

OLSZOWSKI Sławomir¹
SZTANDKIE Marcin²

Stany zdadności eksploatacyjnej innowacyjnych systemów ograniczających emisję szkodliwych składników spalin do atmosfery

Słowa kluczowe
DRIVE, BlueMotion, Start-Stop System,
ICM, BMS, CEM, ACM

Streszczenie

Jak potwierdza dwudziestoletnie doświadczenie zawodowe po wprowadzeniu nowych rozwiązań do produkcji stacje serwisowe stają przed poważnymi wyzwaniami diagnostycznymi. W wielu przypadkach analiza ustawień fabrycznych i parametrów rzeczywistych nie przynosi rezultatów. Niezbędna wówczas jest specjalistyczna wiedza z zakresu możliwych stanów pracy oraz metod diagnozy, umożliwiająca analizę przebiegów oscyloskopowych sygnałów sterujących i wykonawczych oraz relacji między nimi. Tak więc artykuł ten ma na celu zaprezentowanie wybranych innowacyjnych rozwiązań pojazdów samochodowych w koncepcji DRIVE oraz BlueMotion II oraz metod ich diagnozy.

EXPLOITIVE FIT CONDITION OF THE INNOVATIVE SYSTEMS LIMITING EMISSION OF FUEL COMPONENTS TO THE ATMOSPHERE

Abstract

As it is proved by the 20 years of experience after the introduction of the new technical solutions on the market it seems to be a challenge for service stations to do the diagnoses. In many cases the analyses of the fixed arrangements as well as actual parameters is fruitless. When that happens it is necessary to possess and use specific knowledge of possible work's states as well as diagnostics' methods which makes it easier to analyse oscilloscope signals and relations between them. This article is to present some modern and innovative vehicle's solutions connecting to DRIV as well as BlueMotion II and methods of their diagnoses.

1. WSTĘP

Rosnące koszty eksploatacji konwencjonalnych napędów silnikowych oraz emisja zanieczyszczeń powoduje poszukiwanie rozwiązań technologicznych umożliwiających poprawę parametrów ekologicznych i ekonomicznych użytkowania pojazdów. W referacie przedstawiono wybrane rozwiązania wchodzące do produkcji masowej, które mają znaczący wpływ na zużycie paliwa oraz na środowisko naturalne. Przedstawiono pojazdy produkowane w koncepcji DRIVE oraz BlueMotion. Przedstawiono system Start-Stop oraz możliwe przyczyny stanów niezdatności eksploatacyjnej. Opisano wybrane komponenty systemu z uwzględnieniem specyficznych wartości kryterialnych.

Jak zawsze wprowadzane nowe rozwiązania, wymagają odpowiedniego zaplecza technicznego, zarówno w postaci specjalistycznej infrastruktury technicznej jak również wykwalifikowanej kadry, która uzyska odpowiedni poziom kompetencji. Tak jak wyżej wspomniano, skuteczność prawidłowego procesu perspektywicznej eksploatacji zależy od wielu czynników. Jednym z nich jest możliwość bieżącego monitoringu parametrów, zaś drugim przygotowane otoczenie usług serwisowych czyli możliwości wykonywania diagnozy, kalibracji i ustawień systemowych.

Rozwiązania konstrukcyjne, które zmierzają do ograniczenia emisji szkodliwych składników spalin do atmosfery z reguły wpływają na ograniczenie bezpośrednich kosztów eksploatacji. W nowych rozwiązaniach koncentrują się na ograniczaniu emisji CO₂, odzyskiwaniu energii, wykorzystywaniu napędu elektrycznego czy napędów hybrydowych.

