

Sławomir OLSZOWSKI¹
Marcin SZTANDKIE²

KOMPLIKACJE W INNOWACYJNYCH SYSTEMACH STABILIZACJI I HAMOWANIA

W artykule przedstawiono problemy diagnostyki pojazdów z innowacyjnymi systemami sterowania układów ułatwiających pracę kierowcy. Opisano nową wersję systemu dynamicznej kontroli stabilności i trakcji (DSTC) wraz z zaawansowaną funkcją sterowania stabilnością (ASC) oraz funkcją kontroli trakcji w zakręcie (CTC) oraz system ostrzegający o zderzeniu z samoczynnym hamowaniem. Przedstawiono współzależność operacji systemowych oraz zaprezentowano badania oscyloskopowe sprawnych systemów w magistralach klasy B i C.

COMPLICATIONS IN THE INNOVATIVE STABILISATION AND BRAKE SYSTEMS

The article describes diagnostic problems of the vehicles with the innovative management systems used to simplify work of a driver. The new version of dynamic control stability system, traction with the advanced steering stability function (ASC) and with the function to control the traction while being in a turn have been presented (CTC). The warning system, with the automatic brake, telling about the coming crash has been described. What is more, the correlation of the system's actions as well as oscilloscope research of the systems exchanging the information thanks to the date B and C network have been presented.

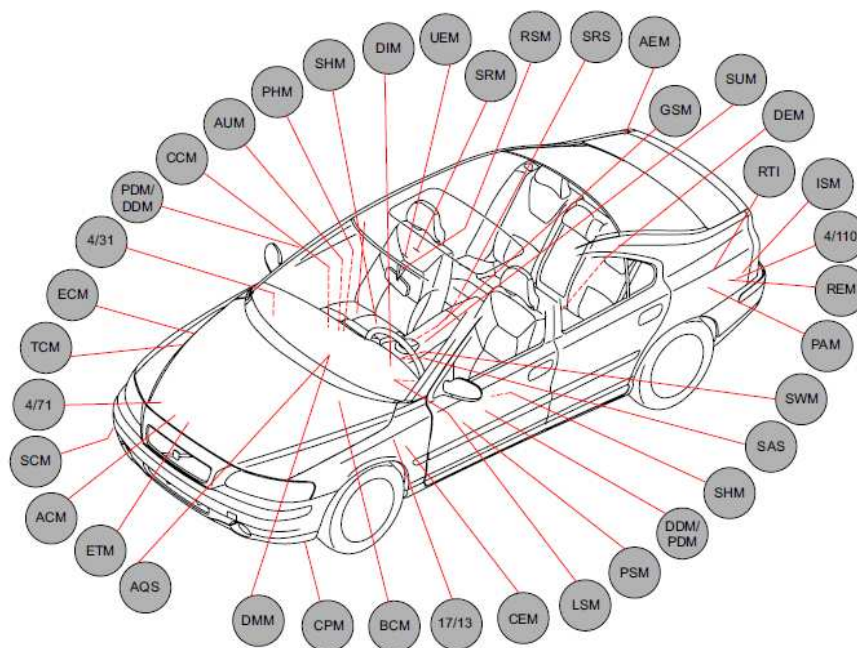
1. WSTĘP

Współczesny samochód jest bardzo zaawansowanym technologicznie wytworem myśli inżynierskiej. Jedną bryłą nadwozia łączy w sobie układy mechaniczne i elektroniczne, w której te drugie pełnią rolę monitoringu i sterowania poszczególnymi układami pojazdu. Poziom obecnego wyposażenia samochodów klasy wyższej, pozwala na stwierdzenie, że jest to super skomplikowany system, łączący ze sobą układy mechaniczne, elektroniczne i optyczne. Pozwala on na swobodną realizację założonych funkcji w układach napędu, bezpieczeństwa i komfortu jazdy. Ilość poszczególnych sterowników w obecnych pojazdach jest tak duża, że personel techniczny w wielu przypadkach może mieć nie tylko

¹ Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; Zakład Eksploatacji i Diagnostyki Środków Transportu, 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29, s.olszowski@pr.radom.pl

² Volvo Auto Polska Sp. z o.o. Warszawa, m.sztandkie@wp.pl

problem z właściwą diagnozą uszkodzonego systemu [1], ale również z lokalizacją poszczególnych komponentów składowych, uwzględnionych w topologii sieci. Przykład takiego rozmieszczenia zaprezentowano na rys. 1.



