

Marcin Jasiński

Systemy mechatroniczne pojazdów i maszyn

Warszawa 2010



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Politechnika Warszawska
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych
Studia Podyplomowe dla Nauczycieli Przedmiotów Zawodowych
02-524 Warszawa, ul. Narbutta 84, tel. 22 849 43 07, 22 234 83 48
ipbmvr.simr.pw.edu.pl/spin/, e-mail: sto@simr.pw.edu.pl

Opiniodawca: dr inż. Krzysztof FALKOWSKI

Projekt okładki: Norbert SKUMIAŁ, Stefan TOMASZEK

Projekt układu graficznego tekstu: Grzegorz LINKIEWICZ

Skład tekstu: Janusz BONAROWSKI

Publikacja bezpłatna, przeznaczona dla słuchaczy Studiów Podyplomowych dla Nauczycieli Przedmiotów Zawodowych.

Copyright © 2010 Politechnika Warszawska

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

ISBN 83-89703-35-1

Druk i oprawa: Drukarnia Expol P. Rybiński, J. Dąbek Spółka Jawna,
87-800 Włocławek, ul. Brzeska 4

Spis treści

Wstęp.....	5
1. Wprowadzenie.....	7
1.1. Cele przedmiotu	8
2. Systemy diagnostyki pokładowej pojazdów	9
2.1. Regulacje prawne	10
2.2. Zasada działania	15
3. Budowa układów sensorycznych i wykonawczych.....	19
3.1. Budowa układów sensorycznych.....	20
3.2. Budowa układów wykonawczych	31
4. Złożone systemy mechatroniczne	39
4.1. Opis systemów.....	40
4.2. Układ wtryskowy „Common Rail”, omówienie na przykładzie układu testowego.....	41
4.3. Układ regulacji siły hamowania ABS/ASR, omówienie na przykładzie tablicy panelowej	43
4.4. Układ bezpieczeństwa biernego SRS (poduszki powietrzne), omówienie na przykładzie tablicy panelowej	54
5. Literatura.....	63
5.1. Literatura	64

Wstęp

Niniejsze materiały zostały opracowane w ramach realizacji projektu pn. „STUDIA PODYPLOMOWE DLA NAUCZYCIELI PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH - mechatronika pojazdów i maszyn, komputerowo wspomagane projektowanie i wytwarzanie, bezpieczeństwo człowieka w środowisku pracy i ergonomia” współfinansowanego ze środków UNII EUROPEJSKIEJ w ramach PROGRAMU OPERACYJNEGO – KAPITAŁ LUDZKI. Materiały przeznaczone są dla słuchaczy tych studiów kierunku „Mechatronika pojazdów i maszyn” prowadzonych na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej. Niniejsze opracowanie przygotowano dla przedmiotu pt. „Systemy mechatroniczne pojazdów i maszyn”. Jego zawartość merytoryczna w pełni odpowiada zakresowi opisanemu w sylabusie opracowanym dla tego przedmiotu.

Materiały uzupełniające i aktualizujące do przedmiotu będą udostępniane studentom za pośrednictwem systemu e-learning.

Całość opracowanych materiałów dydaktycznych dla ww. przedmiotu zawarta została w 5 rozdziałach.

Rozdział 1 został poświęcony wprowadzeniu do przedmiotu.

W rozdziale 2 omówiono systemy diagnostyki pokładowej pojazdów i maszyn. W rozdziale 3 zaprezentowano budowę i przykłady zastosowań układów sensorycznych i wykonawczych w pojazdach.

Rozdział 4 poświęcono złożonym systemom mechatronicznym omawianym na podstawie stanowisk demonstracyjnych.

W rozdziale 5 przedstawiono spis literatury pomocnej do nauki przedmiotu.

Zajęcia dydaktyczne będą realizowane, oprócz wykładu, także w formie ćwiczeń laboratoryjnych na stanowiskach demonstracyjnych. Dlatego istotną częścią tych materiałów, oprócz prezentacji materiału teoretycznego, są opisy stanowisk demonstracyjnych. Tak skonstruowane materiały dydaktyczne pomogą słuchaczom w nabyciu praktycznych wiedzy z zakresu systemów mechatronicznych pojazdów i maszyn.

1

Wprowadzenie

W tym rozdziale

- Cele przedmiotu

1.1. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu będzie zapoznanie słuchaczy z budową układów sensorycznych i wykonawczych w systemach mechatronicznych jak również funkcjonalny opis tych układów oraz ich integracja w złożone systemy mechatroniczne. Przedstawiony będzie ogólny opis systemów diagnostycznych pojazdów i maszyn wraz z typowymi systemami mechatronicznymi pojazdów i maszyn takimi jak układ wtryskowy „Common Rail”, układ regulacji siły hamowania ABS/ASR, układ bezpieczeństwa biernego SRS (poduszki powietrzne).

Zostaną omówione następujące zagadnienia:

- Systemy diagnostyki pokładowej pojazdów i maszyn.
- Budowa układów sensorycznych.
- Budowa układów wykonawczych.
- Złożone systemy mechatroniczne.
- Układ wtryskowy „Common Rail”, omówienie na przykładzie układu testowego.
- Układ regulacji siły hamowania ABS/ASR, omówienie na przykładzie tablicy panelowej.
- Układ bezpieczeństwa biernego SRS (poduszki powietrzne), omówienie na przykładzie tablicy panelowej.

2

Systemy diagnostyki pokładowej pojazdów

W tym rozdziale

- Regulacje prawne
- Zasada działania

2.1. Regulacje prawne

Słuchacze zapoznają się z wymaganiami dotyczącymi ograniczenia emisji związków toksycznych ze źródeł silnikowych i ogólnymi zasadami działania systemu OBD.

On-Board Diagnostics lub OBD w motoryzacji termin odnoszący się do zdolności samodiagnostyki pojazdów. Daje możliwość dostępu do danych dotyczących stanu poszczególnych układów pojazdu. Pozwala np. na odczytanie kodów błędów (DTC - diagnostic trouble codes) zapisanych w pamięci dotyczących silnika, immobilisera, itp.

Normy prawne odnośnie zanieczyszczeń powietrza wprowadzane były najpierw w USA. W 1964 roku Stan Kalifornia wprowadził systemy kontroli toksycznych składników spalin w modelach samochodów obowiązujący od 1966 roku. W 1970 roku Kongres USA ustanowił pierwszą główną ustawę o czystości powietrza, powstała też EPA (Environmental Protection Agency) - agencja mająca szerokie uprawnienia do określania norm emisji zanieczyszczeń przez silniki spalinowe. W odpowiedzi na nowe standardy emisji węglowodorów i tlenku węgla w 1975 roku w USA pojawiły się pierwsze reaktory katalityczne spalin, a wraz z nimi benzyna bezołowiowa. Rezultatem ciągłego zaostrzania się przepisów dotyczących ochrony środowiska naturalnego było powstanie kalifornijskich przepisów CARB (California Air Resources Board) i federalnych EPA (Environmental Protection Agency).

W jakiś czas po USA prace nad ograniczeniem szkodliwej emisji z pojazdów samochodowych zostały zapoczątkowane w Europie przez Europejską Wspólnotę Gospodarczą – dyrektywy EEC (European Economic Community) i Europejską Komisję Gospodarczą ONZ – regulaminy ECE (Economic Commission for Europe). W 1970 roku wydano Dyrektywę 70/220/EEC i Regulamin ECE R15 nakazujący pomiary zanieczyszczeń w spalinach emitowanych przez samochody. Pojawiły się też kolejne normy emisji – poziomy EURO I (1992), EURO II (1994), EURO III (2000).

Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska EPA w 1990 roku nałożyła na wszystkie samochody osobowe i dostawcze wprowadzone na rynek amerykański, począwszy od modeli z 1996 roku, warunek spełnienia wymagań Kalifornijskiej Rady ds. Zasobów Powietrza CARB (California

Air Resource Board). Wymagania te przyjęły formę systemu monitorującego nazwanego pokładowym systemem monitorującym, oznaczonym jako OBD II. Celem systemu OBD II jest alarmowanie kierowcy o wystąpieniu uszkodzenia elementów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo, a zwłaszcza emisję spalin. Stworzenie koncepcji systemu OBD II zapoczątkowało badania i rozważania nad pokładowymi systemami diagnostycznymi OBD (On Board Diagnostic). Proces rozwoju pokładowych systemów diagnostyki OBD możemy podzielić na fazę historyczną (obecnie określaną jako OBD I), obecny okres, w którym jest wprowadzana lub obowiązuje norma OBD II (wraz z jego europejską wersją EOBD) oraz regulację docelową, której cele i rozwiązania są obecnie formułowane na podstawie wniosków z dotychczasowej eksploatacji systemu OBD II (ma to być OBD III).

Za fazę historyczną procesu rozwoju pokładowych systemów diagnostycznych traktuje się zazwyczaj okres od momentu wprowadzenia pierwszych sterowanych komputerowo systemów zapłonowo-wtryskowych tzn. od końca lat 70-tych do roku 1994, w którym z dwuletnim okresem przystosowawczym zaczęto wprowadzać normę OBD II. W okresie tym diagnostyka pokładowa była realizowana przez moduł kontrolno-pomiarowy silnika ECM (Engine Control Module) i polegała na bieżącym testowaniu czujników, elementów wykonawczych układu zapłonowo-wtryskowego i samej jednostki sterującej. Pierwsze pokładowe systemy diagnostyczne umożliwiały diagnostykę systemu wtryskowo-zapłonowego, nie dokonywały jednak oceny własności jezdnych i emisyjnych pojazdu. Charakterystyczną cechą pierwszych systemów diagnostycznych była także ich różnorodność i "prywatność". Każdy producent stosował własne standardy elektryczne i traktował informację o kodach błędów i stanie silnika jako wiedzę "fabryczną" dostępną dla ograniczonej liczby odbiorców. W systemach OBD I brak było standaryzacji procedur diagnostycznych i kodów uszkodzeń oraz prawnego zagwarantowania dostępu do informacji diagnostycznych. Szczególnym przykładem tej sytuacji może być samochód Polonez, w którym występują trzy różne systemy diagnostyczne o różnych standardach transmisji i kodach błędów.

Wprowadzony w 1996 roku system diagnostyczny OBD II (EOBD) w porównaniu z OBD I objęty jest standaryzacją określoną przez Stowarzyszenie Inżynierów Samochodowych (SAE). Testy diagnostyczne oraz transmisja sygnałów diagnostycznych są wspólne dla wszystkich producentów. Oznacza to, że samochody wyposażone w system OBD II posiadają identyczne oznakowanie oraz kody błędów, niezależnie od producentów układów sterowania i samochodu. Układy OBD II są, przede

wszystkim zorientowane na emisję toksycznych składników spalin. Dotychczas odpowiedzialność producenta pojazdu za emisję związków szkodliwych ograniczała się w praktyce do chwili opuszczenia przez auto salonu sprzedaży. Tam musiał bowiem trafić pojazd wyposażony w katalizator spalin i spełniający normy emisji. Uszkodzenie lub wadliwe działanie któregoś z elementów odpowiedzialnych za emisją toksycznych substancji spalin wykrywane było dopiero podczas przeglądu technicznego. Nierzadko przez bardzo długi okres samochód podtruwał nasze środowisko.

System OBD II wprowadził aktywną diagnostykę emisyjnych elementów i podzespołów układu napędowego pojazdu oraz ogólnosiową standaryzację w zakresie procedur diagnostycznych i dostępu do informacji, dał też prawne zagwarantowanie dostępu do informacji.

Od 1.01.2000 roku EOBD obowiązuje dla pojazdów samochodowych z silnikami o zapłonie iskrowym (ZI) kategorii M1 (liczba miejsc siedzących dla pasażerów nie przekracza 8) w odniesieniu do nowych typów – nowych homologacji, a od 1.01.2001 roku w odniesieniu do wszystkich nowych rejestracji. Według regulaminu ECE R83.05 normę EOBD wprowadzono od 29.03.2001 roku we wszystkich krajach europejskich, a obowiązkowo od 1.01.2003 roku jako dodatkowe wyposażenie silników o zapłonie samoczynnym (ZS) – według normy EURO 3, dla samochodów osobowych kategorii M1 i samochodów ciężarowych kategorii N1 (masa całkowita maksymalna nie większa niż 3.5t) klasy 1, oraz od 1.01.2004 roku klasy 2 i 3. Normy dotyczące układów diagnostyki pokładowej pojazdów samochodowych muszą być jednoznacznie powiązane z normami limitów emisji substancji toksycznych, które warunkują rozwój pojazdów samochodowych.

Na wstępie warto zaznaczyć, że wszelkie podane poniżej informacje odnoszą się do silników o zapłonie samoczynnym dla pojazdów użytkowych. Praprzodkiem wzorca EURO był uchwalony w 1982 roku standard R49. Ta pierwsza regulacja określała maksymalny poziom emisji tlenku węgla (CO), węglowodorów (HC) oraz tlenków azotu (NOx). Dopuszczalne wartości to odpowiednio 14, 3,50 i 18 g/kWh.

Kolejna próba normalizacji kwestii wpływu spalania na środowisko miała miejsce osiem lat później. Rok 1990 przyniósł mało znaną regulację oznaczaną jako EURO 0, jednak wielkich zmian nie było. Podniesiono nieznacznie wymagania i tak od tej pory jako granicę przyjęto: 11,20 g/kWh dla CO, 2,40 g/kWh dla HC oraz 14,40 g/kWh dla NOx.