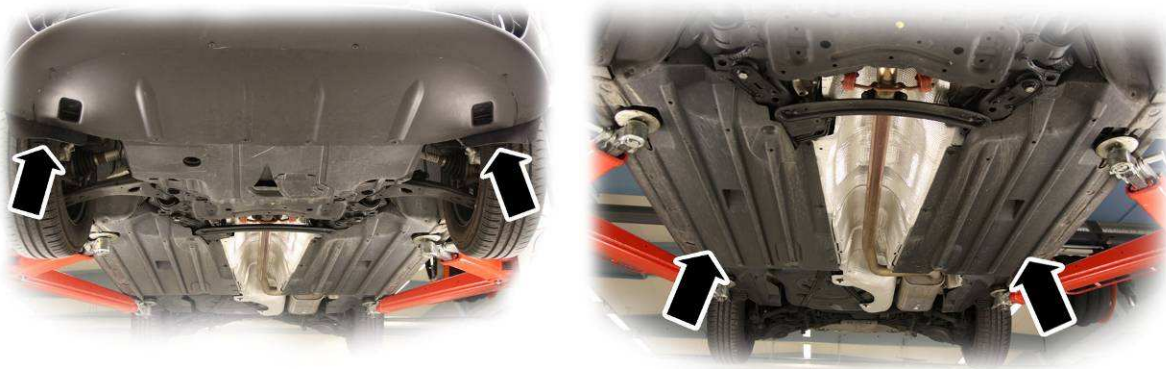
2. KONCEPCJA DRIVE i BlueMotion

Koncepcja identyfikowana pod nazwą **DRIVE** (Volvo) lub **BlueMotion** (VW), skupia się na tworzeniu innowacyjnych rozwiązań ograniczających emisję CO₂ do atmosfery poniżej 120 g/km oraz ograniczaniu zużycia paliwa. Pojazdy te posiadają optymalizowane pod tym kątem oprogramowanie sterownika silnika zmniejszające prędkość obrotową silnika oraz zmodyfikowane przełożenia skrzyni biegów. Takie zabiegi pozwalają na ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery o około 2,5 g/km. Koncepcja ta przewiduje również ingrencję w sferę aerodynamiki i pomniejszenie oporów powietrza o ok. 10%. W tym celu stosuje się m. in. odgrody (kierownice) powietrzne elementów

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

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

nadwozia, tylne dyfuzory, osłony pod silnikiem i podwoziem, obniżone zawieszenie, specjalne tarcze kół, wyższe ciśnienie w kołach o 0,3 [bar] oraz odstąpiono od elementów mogących powodować dodatkowe opory powietrza np. relingów. Firma Volvo podała, że panele pod pojazdem i obniżone podwozie może ograniczyć aerodynamiczne opory pojazdu o 30%.



Rys. 1. Aerodynamiczne panele podwozia [1]

Dodatkowym rozwiązaniem koncepcji DRIVE oraz BlueMotion dla zapewnienia stosunkowo niskiego zużycia paliwa, na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym tablicy wskaźników sterownik po przeliczeniu aktualnego obciążenia proponuje kierowcy przełączenie biegu na najekonomiczniejszy w danej chwili. Ma to na celu udzielenie pomocy kierowcy w ekonomicznym prowadzeniu pojazdu tak oszczędnie, jak to możliwe. Taka forma pomocy jest realizowana poprzez wyświetlane strzałki w górę (↑) lub w dół (↓) lub wyświetlenie jej z proponowanym biegiem zależnie od producenta pojazdu. W technologii BlueMotion zastosowano m. in. system rekuperacji polegający na odzyskiwaniu energii podczas hamowania.



Rys. 2. Propozycja zmiany aktualnego biegu. A – samochody Volvo [1], B-samochody Volkswagen

Celem dalszego ograniczania zużycia paliwa w najnowszych rozwiązaniach zmieniono oprogramowanie sterownika elektro-hydraulicznego wspomagania kierownicy ograniczającą prędkość pompy układu wspomagania i dobrano nowy typ oleju hydraulicznego. Modyfikacja ta wraz z olejem przekładniowym o niższej lepkości, zmniejsza emisję dwutlenku węgla o 1,5 g/km. Poszczególne modyfikacje można wymieniać jeszcze długo, dotyczą one m. in. układu klimatyzacji, skrzyni biegów, a nawet specjalnie dobieranych opon o niskich oporach toczenia np.: Michelin Energy Saver. Sama zmiana opon może obniżyć zużycie paliwa o 2%.

Samochody w konstruowane w koncepcji DRIVE oraz BlueMotion posiadają zatem szereg zmian konstrukcyjnych, aerodynamicznych i softwarowych wpływających na ograniczenia emisji CO₂ i zmniejszenie zużycia paliwa. Dodatkowym układem tej koncepcji jest Start-Stop system oraz układ kontroli stanu naładowania akumulatora.