Rys. 1. Przykładowe rozmieszczenie komponentów [5]. ACM - moduł sterujący alternatora; AEM - moduł elektroniczny akcesoriów; AQS - czujnik jakości powietrza; AUM - moduł audio; BCM - moduł sterowania hamulcem; CCM - moduł sterowania klimatyzacją; CEM - centralny moduł elektroniczny; CPM - moduł podgrzewania komory spalania; DDM/PDM - sterownik/moduł drzwi pasażera; DEM - różnicowy moduł elektroniczny; DIM - moduł informacji o sterowniku; DMM - moduł przepustnicy silnika; ECM - moduł sterowania silnikiem; ETM - elektroniczny moduł przepustnicy; GSM - moduł wybierania biegów; ISM - moduł czujnika pochylecia; LSM - moduł przelacznika swiateł; PAM - moduł parkowania; PHM - moduł telefonu; PSM - moduł zasilania fotela; REM - moduł elektroniczny tyłu; RSM - moduł czujnika deszczu; RTI - informacja o ruchu drogowym; SAS - moduł czujnika kąta skrętu; SCM - syrena modułu sterującego; SHM - moduł podgrzewania foteli; SRM - moduł dachu otwieranego; SRS - moduł poduszek gazowych z czujnikiem przechyłu i żyroskopem oraz czujnikami przyspieszenia wzdłużnego i poprzecznego; SUM - moduł zawieszenia; SWM - moduł kierownicy; TCM - moduł sterowania układem przeniesienia napędu; TRM - moduł sterowania przyczepty; UEM - górny moduł elektroniczny

Konkurencja na rynku nowych samochodów powoduje, że marki posiadające dziedzictwo kultury technicznej, tradycję oraz wizerunek bardzo dobrego producenta muszą uwzględniać w wielu przypadkach pojazdy, które dotychczas nie były uważane za

konkurencyjne, dobrze wyposażone samochody z innych kontynentów, reklamowane jako alternatywne o dostosowanych parametrach do rynku potencjalnych odbiorców. Odpowiednio krótki czas życia nowo produkowanych modeli, sprzyja sprzedaży „tandety”, czyli pojazdów zdecydowanie mniej trwałych i wytrzymałych. Obecnie prawie nikt nie martwi się, co będzie za dwa lub trzy lata, gdyż zostanie wprowadzony kolejny nowy model i znów będzie można tłumaczyć klientom, że następca został pozbawiony wad poprzednika. Takie podejście można zauważyć w sprzedaży wielu nowych pojazdów. Dlatego dzisiaj należy wykształcić inteligencję techniczną zdolną podołać wyzwaniom w diagnostyce nowo produkowanych systemów. Temu zagadnieniu poświęcono ten artykuł.

2. DYNAMICZNA KONTROLA STABILNOŚCI I TRAKCJI

System dynamicznej kontroli stabilności i trakcji (DSTC) w najnowszej odsłonie posiada dwa tryby pracy; tryb normalny i tryb sportowy. Tryb normalny jest trybem domyślnym za każdym razem, gdy włączany jest zapłon. Jeżeli zostanie wybrany tryb sportowy, kontrola poślizgu kół w DSTC jest wyłączona. W ten sposób kierowca ma możliwość wyboru ustawienia, które pozwala na bardziej sportowy i aktywny styl jazdy. Jest to możliwe dzięki wyłączeniu ingerencji w układ sterowania silnikiem w celu zmniejszaniu momentu obrotowego, aby w ten sposób pozwolić na bardziej kontrolowany poślizg tyłu samochodu. W modelach Volvo ustawienia dokonywane są poprzez menu komputera pokładowego. Jeśli wybrane zostanie ustawienie *Sport*, wtedy DSTC dokonuje regulacji na podstawie stylu jazdy kierowcy. Jeżeli kierowca jest aktywny i wykonuje szybkie ruchy pedałem przyspieszenia oraz kołem kierownicy, wówczas system DSTC zezwala na większy poślizg, zanim dokonana zostanie regulacja.

Dla tak skonfigurowanego wyboru wstępnego, system DSTC w nowym wcieleniu może realizować funkcje niższego rzędu (tab. 1), które mogą być aktywne lub nieaktywne, zależnie od warunków jazdy.

Tab. 1. Funkcje aktywne w DSTC zależnie od ustawienia

Ustawienia DSTC			
Lp.	„Normal”	„Sport”	Cecha
1	Kontrola poślizgu		
2	Kontrola przyczepności	Kontrola przyczepności	
3	Aktywna kontrola przechyłu	Aktywna kontrola przechyłu	„Bardziej sportowa”
4	Zaawansowana kontrola stabilności	Zaawansowana kontrola stabilności	„Bardziej sportowa”
5	Kontrola stabilności przyczepy		
6	Kontrola obciążenia silnika		
7	Kontrola trakcji w zakręcie	Kontrola trakcji w zakręcie	