Prawdziwą rewolucję przyniósł 1 lipca 1992 roku, wtedy to zaczęła obowiązywać obecnie szeroko znana i bardziej restrykcyjna od poprzednich norma EURO I, od której rozpoczął się obecny pęd ku doskonaleniu silników spalinowych. Poprzeczka została postawiona wysoko: ilość tlenku węgla wydostającego się z wydechu nie mogła przekroczyć 4,50 g/kWh, dla węglowodorów pułap określono na 1,10 g/kWh, a dla tlenków azotu na 8,00 g/kWh. Ten etap był przełomem, bo jak widać na wykresie była to najgwałtowniejsza jednorazowa zmiana. Dodatkowym rozszerzeniem była nowa pozycja określająca ilość cząstek sadzy (PM), początkowo przyjęto rozwiązanie pośrednie w zależności od mocy silnika gramaturę dla kilowatogodziny określono na 0,61 (<85 kW/115 KM) lub 0,36 (>85 kW/115 KM).

Kolejnym krokiem było wprowadzenie następnej odłony regulacji oznaczonej jako EURO II. Norma weszła w życie 1 października 1996 wnosząc raczej nie wielkie zmiany w stosunku do swojej poprzedniczki. Od tego momentu jednostka napędowa mogła oddać do atmosfery o 1 g/kWh mniej tlenków azotu, o 0,50 g/kWh zmniejszono dopuszczalną emisję tlenku węgla. Pułap dla węglowodorów pozostał ten sam i dalej wynosił 1,10 g/kWh. W przypadku EURO II skupiono się na cząstkach stałych i zminimalizowano ilość sadzy. Pierwotnie do poziomu 0,25 g/kWh, a po wprowadzeniu aneksu w październiku 1998 roku do 0,15 g/kWh.

Kolejne zmiany przyniósł 1 października 2001 roku. Wtedy to zostaje wcielona w życie norma EURO III. Tym razem widać większe zmiany: granicę dla NO_x określono na 5 g/kWh, dla CO na 2,10 g/kWh. Węglowodorów czyli HC można od tej pory wypuścić w powietrze 0,66 g/kWh, a cząstek stałych wyłącznie 0,10 g/kWh.

W tym momencie skończyły się możliwości udoskonalania procesu spalania oleju napędowego i firmy motoryzacyjne musiały skupić się na wtórnym oczyszczaniu spalin. Z tego też względu długo zapowiadana premiera normy EURO IV została przesunięta z roku 2005 na 1 października 2006. Żeby spełnić tak restrykcyjne granicę trzeba było wiele pracy. Redukcję wysyłanych do atmosfery tlenków azotu do poziomu 3,5 g/kWh w większości przypadków osiągnięto dzięki selektywnej redukcji katalitycznej (SCR), która wymaga tankowania dodatkowego płynu eksploatacyjnego AdBlue. Jest to roztwór mocznika, który w kontakcie ze spalinami zamienia się w parę wodną i azot. Niektórzy producenci poszli inną ścieżką i uwolnili przewoźników od nowego obciążenia zwiększając ciśnienie wtrysku i stosując układ recyrkulacji spalin (EGR) co w efekcie dało podobne rezultaty. Zostało to bardzo dobrze odebrane przez firmy transportowe, które nie będą zmuszone do inwestycji w no-

wą infrastrukturę. Redukcję wydzielanej sadzy do poziomu 0,02 g/kWh osiągnięto dzięki zastosowaniu skutecznych filtrów cząstek stałych (CRT). Dopuszczalną ilość tlenu węgla określono na 1,50 g/kWh, a węglowodorów na 0,46 g/kWh.

Przesunięta premiera kolejnej odsłony EURO V świadczy o trudnościach konstrukcyjnych jakie napotkano przy spełnianiu warunków zapisanych w wersji IV. Elektroniczne sterowanie wtryskiem, zwiększanie ciśnienia i montowanie dwustopniowych turbosprężarek przestaje wystarczać do spełniania coraz bardziej restrykcyjnych regulacji, a konstruktorzy coraz częściej zaczynają wspominać o alternatywnych paliwach. EURO V nie przynosi rewolucji, w stosunku do EURO IV postanowiono ograniczyć jedynie emisję NO_x do poziomu 2 g/kWh. Ten poziom konstruktorzy silników pojazdów użytkowych będą musieli osiągnąć do dnia 1 października 2009 rok.

Wraz z wejściem w życie normy Euro 6, poziom emisji tlenu azotu zostanie w pojazdach z silnikiem diesla obniżony do 80 miligramów na kilometr do roku 2014.

Zalety wprowadzenia OBD można sformułować następująco:

- zmniejszenie ogólnego poziomu emisji związków toksycznych z transportu samochodowego przez wprowadzenie prawnie usankcjonowanych procedur wykrywania niesprawności powodujących zwiększoną emisję związków toksycznych w samochodach osobowych i dostawczych we wcześniejszej fazie ich rozwoju, tzn. zanim pojazd stanie się intensywnym źródłem zanieczyszczeń,
- zredukowanie czasu pomiędzy wystąpieniem niesprawności a jej wykryciem i naprawą,
- usprawnienie procesu diagnostyki oraz naprawy elementów i podzespołów emisyjnie krytycznych, tzn. takich, których uszkodzenia mogą spowodować zwiększoną emisję,
- ujednoczenie i znormalizowanie procedur diagnostycznych oraz metod dostępu do informacji diagnostycznych,
- prawne zagwarantowanie wszystkim zainteresowanym stronom dostępu do informacji diagnostycznej oraz parametrów opisujących pracę układu napędowego.

2.2. Zasada działania

Diagnostyczny system kontroli emisji powinien być dostępny poprzez wykorzystywanie jednego typu znormalizowanego testera dekodującego, który może być stosowany do wszystkich rodzajów pojazdów.

Ponieważ nowoczesne systemy samochodowe są sterowane za pomocą elektroniki z wbudowaną diagnostyką, większość wymaganej interakcji może być przeprowadzana bezpośrednio pomiędzy pojazdem a diagnostą poprzez odpowiednie złącze transmisji danych. Dąży się do tego, aby złącze takie było używane we wszystkich typach pojazdów.

Złącze samochodowe powinno znajdować się w części dla pasażera oraz powinno być łatwo dostępne z fotela kierowcy. Preferowane położenie znajduje się pomiędzy kolumną kierownicy a osią pojazdu. Złącze samochodowe powinno być trwale zamontowane, aby ułatwić podłączenie.

Dostęp do złącza samochodowego nie powinien wymagać użycia narzędzia w celu zdjęcia pokrywy tablicy przyrządów lub pokrywy złącza. Powinno być trwale zamocowane i umieszczone w sposób, aby umożliwić włożenie pasującego złącza zewnętrznego przyrządu testującego jedną ręką bez patrzenia.

Złącze samochodowe nie powinno być widoczne dla osób zajmujących przednie lub tylne siedzenie w normalnej linii wzroku, ale powinno być widoczne dla "kucającego" diagnosty. Przyłączenie jakiegokolwiek przyrządu do złącza samochodowego nie powinno wykluczać normalnej pracy pojazdu. Złącza samochodu i zewnętrznego sprzętu testującego powinny być w stanie pomieścić 16 styków każde (z czego 7 do łączności z OBD, a pozostałych 9 wolnych producenta pojazdu). Złącze samochodowe powinno składać się ze styków gniazdowych, które będą pasowały do styków wtykowych złącza zewnętrznego sprzętu testującego. Łączące się części obydwu złącz powinny być w kształcie "D".

System OBD II stał się światowym standardem, który nakłada na producentów obowiązek tworzenia pokładowych systemów diagnostycznych dla wszystkich pojazdów osobowych i dostawczych. Obligatoryjną funkcją tych systemów jest pomiar i ciągłe monitorowanie podstawowych parametrów układu napędowego, w tym wszystkich parametrów emisyjnych krytycznych (tzn. takich które bezpośrednio lub pośrednio wskazują na możliwość wystąpienia zwiększonej emisji z układu wylotowego lub zasilania w paliwo). Celem jest wyeliminowanie pozapokła-

dowych systemów pomiarowo-diagnostycznych i zastąpienie ich jednym, zunifikowanym systemem pokładowym, za pomocą którego będzie można dokonywać kontroli i diagnostyki układu napędowego, a docelowo całego pojazdu. Celem systemu OBD II jest alarmowanie o wystąpieniu uszkodzenia elementów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo, a zwłaszcza emisję spalin. Kryteria określające próg wystąpienia błędu każdego z elementów zostały ustawione na takim poziomie, że przekroczenie go o 50% od poziomu dopuszczalnego dla danego typu pojazdu jest rejestrowane w postaci kodu błędu.

Najważniejszym elementem systemu jest możliwość wykrycia usterki w początkowej fazie jej wystąpienia np. zmniejszenie skuteczności katalizatora. Układ OBD II odróżnia się od dotąd stosowanych układów diagnostycznych tym, że jest zorientowany w szczególności na emisję toksycznych składników spalin. Nowością w porównaniu z wcześniejszymi układami OBD jest zapisywanie w pamięci sterownika parametrów pracy silnika w momencie zapisania potwierzonego kodu usterki tzw. "freeze frame". W sytuacji gdy zapisanych zostało więcej potwierdzonych kodów błędów sterownik zapisuje parametry towarzyszące pojawieniu się kodu błędu o najwyższym priorytecie, czyli informującego o wypadaniu zapłonów i nieprawidłowej pracy układu wtryskowego. Standard OBD II umożliwia wykrycie usterek będących głównymi czynnikami zwiększonej emisji spalin, takich jak:

- wypadanie zapłonów, które wpływają na emisję węglowodorów,
- nieprawidłowa sprawność konwersji reaktora katalitycznego,
- nieszczelność systemu paliwowego,
- nieprawidłowe działanie układów elektronicznych i czujników sterujących poszczególnymi systemami silnika pojazdu.

Samochody spełniające normę OBD II powinny być wyposażone w:

- dwie podgrzewane sondy lambda,
- wydajniejsze jednostki sterujące (16-bitowe lub 32-bitowe zawierające ponad 15 tys. stałych kalibracyjnych),
- możliwość elektronicznego kasowania pamięci celem prze-programowania sterownika lub możliwość zmiany wersji komunikacji z komputerem zewnętrznym,

- zmodyfikowany system odparowania par paliwa z procedurami diagnostycznymi takiego odparowania; modyfikacja polega na zastosowaniu elektromagnetycznych zaworów, czujnika par paliwa w zbiorniku oraz testu diagnostycznego,
- system recyrkulacji spalin wyposażony w liniowy zawór recyrkulacji sterowany elektronicznie,
- czujnik ciśnienia w kolektorze dolotowym i czujnik przepływającego powietrza, w celu określenia ilości przepływającego powietrza oraz stopnia obciążenia silnika.

Uszkodzenie kontrolowanego elementu powoduje przesłanie sygnału do centralnej jednostki sterującej, gdzie wiadomości te zostają przeczytane oraz zanalizowane, a następnie sterownik podejmuje decyzje o dalszym działaniu.

Oznacza to, że sterownik wyposażony jest w algorytm analizujący błędy, w czasie rzeczywistym i kontrolkę systemu OBD II MIL, informującą kierowcę o uszkodzeniu, która może zapalić się w trakcie jazdy. Głównym celem takiego działania systemu jest poinformowanie kierowcy o zwiększonej emisji składników toksycznych przez jego pojazd. Działanie wskaźnika kontrolnego OBD II w samochodach nowych jest inne niż w samochodach starszych. W celu zminimalizowania świecenia się diody, OBD II zaprogramowany jest tak, aby lampka diagnostyczna świeciła się tylko wtedy, kiedy ten sam błąd wystąpi dwa razy w tych samych warunkach jezdnych. Błędy, które mają zasadniczy wpływ na zwiększenie emisji powodują zapalenie się lampki kontrolnej już po pierwszym przypadku wystąpienia błędu.

Układ OBD II posiada dwa typy kodów:

- typ A - w tej grupie kodów występują błędy najbardziej przyczyniające się do zwiększenia emisji i powodują zapalenie wskaźnika kontrolnego po pierwszym razie wystąpienia błędu,
- typ B - błędy wpływające na zwiększenie emisji, ale w sposób mniej drastyczny niż w typie A; zapalenie wskaźnika kontrolnego jest efektem wystąpienia błędu dwa razy.

Zgaśnięcie kontrolki jest możliwe jedynie po usunięciu usterki. Usunięcie kodów wystąpienia usterki z pamięci komputera jest możliwe jedynie za pomocą urządzenia diagnostycznego lub odłączeniu zasilania sterownika.

W systemie OBD II testy diagnostyczne oraz transmisja sygnałów diagnostycznych są wspólne dla wszystkich producentów. Oznacza to, że samochody wyposażone w ten system posiadają identyczne oznakowanie oraz kody błędów, a więc niezależnie od producentów układów sterowania i samochodu.

Standard OBD określa jednorodne zasady stosowania dla alfanumerycznych kodów błędów. Jest to kolejny poważny krok w celu ujednoczenia diagnostyki elektronicznych układów samochodowych.

Zaleca się tworzenie pięciznakowego kodu zbudowanego z dwuznakowego składnika literowo-cyfrowego, oraz trzycyfrowego składnika cyfrowego. Dwuznakowymi składnikami literowo-cyfrowymi są: "B0", "B1", "B2", "B3", "C0", "C1", "C2", "C3", "P0", "P1", "P2", "P3", "U0", "U1", "U2", "U3".