2.1 Funkcja Start-Stop

Funkcja Start-Stop jest znana od kilku lat. Jej opis pod względem zagadnień technicznych i metod oceny stanu obecnie zyskał szczególnego znaczenia, gdyż właśnie pierwsze pojazdy z tym systemem będą obsługiwane w serwisach samochodowych.



Rys. 3. Położenie przycisku funkcji Start-Stop VW Passat

Funkcja automatycznego zatrzymania i uruchomienia silnika Start-Stop ma na celu oszczędzanie energii i zmniejszenie zużycia paliwa, co przyczynia się do zmniejszonej emisji toksycznych składników spalin. Funkcja ta automatycznie wyłącza silnik, gdy samochód zatrzyma się podczas jazdy na skrzyżowaniu w sytuacji, gdy kierowca przełączy dźwignię zmiany biegów na „luz” i zwolni pedał sprzęgła. W silnikach ze skrzynią automatyczną funkcja wyłączy silnik po zatrzymaniu samochodu i utrzymaniu naciśniętego pedału hamulca. Silnik pozostaje wtedy w trybie czuwania (*autostop*) i zostanie uruchomiony automatycznie wtedy, gdy pedał sprzęgła zostanie wciśnięty (skrzynie manualne) lub gdy pedał hamulca zostanie zwolniony (skrzynie automatyczne). W trybie „*autostop*” inne systemy samochodu, takie jak oświetlenie, radio, działają normalnie z tym wyjątkiem, że niektóre urządzenia np. wentylator układu klimatyzacji czy system audio, mogą mieć czasowo obniżoną wydajność, a niektóre wręcz mogą zostać wyłączone np. podgrzewanie foteli, ogrzewanie tylnej szyby, ogrzewanie lusterek, ogrzewanie kierownicy czy elektrycznej grzałki dogrzewania wnętrza. Odbiorniki te są wyłączane do czasu zakończenia następnego rozruchu. Aktywacja układu start-stop odbywa się automatycznie po pierwszym uruchomieniu w przypadku, gdy samochód po ruszeniu przekroczy prędkość 3 km/h przez co najmniej 4 sekundy.