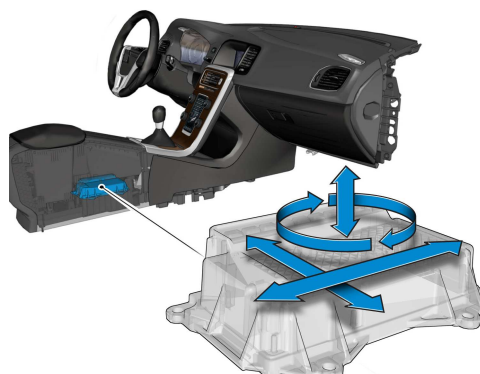
Należy jednak uwzględnić nadzór nad systemem. Przy ustawionym trybie *Sport* jeżeli kierowca, jadąc na łuku drogi, zdejmie nogę z pedału przyspieszenia w chwili, gdy pojazd znajdzie się w poślizgu, wtedy natychmiast system DSTC zostanie automatycznie przełączony na realizację funkcji trybu *Normal*, mimo iż dalej pozostanie aktywny tryb *Sport* w DSTC. Gdy pojazd uzyska stabilność i ruchy pojazdu staną się „normalne”, system DSTC ponownie zezwoli na większy poślizg.



Rys. 2. Uaktywniony tryb SPORT [2]

Czujnik przyspieszenia i żyroskop mierzy aktualne przyspieszenie poprzeczne i analizuje ruch pojazdu względem osi prostopadłej do podłoża. W najnowszym wydaniu współpracuje dodatkowo z modułem sterowania poduszek gazowych (SRS) oraz z dwoma dodatkowymi czujnikami: czujnikiem przechyłu i czujnikiem przyspieszenia wzdłużnego, który dotychczas stosowany był wyłącznie w pojazdach z napędem na cztery koła np. VW Syncro i Audi Quatro. W niektórych samochodach stosuje się zintegrowane w jednym korpusie: czujnik przyspieszenia wzdłużnego, poprzecznego i obrotu względem osi prostopadłej do podłoża.

Funkcja zaawansowanego sterowania stabilnością (ASC), wykorzystuje czujnik zwany czujnikiem przechyłu, który stanowi integralny element modułu sterowania poduszkami gazowymi (SRS), w celu lepszego obliczenia kąta poślizgu samochodu. Pozwala to między innymi na wcześniejsze wykrycie wolno narastającej niestabilności pojazdu przy wysokich poprzecznych przyspieszeniach na zakrętach drogi.



Rys. 3. Zintegrowany czujnik przechyłu i żyroskop w module SRS (system zabezpieczeń dodatkowych) [2]

Funkcja kontroli trakcji w zakręcie (CTC) pomaga hamować oraz równoważyć siłę napędową pomiędzy przednimi kołami, jeśli kierowca przyspiesza np. włączając się do ruchu. CTC nie ingeruje w moment obrotowy silnika, jeżeli występuje dobra przyczepność kół napędowych. Jednym ze skutków przesunięcia momentu obrotowego z wewnętrznego na zewnętrzne zakręcające koło jest to, że tworzy się pewien moment przechylający, który pomaga kierować samochodem w zakręcie i przeciwdziałać podsterowności, która zazwyczaj pojawia się podczas przyspieszania w zakrętach.

Funkcja przeciwdziałania nadsterowności pojazdu jest monitorowana przez moduł sterowania nadwoziem (BCM). Moduł ten wykorzystuje dane z czujników: przechylenia i żyroskopowego, umieszczonych w module poduszek powietrznych SRS. Komunikuje się z innymi systemami pojazdu wykorzystując szynę CAN.

3. WSPÓLZALEŻNOŚĆ SYSTEMOWA OPERACJI SYGNAŁOWYCH

Sygnały wejściowe

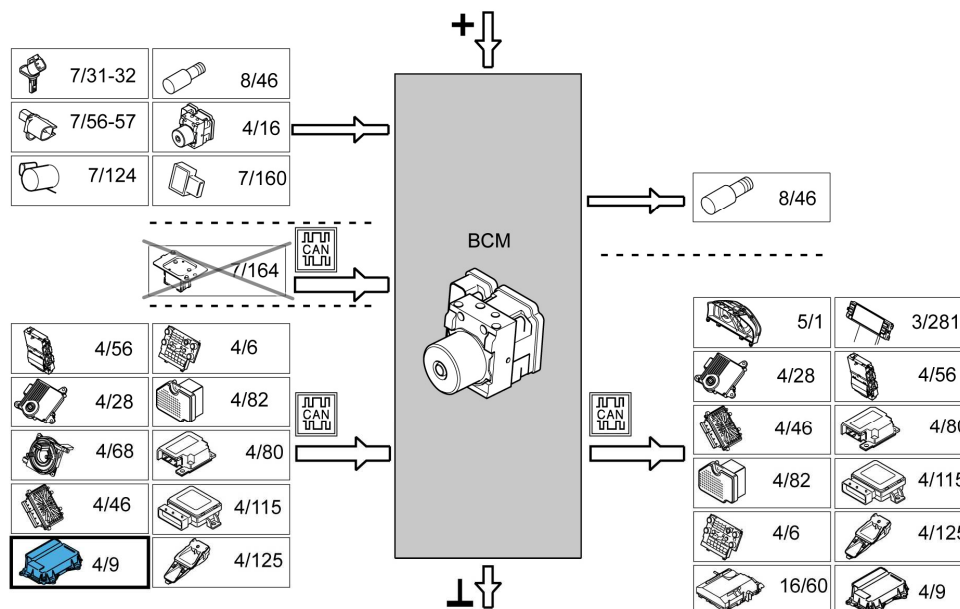
Zmiany w stosunku do innych modeli, pobierających sygnał wejściowy z zespołu czujników nadwozia (BSC). W tabelach zamieszczono szczegółowe opisy modułów do operacji sygnałowych przedstawionych na rys. 4.