Pierwszy znak w tym składniku jest literą i informuje z jakimi układami (obszarami pojazdy) związana jest usterka (tabela powyżej).

Drugi znak w tym składniku jest cyfrą i informuje o organizacji odpowiedzialnej za definicję kodu. Dla Stowarzyszenia Inżynierów Samochodowych (SAE) przeznaczono cyfrę (0), natomiast dla indywidualnych producentów cyfrę (1). Znak ten jest bardzo ważny ponieważ przekazuje informację czy kod dotyczy wszystkich producentów (0), czy związany jest ze specyfikacją konstrukcji pojazdu (1). Dla indywidualnych producentów zarezerwowano również cyfrę (2). Cyfra (3) pozostaje w rezerwie na ewentualną rozbudowę i modyfikację kodów. Ten drugi znak cyfrowy w pierwszym składniku literowo-cyfrowym analogicznie obowiązuje dla istniejących obecnie czterech układów (obszarów) pojazdu.

Z czterech określonych przez normę układów (obszarów) pojazdu obecnie tylko dla jednego, a mianowicie układu napędowego został określony i opisany drugi człon kodu, czyli trzycyfrowy składnik cyfrowy. Pozostałe trzy układy (obszary) pojazdu są nadal w opracowaniu. Jednak określenie i opisanie ich będzie analogiczne jak dla już istniejącego, czyli układu napędowego.

3

Budowa układów sensorycznych i wykonawczych

W tym rozdziale

- Budowa układów sensorycznych
- Budowa układów wykonawczych

3.1. Budowa układów sensorycznych

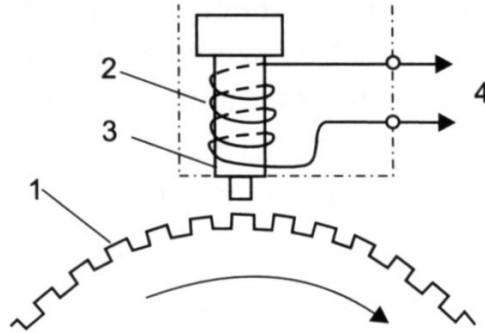
Celem tego wykładu jest zapoznanie studentów z budową układów sensorycznych w systemach mechatronicznych jak również funkcjonalny opis tych układów. Przedstawione zostaną zjawiska fizyczne możliwe do wykorzystania w sensoryce. Omówione zostaną następujące grupy czujników:

- Czujniki indukcyjne
- Czujniki hallotronowe
- Czujniki potencjometryczne
- Czujniki termistorowe
- Czujniki termoelektryczne (termopary)
- Czujniki masowego natężenia przepływu (termoanemometry)
- Czujniki tensometryczne
- Czujniki pojemnościowe
- Czujniki piezoelektryczne
- Czujniki radarowe i lidarowe
- Czujniki ultradźwiękowe
- Czujniki fotoelektryczne (optyczne)
- Czujniki elektrolityczno - rezystancyjne

Czujniki indukcyjne

Działają na zasadzie indukcji magnetycznej B , która jest wielkością wektorową, charakteryzującą pole magnetyczne, w którym porusza się określony ładunek elektryczny.

Magnetoindukcyjny czujnik prędkości obrotowej (rysunek 3.1)

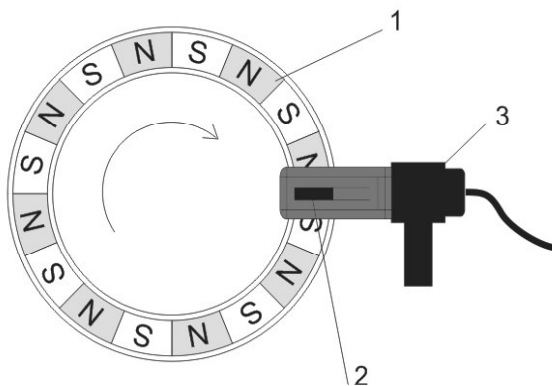


Rysunek 3.1. Schemat magneto indukcyjnego czujnika prędkości obrotowej: 1- wieniec zębaty z materiału ferromagnetycznego, 2- uzwojenie
3- magnes trwały, 4 - wyjście

Czujniki hallotronowe

Bazują na efekcie Hall'a. Jeśli płytkę półprzewodnikową wykonaną z półprzewodnika mono- lub polikrystalicznego zasilaną prądem sterującym I_S umieścimy w polu magnetycznym, którego wektor indukcji B skierowany jest prostopadle do płaszczyzny tej płytki, to nośniki prądu pod wpływem siły Lorentza zostaną odchylone w kierunku jednego z brzegów płytki. To odchylenie toru przepływu nośników prądu o pewien kąt Θ spowoduje pojawienie się ładunków o różnych znakach na przeciwległych płaszczyznach bocznych płytki. W rezultacie między wyprzewodzeniami pojawi się napięcie U_H , zwane napięciem Halla od nazwiska odkrywcy tego zjawiska.

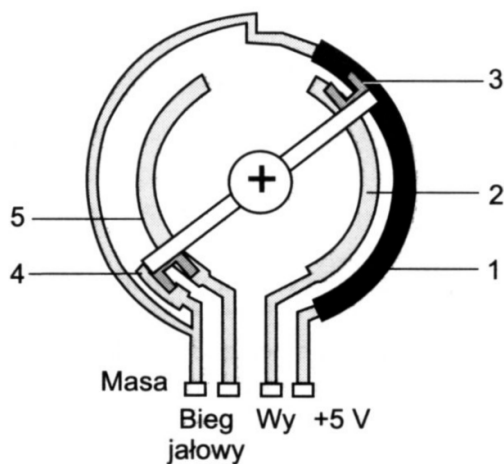
Aktywny czujnik prędkości obrotowej (Rys. 3.2)



Rysunek 3.2. Schemat czujnika aktywnego prędkości obrotowej:
1- pierścień wielobiegunowy, 2- komora pomiarowa (przetwornik)
3- obudowa czujnika

Czujniki potencjometryczne

Czujnik położenia przepustnicy (rysunek 3.3)



Rysunek 3.3. Schemat czujnika położenia przepustnicy:
1- ścieżka oporowa potencjometru, 2- ścieżka stykowa
3- styk ślizgacza, 4 - styk biegu jałowego,
5 - ścieżka stykowa biegu jałowego

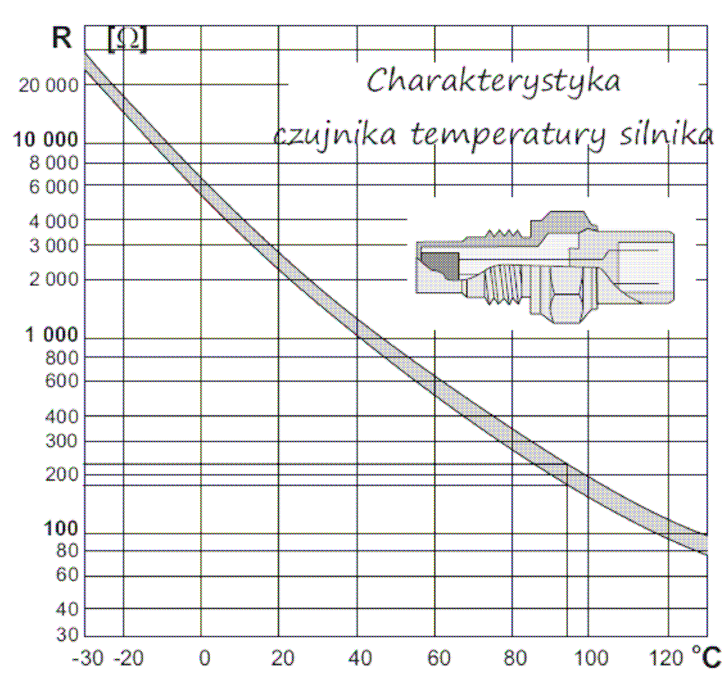
Potencjometr jest rezystorem nastawnym, umożliwiającym płynną, wielokrotną zmianę wartości rezystancji. Styk rezystora może poruszać się ruchem postępowym, obrotowym lub śrubowym. Do cech charakterystycznych potencjometrów należą: rezystancja znamionowa, własności części oporowej, moc oraz charakter zmian rezystancji w funkcji położenia suwaka.

Czujniki termistorowe

W mechatronice samochodowej do pomiaru temperatury wykorzystuje się czujniki rezystancyjne o rezystancji zmieniającej się wraz z temperaturą. Są to elementy produkowane jako zwoje drutowe, spieki ceramiczne, folie cienkie i grubowarstwowe lub monokryształy.

Do przekształcenia charakterystyki rezystancyjno-temperaturowej w charakterystykę napięciowo-temperaturową stosuje się zwykle dwie metody: przetwarzanie napięciowe, wymuszenie prądem zasilającym.

Czujnik temperatury silnika (rysunek 3.4)



Rysunek 3.4. Charakterystyka czujnika temperatury silnika

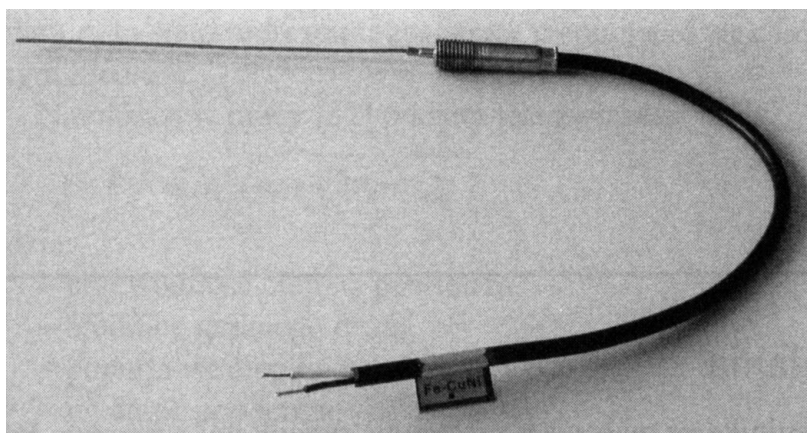
Termopary

Zależnie od rodzaju zjawiska termoelektrycznego rozróżnia się dwa rodzaje tego typu czujników.

Pierwszy to czujniki termoelektryczne, w których wykorzystuje się zjawisko Peltiera. Zjawisko to polega na pochłanianiu lub wydzielaniu się ciepła w miejscach połączeń dwóch różnych przewodników, przez które płynie prąd elektryczny. Moc pochłaniana lub wydzielana N jest proporcjonalna do natężenia prądu I .

Drugi rodzaj to czujniki termoelektryczne, w których wykorzystuje się zjawisko Seebecka. Zjawisko to polega na powstawaniu siły elektromotorycznej między końcami metalowego przewodnika, gdy końce te mają różne temperatury.

Czujnik temperatury spalin (rysunek 3.5)

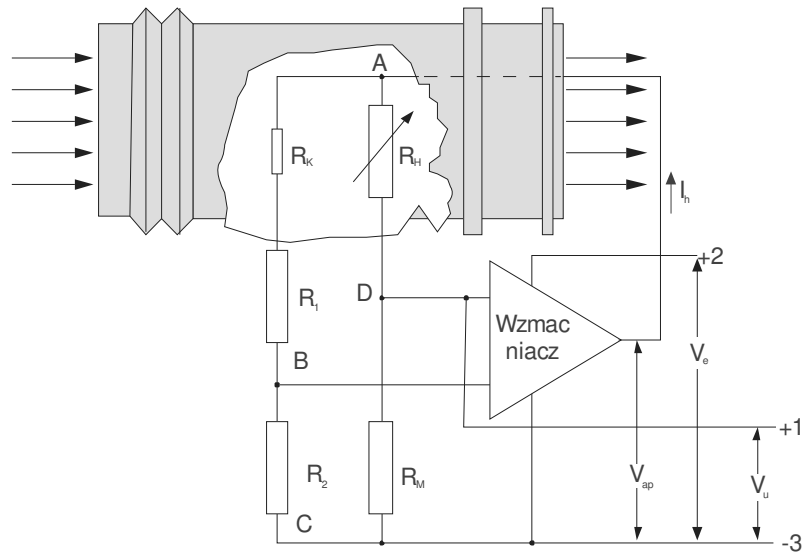


Rysunek 3.5. Czujnik temperatury spalin firmy Czaki z przewodami kompensacyjnymi i elementem mocującym

Termoanemometry

Termoanemometry są czujnikami masowego natężenia przepływu czynnika. Ich zasada działania polega na pomiarze natężenia prądu potrzebnego do utrzymania stałej temperatury elementu grzanego elektrycznie, omywanego przez strugę przepływającego czynnika – termoanemometr z „gorącym drutem” lub na pomiarze różnicy temperatur rezystorów, umieszczonych w strudze powietrza, a podgrzewanych oddzielnym grzejnikiem – przepływomierz kalorymetryczny.