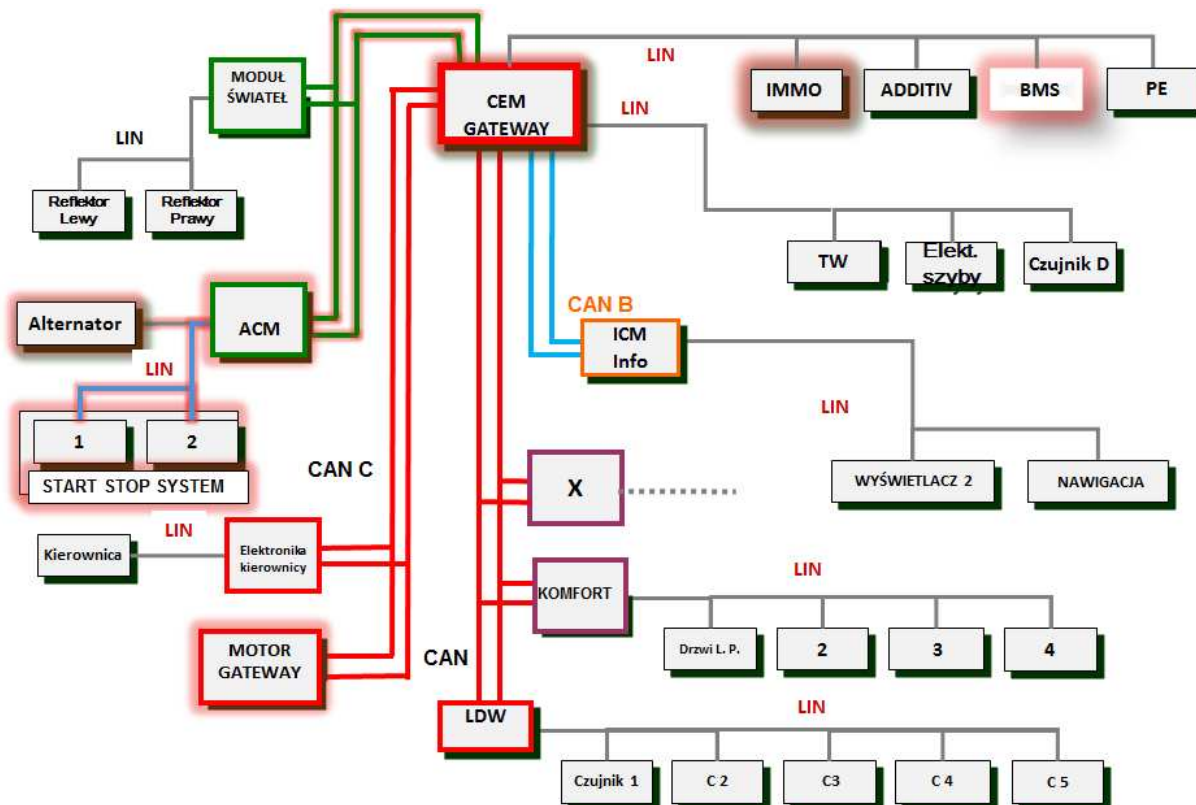
2.1.1 Informacja

Stan funkcji Start-Stop można określić po komunikatach wyświetlanych na tablicy wskaźników i palącej się lampce kontrolnej przycisku Start-Stop w okolicy dźwigni zmiany biegów. Po zadziałaniu systemu i wyłączeniu pracy silnika na wyświetlaczu przesuwa się napis „START-STOPP AKTIV”, gdy funkcja jest aktywna (VW). Funkcja uruchamiana jest automatycznie, gdy silnik pracuje i świeci się zielona dioda w przycisku DRIVE (Volvo). Po wyłączeniu funkcji np. przyciskiem obok dźwigni zmiany biegów, na tablicy wskaźników zostaje wyświetlony komunikat „Eco DRIVE OFF” przez 5 sekund, przy czym gaśnie wraz z diodą włącznika. Po ponownym uruchomieniu silnika funkcja zostaje automatycznie załączona.

Tablica wskaźników jest „łącznikiem” pomiędzy systemami pojazdu a kierowcą. Samochód może zostać zgłoszony do serwisu z usterką braku automatycznego uruchamiania się pojazdu, czy też nie działającą funkcją Start-Stop. Czasem w praktyce okazuje się że występuje problem z prawidłową interpretacją komunikatów. W wielu przypadkach, pomimo wciśniętego pedału sprzęgła silnik automatycznie nie zostanie uruchomiony np. w przypadku gdy pas bezpieczeństwa nie zostanie zapięty. Wówczas należy uruchomić silnik z przycisku (wyświetlany komunikat „PRESS START BUTTON”). W przypadku gdy system jest gotowy do uruchomienia silnika po wciśnięciu pedału sprzęgła wyświetlony zostanie komunikat „DEPRESS CLUTCH TO START”. Innym stanem uniemożliwiającym automatyczne uruchomienie pojazdu może być pozostawienie pojazdu na biegu. Wówczas należy wcisnąć sprzęgło i ustawić dźwignię zmiany biegów w położeniu „luz”, w przypadku gdy pojawia się komunikat „GEAR IN NEUTRAL TO START”.

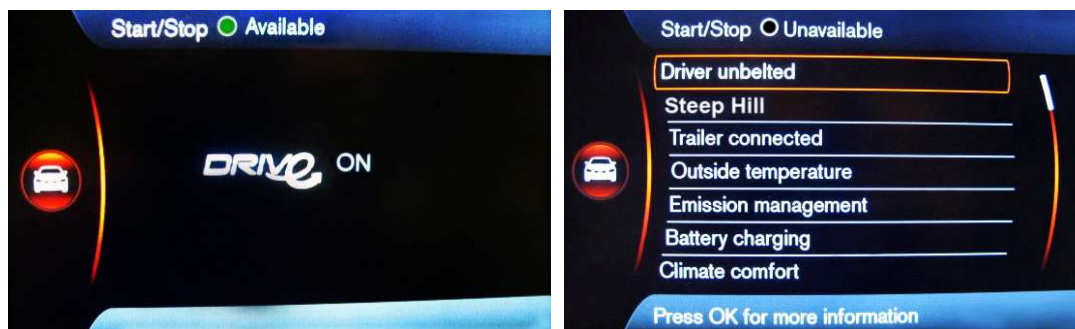
2.1.2 Komunikacja

W samochodach z funkcją Start-Stop wymiana informacji systemowych odbywa się za pomocą sieci transmisji danych. Przykładową topologię sieci zaprezentowano na rys. 4.



