczna*, WNT, Warszawa 1999 – 2000.
- [6] PN-ISO 6518-1, *Pojazdy drogowe. Układy zapłonowe. cz. 1 Terminologia*, PKN, Warszawa, 2001.
- [7] PN-ISO 6518-2, *Pojazdy drogowe. Układy zapłonowe. Metody badań parametrów elektrycznych i działania*, PKN, Warszawa, 1999.

**TEACHING AND TECHNICAL ASPECTS OF DESIGN
AND CONSTRUCTION OF THE LABORATORY STAND FOR TESTING
CARS IGNITION SYSTEMS**

This paper addresses the teaching and technical aspects of the selection and organization of the mass media in the process of knowledge transfer. The main attention was focused on the issues of design and construction of test benches, enabling the acquisition of practical skills and understanding of the theoretical aspects of the knowledge in the construction and functional properties of electrical and electronic circuits used in the industry, vehicles, and other human activities. As a practical example shows the original design and physical implementation of the test stand of vehicle ignition system.