Przeptywomierz masowy (rysunek 3.6)



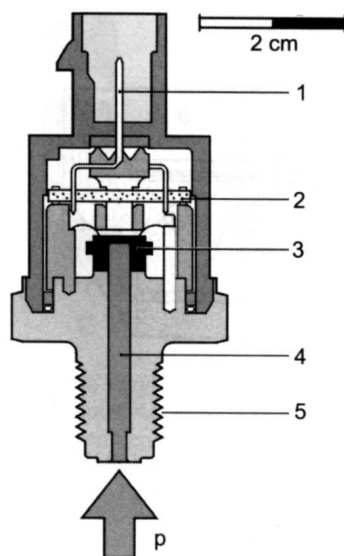
Rysunek 3.6. Schemat budowy i działania przepływomierza masowego:
 RH - drut platynowy, RK - rezystor kompensacyjny,
 RM - rezystor pomiarowy, R1, R2 - dodatkowe rezystory

Czujniki tensometryczne

Tensometrami nazywamy elementy rezystancyjne w postaci cienkich drutów, siatek lub folii, wykonane z metalu lub półprzewodnika. Poddane działaniu sił zewnętrznych ulegają one odkształceniu zarówno w kierunku wzdłużnym, jak i prostopadłym do kierunku działania wypadkowej siły oraz zmieniają wymiary geometryczne i rezystancję. Względne odkształcenie wzdłużne w kierunku działania siły $\epsilon = \Delta l / l$ jest znacznie większe od względnego odkształcenia w kierunku prostopadłym do kierunku siły $\epsilon_r = \Delta d / d$.

Tensometry są czujnikami rezystancyjnymi, w których rezystancja zmienia się proporcjonalnie do ich odkształcenia. Najstarsze i najszerzej stosowane tensometry to metalowe tensometry rezystancyjne.

Czujnik ciśnienia (rysunek 3.7)



Rysunek 3.7. Schemat budowy czujnika ciśnienia:
1 - złącze elektryczne, 2 - obwód przetwarzania sygnału,
3 - membrana stalowa z tensometrami, 4 - kanał wysokiego ciśnienia,
5 - złącze gwintowane, p – działające ciśnienie, max 160 MPa

Czujniki pojemnościowe

Czujniki pojemnościowe zmieniają swoją pojemność elektryczną C pod wpływem zmiany wielkości nieelektrycznej (np. zmiany wymiarów lub środowiska pomiędzy elektrodami). Są to kondensatory powietrzne lub zawierające różnego rodzaju dielektryki.

Czujnik wilgotności (rysunek 3.8)



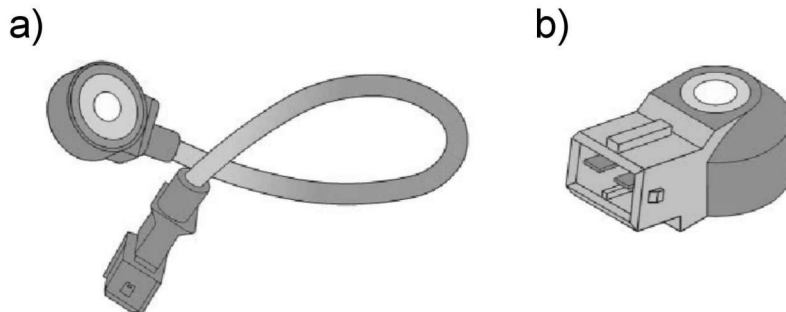
Rysunek 3.8. Czujnik wilgotności powietrza

Czujniki piezoelektryczne

W 1880 r. Jacques i Piotr Curie wykryli pewne właściwości kryształów pochodzenia mineralnego. Poddane siłom ściskającym lub rozciągającym stawały się spolaryzowane elektrycznie, tzn. wykazywały różnicę potencjałów między powierzchniami obciążanymi.

Występuje również zjawisko odwrotne: kryształ poddany działaniu pola elektrycznego po przyłożeniu napięcia ulega wydłużeniu lub skróceniu, w zależności od kierunku polaryzacji. Te zjawisko nazwano efektem piezoelektrycznym, od greckiego słowa piezein oznaczającego ściskanie, zgniatanie.

Czujnik spalania stukowego (rysunek 3.9)

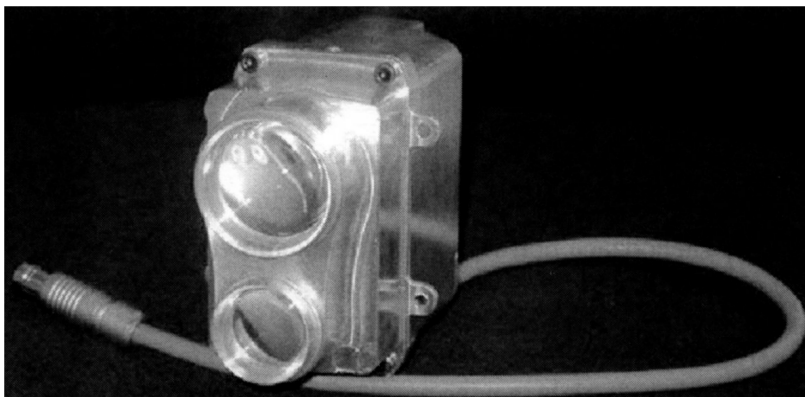


Rysunek 3.9. Czujnik spalania stukowego systemu Motronic 3.8:
a) silnika 20V, b) silnika V5

Czujniki radarowe i lidarowe

Radiolokacją nazywana jest dziedzina techniki zajmująca się wykrywaniem i określaniem położenia obiektów, od których odbijają się fale radiowe lub obiektów, które są źródłem tego typu fal. W pierwszym przypadku mówi się o radiolokacji czynnej, w drugim - o radiolokacji biernej. W technice motoryzacyjnej do wykrywania, określania pozycji i zdalnego mierzenia prędkości pojazdów wykorzystuje się urządzenia z grupy radarów oraz lidarów. Obydwa typy urządzeń bazują na promieniowaniu elektromagnetycznym jako medium.

Czujnik laserowy do pomiaru odległości (rysunek 3.10)



Rysunek 3.10. Wielostrumieniowy czujnik laserowy IDIS (Hella) do pomiaru odległości, wykorzystywany w aktywnym tempomacie (ACC)

Czujniki ultradźwiękowe

Drgania o częstotliwości ultradźwiękowej wytwarza się za pomocą przetworników, które umożliwiają przetwarzanie energii elektrycznej na mechaniczną i na odwrót. Źródło fal ultradźwiękowych stanowi zazwyczaj element lub układ drgający, który jest pobudzany do drgań za pomocą zmiennego pola, elektrycznego lub elektromagnetycznego. Przetworniki ultradźwiękowe wykorzystują efekt piezoelektryczny który jest efektem odwracalnym – ten sam element przetwornika daje się zastosować zarówno do wysyłania, jak i do odbierania impulsów.

Czujnik antykolizyjny (rysunek 3.11)



Rysunek 3.11. Ultradźwiękowy czujnik antykolizyjny

Czujniki optyczne

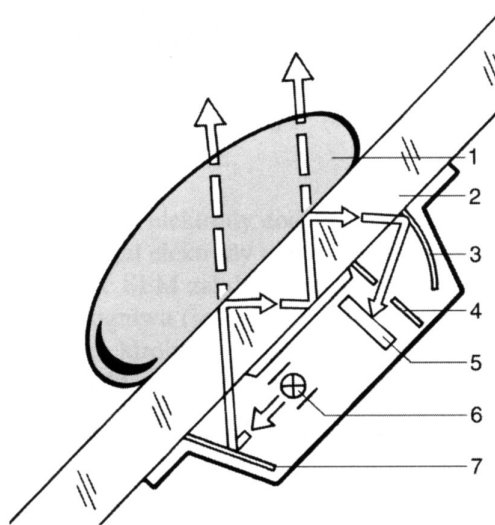
Zjawiska elektryczne zachodzące pod wpływem promieniowania świetlnego nazywa się ogólnie zjawiskami fotoelektrycznymi. Mogą one mieć charakter zewnętrzny lub wewnętrzny.

Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne występuje wówczas, gdy energia fotonów jest na tyle duża, że pobudzone optycznie elektrony opuszczają powierzchnię ciała, a więc następuje ich fotoemisja. Jeżeli energia fotonów jest mniejsza na tyle, że nie jest możliwa fotoemisja, a jedynie zmiana stanu energetycznego elektronów ciała, to zjawisko fotoelektryczne określa się jako wewnętrzne.

Zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne może przejawiać się wzrostem przewodnictwa elektrycznego półprzewodnika lub dielektryka - nazywa się je wówczas zjawiskiem fotoprzewodnictwa, lub powstaniem siły elektromotorycznej w półprzewodniku o wyraźnie ukształtowanym złączu p-n; nazywane jest wówczas zjawiskiem fotowoltaicznym.

Elementy fotoelektryczne są czułe na światło i dlatego ich parametry zależą od rodzaju światła.

Czujnik deszczu (rysunek 3.12)



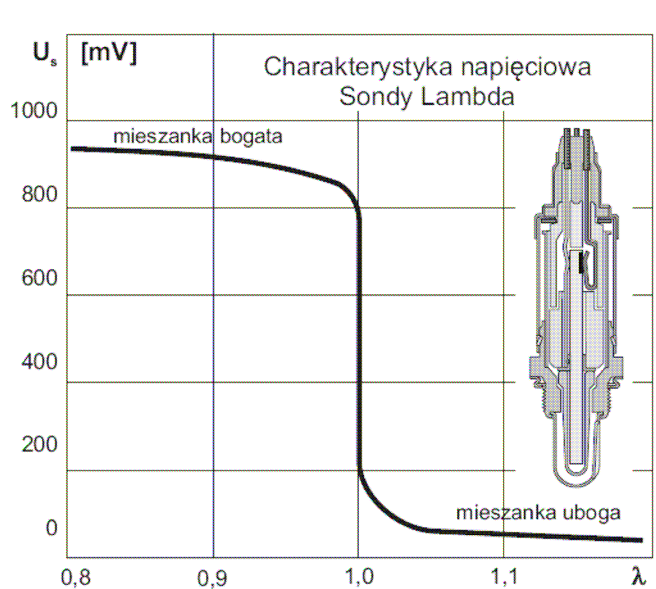
Rysunek 3.12. Czujnik deszczu: 1 - kropla deszczu, 2 - szyba przednia pojazdu, 3 - zwierciadło wklęsłe, 4 - przesłona, 5 - odbiornik światła (fotodiody), 6 - źródło światła (dioda LED), 7 - zwierciadło płaskie

Czujniki elektrolityczno-rezystancyjne

Czujniki elektrolityczno-rezystancyjne znalazły zastosowanie w technice samochodowej do wykrywania zawartości tlenu w spalinach, a także do sygnalizacji obecności toksyn w powietrzu napływającym do wnętrza pojazdu oraz do określania poziomu wilgotności powietrza. Wykorzystywana jest przy tym zarówno metoda pomiaru spadku napięcia na przetworniku wykonanym z rezystora ceramicznego zasilanego prądem stałym, jak i metoda bezprądowego pomiaru siły elektromotorycznej SEM ogniwa galwanicznego ze stałym elektrolitem.

Zasada działania czujników rezystancyjnych polega na skokowej zmianie ich rezystywności wskutek pojawienia się pewnych jonów w materiale, z którego zbudowany jest czujnik. Rezystancja wyjściowa takiego czujnika R (przy stałej temperaturze) zależy od zawartości jonów badanego gazu w materiale czujnika, co wpływa na rezystywność ρ oraz od jego wymiarów geometrycznych.

Sonda lambda (rysunek 3.13)



Rysunek 3.13. Charakterystyka napięciowa sondy lambda

3.2. Budowa układów wykonawczych

Omówiona zostanie budowa układów wykonawczych w systemach mechatronicznych jak również funkcjonalny opis tych układów oraz. Przedstawione zostaną zjawiska fizyczne możliwe do wykorzystania w aktuatoryce. Bliżej omówione zostaną następujące grupy mechanizmów wykonawczych:

- Aktuatory mechaniczne
- Elektryczne urządzenia wykonawcze
- Pneumatyczne urządzenia wykonawcze; napędy, siłowniki i zawory pneumatyczne, aktuatory elektropneumatyczne, aktuatory pneumohydrauliczne
- Hydrauliczne urządzenia wykonawcze; napędy, siłowniki i zawory hydrauliczne, aktuatory elektrohydrauliczne
- Inne rodzaje aktuatorów; aktuatory ze stopów z pamięcią kształtu, aktuatory piezoelektryczne, aktuatory magnetystrykcyjne, aktuatory z cieczami elektro- i magneto-reologicznymi

Aktuatory mechaniczne

Mechanizmy wykonawcze mechaniczne możemy podzielić na:

- Przekładnie zębate
- Przekładnie cierne
- Przekładnie cięgnowe
- Sprzęgła
- Hamulce

Hamulec tarczowy (rysunek 3.14)



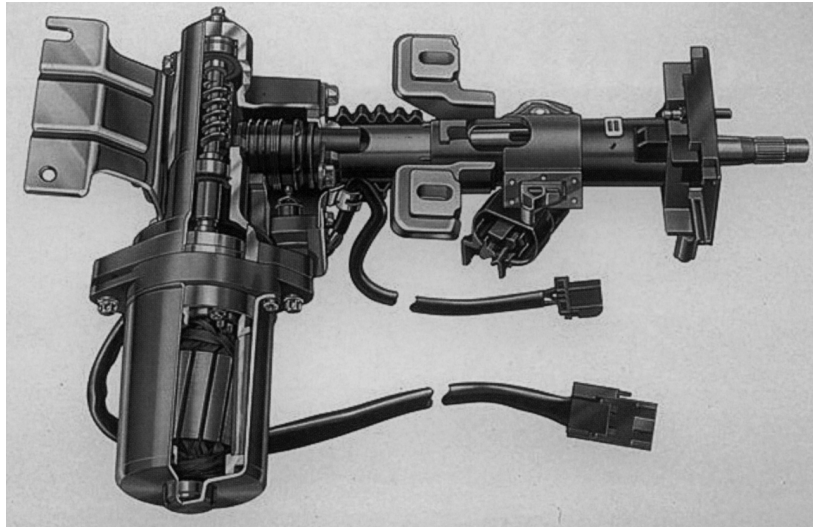
Rysunek 3.14. Hamulec tarczowy

Elektryczne urządzenia wykonawcze

Działanie elektrycznych urządzeń wykonawczych jest oparte na zjawisku wywierania przez pole magnetyczne siły na przewód, przez który płynie prąd. Pole magnetyczne jest wytwarzane przez elektromagnesy lub magnesy stałe (trwałe).