Rys. 4. Przykładowa topologia sieci z systemem Start-Stop

Po wybraniu opcji Start-Stop z menu modułu sterowania informacją i rozrywką (ICM), wyświetla się komunikat tekstowy informujący o statusie funkcji Start-Stop. Jeżeli obok napisu Start/Stop znajduje się punkt koloru zielonego funkcja jest dostępna (rys. 5).



Rys. 5. Wyświetlacz sterowany modulem ICM. A – status aktywny, B – brak aktywności systemu na skutek czynników dodatkowych [1]

Uzyskiwana informacja na wyświetlaczu prezentuje przyczyny (lub błędy) braku aktywności funkcji. Po przyciśnięciu przycisku „OK.” wyświetlony zostanie tekst objaśnienia dotyczący pierwotnej informacji.

2.1.3 Stany pracy systemu

System Start-Stop nie aktywuje się automatycznie w przypadku:

1. Nie zapiętych pasów bezpieczeństwa. Silnik należy uruchomić przyciskiem.
2. Na stromych zjazdach i podjazdach, ze względów bezpieczeństwa funkcja Start-Stop nie jest dostępna jeżeli nachylenie drogi przekracza ok. 13%. W trybie czuwania samochód mógłby się stoczyć.
3. Po dołączeniu przyczepy do samochodu funkcja jest niedostępna. Maksymalny dopuszczalny pobór prądu z aktywną funkcją jest ograniczony do 65A.
4. Jeżeli temperatura na zewnątrz wynosi poniżej 0°C lub gdy jest wyższa niż 30°C.
5. Ze względu na ochronę środowiska naturalnego, przez system oczyszczania gazów spalinowych jeżeli podciśnienie jest niższe niż 45 kPa (55kPa)³, sterownik ABS/ESP rejestruje ruch pojazdu oraz gdy nachylenie drogi przekracza ok. 13%.

³ Zależnie od producenta. Wartość w nawiasie dotyczy pojazdów VW-Group.

6. Gdy akumulator lub akumulatory są ładowane, funkcja jest niedostępna. Dla akumulatora głównego spadek napięcia poniżej 11,3V, dla akumulatora pomocniczego⁴ 11,8V.
7. W przypadku uszkodzenia alternatora lub paska pomocniczego.
8. Dla zapewnienia odpowiedniej temperatury wewnątrz kabiny pasażerskiej silnik nie zostanie wyłączony jeżeli temperatura silnika jest niższa niż 20°C lub gdy jest wyższa niż 100°C, oraz gdy zaparowana jest szyba czołowa lub wysterowanie wentylatora nadmuchu przekracza 60%.
9. W przypadku gdy prędkość obrotowa silnika przekracza 1200 obr/min.
10. System wykryje przerwę w obwodzie pokrywy silnika.
11. Drzwi kierowcy są otwarte⁵
12. W przypadku informacji o konieczności wizyty w warsztacie.

Na uwagę zasługuje również przewidywanie systemowe Start-Stop. W niektórych przypadkach silnik uruchomi się automatycznie (bez takiej intencji kierowcy), gdy niezbędne jest zapewnienie wspomaganie układu hamulcowego czy też układu kierowniczego. np. w przypadku, gdy samochód na pochyłości zacznie się toczyć z prędkością powyżej 3km/h. Do szczególnych przypadków należy zaliczyć również:

1. niewystarczający stan naładowania akumulatora,
2. włączenie przycisku odmrażania przedniej szyby,
3. zmiana ustawień klimatyzacji jeżeli różnica pomiędzy temperaturą wymaganą, a temperaturą zewnętrzną przekroczy⁶ 8°C.