Przez sieć CAN czujników	<ul style="list-style-type: none"> SRS system zabezpieczeń dodatkowych (4/9)
Podłączone bezpośrednio	Poprzez sieć komunikacji CAN
<ul style="list-style-type: none"> Czujnik koła (7/31–32, 7/56–57) Czujnik położenia pedału (7/124) 	<ul style="list-style-type: none"> CEM (centralny moduł elektroniczny) (4/56) TCM (moduł sterowania układem przeniesienia napędu) (4/28)

<ul style="list-style-type: none"> • Czujnik nacisku na pedał (8/46) • Czujnik ciśnienia hamowania (wewnętrzny w module sterowania / zespole hydraulicznym) • Czujnik podciśnienia (7/160) 	<ul style="list-style-type: none"> • SAS (4/68) • ECM (moduł sterowania silnikiem) (4/46) • CCM moduł sterowania klimatyzacją (4/6) • FSM moduł śledzenia odległości do pojazdu z przodu (4/80) • PBM moduł hamulca postojowego (4/115) • C VM moduł prędkości zbliżania (4/125)
---	--

Sygnaly wyjściowe

Podłączone bezpośrednio:	Poprzez sieć komunikacji CAN:
<ul style="list-style-type: none"> • DSTC (zawór wytwarzania dodatkowego ciśnienia (8/46), tylko w pojazdach wyposażonych w ACC) 	<ul style="list-style-type: none"> • DIM (moduł informowania kierowcy) (5/1) • TCM (moduł sterowania układem przeniesienia napędu) (4/28) • ECM (moduł sterowania silnikiem) (4/46) • CCM moduł sterowania klimatyzacją (4/6) • PHM moduł telefonu (16/60) • ICM moduł sterowania informacją i rozrywką (3/281) • CEM centralny moduł elektroniczny (4/56) • FSM moduł śledzenia odległości do pojazdu z przodu (4/80) • PBM moduł hamulca postojowego (4/115) • CVM moduł prędkości zbliżania (4/125) • SRS system zabezpieczeń dodatkowych (4/68)



Rys. 4. Współzależność systemowa operacji sygnałowych [2]

4. SYSTEM OSTRZEGAJĄCY O ZDERZENIU Z SAMOCZYNNYM HAMOWANIEM. BEZPIECZEŃSTWO PIESZYCH

System ostrzegający o zderzeniu z samoczynnym hamowaniem jest w stanie automatycznie zlokalizować i rozpoznać pieszego, który niespodziewanie znajdzie się w pasie ruchu pojazdu przed nim. Badania wykazały [3], że 50% kierowców biorących udział w kolizji nawet nie dotknęło pedału hamulca przed momentem zderzenia. Wiele wypadków dałoby się prawdopodobnie uniknąć, gdyby kierowca zareagował szybciej. Pomiędzy 10% a 25% wszystkich wypadków drogowych zachodzi z udziałem pieszych, z czego połowa zdarza się przy prędkościach poniżej 25 km/h.

Ostrzeganie o zderzeniu z pełnym samoczynnym hamowaniem może pomóc uniknąć zderzenia z pieszymi przy prędkościach do 35 km/h. Powyżej tej prędkości aż do 80 km/h zadaniem systemu jest obniżenie prędkości zderzenia z pieszym najbardziej, jak to tylko możliwe. Przy prędkościach wyższych skuteczność pełnego samoczynnego hamowania przed pieszymi zmniejsza się tak bardzo, że funkcja wykrywania obecności pieszych zostaje wyłączona.