Technologia materiałów do wytwarzania magnesów stałych rozwinęła się bardzo w ostatnich latach. Znalazło to swoje odbicie w budowie silników elektrycznych. Obecnie do wytwarzania pola magnetycznego stosuje się coraz częściej magnesy trwałe, spowodowało to poprawę sprawności silników i zmniejszyło ich ciężar.

Wspomaganie elektryczne układu kierowniczego (rysunek 3.15)



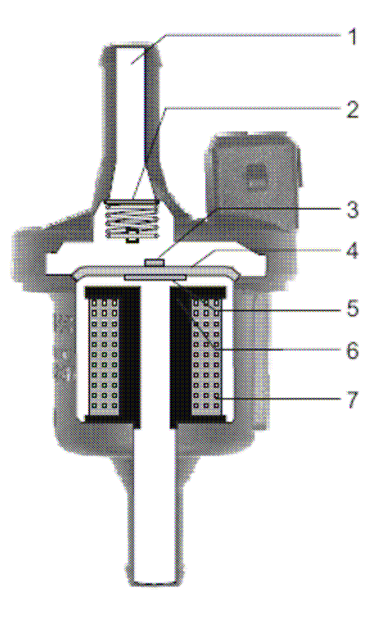
Rysunek 3.15. Ślimacznica mechanizmu wspomagania (od silnika elektrycznego) umieszczona na wałku kolumny kierownicy (rysunek FORD)

Pneumatyczne urządzenia wykonawcze

Pneumatyka to techniczne zastosowania powietrza pod ciśnieniem, przy czym przeważnie wykorzystuje się nadciśnienie, niekiedy także podciśnienie. Pneumatyczne układy sterowania składają się z części sterującej i części energetycznej.

W części sterującej sygnały są wytwarzane i przetwarzane. W części energetycznej sygnały te po wzmocnieniu, za pośrednictwem elementów nastawiających (głównie zawory), sterują elementami napędowymi (siłowniki, silniki) wytwarzającymi siły i przemieszczenia.

Zawór regeneracji zbiornika z węglem aktywnym (rysunek 3.16)



Rysunek 3.16. Zawór regeneracji zbiornika z węglem aktywnym:
1 - króciec przewodu elastycznego, 2 - zawór zwrotny,
3 - sprężyna płaska, 4 - element uszczelniający,
5 - zwora elektromagnesu, 6 - gniazdo zaworu,
7 - uzwojenie elektromagnesu

Hydrauliczne urządzenia wykonawcze

Pod pojęciem „hydraulika” rozumie się dziedzinę techniki zajmującą się elementami napędowymi, sterującymi i regulującymi maszyn, w których za pośrednictwem cieczy pod ciśnieniem wytwarza się lub przenosi siły i momenty. Hydraulikę stosuje się przede wszystkim w budowie maszyn ciężkich, w prasach, dźwignicach i mobilnych maszynach roboczych. Dalszym ważnym obszarem zastosowań hydrauliki jest budowa obrabiarek, w których elementy hydrauliczne stosuje się do mocowania narzędzi lub obrabianych detali oraz do realizacji ruchów transportowych.

Właściwości hydrauliki (zalety):

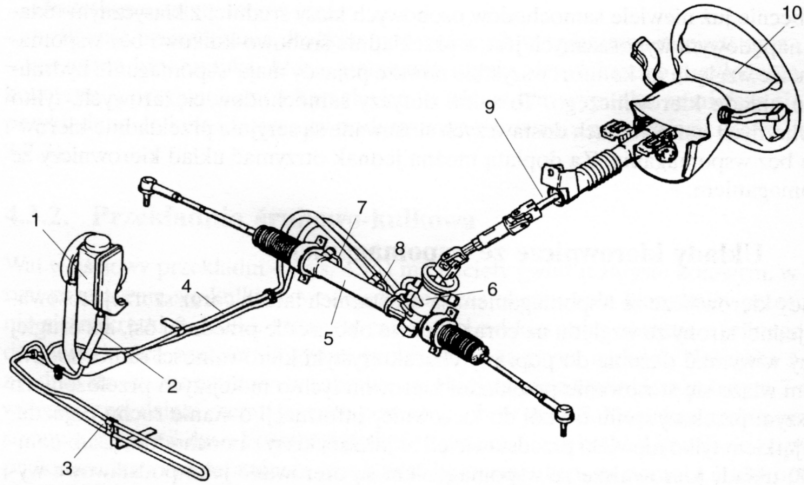
- lekkie i małogabarytowe elementy mogące realizować znaczne siły,
- szybka, precyzyjna i bezstopniowa zmiana prędkości silników i siłowników,

- proste zabezpieczenie przed przeciążeniem zaworami ograniczającymi ciśnienie,

Właściwości hydrauliki (wady):

- lepkość olejów hydraulicznych zależy od temperatury,
- przecieki oleju powodują straty,
- straty związane z przepływem zamieniają się w ciepło,
- tendencja do drgań i hałasu

Wspomaganie hydrauliczne układu kierowniczego (rysunek 3.17)



Rysunek 3.17. Układ kierowniczy ze wspomaganiem samochodu Opel Vectra (1997):

1 - pompa łopatkowa napędzana paskiem klinowym od silnika,
2 - przewód wysokiego ciśnienia prowadzący od pompy do zaworu sterującego, 3 - pętla chłodząca, 4 - przewód powrotny prowadzący od zaworu sterującego do zbiornika, 5 - przekładnia kierownicza z zewnętrznym wyprowadzeniem drążków poprzecznych mocowana do ramy pomocniczej, 6 - zawór sterujący, 7 i 8 - przewody prowadzące do lewego i prawego cylindra siłownika, 9 - kolumna kierownicy z wałkiem pośrednim, 10 - koło kierownicy z poduszką gazową

Inne rodzaje aktuatorów

W latach 80. XX wieku pojawiło się zainteresowanie materiałami, które zaczęto określać jako inteligentne. Należy zauważyć, że chociaż niektóre

grupy materiałów, które obecnie zaliczane są do materiałów inteligentnych (np. stopy z pamięcią kształtu, materiały ceramiczne o właściwościach piezoelektrycznych) były znane i stosowane wcześniej, to jednak narastające oczekiwania projektantów nowatorskich rozwiązań technicznych spowodowały zainteresowanie się różnorodnymi materiałami umożliwiającymi realizację koncepcji zaawansowanej techniki. Zwykle trudno jest w przypadku nowych materiałów określić moment osiągnięcia ich dojrzałości do praktycznego wykorzystania, ale na przykład w Japonii uważa się, że koncepcja materiałów inteligentnych stała się wyraźniejsza w wyniku realizacji w latach 1987-1989 pionierskiego programu rządowego. Lata dziewięćdziesiąte 20 wieku oraz początek 21 wieku to niezwykle duże zainteresowanie i burzliwy rozwój badań naukowych w obszarze materiałów inteligentnych.

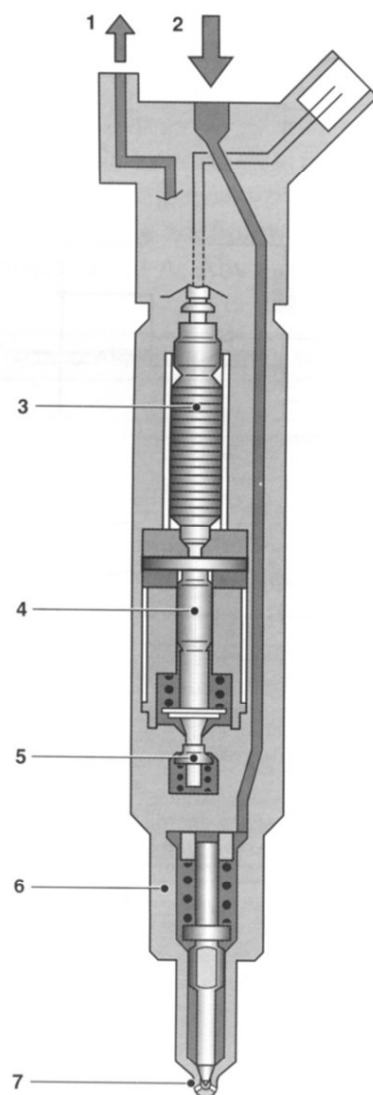
Spotyka się zróżnicowane nazewnictwo: intelligent materials, smart materials, adaptive materials, a nawet multifunctional materials.

Można uznać następujący podział materiałów inteligentnych:

Materiały zmieniające swój kształt lub wielkość (moving materials)

- Elastomery dielektryczne - materiały elektrostrykcyjne
- Materiały magnetostrykcyjne
- Materiały piezoelektryczne
- Żele polimerowe
- Materiały z pamięcią kształtu

Wtryskiwacz piezoelektryczny (rysunek 3.18)



Rysunek 3.18. Wtryskiwacz piezoelektryczny:
1 – złącze przelewu paliwa, 2 – złącze wysokiego ciśnienia,
3 – stos piezoelektryczny, 4 – przetwornik hydrauliczny,
5 - zawór sterujący, 6 – rozpylacz z igłą, 7 – kanałek wtryskowy

Ciecze zmieniające swoją gęstość (thickness changing fluids)

- Ciecze magnetoreologiczne
- Ciecze elektroweologiczne

Amortyzator magnetoreologiczny (rysunek 3.19)



Rysunek 3.19. Amortyzator MagneRide™ (magnetoreologiczny)

4

Złożone systemy mechatroniczne

W tym rozdziale

- Opis systemów
- Układ wtryskowy „Common Rail”, omówienie na przykładzie układu testowego
- Układ regulacji siły hamowania ABS/ASR, omówienie na przykładzie tablicy panelowej
- Układ bezpieczeństwa biernego SRS (poduszki powietrzne), omówienie na przykładzie tablicy panelowej

4.1. Opis systemów

Omówione zostaną następujące zagadnienia podstawowe: sygnały pomiarowe, przetwarzanie analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe. Słuchacze zapoznają się z budową układów sensorycznych i wykonawczych w systemach mechatronicznych jak również z funkcjonalnym opisem tych układów oraz ich integracją w złożone systemy mechatroniczne. Zadaniem wykładu będzie wykorzystanie nabytych na wykładzie informacji w praktyce przy korzystaniu z tablic panelowych.

Sieci AS-I (actuator – sensor – interface)

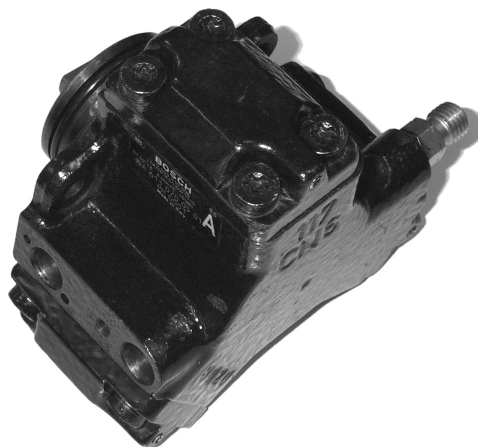
Sieć ASi należy do najprostszych sieci miejscowych – łączy punkty binarne. Metodą dostępu stacji do sieci AS-i jest odpytywanie (ang. Polling). Jedną ze stacji jest wyróżniona i pełni rolę zarządcy (ang. master), może to być dodatkowy moduł sterownika PLC. Pozostałe węzły są podległe (ang. slaves). Master posiada pełną listę adresów stacji dołączonych do sieci i odpytuje kolejne slave, przekazując w ten sposób zgodę na transmisję w sieci. Jeden master może obsługiwać do 31 punktów podległych, tzw. modułów, które mogą zawierać układy wyjściowe albo wejściowe. Węzeł może obsługiwać 4 punkty binarne, tzn. 2 wejścia i 2 wyjścia, 4 wejścia lub 4 wyjścia. Każdy moduł musi mieć swój adres (1-31) zapisany np. w pamięci EEPROM. Moduły mogą tworzyć sieć o konfiguracji liniowej, gwiazdowej lub drzewiastej. Jako łącze stosowany jest specjalny dwużyłowy ($2 \times 1,5 \text{ mm}^2$), nieekranowany, profilowany kabel o długości do 100m (300m z regeneratorem). Zalety takiego rozwiązania są następujące: prosty montaż i serwis okablowania, szybki i prawidłowy montaż modułów węzłowych sieci, prosta diagnostyka sieci, łatwa rekonfiguracja oraz duża odporność na uszkodzenia mechaniczne. Wadą przyjętego kabla jest mniejsza, w porównaniu ze skrętką, odporność na zakłócenia elektromagnetyczne. Zostało to zrekompensowane przez zwiększenie napięcia zasilania (30V DC) oraz zastosowanie dużych prądowych (60mA) sygnałów sterujących.