2.1.4 Komponenty składowe systemu

Konstrukcja systemu wykorzystuje szereg podzespołów i czujników powszechnie znanych z tradycyjnych systemów sterowania. Z punktu widzenia innowacyjności systemowej, bezwzględnej uwagi wymagają: czujnik położenia neutralnego dźwigni zmiany biegów, przełącznik i czujnik położenia pedału sprzęgła w skrzyni biegów, czujnik kąta pochylenia pojazdu, czujnik ciśnienia w „servo” układu hamulcowego, centralny moduł elektroniczny (CEM) obsługujący czujnik monitorowania akumulatora (BMS) oraz moduł sterowania alternatora (ACM).

Samochody z funkcją Auto Start-Stop wykorzystują przełącznik umieszczony na zespole pedału sprzęgła oraz czujnik położenia umieszczony na skrzyni biegów. Zarówno przełącznik, jak i czujnik położenia rejestrują położenie pedału sprzęgła.

Przełącznik położenia pedału sprzęgła jest identyczny z konwencjonalnymi rozwiązaniami. Czujnik położenia pedału sprzęgła podłączony jest bezpośrednio do centralnego modułu elektronicznego (CEM), skąd jest zasilany i uziemiony i dokąd przesyła sygnał analogowy proporcjonalny do głębokości wciśnięcia pedału sprzęgła. Sygnał jest wykorzystywany na różne sposoby w zależności od wyposażenia pojazdu.

Czujnik kąta pochylenia pojazdu jest wbudowany w moduł hamulca postojowego (EPB) celem rejestracji podłużnego pochylenia samochodu. Jeśli pochylenie pojazdu przekroczy 14%, funkcja Start-Stop zostanie zablokowana. Ma to na celu zapewnienie, że samochód nie zacznie się poruszać w trybie autostart.

Czujnik położenia dźwigni zmiany biegów umieszczony jest w skrzyni biegów i pracuje najczęściej na zasadzie zjawiska Halla. Magnes umieszczono na dźwigni. Dla właściwego ustawienia, czujnik i magnes pozycjonuje na właściwym miejscu kołek ustalający. Czujnik jest zasilany napięciem 5V DC z modułu sterowania silnikiem. Czujnik może wykrywać położenie „luz”, biegi nieparzyste i parzyste. Z czujnika wychodzą dwa sygnały PWM, główny i zapasowy. Gdy położenie dźwigni zmiany biegów się zmienia, zmienna jest również wartość sygnału wyjściowego PWM dostarczanego do modułu sterowania silnikiem (ECM). Sterownik ECM musi zarejestrować oba sygnały aby funkcja działała. Wartości sygnałów wynoszą odpowiednio⁶:

15–35% => bieg nieparzysty

45–55% => położenie neutralne

70–85% => bieg parzysty

Po wymianie czujnika położenia neutralnego konieczna jest jego kalibracja. Przeprowadzić ją można w trakcie jazdy samochodem po drodze na kilku biegach.

W przypadku nieprawidłowego sygnału czujnika położenia neutralnego lub jego braku, funkcja Start-Stop nie działa. Jeśli czujnik zostanie uszkodzony, samochód można uruchomić za pomocą kluczyka.