4.1. Wykrywanie obiektów

Aby uzyskać pewność tej funkcji co do identyfikacji obiektów znajdujących się przed samochodem, stosowane są dwa czujniki, które wspólnie informują moduł śledzenia



o odległości pojazdu z przodu (FSM) o tym, co znajduje się w obszarze ich działania. Jeden czujnik używany jest jako czujnik główny, a drugi jako czujnik bezpieczeństwa (potwierdzający) (tab. 2). To, który czujnik jest czujnikiem głównym, a który potwierdzającym, zależy od typu obiektu / obiektów znajdujących się w obszarze działania czujników. Czujniki te to:

- radar, umieszczony centralnie za osłoną chłodnicy samochodu;
- kamera umieszczona centralnie przy górnej krawędzi szyby czołowej najczęściej w podstawie lusterka wstecznego.

Radar wykrywa przede wszystkim obiekty metalowe, ale reaguje także na ludzi lub inne obiekty odbijające fale energii.

Kamera przekazuje informacje do modułu FSM, który określa typ obiektu na podstawie informacji dotyczących sylwetek i wyglądu rejestrowanych obiektów przed pojazdem. Należy jednak uwzględnić, że kamera ma podobne ograniczenia jak oko ludzkie (widzenie w nocy, oślepianie i zasłonięte pole widzenia).

Tab. 2. Funkcje czujników głównego i potwierdzającego

		
	Pojazdy	Piesi
Czujnik główny	Radar	Kamera
Czujnik potwierdzający	Kamera	Radar

4.2. Wykrywanie pieszych

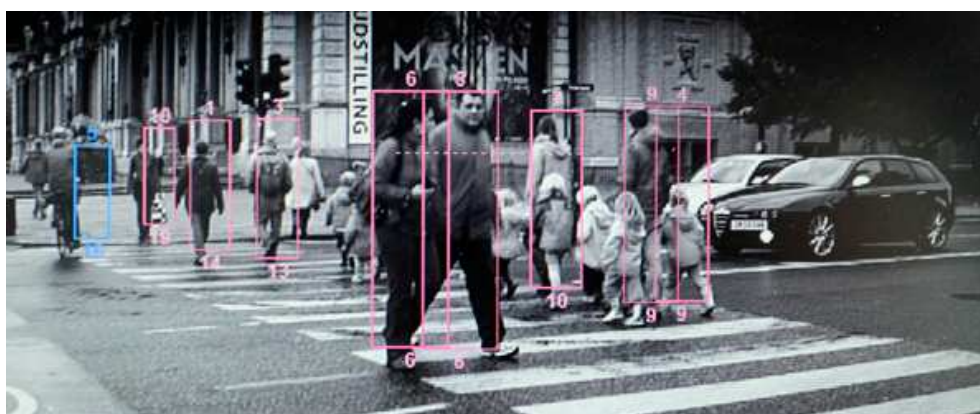
Działanie systemu polega na określeniu ryzyka wystąpienia kolizji z pieszymi. W takiej sytuacji kierowca jest ostrzegany wizualnymi i dźwiękowymi sygnałami w taki sam sposób, jak ma to miejsce przy ostrzeganiu przed zderzeniem z innymi pojazdami. Jeżeli kierowca nie zareaguje prawidłowo pomimo ostrzeżeń, a moduł FSM uzna, że zderzenie jest nieuniknione, samochód zacznie hamować z maksymalną siłą.

Funkcja Ostrzegania o Zderzeniu z Samoczynnym Hamowaniem jest w stanie wykryć pieszego tylko wtedy, jeśli ma on sylwetkę typową dla człowieka i typowo się porusza. Oznacza to, że kamera musi mieć możliwość zidentyfikowania głowy, ramion, przedramion, nóg, górnej i dolnej części ciała oraz normalnego u ludzi sposobu poruszania się. Jeśli duże partie ciała są dla kamery niewidoczne, wtedy system nie może wykryć pieszego.

Aby pieszy mógł zostać wykryty, cała jego sylwetka musi być widoczna, a jego wzrost musi wynosić co najmniej 80 cm. Moduł FSM nie potrafi zidentyfikować pieszego

niosącego większe przedmioty. W takiej sytuacji informacje z kamery i radaru służą modułowi FSM do określenia charakteru obiektu.

System taki posiada ograniczenia. Kamera pracuje w strefie około 6 metrów i kącie 27° przed pojazdem przy pomocy czujnika laserowego. Ponieważ kamera ma te same ograniczenia co ludzkie oko, skuteczność systemu zależy od czynników zewnętrznych, takich jak warunki oświetlenia, warunki drogowe, deszcz i śnieg oraz mgła. Zatem zdolność kamery do dostrzeżenia obiektów i pieszych o świcie i zmierzchu jest ograniczona.