4.2. Układ wtryskowy „Common Rail”, omówienie na przykładzie układu testowego

Pompy paliwa stosowane w systemach Common Rail wykonane są w kilku różnych odmianach. Są to trójtłoczkowe pompy promieniowe w układzie „gwiazda”, a więc typowe pompy wypornościowe. Oczekiwany zakres uzyskiwanych ciśnień zawiera się do niemal 150 MPa (1500 bar). przy maksymalnych obrotach wynoszących do 3000 obr./min. zapotrzebowanie mocy dochodzi do 3,5 kW.

Zasadnicze różnice w ich budowie to, w pierwszym rzędzie, dwa różne sposoby napędu.

Najczęściej występujący to napęd uzyskiwany od wałka rozrządu silnika przez sprzęgiełko brzechwowe pełniące również rolę przegubu osiowości wałka rozrządu i wałka napędowego pompy. Drugim jest napęd realizowany za pomocą paska zębatego sprzęgającego koło pasowe wałka pompy z kołem pasowym silnika pojazdu.



Rysunek 4.1. Jedno z pierwszych wykonania pomp stosowanych w systemach Common Rail

ROZDZIAŁ 4

W celu zapewnienia poprawnej pracy pompy, konieczne jest zasilenie jej króćca dolotowego olejem napędowym podawanym pod ciśnieniem od 1÷3 bar (0, 1÷0,3 MPa), np. za pomocą elektrycznej pompy paliwowej. Najmniej skomplikowaną pompę przedstawia rysunek 4.1. Są to pierwsze wykonania tych pomp stosowanych w systemach Common Rail.



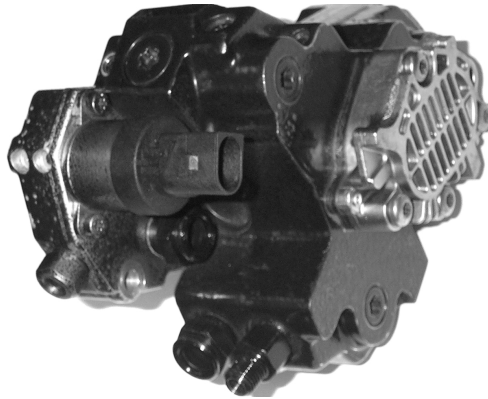
Rysunek 4.2. Pompa z regulatorem ciśnienia paliwa

Kolejne wersje pomp otrzymały wbudowany w ich korpus regulator ciśnienia paliwa. Widok takiej pompy przedstawia rysunek 4.2.



Rysunek 4.3. Pompa z elektromagnesem odłączającym jedną z sekcji

W celu zmiany wydajności pompy kolejne ich wersje wyposażono w elektromagnes wyłączający jedną z 3 sekcji pompy. Wersję takiej pompy przedstawia rysunek 4.3.



Rysunek 4.4. Pompa wraz ze współpracującą z nią pompą zębatkową podającą

Na rysunku 4.4 przedstawiono pompę oraz współpracującą z nią pompę zębatkową podającą. Ponieważ pompa zasilająca system Common Rail jest stosunkowo prostym mechanizmem, jakkolwiek precyzyjnym by móc uzyskać bardzo duże wartości ciśnienia paliwa podawanego do kolektora wtryskiwaczy systemu, nie wymaga ona szczególnych warunków regulacji, lecz ocena jej stanu technicznego też nie jest jednorodna. Wymaga spełnienia określonych i powtarzalnych warunków testu, oraz oceny podstawowego parametru jakim jest ciśnienie na przewodzie podającym, przy określonych parametrach regulatora ciśnienia paliwa i bieżącego wydatku pompy.

Opracowanym w firmie P.P.H.U. Autoelektronika „Testerem pompy Common Rail” możliwe jest przeprowadzenie testów różnych wersji pomp produkcji firmy Bosch, umożliwiających ocenę ich stanu technicznego.

Stanowisko demonstracyjne „Zespół sterowania silnikiem ZS typu Common Rail” przeznaczony jest do prezentowania działania elementów elektronicznych, mechanicznych i hydraulicznych wchodzących w skład systemu sterowania i zasilania paliwem współczesnych silników wysokoprężnych z zapłonem samoczynnym typu CR/EDC.

W jego skład wchodzi dwa podstawowe moduły:

- zespół sterowania pompą i wtryskiwaczami systemu Common Rail,
- zespół sterowania silnikiem ZS typu Common Rail.

Zespół sterowania pompą i wtryskiwaczami systemu Common Rail

Służy do demonstrowania działania oraz badania parametrów elektrycznych i hydraulicznych pompy wysokiego ciśnienia i elektrowtryskiwaczy (rysunek 4.5.). Moduł ten może pracować autonomicznie lub współpracować z modułem „Elektronicznego sterowania silnikiem ZS typu Common Rail”.

Stanowisko demonstracyjne „Zespół sterowania pompą i wtryskiwaczami typu Common Rail” przeznaczone jest do pomiaru i obserwacji parametrów pracy pompy wysokiego ciśnienia i elektrowtryskiwaczy stosowanych w wysokoprężnych silnikach samochodowych w funkcji obrotów i innych parametrów.

Napęd pompy odbywa się za pomocą 3-fazowego silnika elektrycznego o mocy 2,2kW/380V. Prędkość obrotowa oraz, w zależności od potrzeb, także inne parametry pracy silnika napędowego są regulowane w szerokim zakresie za pomocą mikroprocesorowego falownika tyrystorowego. Regulacja obrotów silnika jest możliwa w sposób płynny w zakresie do 5000 obr/min.



Rysunek 4.5. Zespół sterowania pompą i wtryskiwaczami systemu Common Rail

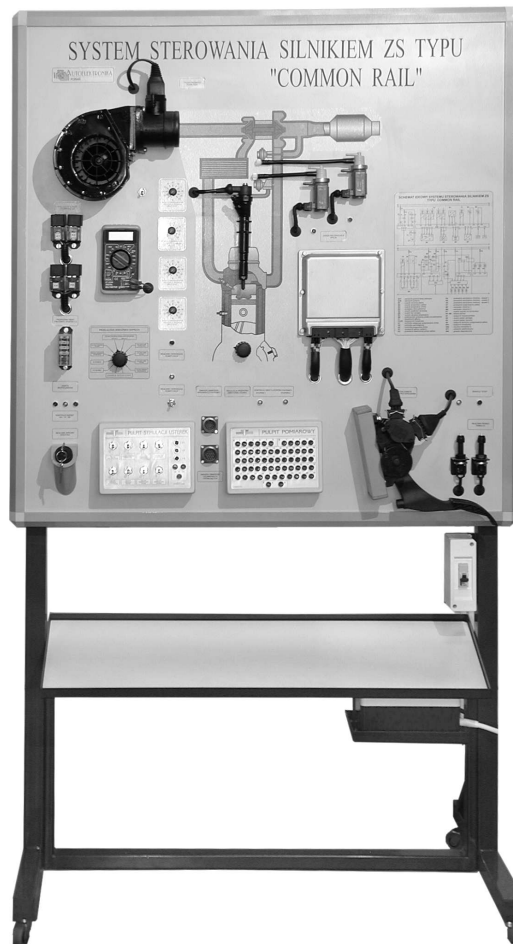
Stanowisko demonstracyjne umożliwia:

- Sterowanie elektryczną pompą zasilającą niskiego ciśnienia
- Napęd i sterowanie pompą wysokiego ciśnienia typu „Radialjet”
- Sterowanie pompą z wewnętrznego układu elektronicznego
- Sterowanie pompą z zewnętrznego stanowiska demonstracyjnego
- Pomiar bieżących, hydraulicznych parametrów pompy :

- ciśnienie na wejściu pompy wysokiego ciśnienia (za pomocą manometru)
- ciśnienie w kolektorze wtryskowym za pomocą czujnika wysokiego ciśnienia
- wydatku każdego z wtryskiwaczy (za pomocą menzurek pomiarowych)
- Kompleksowe ustawienie i pomiar parametrów pompy za pomocą „Testera Pomp Common Rail”:
 - płynną regulację ciśnienia i jego cyfrowy pomiar
 - cyfrowy pomiar wysokiego ciśnienia w kolektorze wtryskowym
 - cyfrowy pomiar prędkości obrotowej pompy wysokiego ciśnienia
 - sterownie elektromagnesem sekcji pompy (jeśli taki występuje)
- Kompleksowe sterowanie wtryskiwaczami za pomocą „Testera wtryskiwaczy Common Rail”:
 - płynną regulację czasu trwania impulsu wtrysku
 - płynną regulację częstotliwości impulsu wtrysku
 - sterowanie każdym wtryskiwaczem z osobna.

Zespół sterowania silnikiem ZS typu Common Rail

Jest wyposażony w mikroprocesorowy sterownik, służący do demonstrowania układu sterowania pompą wysokiego ciśnienia i elektrowtryskiwaczami oraz pomiaru jego parametrów (Rys. 4.6.). Moduł ten może pracować jedynie w połączeniu z modułem „Zespół sterowania pompą i wtryskiwaczami systemu Common Rail.



Rysunek 4.6. Zespół sterowania silnikiem ZS typu Common Rail

Stanowisko demonstracyjne „System sterowania silnikiem ZS typu „Common Rail” przeznaczone jest do pomiaru i obserwacji parametrów pracy układu sterowania pompy wysokiego ciśnienia oraz elektrowtryskiwaczy stosowanych w wysokopięnych silnikach samochodowych z układem sterowania typu Common Rail, w funkcji obrotów oraz takich parametrów jak: kąta wyprzedzenia wtrysku, zmian dawki paliwa poprzez regulację ciśnienia i czasu trwania impulsu wtrysku w funkcji temperatury, obciążenia i innych parametrów.

Stanowisko umożliwia obserwację zmian kąta wyprzedzenia wtrysku metodą stroboskopową lub przez porównanie sygnału o położeniu wału korbowego z innymi sygnałami.

Pulpit pomiarowy umożliwia łatwe podłączenie przyrządów pomiarowych do wszystkich czujników systemu i podzespołów wykonawczych systemu.

Pulpit symulacji usterek umożliwia realizację stanów awaryjnych w wybranych obwodach, oraz obserwację reakcji systemu sterowania na powstałą awarię typu ciągłego lub sporadyczną. Możliwa jest prezentacja sposobu realizacji dawki paliwa w trybie awaryjnym.

Urządzenie posiada złącze diagnostyczne (uniwersalne) umożliwiające podłączenie przyrządów diagnostycznych takich jak KTS-500, MEGA MACS lub innych i obserwację parametrów bieżących systemu.

„System sterowania silnikiem ZS typu Common Rail”, wyposażony w mikroprocesorowy sterownik, może pracować jedynie w połączeniu z modułem Zespołu sterowania pompą i wtryskiwaczami opisanym wcześniej.

4.3. Układ regulacji siły hamowania ABS/ASR, omówienie na przykładzie tablicy panelowej

ABS (niem. Antiblockiersystem; ang. Anti-Lock Braking System) to układ stosowany w pojazdach mechanicznych w celu zapobiegania blokowaniu się kół podczas hamowania, jako element układu hamulcowego. System ten jest zaliczany do grupy systemów Advanced Vehicle Control Systems (albo Automated Highway Systems). Jego bezpośrednim rozwinięciem są systemy ASR. Jest on również wykorzystywany jako element składowy bardziej rozwiniętych systemów jak ESP, czy Adaptive Cruise Control.

ABS zapobiega zjawiskom występującym po zablokowaniu kół, takim jak ściąganie samochodu w bok, wirowanie samochodu, utrata kontroli

nad kierowaniem samochodem. Długość drogi hamowania pojazdu wyposażonego w system ABS w porównaniu do identycznego pojazdu bez tego systemu uzależniona jest od kilku czynników, takich jak: warunki zewnętrzne oraz umiejętności kierowcy.

Utrata sterowności samochodu podczas hamowania następuje, gdy koła z co najmniej jednej osi samochodu przestają się obracać. Wówczas różnice sił hamowania na poszczególnych kołach wprawiają samochód w ruch obrotowy wokół osi pionowej. By zapobiec temu zjawisku, wprowadzono system zapobiegający blokowaniu (zatrzymywaniu) kół podczas hamowania. System naśladuje hamowanie impulsowe ale robi to znacznie dokładniej niż kierowca, gdyż pozwala na utrzymanie współczynnika poślizgu koła na poziomie 10-30%. W tych warunkach sterowność pojazdu zachowana jest na satysfakcjonującym poziomie (koła wciąż mogą przenosić stosunkowo wysokie siły poprzeczne odpowiedzialne za sterowność), a jednocześnie współczynnik przyczepności jest zbliżony do wartości współczynnika przyczepności przyłgowej (najwyższej osiągalnej dla danej nawierzchni), co pozwala na skrócenie drogi hamowania.

System kontroluje obroty kół podczas hamowania i jeżeli kierowca nacisnie tak silnie na hamulec, że jedno z kół obraca się wolniej niż pozostałe, to system ABS zmniejsza na chwile siłę hamowania obwodu, w którym jest to koło lub tylko tego koła (w nowszych układach); jeżeli koło ponownie zacznie się obracać, siła hamowania jest ponownie zwiększana. Cykle redukcji siły hamowania są bardzo szybkie.