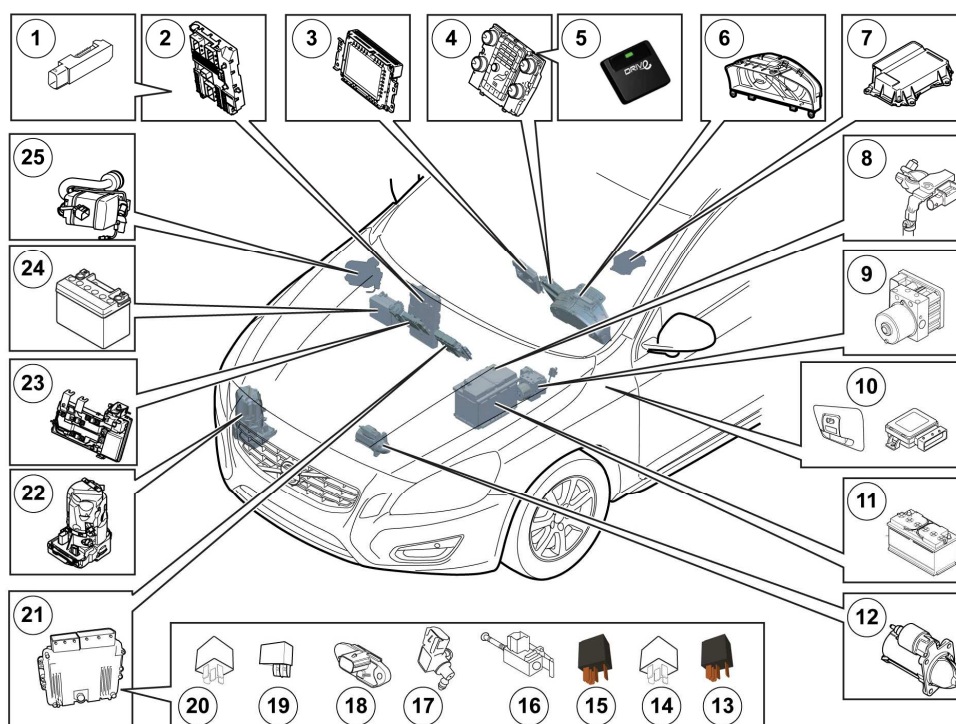
Czujnik ciśnienia (podciśnienia w stosunku do ciśnienia atmosferycznego) znajduje się na układzie wspomaganie układu hamowania i jest diagnozowany przez moduł sterowania silnikiem (ECM). Jeśli ECM zarejestruje niewystarczające ciśnienie podczas jazdy, funkcja **Start-Stop** nie zostanie uruchomiona, a tryb autostop zablokowany. Jeśli moduł

⁴ Dla Volvo. Samochody grupy VW posiadają jeden akumulator (AGM) o zwiększonej trwałości

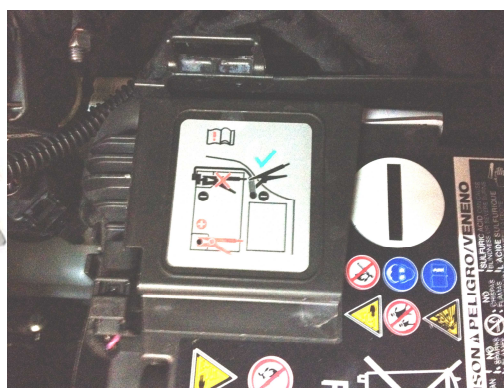
⁵ Tylko w najnowszych rozwiązaniach

⁶ Zaprezentowane wartości mogą się różnić zależnie od producenta pojazdu oraz wyposażenia poszczególnych modeli

sterowania silnikiem zarejestruje ciśnienie poniżej 0,46 kPa w czasie, gdy samochód jest w trybie autostop, funkcja **Start-Stop** oraz moduł sterowania silnikiem wysyłają żądanie jego automatycznego uruchomienia.



Rys. 6. Komponenty systemowe układu Start-Stop w pojazdach Volvo. 1 - Przelącznik położenia pedału sprzęgła, 2- CEM (centralny moduł elektroniczny), 3- ICM (moduł sterowania informacją i rozrywką); 4- CCM (moduł sterowania klimatyzacją), 5- przycisk, 6- DIM (moduł informowania kierowcy), 7- PSCM (moduł sterowania wspomaganiem układu kierowniczego), 8- BMS (czujnik monitorowania akumulatora), 9- BCM (moduł sterowania hamowaniem), 10- PBM (moduł hamulca postojowego), 11- akumulator główny, 12- rozrusznik, 13- przełącznik pompy cieczy chłodzącej, 14- przełącznik, 15- przełącznik rozruchu 2, 16- przelącznik położenia pedału sprzęgła, 17- czujnik podciśnienia, 18- czujnik położenia neutralnego („luzu”), 19- przełącznik akumulatora, 20- przełącznik akumulatora rezerwowego, 21- sterownik silnika ECM, 22- moduł sterowania wspomaganiem układu kierowniczego PSCM, 23- główna skrzynka bezpieczników, 24- akumulator rezerwowo, 25- pompa wody CPM (modułu ogrzewania zasilanego paliwem), 26- czujnik kąta pochylenia pojazdu w PBM (module hamulca postojowego) [źródło: Volvo]



Rys. 7. Czujnik monitorowania akumulatora BMS. Po prawej osłona zabezpieczająca przed błędnym ładowaniem.