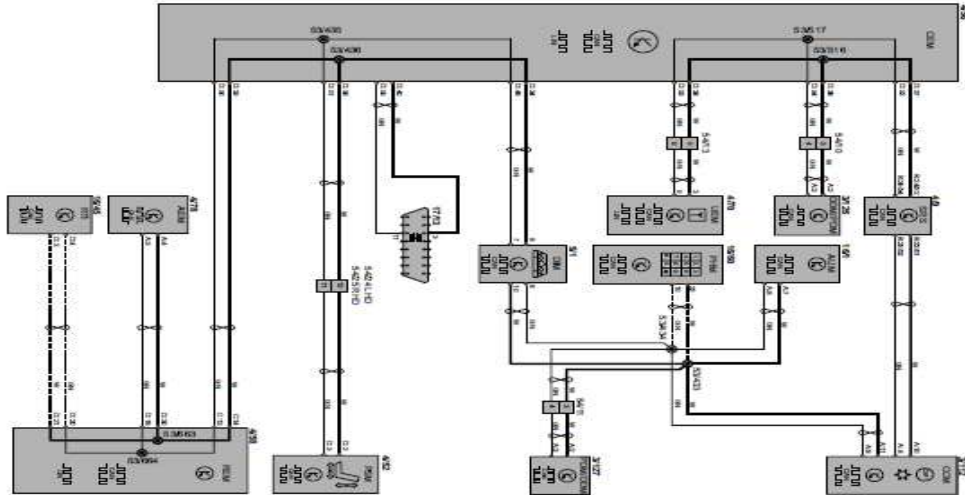
Rys. 5. Identyfikacja pieszych [3]

Zdolność kamery do wykrywania obecności pieszych jest wyłączana podczas jazdy w ciemnościach i tunelach — nawet wtedy, gdy światła uliczne są włączone.

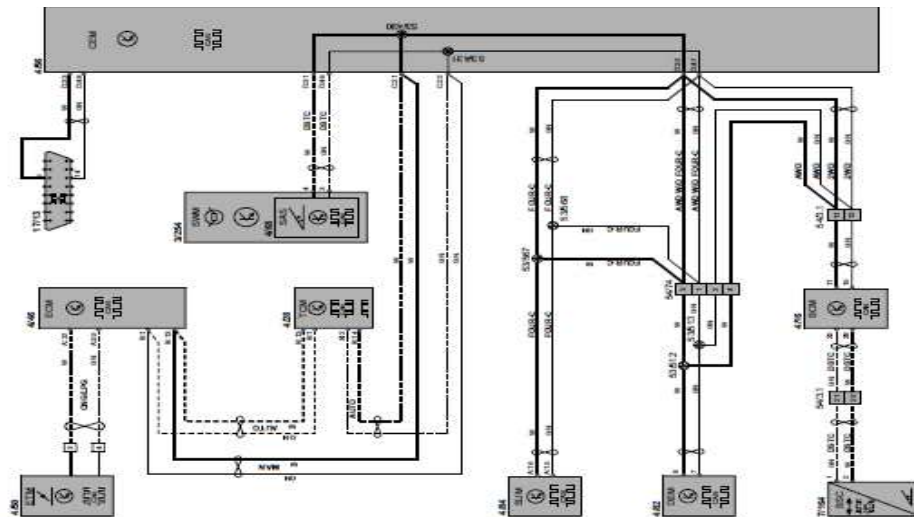
6. DIAGNOSTYKA

W nowoczesnych pojazdach rozbudowane systemy wymieniają między sobą informacje za pomocą sieci transmisji danych. Najczęściej do tego celu służą magistrale klasy A, B i C, rzadziej C+ i D.

- Klasa A jest wykorzystywana do układów mało odpowiedzialnych (np. sieć LIN).
- Klasa B dla układu komfortu.
- Klasa C dla systemów bezpieczeństwa czynnego i tablicy wskaźników.
- Klasa C+ dla systemów bezpieczeństwa czynnego j.w.(np. Flex Ray).
- Klasa D magistrala światłowodowa (np. MOST).