Typowy system ABS zbudowany jest z układów kontrolujących prędkość obrotową każdego z kół oraz zaworów (układów) zmniejszających ciśnienie oddzielnie w każdym obwodzie hamowania, a w rozbudowanych układach indywidualnie na każdym kole. Działanie zaworów jest sterowane przez system komputerowy na podstawie obrotów kół.

Podstawowe elementy układu ABS (czteroobwodowego)

- Czujniki prędkości obrotowej kół jezdnych (działające na zasadzie indukcji magnetycznej, bez zużywających się elementów mechanicznych)
- Elektrozawory regulujące ciśnienie w obwodzie każdego koła (elektrozawory z wyłączonym zasilaniem nie wpływają na pracę układu hamulcowego)
- Centrala sterująca

Na bazie czujników ABS działa system EDS.

ABS mierzy prędkość obrotową wszystkich kół i nie ingeruje w działanie układu hamulcowego dopóki nie zostanie sygnał, że hamulec został uruchomiony przez kierowcę. W fazie pracy hamulca ABS wykrywa poślizg dowolnego koła (lub kilku kół) i elektrozaworami moduluje ciśnienie w obwodzie tego koła. Wykrycie poślizgu odbywa się na 2 sposoby:

- Koło gwałtownie przestało się kręcić – poślizg
- Koło zaczyna kręcić się wolniej, niż pozostałe koła. Koło takie rozpoczyna poślizg i za chwilę zatrzyma się. ABS musi tu uwzględnić fakt, że różnica prędkości na zakręcie jest zjawiskiem normalnym. ABS nie ma informacji o położeniu kierownicy więc różnice w obrotach muszą być na tyle duże, aby ABS miał pewność, że wynikają one z poślizgu. W przeciwnym razie ABS nie działałby na zakręcie na koła jadące po jego wewnętrznej stronie.

W przypadku wykrycia poślizgu ABS zmniejsza ciśnienie w obwodzie koła tak długo, aż koło nie odzyska prawidłowej prędkości. Siła hamowania tego koła ulega zmniejszeniu, ale koło cały czas jest hamowane (tylko słabiej). Po odzyskaniu obrotów przez koło, ABS przywraca ciśnienie w jego obwodzie. Ciśnienie to jest zależne od siły nacisku na pedał hamulca.

Cykle modulacji ciśnienia w obwodach kół są przez ABS powtarzane, przy czym w miarę trwania hamowania mogą one być coraz precyzyjniej obliczane. W początkowej fazie hamowania czas chwilowego poślizgu może być większy, niż w fazie końcowej.

W momencie wyhamowania pojazdu do prędkości ok. 5-6 km/h ABS przestaje zmniejszać ciśnienie w obwodzie hamulcowym pozwalając na całkowite zatrzymanie pojazdu.

W czasie jazdy bez hamowania system oblicza prędkość pojazdu i potrafi tę informację wykorzystać w chwili rozpoczęcia hamowania. ABS wykonuje ciągłą autodiagnozę. Jeśli np. w czasie jazdy ABS wykryje brak impulsów od któregoś z kół, uznaje to za awarię czujnika obrotów koła, zapala lampkę "Awaria ABS". Działanie ABS-u zostaje całkowicie wyłączone dla wszystkich kół. Hamulec będzie w takim przypadku działać jak zwykły hamulec bez ABS-u. Awaryjne wyłączenie ABS-u może także wystąpić na skutek wykrycia innych problemów jak:

- spadek ciśnienia w układzie hamulcowym (np. skutek uszkodzenia przewodu hamulcowego)
- brak reakcji koła na modulowanie ciśnienia w obwodzie (np. wskutek zerwania przewodu od elektrozaworu)
- inne problemy wykryte przez centralkę ABS, a objawiające się niespójnością sygnałów z czujników układu

Ideą układu ABS jest eliminacja poślizgu, ale mimo to w czasie hamowania z ABS-em minimalny poślizg występuje. Jest on nieunikniony, ponieważ ABS musi najpierw wykryć poślizg, aby potem móc go zlikwidować. Jednakże w całym procesie hamowania z ABS-em układ dąży do uzyskania optymalnego poślizgu (umożliwiającego kierowanie i hamowanie).

Wraz z rozwojem techniki dążono do zmniejszenia masy i wielkości urządzenia przy jednoczesnym zwiększeniu możliwości systemu (np. zwiększenie szybkości działania, czy dodanie nowych funkcji). Poniższa tabela prezentuje zależność pomiędzy masą, a ilością pamięci operacyjnej kolejnych generacji systemów ABS produkowanych przez głównego ich dostawcę – firmę Bosch (konkurencyjne wobec niej rozwiązania proponują firmy TRW oraz Teves).

Historia układów ABS:

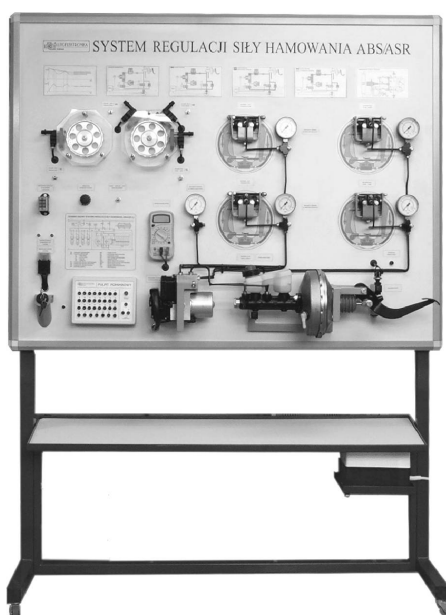
- 1966 – Brytyjska firma Jensen wprowadza model Jensen FF wyposażony seryjnie w system ABS Maxaret firmy Dunlop działający na tylną oś.
- 1971 – Cadillac oferował jako wyposażenie specjalnie sterowany komputerowo system ABS na tylnej osi.
- 1971 – Chrysler oferował system ABS nazwany "Sure Brake" w modelu Imperial działający na wszystkie 4 koła
- 1978 – Bosch wprowadza na rynek system ABS (ABS 2), który zastosowano początkowo w samochodach Mercedes-Benz klasy S, następnie u BMW.
 - 1989 – Bosch wprowadza na rynek wersję 2E systemu ABS.
 - 1993 – Bosch wprowadza na rynek piątą generację systemu ABS (ABS 5.0) ułatwiająca połączenie z systemem ASR.

ROZDZIAŁ 4

- 1995 – Bosch wprowadza na rynek generację systemu ABS 5.3 posiadającą mniejsze wymiary komponentów.
- 1998 – Bosch wprowadza na rynek generację systemu ABS 5.7 zmniejszającą poziom hałasu działania systemu oraz umożliwiającą integrację z systemem ESP.
- 2001 – Bosch wprowadza na rynek ósmą generację systemu ABS (ABS 8) zmniejszającą masę i wymiary komponentów.
- 2003 – 69% nowych modeli aut wyprodukowanych na całym świecie jest standardowo wyposażona w ABS.
- 1 maja 2004 – na obszarze UE są dopuszczane do ruchu nowe konstrukcje aut osobowych tylko z ABS.

Stanowisko demonstracyjne

Stanowisko demonstracyjne przeznaczone jest do prezentacji funkcjonowania systemu automatycznej regulacji siły hamowania – ABS oraz systemu zapobiegającego poślizgowi kół - ASR w pojazdach samochodowych z wykorzystaniem sterownika mikroprocesorowego (rysunek 4.7.).



Rysunek 4.7. Układ regulacji siły hamowania ABS/ASR

Wykonane zostało tak, aby możliwe było prowadzenie ćwiczeń laboratoryjnych mających na celu pomiary napięć i przebiegów sygnałów wejściowych i odpowiedzi sterownika na dynamiczne zmiany tychże sygnałów wejściowych oraz obserwacja zmian ciśnienia w obwodach hydraulicznych.

Możliwa jest prezentacja normalnych stanów pracy sterownika w warunkach symulowanej jazdy, hamowania oraz hamowania z reakcją systemu ABS na zbyt duże opóźnienia. Ponadto możliwe jest prezentowanie działania systemu ASR zapobiegającemu poślizgowi kół. Stanowisko umożliwia również pokaz reakcji systemu na najczęściej występujące typy awarii, tj. przerw w obwodach czujników kół lub obwodów wyjściowych, tj. zaworów elektrohydraulicznych, lub zbyt małej wartości sygnałów sterujących (amplitudy tych sygnałów).

Możliwy jest pomiar następujących sygnałów:

- napięć czterech czujników prędkości obrotowej kół;
- charakterystyki napięcia z czujników w funkcji prędkości obrotowej wieńca zębatego;
- charakterystyki napięcia z czujników w funkcji szerokości szczeliny dla określonej prędkości wirowania;
- głębokości modulacji amplitudy sygnału czujników będącej skutkiem „bicia” wieńca zębatego w funkcji szerokości szczeliny;
- wartości ciśnienia w obwodach hydraulicznych (w pompie hamulcowej oraz po korekcji przez system ABS/ASR)
- napięć załączających poszczególne elektrozaworów

4.4. Układ bezpieczeństwa biernego SRS (poduszki powietrzne), omówienie na przykładzie tablicy panelowej

Systemy poduszek powietrznych SRS pojawiły się na początku lat 80-tych w pojazdach luksusowych. Wraz z rozwojem techniki oraz zmniejszaniem kosztów rozwiązań stosowanych w systemach bezpieczeństwa zaczęto je montować w pojazdach klasy średniej, a aktualnie również w klasie popularnej. Wynika to także z tego, iż bezpieczeństwo stało się towarem, na który jest spore zapotrzebowanie oraz z tego, że producenci samochodów walkę konkurencyjną przenieśli w obszar komfortu oraz bezpieczeństwa kierowcy.

Typowy system poduszek składa się ze sterownika systemu, czujników, poduszek powietrznych i pirotechnicznych napinaczy pasów bezpieczeństwa.

Sterownik

Poniżej przedstawiono podział na generacje systemów poduszek powietrznych wg firmy Bosch, ze względu na budowę sterownika, który dobrze przedstawia rozwój konstrukcji sterownika.

Airbag 1

Układ wyzwalania poduszki składał się z trzech osobnych modułów: modułu wyzwalania, przetwornicy napięcia i modułu podtrzymania zasilania awaryjnego.

Systemy poduszki powietrznej wymagają źródła zasilania awaryjnego, w celu odpalenia poduszki nawet w przypadku braku zasilania głównego – w wyniku wypadku. Przetwornica napięcia ładuje źródło zasilania awaryjnego tak szybko jak to możliwe.

Sterowniki 1 generacji były konstruowane z elementów dyskretnych.

Jako czujnik przyspieszeń użyto czujnika tensometrycznego. Sygnał z niego był przetwarzany analogowo. Jako dodatkowy wyłącznik bezpieczeństwa zastosowano wyłącznik ręciowy. Systemy 1 generacji były instalowane w latach 1981 do 1987 w pojazdach Mercedes-Benz i Audi.

Airbag 2

Układ wyzwalania poduszki składał się z dwóch osobnych modułów: modułu wyzwalania i przetwornicy napięcia i źródła zasilania awaryjnego.

Była to pierwsza generacja sterowników gdzie zastosowano czujnik przyspieszeń piezoelektryczny. Sygnał z niego był nadal przetwarzany analogowo.

Jako dodatkowy wyłącznik bezpieczeństwa zastosowano wyłącznik ręciowy.

Systemy 2 generacji były instalowane w pojazdach Volvo.

Sterowniki 2 generacji zostały w pełni przeprojektowane i powstały wówczas:

Airbag 2.2

Seryjnie instalowany od 1992, w pełni cyfrowy system z dwoma mikroprocesorami, dwukanałowym czujnikiem przyspieszeń i bez dodatkowego wyłącznika bezpieczeństwa.

Airbag 2.3

Następca systemu 2.2, seryjnie montowany od 1993, dodatkowa funkcja to odpalanie poduszki prądem zmiennym AC.

Odpalanie prądem zmiennym zastosowano dla uniknięcia fałszywych wyzwoleń poduszki w wyniku zwarć (korozja, dostanie się wody, niewłaściwa obsługa podzespołów) oraz ładunków elektrostatycznych.

Airbag 3

Składa się tylko z modułu wyzwalającego ze zintegrowaną przetwornicą napięcia i źródłem zasilania awaryjnego.

Sterownik 3 generacji jest w pełni cyfrowy, z dwoma mikroprocesorami lecz wciąż jeszcze wykonany z elementów dyskretnych.

ROZDZIAŁ 4

Jako czujnik przyspieszeń wykorzystano czujnik piezoelektryczny, sygnał z niego przetwarzany był cyfrowo.

Jako wyłącznik bezpieczeństwa zastosowano wyłącznik mechaniczny ze sprężyną.

Systemy 3 generacji były instalowane w latach 1987 do 1993 w pojazdach Mercedes-Benz.

Równolegle do systemu Airbag 3 rozwijano wersję Airbag 3-U.

Airbag 3-U

Moduł wyzwalający odpalał poduszkę kierowcy i dużą poduszkę dla pasażera z dwoma włóknami odpalającymi.

Airbag 4

Specjalna wersja systemu 3 generacji skonstruowana dla Audi.

Airbag 4 posiadał dwa wyłączniki bezpieczeństwa oraz krzemowy czujnik przyspieszeń.

Systemy 4 generacji były instalowane seryjnie od 1991 roku.

Oznaczenia Airbag 5 nie używano.