Samochody z funkcją Start-Stop posiadają często dwa akumulatory. Moduł sterowania silnikiem nadzoruje indywidualne przełączniki odcinające poszczególne akumulatory. W przypadku konieczności doładowania akumulatorów po za cyklem jazdy, agregat prostowniczy należy podłączyć bezpośrednio do biegunów akumulatora pomocniczego. Istotne jest, aby ładowanie prowadzone było małym prądem (około 10% pojemności akumulatora), tak by akumulator rezerwowo nie został przeładowany. W celu sprawdzenia szybkiego rozładowywania się akumulatora głównego należy po rozłączeniu jego klemy dodatniej włączyć zapłon. Jeżeli kontrolki zostaną uruchomione usterka występuje w obwodzie akumulatora rezerwowego. W przypadku ładowania akumulatora głównego lub uruchamiania pojazdu za pomocą kabli rozruchowych, zaciski agregatu prostowniczego należy podłączyć: zacisk ujemny do masy pojazdu, zaś zacisk dodatni do

bieguna „+” akumulatora. Jest to konieczne ze względu na montaż na biegunie ujemnym czujnika monitorowania akumulatora (BMS) rys. 7, który musi mierzyć prądy wpływające i wypływające z akumulatora.

3. REKUPERACJA

W technologii BlueMotion zastosowano system odzyskiwania energii przy hamowaniu i jeździe bez gazu zwany rekuperacją.

System umożliwia odzyskiwanie energii, która w normalnych warunkach eksploatacji dotychczas była tracona podczas jazdy. Energia jest wytwarzana w czasie fazy swobodnego toczenia się pojazdu oraz podczas hamowania. Oznacza to, że odzyskiwanie energii ma miejsce wówczas, gdy kierowca zdejmuje nogę z gazu lub hamuje. Napięcie alternatora jest wykorzystywane do doładowywania akumulatora. Przy wykorzystaniu specjalnego sterowania alternatorem w zależności od sprawności silnika napięcie alternatora może zostać chwilowo obniżone w przypadku przyspieszania lub przy utrzymywaniu stałej prędkości jazdy. Funkcja umożliwia całkowite wyłączenie alternatora, co ogranicza pobór mocy z silnika i ma wpływ na obniżenie zużycia paliwa. Aby we właściwy sposób wykorzystać możliwość odzyskiwania energii (rekuperacji), konieczne jest zastosowanie specjalnego oprogramowania centralnego sterownika zarządzania energią elektryczną oraz modyfikacja map w systemie sterowania silnikiem.

4. PODSUMOWANIE

Jak zaprezentowano w artykule, koncepcja DRIVE oraz BlueMotion II niesie ze sobą innowacyjne rozwiązania wpływające na ograniczenie zużycia paliwa. Przedstawiono m. in. komponenty składowe systemu Start/Stop oraz przykładową topologię sieci z innowacyjnymi rozwiązaniami. Zaprezentowano możliwe stany pracy oraz problemy serwisowe celem umożliwienia personelowi technicznemu pozyskanie niezbędnej wiedzy dla prawidłowej bieżącej obsługi oraz perspektywicznej naprawy.

Tak więc artykuł wpisuje się w misję wielu uczelni, polegającej na przekazywaniu wiedzy dla zaspakajania potrzeb społeczeństwa na płaszczyźnie treści kształcenia potrzebnych dla jego normalnego funkcjonowania. Oznacza to, że przekazywanie wiedzy jest misją samą w sobie dla pożytku ogółu.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Volvo: MSS Competence Development BSC, NCT 0946, Theoretical Session, October 2009
- [2] Volvo: MSS Competence Development BSC, NCT 1046, Theoretical Session, October 2010
- [3] Volvo: Portal VCC Communication Hub – Volvo XC60 Plug In Concept
- [4] VW. Technologie BlueMotion. 2009.
- [5] VW. Rodzina ekologicznych Volkswagenów. 2009.