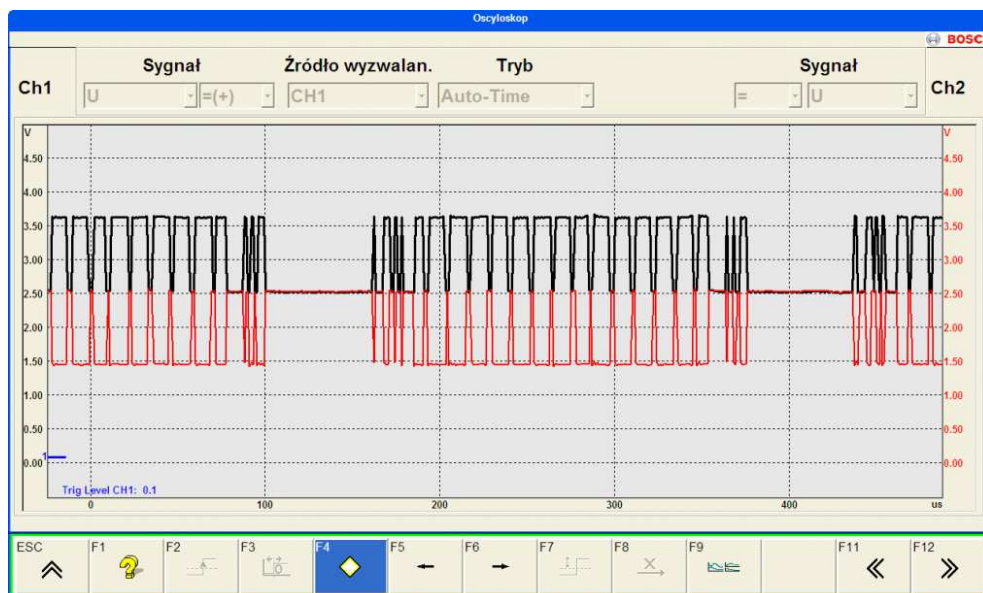


Rys. 6. Element rozbudowanej sieci transmisji danych. Magistrala klasy B [5]

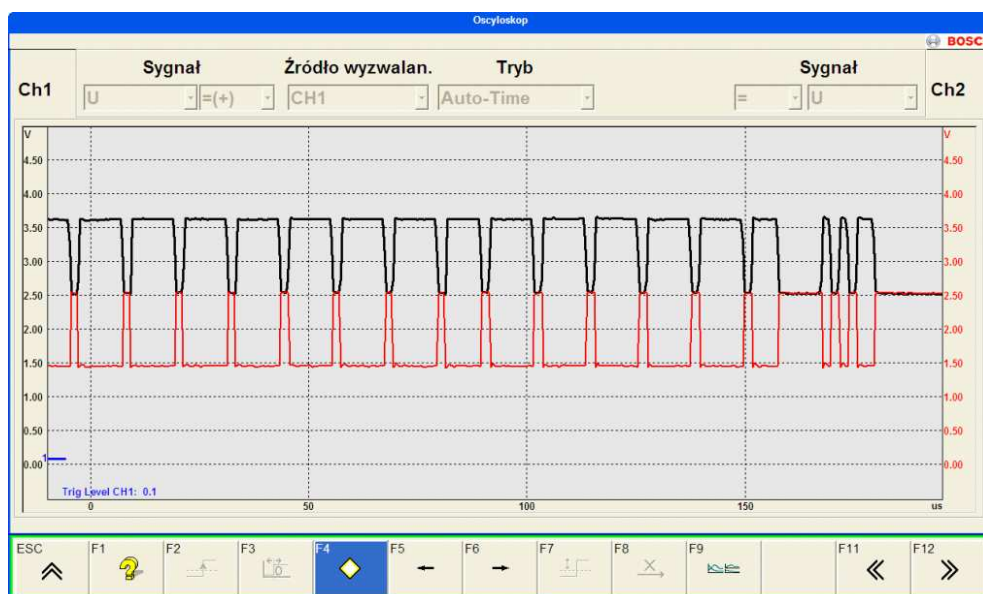


Rys. 7. Element rozbudowanej sieci transmisji danych. Magistrala klasy C [5]

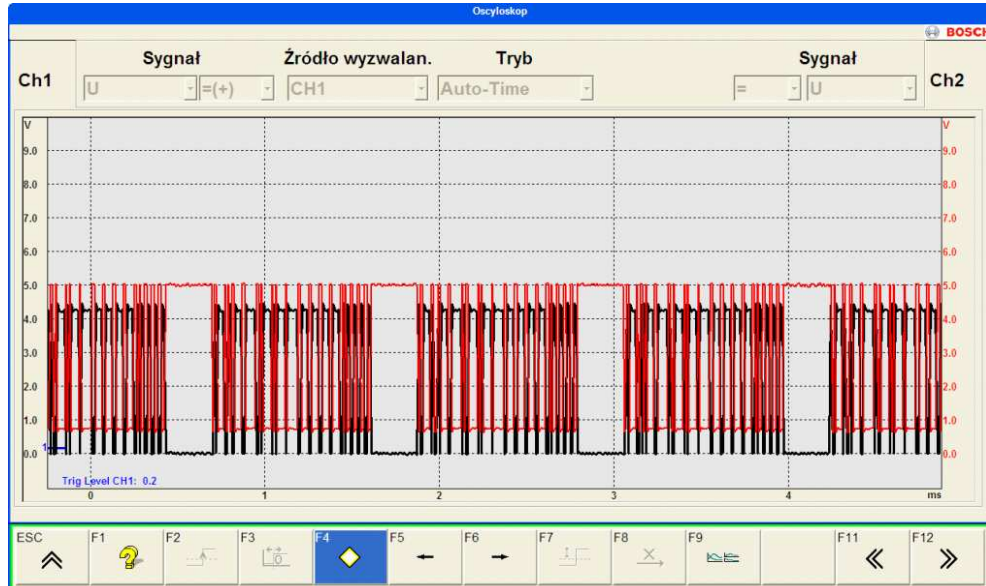
Diagnostyka systemów klasy B i C wykorzystywana w układach opisanych w artykule polega na kontroli przebiegów oscyloskopowych sygnałów różnicowych na przewodach CAN_{high} oraz CAN_{low} . Przykłady prawidłowych oscylogramów dla tych sieci zaprezentowano na rys. 7-11 [4].