Airbag 6

Występował w kilku wersjach:

Airbag 6.0 wyłącznie w pojazdach Chrysler, z oddzielnym źródłem zasilania awaryjnego

Airbag 6.1 jako następca systemu 6.0

Airbag 6.2

Seryjnie montowany od połowy 1993 roku, jest jedną z bardziej zaawansowanych technologicznie generacji sterowników. Zastosowano tu obok mikroprocesora moduł ASIC oraz dwukanałowy czujnik przyspieszeń.

Airbag 6.2 montowano w pojazdach Mercedes-Benz bez źródła napięcia awaryjnego, w samochodach Audi ze źródłem napięcia awaryjnego oraz w pojazdach Volvo z układem odpalania poduszki prądem zmiennym AC.

Airbag 6.3

Seryjnie zastosowany od 1994 roku, jest bardziej zintegrowaną wersją sterownika z generacji 6.2. Zastosowano tu obok mikroprocesora dwa moduły ASIC oraz dwukanałowy czujnik przyspieszeń, co pozwoliło zmieścić układy elektroniczne na jednej tylko płycie. W sterownikach generacji 6.3 nie stosowano źródła napięcia awaryjnego. Montowano je w pojazdach Mercedes-Benz, Audi, Saab i Kia.

Airbag 7

Jest to sterownik najnowszej generacji – o bardzo wysokim stopniu integracji.

Airbag 7.1 Wersja z dwoma poduszkami bocznymi

Obok powyższych opisanych generacji sterowników konstruowano także wersje do samochodów ciężarowych, z zasilaniem 24V.

Airbag 6.2 AC 24V

Stosowany w samochodach Volvo od 1995, Mercedes-Benz (dwa moduły w jednej obudowie – jeden do odpalenia poduszki kierowcy, drugi poduszki pasażera) od 1996, Scania oraz Freightliner.

Podstawowe funkcje sterownika to:

- ocena w chwili wypadku siły uderzenia oraz podjęcie decyzji o detonacji poduszki i/lub napinaczy pasów. W pamięci sterownika zanotowane zostaną dane o sile i kącie uderzenia oraz wszystkie inne dostępne dane, w zależności od oprogramowania tzw. Crash record.
- uruchomienie funkcji pomocniczych w chwili wypadku – odryglowanie zamka centralnego, odcięcie dopływu paliwa i zasilania z akumulatora, uruchomienie systemów powiadamiania o wypadku.
- monitorowanie obwodów poduszek, napinaczy i czujników, sterowanie kontrolką systemu oraz komunikacja z urządzeniem diagnostycznym.

Typowy sterownik systemu składa się z następujących bloków:

- czujnik przyspieszeń – zazwyczaj piezoelektryczny, a w nowych rozwiązaniach półprzewodnikowy mikromechaniczny

czujnik powierzchniowy, ma za zadanie wygenerować sygnał o przyspieszeniach (opóźnieniach) jakim poddawany jest pojazd.

- włącznik bezpieczeństwa – jest to mechaniczny czujnik opóźnień, stanowi ostatni stopień zabezpieczający przed fałszywymi wyzwoleniami poduszki powietrznej, np. od fałszywych sygnałów z czujnika przyspieszeń
- blok podtrzymania napięcia zasilającego (awaryjnego) – w układzie tym zazwyczaj występuje kondensator podtrzymujący napięcie zasilające sterownik, nawet w przypadku odłączenia go od zewnętrznego napięcia zasilającego np. w wyniku wypadku. Sterownik jest wówczas zasilany z tego źródła i przez ponad 100 ms od odłączenia od instalacji pojazdu jest w pełni sprawny i jest w stanie zdetonować poduszki i napinacze.
- układ ASIC (Application Specified Integrated Circuit – układ scalony specyficzny dla aplikacji) – realizuje funkcje takie jak przetwarzanie sygnałów z czujników, formowanie sygnałów testujących obwody, przetwarzanie poziomów napięć dla komunikacji z urządzeniem diagnostycznym. Czasem zawiera on także tranzystory sterujące włóknami poduszek i napinaczy. W innych rozwiązaniach te tranzystory zawiera drugi układ specjalizowany lub występują one w postaci pojedynczych elementów.
- mikrokontroler – zarządza pracą całego sterownika.

Spotkać można także starsze i prostsze rozwiązania – np. w pojazdach BMW i Fiat – gdzie sterownik systemu jest zintegrowany z poduszką powietrzną kierowcy i wraz z lampką kontrolną systemu, stanowi integralny tzw. Euromoduł.

Czujniki

Elementy czujnikowe w systemach SRS można podzielić na:

- czujniki zderzeń czołowych
- czujniki zderzeń bocznych
- czujniki zajęcia fotela

- czujniki zapięcia pasów
- inne.

Czujniki zderzeń czołowych stosowano we wcześniejszych rozwiązaniach, ze względu na brak technologii wykonywania czujników przyspieszeń zintegrowanych ze sterownikiem SRS. Zazwyczaj składały się z masy bezwładnej zawieszanej na elemencie sprężystym, który poddany odpowiednio silnym opóźnieniom, zwierzał wyprowadzenia elektryczne czujnika. Równoległe do styków włącznika w czujniku włączony jest rezystor, stąd sterownik poprzez pomiar rezystancji w obwodzie jest w stanie zdiagnozować poprawność działania obwodu czujnika.

Czujniki zderzeń bocznych pojawiły wraz z poduszkami bocznymi, kiedy wystąpiła konieczność szybkiego i dokładnego określenia siły uderzenia w bok pojazdu.

Ze względu na szybkość działania, w miejsce mechanicznego włącznika bezpieczeństwa, stosuje się drugi czujnik zderzeniowy. Czujniki te montowane są zazwyczaj na podłużnicach pod fotelami, na progach drzwi lub w okolicy słupków środkowych.

Inne rozwiązanie czujnika uderzeń bocznych spotkać można w pojazdach firmy Opel. Pod tapicerką drzwi zastosowano folię uszczelniającą i uzyskano w ten sposób komorę powietrza. Podczas zderzenia, któremu towarzyszy zgniecenie drzwi, następuje gwałtowny wzrost ciśnienia powietrza, mierzony i oceniany przez czujnik. Ciekawostką jest, że w obu powyższych rozwiązaniach spotkać można czujniki o dwu wyprowadzeniach – jedno z nich to masa, a drugie służy do zasilania czujnika i transmisji danych – na przemian.

Jeszcze inną koncepcję odpalenia poduszek bocznych spotykamy w pojazdach Citroen/Peugeot. Tam poduszki boczne odpalane są z samego czujnika zderzeń bocznych. Każdy z nich to samodzielny sterownik poduszki bocznej. Oba czujniki zderzeń bocznych sterują osobną kontrolką systemu poduszek bocznych, a wspólna z głównym sterownikiem jest tylko linia diagnostyki.

Czujniki zajęcia fotela pasażera, montowane są w celu rozpoznania przez sterownik systemu czy zajęty jest fotel pasażera, i czy w razie wypadku detonować poduszkę pasażera. Czujniki te zazwyczaj wykonane są jako maty – czujniki pojemnościowe, wraz z przetwornikiem sygnału.

Czujniki zapięcia pasów bezpieczeństwa, spotykane są w pojazdach z rynku amerykańskiego. Czujnik taki stanowi włącznik, uruchomiony

przez klamrę pasa, w momencie jego zapięcia i znajduje się w zamku pasa.

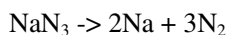
Ostatnim elementem czujnikowym jest wyłącznik poduszki pasażera. Spotkać go można w pojazdach grupy Fiat i Peugeot/Citroen. Wyłącznik taki można ustawić w pozycję aktywnej lub wyłączonej poduszki pasażera przy pomocy kluczyka zapłonu. Konieczne jest to np. przy montażu na przednim siedzeniu fotelika dla dziecka. Wyłącznik taki zawiera w sobie dzielnik rezystorowy, stąd jego pozycjom odpowiadają pewne poziomy napięcie, a sterownik diagnozuje obwody wyłącznika i jest w stanie stwierdzić np. zwarcie do masy przetartego przewodu.

Poduszki powietrzne

Poduszka powietrzna składa się z generatora gazu i worka uszytego ze specjalnego materiału. Ładunek w generatorze gazu inicjowany jest elektrycznie, poprzez rozżarzenie włókna zapalnika.

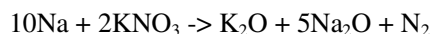
Nazwa poduszki powietrznej jest myląca, ponieważ gazem, który napełnia poduszkę jest azot. Głównym składnikiem chemicznym ładunku w poduszce jest azyd sodu – NaN_3 , oraz azotan potasu KNO_3 i dwutlenek krzemu SiO_2 . W generatorze gazu mieszanka powyższych składników jest inicjowana elektrycznie, impulsem rozgrzewającym włókno zapalnika. Powoduje to względnie wolny rodzaj detonacji, zwany “deflagacją”. Wyzwała ona określoną ilość azotu, wypełniającego poduszkę według następujących po sobie reakcji chemicznych.

Reakcja 1



Sód Na – produkt uboczny pierwszej reakcji i azotan potasowy KNO_3 wytwarzają dodatkowy azot N_2 do wypełnienia poduszki w reakcji wtórnej:

Reakcja 2



W procesie powyższym powstają tlenek potasu K_2O i tlenek sodu Na_2O , jako składniki do reakcji z dwutlenkiem krzemu SiO_2 . Powstaje krzemian alkaliczny (szkło), który jest związkiem chemicznie bezpiecznym i stabilnym.

Reakcja 3

$K_2O + Na_2O + SiO_2 \rightarrow$ krzemian alkaliczny (szkło)

Generator gazowy zawiera zapalnik i około 73g stałego azydku sodowego, który okazał się najbardziej stabilny. Po zapłonie rozkłada się wydzielając gaz o zawartości 99% azotu i śladowe ilości innych składników. Reakcja trwa ok. 25ms, a podana wyżej ilość azydka wystarcza do napełnienia poduszki o objętości 60 dm³. Poduszka rozwija się z prędkością 200 do 300 km/h.

Napinacze pasów

Napinacze pasów są podstawowym elementem, który zapewnia wytracanie energii kinetycznej ciała kierowcy i pasażera. Montowane są w zamku pasa lub w zwijaczu. Montaż w zamku pasa jest korzystniejszy z tego względu, że cofnięcie mechanizmu napinacza o 5 cm, powoduje napięcie pasa bezpieczeństwa o 10 cm. Napinacze podzielić także można na mechaniczne – gdzie do napięcia pasa wykorzystywana jest energia sprężyny – oraz pirotechniczne.

Po wykryciu kolizji przez sterownik systemu, do włókna w zespole odpalania podawany jest prąd, który powoduje rozgrzanie włókna i detonację materiału wybuchowego. Rosnące ciśnienie przesuwają tłok (stożek zamka) w kierunku napinania, w skutek czego zamek pasa jest pociągany do dołu przez element zwrotny. Po napięciu pasów tłok zostaje zablokowany w położeniu napięcia pasów. Całkowity czas upływający od chwili zderzenia do zakończenia napinania pasa wynosi około 15 ms.

Stanowisko demonstracyjne

Stanowisko demonstracyjne „SYSTEM BEZPIECZEŃSTWA BIERNEGO SRS” przeznaczone jest do praktycznego pokazu budowy i oceny jego parametrów.

Rzeczywiste elementy składowe typowego systemu SRS składającego się z poduszki głównej, pasażera, bocznych, napinaczy i czujników zderzeń umożliwiają omówienie budowy systemu oraz jego diagnostykę (rysunek 4.8.)



Rysunek 4.8. Układ bezpieczeństwa biernego SRS

Pulpit symulacji usterek umożliwia realizację stanów awaryjnych w wybranych obwodach oraz obserwację reakcji systemu sterowania na powstałą awarię.

Zastosowane podzespoły umożliwiają przeprowadzenie diagnostyki systemu SRS oraz nowoczesnej deski wskaźników, na których znajduje się lampka kontrolna systemu poduszek powietrznych.

Stanowisko posiada złącze diagnostyczne umożliwiające podłączenie przyrządów do diagnostyki takich jak KTS 5xx, MEGA MACS, ADP-186 lub innych, umożliwiających odczyt i kasowanie kodów usterek, parametrów bieżących, kontrolę wskazań deski wskaźnikowej i wielu innych funkcji

5

Literatura

W tym rozdziale

- Literatura

5.1. Literatura

1. Merkisz J. Mazurek S.: Pokładowe Systemy Diagnostyczne Pojazdów Samochodowych. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2007.
2. White C., Randall M.: Kody Usterek. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2008.
3. <http://www.precyzja.pl>
4. Gajek A., Juda Z.: Czujniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2008.
<http://www.ibuk.pl/korpo/fiszka.php?id=771>.
5. Schmidt D. (edytor): Mechatronika. REA, Warszawa, 2002.
6. Materiały firmy: Mechatronika Wyposażenie Dydaktyczne. Poznań, 2007.
7. http://pl.wikipedia.org/wiki/Hamulec_tarczowy
8. Reimpell J., Betzler J.: Podwozia samochodów. Podstawy konstrukcji. WKŁ, Warszawa, 2008.
9. Szulborski A. (tłum.): Zasobnikowe układy wtryskowe Common Rail., Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2005.
10. [http://pl.wikipedia.org/wiki/ABS_\(motoryzacja\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/ABS_(motoryzacja))
11. <http://www.airbag.com.pl/systemy/artykul.htm>