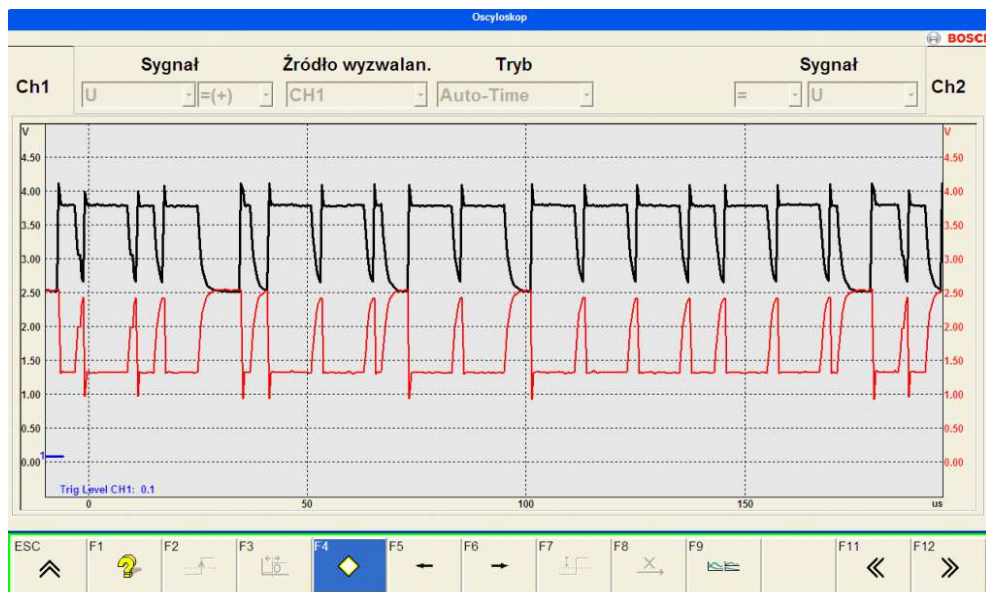
Rys. 8. Magistrala danych klasy C, ramki danych - prawidłowy przebieg sygnału. Zrzut ekranu podczas diagnozy diagnostyką serwisowym KTS 570 firmy Bosch



Rys. 9. Magistrala klasy C - pojedyncza ramka danych. Zrzut ekranu podczas diagnozy diagnostyką serwisowym KTS 570 firmy Bosch



Rys. 10. Magistrala danych klasy B, ramki danych - prawidłowy przebieg sygnału. Zrzut ekranu podczas diagnozy diagnostyką KTS 570 firmy Bosch



Rys. 11. Magistrala danych klasy C - ramka danych CAN trawcja. Zrzut ekranu podczas diagnozy diagnostyką KTS 570 firmy Bosch

7. WNIOSKI

1. Złożone systemy elektroniczne wymagają nowoczesnego i profesjonalnego szkolenia pracowników obsługi technicznej oraz zapewnienia im odpowiednich kompetencji.
2. Diagnoza innowacyjnych systemów jest możliwa wyłącznie za pomocą specjalistycznych urządzeń diagnostycznych z odpowiednią bazą danych i oprogramowaniem.
3. Elektroniczny nadzór systemów umożliwia ich szybszy monitoring w czasie rzeczywistym oraz zapewnia skuteczność działania poszczególnych układów.
4. Zapewnienie poprawności funkcjonowania innowacyjnych układów, podnosi komfort podróży oraz bezpieczeństwo uczestnikom ruchu drogowego.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Olszowski S., Sztandkie M.: Innovations used in intelligent systems supporting a driver. Bezpieczeństwo w Transporcie. LogiTrans 2009, Czasopismo Logistyka nr 3/2009
- [2] Materiały szkoleniowe Volvo 2010: MSS Competence Development BSC, New Car Training 1020
- [3] Theoretical Session S60/V60, 2010
- [4] Olszowski S., Olszowski T.: Diagnostyka niekonwencjonalnych usterek w sieciach transmisji danych – etap 1. Prowizorium nr 2854/46/P. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w Warszawie. 2010.
- [5] Volvo. Schaltplan 2011. TP39181051